ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «02» июня 2023 г. № 424-1

Б1.О.40 Методы управления и алгоритмическое обеспечение транспортных мехатронных систем

рабочая программа дисциплины

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

Общая трудоемкость в з.е. – 5
Часов по учебному плану (УП) – 180

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 8 семестр

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

Семестр	8	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	84	**84**
– лекции	36	**36**
– практические (семинарские)	24	**24**
– лабораторные	24	**24**
Самостоятельная работа	60	**60**
Экзамен	36	**36**
Итого	180	**180**

ИРКУТСК

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

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

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов», протокол от «24» мая 2023 г. № 11

Зав. кафедрой, д. т. н., профессор А.В. Лившиц

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	освоение студентами основных принципов, методов и схем построения законов управления мехатронными системами, формирования алгоритмического обеспечения управляющих, в том числе микропроцессорных, блоков транспортных мехатронных систем
2	изучение основ анализа алгоритмического обеспечения и методов его разработки
3	изучение перспектив развития систем управления мехатронных объектов
1.2 Задачи дисциплины	
1	формирование у студентов фундаментальных знаний в области построения законов управления мехатронной системой, устройством или модулем, как сложной совокупности подсистем и элементов с разными физическими принципами построения
2	освоение теоретических основ анализа и синтеза алгоритмического обеспечения блоков управления и обработки данных
3	формирование умения и навыков применять полученные знания при решении профессиональных задач
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.27 Основы цифровых вычислительных машин
2	Б1.О.31 Программирование мехатронных модулей
3	Б1.О.33 Информационные устройства в транспортной мехатронике
4	Б1.О.34 Теория автоматического управления
5	Б1.О.35 Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
6	Б1.О.38 Микроконтроллеры и управляющие микро-вычислители
7	Б1.О.39 Приводы мехатронных и робототехнических систем
8	Б1.О.41 Проектирование мехатронных и робототехнических систем
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных	ОПК-11.3 Разрабатывает и применяет управляющие алгоритмы и программы робототехнических систем	Знать: основные структуры современных систем управления техническими объектами; разновидности ПИД-регуляторов; основные методы первичной обработки информации для повышения точности, комплексирование измерителей
		Уметь: разрабатывать типовые законы управления транспортными мехатронными системами; проводить настройку типовых законов управления; использовать типовые алгоритмы повышения точности датчиков информации

устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем		Владеть: приемами разработки методов управления и их оптимизации мехатронными и робототехническими объектами с использованием компьютерных сред; типовой методикой настройки систем управления
ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-14.1 Понимает принципы разработки управляющих алгоритмов и программ для мехатронных модулей и систем	Знать: основы схемы современных систем управления мехатронных и робототехнических объектов; особенности реализации дискретного управления; основные упрощенные методы определения параметров объекта управления
		Уметь: использовать типовые схемы управления для решения прикладных задач; формировать типовые законы управления с использованием цифровых вычислителей; использовать типовые методы определения параметров объекта управления
		Владеть: типовыми подходами для синтеза систем управления мехатронными и робототехническими объектами; приемами разработки алгоритмов управляющих программ вычислителей; методикой анализа свойств систем 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. Основные методы и алгоритмы управления транспортными мехатронными системами.**						
1.1	Тема 1. Введение. ПИД-регуляторы. Общие вопросы построения, описания и использования. Свойства частных реализаций ПИД-регулятора. Методы настройки ПИД-регулятора в среде Matlab/Simulink (Л, ПЗ)	8	4	2		4	ОПК-11.3
1.2	Тема 2. Модификации ПИД-регуляторов: регулятор с весовыми коэффициентами при уставке. (Л, ЛР)	8	2		4	4	ОПК-11.3 ОПК-14.1
1.3	Тема 3. ПИД-регулятор с двумя степенями свободы. (Л, ЛР)	8	2	2	2	6	ОПК-11.3 ОПК-14.1
1.4	Тема 4. Предиктор Смита и его модификации. (Л, ЛР)	8	2		2	4	ОПК-11.3 ОПК-14.1
1.5	Тема 5. Особенности практисемкой реализации ПИД-регуляторов. Изучение методов парирования интегрального насыщения (Л, ПЗ)	8	4	4		4	ОПК-11.3
1.6	Тема 6. Методы расчета, или настройки параметров ПИД-регулятора. Методы частотной и аналитической идентификации. Изучение методов частотной идентификации (Л, ПЗ, ЛР)	8	4	4	4	6	ОПК-11.3 ОПК-14.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.7	Тема 7. Коммерческие ПИД-контроллеры и перспективы развития (Л)	8	2			2	ОПК-11.3
2.0	**Раздел 2. Некоторые методы современной теории управления транспортных мехатронных систем.**						
2.1	Тема 8. Системы с переменной структурой. (Л, ЛР)	8	2		2	4	ОПК-11.3 ОПК-14.1
2.2	Тема 9. Адаптивные системы управления. Идентификационный и прямой методы адаптивного управления (Л, ПЗ)	8	4	4		5	ОПК-11.3
3.0	**Раздел 3. Типовые методы обработки измерительной информации.**						
3.1	Тема 10. Основные виды фильтрации, БИХ и КИХ фильтры (Л, ПЗ, ЛР).	8	2	2	2	6	ОПК-11.3 ОПК-14.1
3.2	Тема 11. Основные виды частотных фильтров: ФНЧ, ФВЧ, полосовые фильтры, фильтры-пробки. Дискретная реализация (Л, ПЗ).	8	2	2		4	ОПК-11.3
3.3	Тема 12. Методы частотного комплексирования. Комплементарные фильтры (Л, ПЗ, ЛР).	8	2		4	5	ОПК-11.3 ОПК-14.1
3.4	Тема 13. Фильтр Калмана (Л, ПЗ, ЛЗ)	8	4	4	4	6	ОПК-11.3 ОПК-14.1
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	8	36				ОПК-11.3 ОПК-14.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		36	24	24	60	

