

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

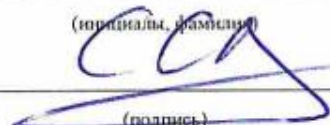
УТВЕРЖДАЮ
Руководитель программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Роботы, механотроника и робототехнические системы»
(Наименование дисциплины)

Код научной специальности	2.5.4.
Наименование научной специальности	Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Наименование направленности (профиля) (при наличии)	
Год начала реализации программы	2025

Санкт-Петербург – 2025

Лист согласования

Программу составил (а)

К.Т.Н., доц

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

17.02.2025

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32

К.Т.Н., доц.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

17.02.2025

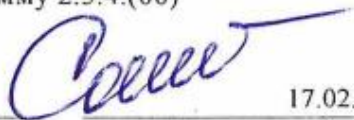
С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Ответственный за программу 2.5.4.(00)

доц., К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

17.02.2025

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

17.02.2025

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Роботы, механотроника и робототехнические системы» входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.4. «Роботы, мехатроника и робототехнические системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим моделированием и исследованием роботов, мехатронных и робототехнических систем, проектированием и организацией эксплуатации роботов, стандартизацией в сфере разработки, производства и эксплуатации изделий и компонентов робототехники

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, СР.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у обучающихся комплекса профессиональных знаний, умений и навыков, необходимых для проведения исследований робототехнических систем, их разработки и организации грамотной эксплуатации, а также изучение национальных стандартов Российской Федерации в области робототехники.

1.2. Дисциплина входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

1.3. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

- методы решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации мехатронных и робототехнических систем;
- принципы построения математических моделей основных узлов и агрегатов мехатронных устройств и робототехнических систем, основы теории электрических гидравлических и пневматических приводов, принципы построения систем автоматического управления;
- современные методы обработки результатов испытаний и экспериментальных исследований при помощи информационных технологий;
- основные требования национальных стандартов Российской Федерации в области робототехники.
- требования нормативных документов по организации и проведению научно-исследовательских работ и разработке технического задания на проведение НИР;

уметь:

- находить и анализировать информацию, связанную с профессиональной деятельностью в области робототехники;
- применять инновации и современные научные достижения для решения профессиональных задач, применять на практике методы математического моделирования и исследования систем и процессов для решения типовых прикладных задач в области робототехники;
- составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, типовых узлов и агрегатов мехатронных устройств и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники;
- проводить оценку требуемых временных, финансовых и материальных затрат на разработку мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;

владеть:

- навыками структурной и параметрической идентификации математических моделей робототехнических систем, использования соответствующего математического аппарата для решения прикладных задач;
- навыками использования современных пакетов прикладных программ при разработке математических моделей типовых узлов и агрегатов мехатронных устройств и робототехнических систем; - навыками проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем;
- навыками разработки методик и программ проведения экспериментальных исследований, подготовки аналитических обзоров по теме исследований;
- навыками оценки эффективности результатов профессиональной деятельности в области мехатроники и робототехники.

2. Место дисциплины в структуре программы

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных аспирантами при изучении следующих дисциплин:

- «Организация диссертационных исследований»,
- «Библиографический и патентный поиск»,
- «Математические методы оптимизации в научном исследовании».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Технология и программные средства для создания интеллектуальных систем»,
- проведение диссертационных исследований, обработка и анализ результатов исследований, подготовка к защите диссертации.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<i>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</i>	4/ 144	4/ 144
<i>Из них часов практической подготовки, (час)</i>		
<i>Аудиторные занятия, всего час.</i>	30	30
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л), (час)	20	20
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
экзамен, (час)	36	36
<i>Самостоятельная работа (СР), всего (час)</i>	78	78
<i>Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)</i>	Экз.**	Экз.**

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	СРС (час)
Семестр 7			
Раздел 1. Общие вопросы проектирования мехатронных и робототехнических систем.	2		10
Раздел 2. Основы кинематики и динамики мехатронных и робототехнических систем.	2	2	10
Раздел 3. Компьютерное моделирование и исследование мехатронных и робототехнических систем	4	2	10

Раздел 4. Сенсорные системы роботов и робототехнических систем.	4	2	10
Раздел 5. Проблема группового управления роботами. Формальная постановка задачи группового управления и основные подходы к её решению.	4	2	20
Раздел 6. Стандартизация в сфере разработки, производства и эксплуатации изделий и компонентов робототехники.	4	2	18
Итого в семестре:	20	10	78
Итого	20	10	78

