

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

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(подпись)

«24» марта 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем»

(Название дисциплины)

Код направления	15.03.06
Наименование направления/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2022 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.И. Савельев

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32
«21» марта 2022 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

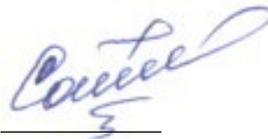
С.В. Солёный

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 15.03.06(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

О.Я. Солёная

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

Ст. преп.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н.В. Решетникова

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленность «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

профессиональных компетенций:

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»;

ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»;

ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»;

ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем»;

ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим моделированием и исследованием процессов, характерных для функционирования роботов и робототехнических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими и практическими аспектами математического моделирования и исследования процессов, характерных для функционирования роботов и робототехнических систем.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

знать – основные методы и способы моделирования и исследования технических систем;
 уметь – 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;
 владеть навыками – структурной и параметрической идентификации математических моделей, использования соответствующего математического аппарата для решения прикладных задач;
 иметь опыт деятельности в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения.

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»:

знать – 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;
 уметь – составлять математические модели типовых узлов и агрегатов мехатронных устройств и робототехнических систем;
 владеть навыками – использования современных пакетов прикладных программ при проектировании математических моделей типовых узлов и агрегатов мехатронных устройств и робототехнических систем;
 иметь опыт деятельности – в области проектирования мехатронных и робототехнических систем.

ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»:

знать – типовое программное обеспечение для обработки информации в мехатронных и робототехнических системах;
 уметь – использовать типовое программное обеспечение для обработки информации в мехатронных и робототехнических системах;
 владеть навыками – разработки программного обеспечения для обработки информации в мехатронных и робототехнических системах;
 иметь опыт деятельности по разработке программного обеспечения для обработки информации в мехатронных и робототехнических системах.

ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»:

знать – общую схему проведения научного исследования, технологии формулирования рабочей гипотезы научного исследования, правила применения логических законов и правил;

уметь – грамотно подходить к решению как практических, так и теоретических научно-исследовательских задач;

владеть навыками – проведения экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам;

иметь опыт деятельности по обработке результатов экспериментов с применением современных информационных технологий и технических средств.

ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем»:

знать – основные методы работы со стандартными пакетами прикладных программ, ориентированных на исследования динамики технических систем;

уметь – работать со стандартными пакетами для исследования динамики мехатронных и робототехнических систем;

владеть навыками – проведения вычислительных экспериментов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем;

иметь опыт деятельности по применению стандартных программных пакетов при проведении вычислительных экспериментов с математическими моделями мехатронных и робототехнических систем, а также обработки полученных результатов.

ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем»:

знать – правила выполнения схем и чертежей конструкторской и технологической документации;

уметь – читать схемы и чертежи конструкторской и технологической документации;

владеть навыками – навыками участия в решении научно-исследовательских задач;

иметь опыт деятельности – по разработке эскизных и рабочих проектов мехатронных и робототехнических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Математический анализ;
- Дискретная математика;
- Теория автоматического управления;
- Информационные технологии;
- Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств;
- Информационные устройства и системы в робототехнике;
- Идентификация робототехнических систем.

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

- Управление роботами и робототехническими системами;
- Выполнение выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

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
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	3/ 108	3/ 108
<i>Из них часов практической подготовки</i>	8	8
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	20	20
лекции (Л), (час)	10	10
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	27	27
<i>Самостоятельная работа, всего</i>	61	61
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

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

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Моделирование как способ исследования робототехнических систем. Математические модели РТС и их элементов.	1	1			8
Раздел 2. Структурно-функциональное представление РТС	1	1			8
Раздел 3. Методы моделирования уравнений динамики манипуляционного механизма.	1	1			9

Раздел 4. Автоматизация составления математических моделей.	2	2			9
Раздел 5. Применение машинной графики для представления пространственных сцен.	2	2			9
Раздел 6. Особенности моделирования движения роботов и РТС в реальном времени на цифровых машинах.	1	1			9
Раздел 7. Использование математических моделей при автоматизированном проектировании, программировании и управлении роботами и РТС.	2	2			9
Итого в семестре:	10	10			61
Итого:	10	10	0	0	61