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	Хайманн, Б. Мехатроника: Компоненты, методы, примеры :/ Б. Хайманн [и др.] ; ред.: О. В. Репецкий ; пер. с нем.: И. В. Блем [и др.]. Новосибирск : СО РАН, 2010. - 601с.	5
6.1.1.2	Пупков, К. А. Методы современной теории автоматического управления : учеб. в 5 т. - Изд. 2-е, перераб. и доп. / К. А. Пупков [и др.]. М. : МГТУ им .Н. Э. Баумана, 2004. - 784с.	6
6.1.1.3	Куприянов, М. С. Цифровая обработка сигналов. Процессоры, алгоритмы, средства проектирования : учеб. пособие - 2-е изд., перераб. и доп. / М. С. Куприянов, Б. Д. Матюшкин. СПб. : Политехника, 2000. - 592с.	68
6.1.1.4	Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие / А. А. Первозванский ; авт. предисл. Б. Т. Поляк. — Изд. 3-е, стер. — СПб. : Лань, 2015. — 624 с. — Текст : непосредственный.	10
6.1.1.5	Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. — Москва : Горячая линия – Телеком, 2019. — 356 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599648 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/

		онлайн
6.1.2.1	Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления :- 4-е изд., перераб. и доп. / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. СПб. : Профессия, 2003. - 747с.	44
6.1.2.2	Портной, А. Ю. Основы фильтрации сигналов : учеб. пособие / А. Ю. Портной. Иркутск : ИрГУПС, 2017. - 120с.	13
6.1.2.3	Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учеб. и практикум для акад. бакалавриата - 3-е изд., испр. и доп. / Д. П. Ким. М. : Юрайт, 2017. - 441с.	13
6.1.2.4	Мальцева, Н. С. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / Н. С. Мальцева. — Астрахань : АГТУ, 2021. — 92 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/261188 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.5	Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/137567 (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.О.40 Методы управления и алгоритмическое обеспечение транспортных мехатронных систем по направлению подготовки 15.03.06 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_4494_1484_2023_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	Национальная электронная библиотека «НЭБ» — https://rusneb.ru/	
6.2.4	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — https://umczdt.ru/books/	
6.2.5	Электронно-библиотечная система «BOOK.ru», https://www.book.ru/	
6.2.6	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.2.7	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/	
6.2.8	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 «Методы управления и алгоритмическое обеспечение транспортных мехатронных систем» 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 «Методы управления и алгоритмическое обеспечение транспортных мехатронных систем» участвует в формировании компетенций:

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

ОПК-14. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
8 семестр				
1.0	**Раздел 1. Основные методы и алгоритмы управления транспортными мехатронными системами**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Введение. ПИД-регуляторы. Общие вопросы построения, описания и использования. Свойства частных реализаций ПИД-регулятора. Методы настройки ПИД-регулятора в среде Matlab/Simulink (Л, ПЗ)	ОПК-11.3	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Модификации ПИД-регуляторов: регулятор с весовыми коэффициентами при уставке. (Л, ЛР)	ОПК-11.3 ОПК-14.1	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно)
1.3	Текущий контроль	Тема 3. ПИД-регулятор с двумя степенями свободы. (Л, ЛР)	ОПК-11.3 ОПК-14.1	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно)
1.4	Текущий контроль	Тема 4. Предиктор Смита и его модификации. (Л, ЛР)	ОПК-11.3 ОПК-14.1	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно)
1.5	Текущий контроль	Тема 5. Особенности практической реализации ПИД-регуляторов. Изучение методов парирования интегрального насыщения (Л, ПЗ)	ОПК-11.3	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно)
1.6	Текущий контроль	Тема 6. Методы расчета, или настройки параметров ПИД-регулятора. Методы частотной и аналитической идентификации. Изучение методов частотной идентификации (Л, ПЗ, ЛР)	ОПК-11.3 ОПК-14.1	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Собеседование (устно)
1.7	Текущий контроль	Тема 7. Коммерческие ПИД-контроллеры и перспективы развития (Л)	ОПК-11.3	Конспект (письменно)
2.0	**Раздел 2. Некоторые методы современной теории управления транспортных мехатронных систем**			
2.1	Текущий контроль	Тема 8. Системы с переменной структурой. (Л, ЛР)	ОПК-11.3 ОПК-14.1	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно)

2.2	Текущий контроль	Тема 9. Адаптивные системы управления. Идентификационный и прямой методы адаптивного управления (Л, ПЗ)	ОПК-11.3	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.0	**Раздел 3. Типовые методы обработки измерительной информации**			
3.1	Текущий контроль	Тема 10. Основные виды фильтрации, БИХ и КИХ фильтры (Л, ПЗ, ЛР).	ОПК-11.3 ОПК-14.1	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Собеседование (устно)
3.2	Текущий контроль	Тема 11. Основные виды частотных фильтров: ФНЧ, ФВЧ, полосовые фильтры, фильтры-пробки. Дискретная реализация (Л, ПЗ).	ОПК-11.3	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.3	Текущий контроль	Тема 12. Методы частотного комплексирования. Комплементарные фильтры (Л, ПЗ, ЛР).	ОПК-11.3 ОПК-14.1	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Собеседование (устно)
3.4	Текущий контроль	Тема 13. Фильтр Калмана (Л, ПЗ, ЛЗ)	ОПК-11.3 ОПК-14.1	Конспект (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация		ОПК-11.3 ОПК-14.1	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	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.	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины

		Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	
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	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	Минимальный

	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	
«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

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. Введение. ПИД-регуляторы. Общие вопросы построения, описания и использования. Свойства частных реализаций ПИД-регулятора. Методы настройки ПИД-регулятора в среде Matlab/Simulink (Л, ПЗ)»

1. В чем особенность настройки ПИД-регулятора в среде Matlab/Simulink?
2. С помощью каких инструментов производится настройка ПИД-регулятора?
3. Как определить требуемые параметры качества управления замкнутой системы?
4. Как выставить начальные значения настраиваемых коэффициентов регулятора?
5. Как ускорить процесс поиска коэффициентов регулятора?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 6. Методы расчета, или настройки параметров ПИД-регулятора. Методы частотной и аналитической идентификации. Изучение методов частотной идентификации (Л, ПЗ, ЛР)»

1. Перечислите основные методы аналитической идентификации математической модели объекта управления
2. Как по переходной характеристике определить параметры апериодического звена с транспортной задержкой?
3. Как по переходной характеристике определить параметры колебательного звена с транспортной задержкой?
4. В чем особенность частотной идентификации объекта управления в контуре замкнутой системы управления?
5. Перечислите основные методы частотной идентификации и их назначение.