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении аспирантами определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Общие вопросы проектирования мехатронных и робототехнических систем. Классификация робототехнических систем. Основные параметры и характеристики роботов. Функциональное описание робототехнических систем. Манипуляционные роботы. Типовые кинематические схемы манипуляторов. Привод степени подвижности манипулятора. Концептуальное и конструктивное проектирование. Синтез кинематической структуры мехатронных и робототехнических систем.
2	Основы кинематики и динамики мехатронных и робототехнических систем. Преобразование координат. Параллельный перенос и вращение системы координат. Однородные координаты и преобразования. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляционных систем. Динамический синтез и анализ манипуляционных систем. Управление движением робототехнических систем.
3	Компьютерное моделирование и исследование мехатронных и робототехнических систем. Проектирование электромеханических, пневматических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем. Проектирование следящих приводов. Расчет и проектирование систем управления мехатронных и робототехнических систем. Разработка программного обеспечения и сопряжение программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем.
4	Сенсорные системы роботов и робототехнических систем. Типовая структурная схема информационно-измерительных систем. Основы теории информации. Датчики информации. Системы технического зрения.
5	Проблема группового управления роботами. Формальная постановка задачи группового управления и основные подходы к её решению. Стратегии группового управления (централизованного и децентрализованного управления, иерархического управления, коллективного, стайного управления). Алгоритмы последовательного улучшения плана, коллективного

	распределения целей.
6	Стандартизация в сфере разработки, производства и эксплуатации изделий и компонентов робототехники. Технический комитет по стандартизации «Робототехника» (ТК141). Работы по стандартизации в сфере разработки, производства и эксплуатации изделий и компонентов робототехники. Национальные стандарты комплекса «Роботы и робототехнические устройства». Государственные программы исследований и разработок в области робототехники. Порядок выполнения научно-исследовательских работ.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Основы кинематики и динамики мехатронных и робототехнических систем. Однородные координаты и преобразования. Прямая и обратная задачи кинематики.	Дискуссия	2	2	2
2	Компьютерное моделирование и исследование мехатронных и робототехнических систем. Разработка программного обеспечения и сопряжение программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	Дискуссия	2	2	3
3	Сенсорные системы роботов и робототехнических систем. Исследование ультразвукового дальномера НС-	Дискуссия	2	2	4

	SR04 и ИК датчика расстояния GP2Y0A21YK0F				
4	Групповое управление роботами. Ускоренный алгоритм коллективного распределения целей. Виртуальная среда моделирования группового взаимодействия роботов.	Дискуссия	2	2	5
5	Национальные стандарты комплекса «Роботы и робототехнические устройства». Порядок выполнения научно- исследовательских работ	Дискуссия	2	2	6
Всего			10		

4.4. Самостоятельная работа аспирантов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (программы аспирантуры)	18	18
Всего:	78	78

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов указаны в п.п. 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 6.
Таблица 6– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК 621.398	Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю., Костюков В.А., Гайдук А.Р., Федоренко Р.В., Гуренко Б.В., Крухмалев В.А., Медведева Т.Н. Проектирование роботов и робототехнических систем: Учебное пособие – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 196 с. http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML_5248.pdf	
УДК: 621.865.8(075.8)	Юревич Е.И. Основы робототехники: учебное пособие / Е. И. Юревич. — 2-е изд. — СПб.: БХВПетербург, 2005. — 401 с. http://elib.spbstu.ru/dl/325.pdf	
УДК 681.5 (075.8)	Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 384 с.; ил. (Робототехника / Под ред. С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко)	
УДК 330.51-7	Сырямкин В.И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике: учеб. пособие. (Серия: Интеллектуальные технические системы). – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2016. – 524 с.	
УДК 681.56(075)	Михеев В.П., Просандеев А.В. Датчики и детекторы: Учебное пособие. – М: МИФИ, 2007. – 172 с.	
621.865.8: 681.586(075.8)	Юревич Е. И. Сенсорные системы в робототехнике: учебное пособие / Е.И. Юревич; М-во образования и науки Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. политехн. ун-т. - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2013. - 100 с.	
УДК 621.865.8: 004.891	Каляев, И.А. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов / Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 280 с.	
УДК 681.21	Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах / Под ред. В.Х. Пшихопова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015.– 305 с.	
УДК 004.85	Алфимцев, А.Н. Мультиагентное обучение с подкреплением: учебное пособие / А.Н.	