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	1.1 Дискретные модели роботов и робототехнических систем. 1.2 Дискретизация непрерывных сигналов. 1.3 Изменение спектра сигнала при его дискретизации по времени. 1.4 Применение теоремы Котельникова для оценки требуемой величины периода дискретизации непрерывных сигналов.
2	2.1 Квантование аналоговых сигналов по уровню. 2.2 Максимальная погрешность квантования. 2.3 Среднеквадратическая погрешность квантования. 2.4 Отношение сигнал/шум на выходе квантователя.
3	3.1 Основные способы перехода от непрерывных моделей к дискретным. 3.2 Метод левых прямоугольников. 3.3 Метод правых прямоугольников. Метод трапеций.
4	4.1 Линейные динамические дискретные параметрические модели. 4.2 Обыкновенные разностные уравнения. 4.3 Дискретные передаточные функции. 4.4 Дискретные модели при учёте запаздывания сигнала в объекте. 4.5 Дискретная импульсная характеристика. 4.6 Уравнение дискретной свёртки. 4.7 Дискретная переходная функция. 4.8 Частотные характеристики дискретных систем. 4.9 Комплексная частотная характеристика.

	<p>4.10 АЧХ, ФЧХ.</p> <p>4.11 Уравнения дискретных систем в пространстве состояний.</p> <p>4.12 Структурное представление дискретной модели объекта в пространстве состояний.</p>
5	<p>5.1 Авторегрессионные модели скользящего среднего.</p> <p>5.2 AR-модель.</p> <p>5.3 ARX-модель.</p> <p>5.4 ARMAX-модель.</p> <p>5.5 MAX-модель.</p> <p>5.6 OE-модель.</p> <p>5.7 VJ-модель.</p>
6	<p>6.1 Техническая реализация дискретных устройств.</p> <p>6.2 Критерии сравнения способов реализации.</p> <p>6.3 Выбор структурной схемы дискретных устройств.</p> <p>6.4 Прямая форма рекурсивных и нерекурсивных дискретных устройств.</p> <p>6.5 Каноническая форма реализации дискретных устройств.</p> <p>6.6 Каскадная и параллельная формы реализации дискретных устройств.</p>
7	<p>7.1 Нелинейные динамические модели дискретных устройств.</p> <p>7.2 Основные подходы к получению математических моделей нелинейных систем.</p> <p>7.3 Нелинейные дифференциальные уравнения.</p> <p>7.4 Модели Гаммерштейна.</p> <p>7.5 Разложение Вольтерра.</p> <p>7.6 Описание нелинейных устройств в пространстве состояний.</p> <p>7.7 Нелинейные регрессии.</p>

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)	Практическая подготовка, час	№ раздела дисциплины
Семестр 8					
1	Моделирование как способ исследования робототехнических систем. Математические модели РТСи их элементов.	Решение ситуационных задач	1	1	1
2	Структурно-функциональное представление РТС	Решение ситуационных задач	1	1	2
3	Методы моделирования уравнений динамики манипуляционного	Решение ситуационных задач	1	1	3

	механизма.				
4	Автоматизация составления математических моделей.	Решение ситуационных задач	2	1	4
5	Применение машинной графики для представления пространственных сцен.	Решение ситуационных задач	2	1	5
6	Особенности моделирования движения роботов и РТС в реальном времени на цифровых машинах.	Решение ситуационных задач	1	1	6
7	Использование математических моделей при автоматизированном проектировании, программировании и управлении роботами и РТС.	Решение ситуационных задач	2	2	7
Всего			10	8	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
	Всего:			

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. 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 8, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	61	61
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	11	11
домашнее задание (ДЗ)	10	10
контрольные работы заочников (КРЗ)		