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. Введение. ПИД-регуляторы. Общие вопросы построения, описания и использования. Свойства частных реализаций ПИД-регулятора. Методы настройки ПИД-регулятора в среде Matlab/Simulink (Л, ПЗ)»

1. Области использования ПИД-регуляторов и их модификаций.
2. Основные проблемы использования ПИД-регуляторов.
3. Основные свойства ветвей ПИД-регулятора: пропорциональной, интегральной и дифференциальной.
4. Свойства П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД-регуляторов.

Образец тем конспектов
«Тема 2. Модификации ПИД-регуляторов: регулятор с весовыми коэффициентами при уставке. (Л, ЛР)»

1. Назначение и области использования ПИД-регуляторов с весовыми коэффициентами при уставке.
2. Структура ПИД-регуляторов с весовыми коэффициентами при уставке, доставляющая максимальное сглаживание уставки?

3. Модификации ПИД-регуляторов с весовыми коэффициентами при уставке.

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 2. Модификации ПИД-регуляторов: регулятор с весовыми коэффициентами при уставке. (Л, ЛР)»

1. В соответствии с вариантом задания на используемый объект управления в среде Matlab/Simulink исследовать следящую замкнутую систему управления с обычным ПИД-регулятором.

2. Используя ту же модель объекта управления и блок «PID Controller (2DOF)», исследовать замкнутую систему управления на основе ПИД-регулятора с коэффициентами при уставке.

3. Повторить исследование замкнутой системы управления с обычным ПИД-регулятором при ее реакции на зашумленный входной сигнал, когда на входе системы управления используется фильтр низких частот.

Типовые вопросы на защите лабораторной работы:

1. Особенности построения ПИД-регулятора с коэффициентами при уставке?
2. Вывести соотношение между ПИД-регулятором с коэффициентами при уставке и обычным (классическим) ПИД-регулятором.
3. Для чего необходимо ограничивать максимальную частоту дифференцирования в ПИД-регуляторе, какова ее нижняя граница?
4. Можно ли заменить следящую систему управления с ПИД-регулятором с коэффициентами при уставке другой эквивалентной схемой?
5. В чем преимущество и недостатки ПИД-регулятора с коэффициентами при уставке в сравнении с обычным ПИД-регулятором?

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

«Тема 3. ПИД-регулятор с двумя степенями свободы. (Л, ЛР)»

1. В среде Matlab/Simulink исследовать следящую замкнутую систему управления, основанную на ПИД-регуляторе с двумя степенями свободы в идеальных условиях.

2. Исследовать реакцию системы при воздействии внешнего возмущения; в качестве такового использовать ступенчатый сигнал единичной амплитуды.

3. Повторить предыдущие 2 исследования, предполагая, что параметры объекта управления определены с погрешностью $\pm 20\%$ от точных значений; сравнить с предыдущими исследованиями.

Типовые вопросы на защите лабораторной работы:

1. Особенности построения ПИД-регулятора с двумя степенями свободы?
2. В чем преимущество ПИД-регулятора с двумя степенями свободы?
3. Доказать формулу расчета передаточной функции блока M_u.
4. Перечислить рекомендации для синтеза регулятора с прямой связью.
5. В чем недостатки ПИД-регулятора с двумя степенями свободы в сравнении с обычным ПИД-регулятором?

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	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-11.3	Тема 1. Введение. ПИД-регуляторы. Общие вопросы построения, описания и использования. Свойства частных реализаций ПИД-регулятора. Методы настройки ПИД-регулятора в среде Matlab/Simulink (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ОПК-14.1	Тема 2. Модификации ПИД-регуляторов: регулятор с весовыми коэффициентами при уставке. (Л, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ОПК-14.1	Тема 3. ПИД-регулятор с двумя степенями свободы. (Л, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ОПК-14.1	Тема 4. Предиктор Смита и его модификации. (Л, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3	Тема 5. Особенности практисемкой реализации ПИД-регуляторов. Изучение методов парирования интегрального насыщения (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ОПК-14.1	Тема 6. Методы расчета, или настройки параметров ПИД-регулятора. Методы частотной и аналитической идентификации. Изучение методов частотной идентификации (Л, ПЗ, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3	Тема 7. Коммерческие ПИД-контроллеры и перспективы развития (Л)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ОПК-14.1	Тема 8. Системы с переменной структурой. (Л, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3	Тема 9. Адаптивные системы управления. Идентификационный и прямой методы адаптивного управления (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ОПК-14.1	Тема 10. Основные виды фильтрации, БИХ и КИХ фильтры (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ

		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3	Тема 11. Основные виды частотных фильтров: ФНЧ, ФВЧ, полосовые фильтры, фильтры-пробки. Дискретная реализация (Л, ПЗ).	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ОПК-14.1	Тема 12. Методы частотного комплексирования. Комплементарные фильтры (Л, ПЗ, ЛР).	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
ОПК-11.3 ОПК-14.1	Тема 13. Фильтр Калмана (Л, ПЗ, ЛЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ЗТЗ
		Итого	**114**

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.

1. Приведите основные преимущества классических ПИД-регуляторов (выберите правильный ответ):

А) простота построения
Б) достаточно высокая эффективность использования (при правильной настройке)
В) множество методов настройки
Г) способность строить управление для объектов с большой транспортной задержкой

2. Даны коэффициенты пропорциональной интегральной ветви ПИД-регулятора: $k_{\text{п}} = 0{,}25$ $k_{\text{и}} = 0{,}5\text{с}^{-1}$. Найти границу низкочастотной области ПИД-регулятора (приведите ответ)

3. Установите соответствие между свойствами частных форм ПИД регуляторов:

А) П-регулятор 1) астатизм системы управления
Б) ПИ-регулятор 2) большое влияние высокочастотных помех на качество управления
В) ПД-регулятор 3) наличие постоянной ошибки регулирования

4. Сопоставьте модификации ПИД регуляторов (поставить соответствие):

А) ПИД-регулятор с коэффициентами при уставке 1) для возможности построения следящей системы управления с большой транспортной задержкой у объекта управления

Б) ПИД-регулятор с двумя степенями свободы

В) ПИД-регулятор на основе предиктора Смита

2) для снижения высокочастотных помех в уставке управления

3) для повышения скорости отработки входного сигнала и повышения качества управления на основе информации об объекте управления

5. Для чего используется низкочастотный фильтр в дифференциальной ветви ПИД-регулятора (выберите правильный ответ):

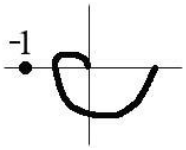
А) для повышения устойчивости системы управления
Б) для снижения влияния высокочастотных помех
В) для повышения быстродействия системы управления

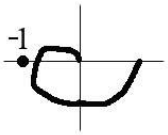
6. К чему приводит эффект интегрального насыщения, связанного с ограничением управляющего сигнала (выберите правильный ответ):

А) появление дополнительной задержки в сигнале управления
Б) снижение запаса устойчивости системы управления
В) снижение качества управления
Г) ничего из перечисленного

7. На что влияют более высокие робастные свойства системы управления (выберите правильный ответ):

А) на нечувствительность системы управления к изменению свойств объекта управления
Б) на нечувствительность системы управления на влияние возмущений и шумов
В) ни одно из утверждений не верно
Г) оба первых утверждения верны

8. Имеется следящая система с ПИД-регулятором. ПИД-регулятор имеет две различные настройки, удовлетворяющие заданным временным показателям качества управления. Эти две настройки дают годографы разомкнутой системы (объект управления + ПИД-регулятор), представленные как: 1) 

и 2) 

. Какая настройка ПИД-регулятора дает лучшие свойства робастности (привести ответ)

9. Приведите принцип построения системы управления с переменной структурой на основе ПИД-регуляторов (введите краткий ответ)

10. Какие основные свойства систем с переменной структурой (выберите правильный ответ):

А) высокое быстродействие
Б) нечувствительность к вариациям параметров объекта и действию внешних сил
В) высокочастотные управления и колебания объекта в окрестности плоскости скольжения
Г) все из перечисленного

11. Какие из перечисленных систем управления относятся к адаптивным системам управления (выберите правильный ответ):

А) система управления с фиксированной обратной связью

Б) система управления с внутренним контуром оценивания неизвестных параметров объекта управления

В) система управления с внутренним контуром оценивания неизвестных коэффициентов закона управления объекта управления