	Алфимцев. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 222 с.	
ISBN 978-5-369- 01167-6	Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652	
УДК:681.5	Дилигенская, А.Н. Идентификация объектов управления: Учеб. пособ. / А. Н. Дилигенская – Самара: Самар. гос. техн. ун-т., 2009.– 136 с.	
УДК: 681.5: 681.3(075.8)	Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т. 2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004	
УДК 658.527.011 ББК 34.68 -05 С884	Ступина Е.Е., Ступин А.А., Чупин Д.Ю., Каменев Р.В. С884 Основы робототехники: учебное пособие. — Новосибирск: Агентство «Сибпринт», 2019. — 160 с.	
УДК 681.51, 681.53, 681.58	Борисов О.И., Громов В.С., Пыркин А.А., Методы управления робототехническими приложениями. Учебное пособие. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. — 108 с	
ГОСТ 2.103 – 2013	ГОСТ 2.103 – 2013 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки	
ГОСТ 2.102 – 2013	ГОСТ 2.102 – 2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов	
ГОСТ Р 15.000 – 2016	ГОСТ Р 15.000 – 2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения	
ГОСТ Р 15.301 – 2016	ГОСТ Р 15.301 – 2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство	
ГОСТ 15.101 – 98 ГОСТ 15.101 – 98	Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ	
ГОСТ 15.016 – 2016	ГОСТ 15.016 – 2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к	

	содержанию и оформлению	
ГОСТ 2.118 – 2013	ГОСТ 2.118 – 2013 Единая система конструкторской документации. Техническое предложение	
ГОСТ 2.119 – 2013	ГОСТ 2.119 – 2013 Единая система конструкторской документации. Эскизный проект	
ГОСТ 2.120 – 2013	ГОСТ 2.120 – 2013 Единая система конструкторской документации. Технический проект	
ГОСТ 7.32 – 2017	ГОСТ 7.32 – 2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.	
ГОСТ 2.601 – 2013	ГОСТ 2.601 – 2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы	
ГОСТ 2.602 – 2013	ГОСТ 2.602 – 2013 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы	
ГОСТ 19.101 – 77	ГОСТ 19.101 – 77 Единая система конструкторской документации. Виды программ и программных документов	
ГОСТ Р 60.0.0.1–2016	ГОСТ Р 60.0.2.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Общие требования по безопасности	
ГОСТ Р 60.0.0.2–2016	ГОСТ Р 60.0.0.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Общие положения	
ГОСТ Р 60.0.0.3–2016	ГОСТ Р 60.0.0.2–2016 Роботы и робототехнические устройства. Классификация	
ГОСТ Р 60.0.2.1–2016	ГОСТ Р 60.0.0.3–2016 / ИСО 9787:2013 Роботы и робототехнические устройства. Системы координат и обозначение перемещений	
ГОСТ Р 60.0.3.1–2016	ГОСТ Р 60.0.3.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Виды испытаний	
ГОСТ Р 60.0.7.1–2016	ГОСТ Р 60.0.7.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Методы программирования и взаимодействия с оператором	
ГОСТ Р 60.1.2.1–2016	ГОСТ Р 60.1.2.1–2016 / ИСО 10218-1:2011 Роботы и робототехнические устройства.	

	Требования по безопасности для промышленных роботов. Часть 1. Роботы 8.	
ГОСТ Р 60.1.2.2–2016	ГОСТ Р 60.1.2.2–2016 / ИСО 10218-2:2011 Роботы и робототехнические устройства. Требования по безопасности для промышленных роботов. Часть 2. Робототехнические системы и их интеграция	
ГОСТ Р 60.2.2.1–2016	ГОСТ Р 60.2.2.1–2016 / ИСО 13482:2014 Роботы и робототехнические устройства. Требования безопасности для роботов по персональному уходу	
ГОСТ Р 60.0.0.4–2018	ГОСТ Р 60.0.0.4–2018 / ИСО 8373:2012 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения	
ГОСТ Р 60.6.3.1–2018	ГОСТ Р 60.6.3.1–2018 / ASTM E2521-16 Роботы и робототехнические устройства. Методы испытаний роботов для работы в экстремальных условиях. Термины и определения	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
www.guap.ru	Библиотека ГУАП
http://www.rtc.ru	Официальный сайт Центрального Научно-Исследовательского Института Робототехники и Технической Кибернетики (ЦНИИ РТК).
http://www.rusrobotics.ru	Официальный сайт журнала, издаваемого Центральным Научно-Исследовательским Институтым Робототехники и Технической Кибернетики (ЦНИИ РТК) – «Робототехника и техническая кибернетика».
http://jmtп.febras.ru	Официальный сайт журнала, издаваемого Институтым Проблем Морских Технологий ДВО РАН – «Подводные исследования и робототехника».
http://python.org	Официальный сайт языка Python
https://www.anaconda.com/download	/ Anaconda - Дистрибутив Python