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	https://autocad-lessons.ru/samouchitel-solidworks/	
	https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_RUS.pdf	
	Основы программирования на языке Python: метод. пособие/ А. И. Савельев, И. В. Ватаманюк, Н. А. Павлюк, С. В. Кулешов, А. А. Зайцева, А. Ю. Аксенов– СПб.: ГУАП, 2018. – 42 с.	50
ISBN 978-5-369-01167-6	Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652	
	Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 624 с.: доступ http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460	

	Певзнер, Л.Д. Теория систем управления [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2013. – 421 с.: доступ http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68469	
	Гапанович, В.С. Методы решения оптимизационных задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Гапанович, И.В. Гапанович. – Тюмень: ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2014. – 272 с.: доступ http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64530	
	Рубан А. И. Адаптивные системы управления с идентификацией [Электронный ресурс]: монография. – Сибирский федеральный университет, 2015. – 140 с.: доступ http://www.knigafund.ru	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК 681:511.4.015	Игнатъев А.А. Основы теории идентификации объектов управления: учеб. пособие / А.А. Игнатъев, С.А. Игнатъев. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2008. 44 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 621(075.8)	Идентификация и диагностика систем: учеб. для студ. высш. учеб. заведений/ А.А. Алексеев, Ю.А. Кораблев, М.Ю. Шестоपालов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009.–352 с.	
	Подчукаев В.А. Теория автоматического управления (Аналитические методы) [Электронный ресурс]: учеб. для вузов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 392 с.: доступ: www.knigafund.ru .	
	Шаронов А. В. Методы функционального анализа в теории систем автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие. – М.: Московский государственный горный университет, 2005. – 239 с.: доступ www.knigafund.ru .	
	Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2013. – 208 с.: доступ http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68463	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	MathWorks Matlab R2012b
2	SolidWorks

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-28
2	Компьютерный класс	21-23

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи;

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»	
1	Культурология
1	Правоведение
1	Иностранный язык
1	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
1	Введение в направление
2	Иностранный язык
2	История
2	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
2	Безопасность жизнедеятельности
2	Учебная практика
3	Философия
3	Электротехника
3	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
3	Иностранный язык
4	Основы профилизации
4	Электроника
4	Электротехника
4	Социология и политология
4	Иностранный язык
4	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
4	Производственная практика
5	Силовая электроника
5	Электроника
5	Физическая культура
5	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
5	Электрические машины
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
6	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
6	Физическая культура
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Математические методы исследования в электромеханике
6	Производственная практика(научно-исследовательская работа)
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Силовая электроника
6	Контроль качества технологических операций

6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Проектирование электроприводов
7	Менеджмент в мехатронике и робототехнике
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Идентификация робототехнических систем
7	Оптимальные системы
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Моделирование в электромеханике
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
8	Надежность робототехнических систем
8	Теория подобия и моделирования
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Экспериментальные методы исследования
8	Проектирование электроприводов
8	Моделирование в электромеханике
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Системы с искусственным интеллектом
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Производственная преддипломная практика
ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»	
3	Электротехника
3	Компьютерная графика в профессиональной сфере
4	Метрология
4	Электроника
4	Электротехника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электрические машины
5	Теория автоматического управления

5	Электроника
5	Силовая электроника
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
6	Силовая электроника
6	Теория автоматического управления
6	Математические методы исследования в электромеханике
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Проектирование вторичных источников питания
6	Электромеханические и полупроводниковые преобразователи электрической энергии
6	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Контроль качества технологических операций
7	Моделирование в электромеханике
7	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике
7	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Оптимальные системы
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Проектирование электроприводов
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Идентификация робототехнических систем
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Моделирование в электромеханике
8	Проектирование электроприводов
8	Надежность робототехнических систем
8	Системы с искусственным интеллектом
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Теория подобия и моделирования
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-2 «способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования»	

3	Электротехника
4	Электротехника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Теория автоматического управления
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Производственная практика(научно-исследовательская работа)
6	Теория автоматического управления
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Теория автоматического управления
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
7	Оптимальные системы
7	Моделирование в электромеханике
7	Проектирование электроприводов
7	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС
8	Проектирование электроприводов
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Моделирование в электромеханике
ПК-5 «способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств»	
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Теория автоматического управления
6	Теория автоматического управления
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Производственная практика(научно-исследовательская работа)
7	Теория автоматического управления
7	Оптимальные системы
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Экспериментальные методы исследования
8	Производственная преддипломная практика
ПК-6 «способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей	

мехатронных и робототехнических систем»	
1	Информатика
2	Информатика
2	Учебная практика
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
6	Управление роботами и робототехническими системами
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем»	
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Силовая электроника
6	Проектирование вторичных источников питания
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Силовая электроника
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС
7	Идентификация робототехнических систем
7	Управление роботами и робототехническими системами
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Надежность робототехнических систем
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Производственная преддипломная практика

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная	4-балльная шкала	

шкала		
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся 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 направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся 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 направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся 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 направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1.	Опишите составные части и их функции мотора JGA25 -370B 12B.
2.	Назначение и принцип работы датчика отражения TCRT5000.
3.	Принцип работы ультразвукового дальномера HC-SR04.
4.	Назначение и принцип работы модуля KY-036.
5.	Микроконтроллер ESP32. Особенности, характеристики, применение.
6.	Соленоид. Принцип работы. Принципиальная электрическая схема подключения.
7.	Принцип работы I2C шины. Основные достоинства и недостатки по сравнению с другими шинами данных

8.	SPI шина. Основные достоинства и недостатки по сравнению с другими шинами данных.
9.	Принцип работы CAN шины. Основные схематические модули CAN трансиверов.
10.	ШИМ (PWM).
11.	Принцип работы ЦАП.
12.	Принцип работы АЦП.
13.	Электроника в составе базовой мобильной робототехнической платформы.
14.	Основы построения ПИД-регуляторов. Пример использования ПИД-регулятора в задаче следования по линии.
15.	Применение транзисторов для управления двигателями постоянного тока. Драйвер двигателя.
16.	Платформа разработки Unity. Сферы применения. Особенности. Основной интерфейс и его возможности.
17.	Основные игровые объекты и их компоненты, используемые мобильными РТС.
18.	Prefab (префаб).
19.	Класс MonoBehaviour. Основные методы.
20.	Работа с объектами и компонентами. Получение доступа.
21.	Трехмерное координатное пространство. Правая и левая системы координат.
22.	Локальные и глобальные координаты.
23.	Векторы.
24.	Перемещение объектов.
25.	Quaternion и поворот объектов.
26.	Настройки проекта (Project Settings).
27.	Тэги и слои (Tags and Layers).
28.	Физика объектов. Компонент Rigidbody.
29.	Физика объектов. Методы AddForce и AddTorque.
30.	Coroutines (корутины).

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
-------	---

	Учебным планом не предусмотрено
--	---------------------------------

31. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

3. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

4. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Моделирование элемента сборки в SolidWorks
2	Создание сборок в SolidWorks
3	Редактирование сборок в SolidWorks
4	Создание твердотельных деталей в SolidWorks
5	Редактирование твердотельных деталей в SolidWorks
6	Создание взаимосвязи между элементами эскиза в SolidWorks.
7	Оперирование элементами вспомогательной геометрии в SolidWorks
8	Расчет массы в 3D-модели SolidWorks
9	Расчет моментов инерции в 3D-модели SolidWorks
10	Расчет координат центров масс в 3D-модели SolidWorks

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «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».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими и практическими аспектами математического моделирования и исследования процессов, характерных для функционирования роботов и робототехнических систем.

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 обучающимся 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:

- Лекционный материал представляется преподавателем устно, а также публикуется в сервисе «Личный кабинет».

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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 обучающемуся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием пакета MatLab и предполагают разработку математических моделей устройств и явлений согласно индивидуальному варианту задания, составление и отладку программ, проведение вычислительных экспериментов.

По результатам каждого практического задания должен быть подготовлен отчёт, содержащий необходимые теоретические сведения, листинги m-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.

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы, предусмотренные в данном курсе, выполняются в компьютерном классе на персональном компьютере с использованием пакета прикладных программ MatLab.

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо изучить соответствующие методические указания и повторить лекционный материал, который относится к теме работы.

Перед началом выполнения работы необходимо создать отдельную папку для создаваемых в работе файлов и установить её в системе MatLab в качестве текущей директории. Путь к данной папке не должен содержать имён, написанных кириллицей.

В процессе выполнения работы листинги разрабатываемых программ, полученные результаты расчётов, схемы Simulink – моделей и графические зависимости должны сохраняться на диске для их дальнейшего использования при оформлении отчёта.

По окончании работы необходимо составить отчёт и подготовиться к его защите на следующем занятии.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчёт о лабораторной работе должен содержать:

- фамилию, имя и отчество студента, выполнившего работу;
- номер учебной группы;
- дату выполнения работы;
- название работы;
- цель работы;
- краткую формулировку задания на лабораторную работу;
- основные теоретические сведения и формулы, использовавшиеся в процессе выполнения работы;
- листинги m-программ, разработанные и отлаженные в процессе выполнения работы;
- схемы Simulink – моделей, разработанные в процессе выполнения работы;

- результаты вычислений, текстовые сообщения, графический зависимости, полученные в процессе выполнения работы;
- описание ранее неизвестных функций и операторов MatLab, использованных в работе;
- при использовании дополнительной литературы указать ссылки и привести список литературы;
- Выводы по работе.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Пример оформления титульного листа отчёта по лабораторной работе приведен на сайте университета ww.guap.ru.

При оформлении отчёта о лабораторной работе необходимо придерживаться требований ГОСТ 7.32-2017 «Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

По каждой лабораторной работе должен быть подготовлен отчёт в бумажном и в электронном виде. После защиты лабораторных работ отчёты в бумажном виде с проставленными оценками хранятся на кафедре, а отчёты в электронной форме должны быть выложены в личном кабинете учащегося на сайте университета.

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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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;

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.

Текущий контроль успеваемости осуществляется по усмотрению преподавателя на лекционных занятиях в виде устного опроса, тестирования.

Результаты текущего контроля сообщаются обучающимся непосредственно на занятии или в ЭОИС ГУАП (например, в Личном кабинете). Оценка выставляется либо в баллах, либо «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Количество баллов за выполненную работу определяется преподавателем в зависимости от объема, сложности задания и пропорционально количеству заданий.

При проставлении в ведомость итогов текущего контроля успеваемости в форме аттестации или неаттестации количество заработанных баллов или средняя оценка сообщаются обучающемуся. В зависимости от суммы баллов (средней оценки) обучающимся

может быть предложена промежуточная аттестация по дисциплине по итогам работы в семестре на основании Положения о модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы в ГУАП.

Формы текущего контроля и основные требования:

- устный опрос. Данная форма может осуществляться преподавателем на каждом занятии или периодически, может иметь различную продолжительность. Цель устного опроса – проверка усвоения обучающимися основных терминов, понятий и принципов взаимодействия. Устный опрос может относиться к материалу темы, рассматриваемой на данном занятии, а также к материалам предыдущих лекций. Вопросы могут задаваться устно или в виде системы карточек, по списку каждому студенту или всем в формате «мозгового штурма». Количество максимальных баллов и продолжительность времени для ответов определяется непосредственно преподавателем. По усмотрению преподавателя устный опрос может быть заменен тестированием.
- тестирование. Тестирование в качестве текущего контроля успеваемости не является обязательной формой работы и предлагается обучающимся по усмотрению преподавателя. Цель тестирования – мониторинг уровня усвоения теоретического материала, а также качества самостоятельной работы, выявление неуспевающих студентов.

Тестирование может проводиться периодически (один или два раза в месяц), а может – на каждом занятии, на усмотрение преподавателя. Текущее тестирование может быть организовано на дистанционной платформе LMS. Тестируемые темы заранее озвучиваются обучающимся или обозначаются в начале курса преподавателем.

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