Г) все из перечисленного

12. Сопоставьте свойства БИХ- и КИХ-фильтров (поставить соответствие):

А) фильтры с бесконечной импульсной характеристикой	1) не используют обратной связи
Б) фильтры с короткой импульсной характеристикой	2) используют обратную связь
	3) реализуются в дискретном времени
	4) всегда устойчивы

13. В чем заключается принцип частотного комплексирования (комплементарные фильтры) для повышения точности измеряемой информации (выберите правильный ответ):

А) измерение двумя датчиками одного и того же сигнала

Б) датчики характеризуются шумами в разных частотных областях

В) в комплементарном фильтре измерения разных датчиков фильтруются на разнотипных фильтрах, снижающих уровень помех

Г) результаты фильтрации складываются

Д) всё из указанного

14. Приведите 1-2 примера использования комплементарных фильтров (введите краткий ответ):

15. Для реализации фильтра Калмана, способного оценить вектор состояния объекта по неполным зашумленным измерениям, необходимо знать (выберите правильный ответ):

А) уравнение динамики наблюдаемого объекта с параметрами

Б) стохастические характеристики шума на входе наблюдаемого объекта и шума измерений

В) ничего из указанного

3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. История и общие вопросы использования ПИД-регуляторов. Формы описания и представления.
2. Логарифмическая частотная характеристика ПИД-регулятора.
3. Свойства частных реализаций ПИД-регулятора: П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД-.

4. ПИД регулятор с весовыми коэффициентами при уставке: назначение, структурная схема, основные соотношения.
5. ПИД-регулятор с двумя степенями свободы: назначение, структурная схема, основные соотношения.
6. Предиктор Смита и его модификации: назначение, структурные схемы, основные соотношения.
7. Особенности реализации дифференциальной ветви ПИД-регулятора.
8. Понятие робастности замкнутой системы управления: определение, основные соотношения, применение.
9. Выбор параметров ПИД-регулятора по методу CHR.
10. Метод аналитического расчета ПИД-регулятора по параметрам математической модели объекта управления.
11. Ручная настройка ПИД-регулятора, основанная на правилах. Компьютерные методы настройки.
12. Автоматическая настройка ПИД-регуляторов и основные методы адаптации.
13. Метод частотной идентификации в замкнутом контуре с релейным регулятором, его модификации.
14. Коммерческие ПИД-контроллеры, основанные на микроконтроллерах: обзор, фирмы-производители, функции, характеристики.
15. Системы с переменной структурой, используемые в современных системах управления: основные понятия и определения, структурная схема системы управления, основные принципы.
16. Классификация адаптивных систем управления. Понятие прямого и идентификационного алгоритма адаптивного управления.
17. Фильтр Винера. Основные соотношения, свойства.
18. БИХ фильтры. Основные виды, расчет параметров.
19. КИХ фильтры. Основные свойства, расчет параметров.
20. Дискретная реализация основных видов частотных фильтров.
21. Методы частотного комплексирования. Основные свойства. Области использования.
22. Комплементарные фильтры I порядка.
23. Комплементарные фильтры II порядка.
24. Фильтр Калмана. Основные соотношения, свойства.

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1 В среде MatLab/Simulink, используя блок «Signal Constraint»/ «Check Step Response Characteristics», настроить ПИД-регулятор (в виде блока «PID(s)») для замкнутой системы с жесткой отрицательной обратной связью, содержащую объект управления в виде колебательного звена с коэффициентом усиления 3.7, собственной частотой 1.8 рад/с, относительным коэффициентом затухания 0.1 и звена постоянного запаздывания в 0.5с..

2 Рассчитать коэффициенты последовательной формы ПИД регулятора по заданным коэффициентам параллельной формы: в пропорциональной, интегральной и дифференциальной ветвях 1.5; 0.3, 0.1 соответственно.

3 Определить передаточную функцию прямой связи для ПИД-регулятора с двумя степенями свободы с заданной замкнутой системой управления: содержащей объект управления в виде апериодического звена с коэффициентом усиления 2, постоянной времени 2.5 с и звеном постоянного запаздывания 1.5 с; эталонная модель – в виде апериодического звена с коэффициентом усиления 1, постоянной времени 0.5 с и звеном постоянного запаздывания 1.7 с.

4 Определить параметры ПИД-регулятора, построенного по предиктору Смита для замкнутой системы управления: содержащей объект управления в виде апериодического звена с коэффициентом усиления 5, постоянной времени 1.5 с и звеном постоянного запаздывания 0.9 с. Для определения параметров обычного ПИД-регулятора (для объекта без задержки) использовать любой известный аналитический метод.

5 При использовании метода частотной самонастройки определено: установившийся входной сигнал для объекта управления имеет амплитуду 0.5, а выходной – 3 (оба сигнала имеют форму, близкую к гармоническому). Определить коэффициент усиления объекта управления при фазовой задержке 180 градусов.
6 Условия предыдущей задачи – дополнительно определить параметры ПИД-регулятора для замкнутой системы управления.
7 Выбрать структуру и рассчитать параметры низкочастотного фильтра с заданной полосой пропускания. Представить дискретную реализацию.
8 Выбрать структуру и рассчитать параметры высокочастотного фильтра с заданной полосой пропускания. Представить дискретную реализацию.
9 Выбрать структуру и рассчитать параметры полосового фильтра с заданной полосой пропускания. Представить дискретную реализацию.
10 Рассчитать параметры низкочастотного КИХ фильтра с заданной частотой пропускания и дискретностью.

3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. В среде MatLab/Simulink, используя средства собственной настройки блока «PID(s)», настроить ПИД-регулятор (в виде блока «PID(s)») для замкнутой системы с жесткой отрицательной обратной связью, содержащую объект управления в виде колебательного звена с коэффициентом усиления 1.3, собственной частотой 7.5 рад/с, относительным коэффициентом затухания 0.2.
2. В среде Matlab+Simulink, используя блок «Signal Constraint»/ «Check Step Response Characteristics», настроить ПИД-регулятор (в виде блока «PID(s)») для замкнутой системы с жесткой отрицательной обратной связью, содержащую объект управления в виде колебательного звена с коэффициентом усиления 2.7, собственной частотой 3.8 рад/с, относительным коэффициентом затухания 0.3 и звена постоянного запаздывания в 0.1с.
3. Построить прямую связь в ПИД-регуляторе с двумя степенями свободы для реализации следящей системы с объектом управления, представляющим колебательное звено с коэффициентом усиления 2.5, собственной частотой 10 1/с, относительным коэффициентом затухания 0.5 и временной задержкой 0.2с (звено транспортной задержки). В качестве эталонной модели по выходу системы управления принять апериодической звено с постоянной времени 0.1 с и звеном транспортной задержки 0.25с.
4. Методом частотной идентификации для объекта управления, представляющем собой колебательное звено с коэффициентом усиления 1.3, собственной частотой 3 1/с, относительным коэффициентом затухания 0.65, в замкнутом контуре определить частоту для фазовой задержки в 180 градусов и коэффициент усиления объекта на этой частоте.

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 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>Методы управления и алгоритмическое обеспечение транспортных мехатронных систем</u>»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____
1. ПИД-регулятор с двумя степенями свободы: назначение, структурная схема, основные соотношения. 2. Методы аналитической идентификации. 3. В среде Matlab+Simulink, используя блок «Signal Constraint»/ «Check Step Response Characteristics», настроить ПИД-регулятор (в виде блока «PID(s)») для замкнутой системы с жесткой отрицательной обратной связью, содержащую объект управления в виде колебательного звена с коэффициентом усиления 1.5, собственной частотой 1.4 рад/с, относительным коэффициентом затухания 0.15 и звена постоянного запаздывания в 0.35с для обеспечения времени регулирования замкнутой системы величиной не более 0.1с и перерегулированием не выше 20% с наилучшими робастными свойствами замкнутой системы. 4. Построить прямую связь в ПИД-регуляторе с двумя степенями свободы для реализации следящей системы с объектом управления, представляющим колебательное звено с коэффициентом усиления 2.5, собственной частотой 10 1/с, относительным коэффициентом затухания 0.5 и временной задержкой 0.2с (звено транспортной задержки). В качестве эталонной модели по выходу системы управления принять апериодической звено с постоянной времени 0.1 с и звеном транспортной задержки 0.25с.		