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	MathWorks Matlab R2012b
2	Anaconda 2020.11 For Windows Installer
3	Python 3.7 version
4	Spyder 4.2.3

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 9.

Таблица 9– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-21
2	Компьютерный класс	31-04

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен**	Список вопросов к экзамену; Тесты.

Примечание: ** кандидатский экзамен

10.2. В качестве критериев оценки уровня освоения аспирантами дисциплины применяется 4-балльная шкала оценивания, которая приведена в таблице 12. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 12 – Критерии оценки уровня освоения дисциплины

Оценка	Характеристика уровня освоения дисциплины
4-балльная шкала	

Оценка	Характеристика уровня освоения дисциплины
4-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – аспирант глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью по направлению подготовки/ специальности; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – аспирант твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью по направлению подготовки/ специальности; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – аспирант усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний по направлению подготовки/ специальности; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – аспирант не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении подготовки/ специальности; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена
1	Классификация робототехнических систем. Основные параметры и характеристики роботов.
2	Функциональное описание робототехнических систем.
3	Манипуляционные роботы. Типовые кинематические схемы манипуляторов.
4	Привод степени подвижности манипулятора.
5	Преобразование координат. Параллельный перенос и вращение системы координат.
6	Однородные координаты и преобразования.
7	Прямая и обратная задачи кинематики манипуляционных систем.
8	Динамический синтез и анализ манипуляционных систем.
9	Управление движением робототехнических систем.
10	Проектирование электромеханических, пневматических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем. Проектирование следящих приводов

11	Расчет и проектирование систем управления мехатронных и робототехнических систем.
12	Разработка программного обеспечения и сопряжение программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем.
13	Сенсорные системы роботов и робототехнических систем. Типовая структурная схема сенсорной системы робота.
14	Основы теории информации. Измерение количества информации.
15	Датчики информации. Системы технического зрения.
16	Проблема группового управления роботами. Формальная постановка задачи группового управления и основные подходы к её решению.
17	Стратегии группового управления (централизованного и децентрализованного управления, иерархического управления, коллективного, стайного управления).
18	Алгоритмы последовательного улучшения плана, коллективного распределения целей.
19	Стандартизация в сфере разработки, производства и эксплуатации изделий и компонентов робототехники. Технический комитет по стандартизации «Робототехника» (ТК141).
20	Государственные программы исследований и разработок в области робототехники.
21	Порядок выполнения научно-исследовательских работ.

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	<p><i>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>
1	<p>Вопрос 1.</p> <p>Какой из перечисленных параметров относится к основным характеристикам робота?</p> <p>А) Цвет корпуса Б) Габаритная масса В) Материал изготовления корпуса Г) Уровень шума в помещении</p>
2	<p>Вопрос 2.</p> <p>Что определяет функциональное описание робототехнической системы?</p> <p>А) Внешний вид устройства Б) Назначение и взаимодействие её компонентов В) Стоимость материалов Г) Порядок сборки изделия</p>

