

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

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«08» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код специальности	2.5.4.
Наименование научной специальности	Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Наименование направленности (профиля) (при наличии)	
Год начала реализации программы	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

С.А. Сериков  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«08» апреля 2024 г., протокол №8

Заведующий кафедрой № 32


к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за программу 2.5.4.

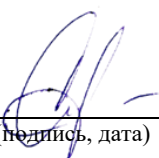
доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

О.Я. Солёная  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

ст. преп.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Роботы, мехатроника 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 самостоятельная работа обучающегося.

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 ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися 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 2.

Таблица 2 – 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, 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 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	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 обучающимися 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 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	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.
<b>2</b>	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.
<b>3</b>	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.
<b>4</b>	Сенсорные системы роботов и робототехнических систем. Типовая структурная схема информационно-измерительных систем. Основы теории информации. Датчики информации. Системы технического зрения.
<b>5</b>	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.
<b>6</b>	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 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 7</b>					
1	Основы кинематики и динамики мехатронных и робототехнических систем. Однородные координаты и преобразования. Прямая и обратная задачи кинематики.	Групповые дискуссии	2		2
2	Компьютерное моделирование и исследование мехатронных и робототехнических систем. Разработка программного обеспечения и сопряжение программного и аппаратного обеспечения мехатронных и робототехнических систем.	Групповые дискуссии	2		3
3	Сенсорные системы роботов и робототехнических систем. Исследование ультразвукового дальномера HC-SR04 и ИК датчика расстояния GP2Y0A21YK0F	Групповые дискуссии	2		4
4	Групповое управление роботами. Ускоренный алгоритм коллективного распределения целей. Виртуальная среда моделирования группового взаимодействия роботов.	Групповые дискуссии	2		5
5	Национальные стандарты комплекса «Роботы и	Групповые дискуссии	2		6

робототехнические устройства». Порядок выполнения научно-исследовательских работ				
Всего		10		

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

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

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

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

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 7.

Таблица 7– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	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. <a href="http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML_5248.pdf">http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML_5248.pdf</a>	
УДК: 621.865.8(075.8)	Юревич Е.И. Основы робототехники: учебное пособие / Е. И. Юревич. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 401 с. <a href="http://elib.spbstu.ru/dl/325.pdf">http://elib.spbstu.ru/dl/325.pdf</a>	
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.-Петербур. 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). <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652</a>	
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 60.0.0.2–2016 ГОСТ Р 60.0.0.3–2016 ГОСТ Р 60.0.2.1–2016 ГОСТ Р 60.0.3.1–2016	Национальные стандарты комплекса «Роботы и робототехнические устройства» 1. ГОСТ Р 60.0.0.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Общие положения 2. ГОСТ Р 60.0.0.2–2016 Роботы и робототехнические устройства. Классификация 3. ГОСТ Р 60.0.0.3–2016 / ИСО 9787:2013 Роботы и робототехнические устройства. Системы координат и обозначение перемещений 4. ГОСТ Р 60.0.2.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Общие требования	

ГОСТ Р 60.0.7.1–2016	по безопасности 5. ГОСТ Р 60.0.3.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Виды испытаний	
ГОСТ Р 60.1.2.1–2016	6. ГОСТ Р 60.0.7.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Методы программирования и взаимодействия с оператором	
ГОСТ Р 60.1.2.2–2016	7. ГОСТ Р 60.1.2.1–2016 / ИСО 10218-1:2011 Роботы и робототехнические устройства. Требования по безопасности для промышленных роботов. Часть 1. Роботы	
ГОСТ Р 60.2.2.1–2016	8. 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 60.0.0.4–2018	9. ГОСТ Р 60.2.2.1–2016 / ИСО 13482:2014 Роботы и робототехнические устройства. Требования безопасности для роботов по персональному уходу	
ГОСТ Р 60.6.3.1–2018	1. ГОСТ Р 60.0.0.4–2018 / ИСО 8373:2012 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения 2. 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 8.

Таблица 8 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.guap.ru">www.guap.ru</a>	Библиотека ГУАП
<a href="http://www.rtc.ru">http://www.rtc.ru</a>	Официальный сайт Центрального Научно-Исследовательского Института Робототехники и Технической Кибернетики (ЦНИИ РТК).
<a href="http://www.rusrobotics.ru">http://www.rusrobotics.ru</a>	Официальный сайт журнала, издаваемого Центральным Научно-Исследовательским Институтом Робототехники и Технической Кибернетики (ЦНИИ РТК) – «Робототехника и техническая кибернетика».
<a href="http://jmtп.febras.ru">http://jmtп.febras.ru</a>	Официальный сайт журнала, издаваемого Институтом Проблем Морских Технологий ДВО РАН – «Подводные исследования и робототехника».
<a href="http://www.guap.ru">www.guap.ru</a>	Библиотека ГУАП
<a href="http://python.org">http://python.org</a>	Официальный сайт языка Python
<a href="https://www.anaconda.com/download/">https://www.anaconda.com/download/</a>	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 9.

Таблица 9 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	MathWorks Matlab R2012b
	Anaconda 2020.11 For Windows Installer
	Python 3.7 version
	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 10.

Таблица 10 – 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 11.

Таблица 11 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21
2	Компьютерный класс	21-23

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 12.

Таблица 12 – 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 запланированных результатов обучения по дисциплине обучающимися применяется 5-балльная шкала оценивания, которая приведена в таблице 13. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 13 – Критерии оценки уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплине

Оценка компетенции	Характеристика уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплины
5-балльная шкала	

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

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 14.

Таблица 14 – 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 15.

Таблица 15 – 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 16.

Таблица 16 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
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.

	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.

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплине, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся 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 обучающимися 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 обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися 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 обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся 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 обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им 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 обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

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

Возможные методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- защита отчётов по лабораторным работам;
- проведение контрольных работ;
- тестирование;
- контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
- контроль выполнения индивидуального задания на практику;
- контроль курсового проектирования и выполнения курсовых работ;
- иные виды, определяемые преподавателем.

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 обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она проводится в форме экзамена.

Экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «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