3	<p>Вопрос 3. Какая кинематическая схема манипулятора обеспечивает наибольшую свободу перемещения в трёхмерном пространстве?</p> <p>А) Цилиндрическая Б) Сферическая В) Декартова Г) Антропоморфная</p>
4	<p>Вопрос 4. Какой тип робота используется для выполнения операций на производственной линии, таких как сборка, сварка, окраска?</p> <p>А) Мобильный робот Б) Сенсорный робот В) Манипуляционный робот Г) Сервисный робот</p>
5	<p>Вопрос 5. Какой параметр характеризует грузоподъёмность манипулятора?</p> <p>А) Рабочее напряжение питания Б) Номинальная нагрузка В) Частота вращения двигателей Г) Длина рабочего хода</p>
<p><i>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>	
6	<p>Вопрос 1. Привод степени подвижности манипулятора Какие типы приводов могут использоваться для реализации степеней подвижности манипулятора?</p> <p>А) Электрический привод Б) Гидравлический привод В) Пневматический привод Г) Оптический привод</p>
7	<p>Вопрос 2. Преобразование координат. Параллельный перенос и вращение системы координат Какие операции используются при преобразовании систем координат в кинематике манипуляторов? (Выберите все правильные варианты)</p> <p>А) Параллельный перенос Б) Вращение вокруг оси В) Масштабирование Г) Отражение</p>
8	<p>Вопрос 3. Однородные координаты и преобразования Какие преимущества дают однородные координаты при описании движения манипулятора? (Выберите все правильные варианты)</p> <p>А) Упрощают представление поворотов</p>

	<p>Б) Позволяют объединить перенос и поворот в одной матрице</p> <p>В) Упрощают вычисления в трёхмерном пространстве</p> <p>Г) Уменьшают точность расчётов</p>
9	<p>Вопрос 4. Преобразование координат Что позволяет определить матрица однородного преобразования? (Выберите все правильные варианты)</p> <p>А) Положение новой системы координат относительно исходной</p> <p>Б) Ориентацию новой системы координат относительно исходной</p> <p>В) Цвет объекта в новой системе координат</p> <p>Г) Расстояние до ближайшего препятствия</p>
10	<p>Вопрос 5. Привод степени подвижности манипулятора Какие компоненты обычно входят в состав привода манипулятора? (Выберите все правильные варианты)</p> <p>А) Двигатель</p> <p>Б) Редуктор</p> <p>В) Датчик обратной связи (энкодер)</p> <p>Г) Микрофон</p>
<p><i>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>	
11	<p>Вопрос 1. Динамический синтез и анализ манипуляционных систем Сопоставьте понятие и его описание:</p> <p>А) Прямая динамическая задача</p> <p>Б) Обратная динамическая задача</p> <p>В) Моделирование динамики</p> <p>1) Определяет управляющие силы или моменты при заданном движении</p> <p>2) Определяет движение системы при известных силах и моментах</p> <p>3) Используется для проверки прочности конструкции и выбора приводов</p>
12	<p>Вопрос 2. Управление движением робототехнических систем Сопоставьте тип управления и его характерные особенности:</p> <p>А) Позиционное управление</p> <p>Б) Контурное управление</p> <p>В) Адаптивное управление</p> <p>1) Робот следует по заданной траектории с высокой точностью</p> <p>2) Фокус на движении между дискретными точками</p> <p>3) Изменяет параметры в зависимости от внешних условий</p>
13	<p>Вопрос 3. Проектирование приводов Сопоставьте тип привода и его область применения:</p> <p>А) Электромеханический</p> <p>Б) Гидравлический</p>

	<p>В) Пневматический</p> <p>1) Высокая точность, компактность, средняя мощность 2) Большое усилие, сложная конструкция, требует насосной системы 3) Низкая точность, но простота и безопасность в опасных условиях</p>
14	<p>Вопрос 4. Системы управления мехатронных и робототехнических систем Сопоставьте этап проектирования системы управления и выполняемые задачи:</p> <p>А) Анализ требований Б) Синтез структуры управления В) Реализация регуляторов</p> <p>1) Создание алгоритмов управления и фильтрации сигналов 2) Выбор архитектуры и принципов управления 3) Определение функциональных и технических требований к системе</p>
15	<p>Вопрос 5. Разработка программного обеспечения Сопоставьте компонент ПО и его функцию:</p> <p>А) Драйверы устройств Б) Алгоритмы управления В) Интерфейс пользователя</p> <p>1) Обеспечивают взаимодействие с аппаратными средствами 2) Реализуют логику принятия решений и движения 3) Предоставляет человеко-машинный интерфейс для управления и диагностики</p>
<p><i>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>	
16	<p>Вопрос 1. Расчет и проектирование систем управления Расположите этапы проектирования системы управления робота в правильном порядке:</p> <p>А) Разработка математической модели объекта Б) Выбор типа регулятора (ПИД, адаптивный и т.д.) С) Анализ требований к качеству управления Д) Реализация и отладка алгоритма управления</p>
17	<p>Вопрос 2. Разработка программного обеспечения Установите правильную последовательность этапов разработки ПО для робототехнической системы:</p> <p>А) Тестирование модулей и интеграции Б) Составление технического задания С) Проектирование архитектуры программного обеспечения Д) Написание кода и отладка</p>

18	<p>Вопрос 3. Сенсорные системы роботов Расположите компоненты типовой структурной схемы сенсорной системы робота в порядке передачи сигнала:</p> <p>A) Объект измерения (окружающая среда) B) Исполнительное устройство (роботизированная система) C) Датчик (сенсор) D) Блок обработки данных</p>
19	<p>Вопрос 4. Основы теории информации Расположите этапы процесса передачи информации в системе в правильном порядке:</p> <p>A) Кодирование информации B) Передача по каналу связи C) Источник информации D) Декодирование информации</p>
20	<p>Вопрос 5. Системы технического зрения Установите правильную последовательность этапов обработки изображения в системах технического зрения:</p> <p>A) Получение изображения с камеры B) Преобразование изображения в цифровой сигнал C) Анализ изображения и выделение признаков D) Предварительная фильтрация изображения</p>
<p><i>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом</i></p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание</p>	
21	<p>Вопрос 1. Проблема роевого управления роботами заключается в обеспечении согласованного поведения множества агентов при выполнении общей задачи, что требует формальной постановки задачи и разработки эффективных подходов к её решению.</p>
22	<p>Вопрос 2. В задачах роевого управления выделяют такие стратегии, как централизованное и децентрализованное управление, иерархическое управление, коллективное и стайное управление.</p>
23	<p>Вопрос 3. Алгоритмы последовательного улучшения плана применяются для последовательной оптимизации действий группы роботов с целью повышения общей эффективности выполнения задания.</p>
24	<p>Вопрос 4. Стандартизация в робототехнике В России стандартизацией в области робототехники занимается технический комитет по стандартизации «Робототехника» под названием ТК 141.</p>
25	<p>Вопрос 5. Государственные программы исследований и разработок в области робототехники</p>

	реализуются через научно-исследовательские работы (НИР), порядок выполнения которых регламентируется техническим заданием и этапами проектирования
--	--

Примечание: Система оценивания тестовых заданий.

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0 баллов.

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания уровня освоения дисциплины, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов ГУАП.

11. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для аспирантов по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении аспирантами лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;

- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной.

Вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции. Она призвана заинтересовать и настроить аудиторию. В этой части лекции излагается актуальность, основная идея, связь данной лекции с предыдущими занятиями, ее основные вопросы. Введение должно быть кратким и целенаправленным.

В основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов. Каждый учебный вопрос заканчивается краткими выводами, логически подводящими студентов к следующему вопросу лекции.

Заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение. Отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

11.2. Методические указания для аспирантов по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающееся в выполнении аспирантами под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для аспиранта является привитие аспиранту умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении аспирантом практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в компьютерном классе и предполагает использование соответствующего специализированного программного обеспечения.

По результатам каждого практического задания должен быть подготовлен отчёт, содержащий необходимые теоретические сведения, листинги программ, построенные в процессе выполнения работы графические зависимости и т.п. Каждый отчёт должен содержать выводы по проделанной работе и список используемых дополнительных источников.

Каждое практическое занятие завершается собеседованием с преподавателем по представленному отчёту с выставлением оценки.

11.3. Методические указания для аспирантов по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, аспирант выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у аспиранта формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу аспиранта являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

11.4. Методические указания для аспирантов по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний аспирантов, осуществляемый в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Возможные методы текущего контроля успеваемости аспирантов:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- тестирование.

Контроль качества знаний проводится в форме индивидуального собеседования по материалу отдельных разделов дисциплины, а также проверки отчётов о выполнении практических заданий.

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.5. Методические указания для аспирантов по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация аспирантов предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- кандидатский экзамен - форма оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

Промежуточная аттестация проводится по результатам текущего контроля успеваемости. Список вопросов (таблица 15) к промежуточной аттестации утверждается кафедрой и выдается студентам для ознакомления. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации - письменная.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положения «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой