

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 11.01.2024 14:44:28

Уникальный программный ключ:

efd3ecd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## Аннотация рабочей программы

### дисциплины «Математическое моделирование технических систем»

#### Цель дисциплины

Цель дисциплины – формирование необходимых знаний и развитие практических навыков математического компьютерного моделирования динамических процессов в технических системах.

#### 1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. освоение современных методов построения математических моделей механических, электромеханических, мехатронных и робототехнических систем, изучение передовых технологий моделирования элементов конструкций и систем управления роботов.

2. получение практических навыков моделирования и алгоритмизации численных расчетов типовых моделей и процессов в области расчета отдельных узлов технических систем, навыков использования современных систем автоматизированного проектирования и моделирования устройств в различных средах и программах.

3. подготовка специалистов к особенностям решения практических задач по вычислительной математике, исследовательским задачам с учетом будущей специальности, модернизации существующих и разработке новых решений в области технических систем.

#### Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

УК-1

Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК1.1Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними  
УК-1.2Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению  
УК-1.3Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников  
УК-1.4Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов  
УК-1.5Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области

УК-2

Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления  
УК-2.2Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и

возможные сферы их применения

УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости

УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования.

УК-2.5 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта

ПК-1 Способен разрабатывать цифровые автоматические системы управления сервисных роботов

ПК-1.3 Разрабатывает функциональную и структурную схему САУ

ПК-1.4 Разрабатывает алгоритмы управления роботом

ПК-2 Способен проектировать и собирать робототехнические системы на основе законов механики и электротехники

ПК-2.2 Проектирует механическую часть робота

ПК-2.3 Проводит расчет и выбор электрического привода сервисного робота

### **Разделы дисциплины:**

Введение. Моделирование технических систем

Проблематизация и постановка задач математического моделирования технических систем

Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования ТС

Математическое моделирование ТС

Составление математических моделей сервисных роботов, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули

Анализ и верификация результатов вычислительных экспериментов

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан естественно-научного  
факультета

 П.А. Ряполов  
(подпись, фамилия, инициалы)

« 30 » 08 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Математическое моделирование технических систем

ОПОП ВО \_\_\_\_\_ 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
(шифр и наименование направления подготовки)

направленность (профиль) «Сервисная робототехника»  
(наименование направленности (профиля))

форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

*ОПОП ВО реализуется по модели проектного обучения*

Курск – 2024

Рабочая программа дисциплины составлена:  
 – в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1023;

– на основании учебного плана разработанной по модели проектного обучения ОПОП ВО 15.04.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 от 27.03.2024 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по разработанной по модели проектного обучения ОПОП ВО 15.04.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», на заседании кафедры механики, мехатроники и робототехники (протокол № 1 от 30.08.2024 г.).

Зав. кафедрой  
 Разработчик программы  
 К.т.н., доцент

 С.Ф. Яцун

 А.В. Мальчиков

Зав. кафедрой  С.Ф. Яцун

Директор научной библиотеки  Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 15.04.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Ученым советом университета (протокол № \_\_\_ от \_\_.\_\_\_\_.20\_\_ г.), на заседании кафедры \_\_\_\_\_ (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_\_\_.20\_\_ г.).  
 (наименование кафедры)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 15.04.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Ученым советом университета (протокол № \_\_\_ от \_\_.\_\_\_\_.20\_\_ г.), на заседании кафедры \_\_\_\_\_ (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_\_\_.20\_\_ г.).  
 (наименование кафедры)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

### 1.1 Цель дисциплины

Цель дисциплины – формирование необходимых знаний и развитие практических навыков математического компьютерного моделирования динамических процессов в технических системах.

### 1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. освоение современных методов построения математических моделей механических, электромеханических, мехатронных и робототехнических систем, изучение передовых технологий моделирования элементов конструкций и систем управления роботом.

2. получение практических навыков моделирования и алгоритмизации численных расчетов типовых моделей и процессов в области расчета отдельных узлов технических систем, навыков использования современных систем автоматизированного проектирования и моделирования устройств в различных средах и программах.

3. подготовка специалистов к особенностям решения практических задач по вычислительной математике, исследовательским задачам с учетом будущей специальности, модернизации существующих и разработке новых решений в области технических систем.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций<sup>1</sup></i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК1.1Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<b>Знать:</b> понятие «системный подход». <b>Уметь:</b> рассматривать проблему во всех во всех ее взаимосвязях. <b>Иметь опыт деятельности</b> в применении системного подхода в проектной деятельности.

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций<sup>1</sup></i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
		УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	<p><b>Знать:</b> современные технологии поиска информации.</p> <p><b>Уметь:</b> применять различные технологии поиска необходимой для работы над проектом информации.</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в применении современных технологий поиска информации, необходимой для работы над проектом.</p>
		УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	<p><b>Знать:</b> типы источников информации; принципы проверки информации (проверка источников, фактов, авторства).</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать и оценивать аргументы и факты, представленные в информации; отличать факты от мнений.</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в работе с различными источниками информации и различными ресурсами, специализирующимися на проверке информации</p>
		УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	<p><b>Знать:</b> понятие «системный подход».</p> <p><b>Уметь:</b> рассматривать проблему во всех во всех ее взаимосвязях.</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в применении междисциплинарного и системного подходов при осуществлении проектной деятельности.</p>
		УК-1.5 Использует логико-методологический инстру-	<b>Знать:</b> логико-методологический ин-

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций<sup>1</sup></i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
		ментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области	струментарий своей предметной области. <b>Уметь:</b> использовать логико-методологический инструментарий в своей предметной области. <b>Иметь опыт деятельности</b> в применении логико-методологического инструментария в своей предметной области
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	<b>Знать:</b> понятие «жизненный цикл проекта». <b>Уметь:</b> находить и определять проблемы, к решению которых применим проектный подход. <b>Иметь опыт деятельности</b> в осуществлении проектного подхода к решению производственных проблем
		УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	<b>Знать:</b> понятия «цель проекта», «задачи проекта»; «актуальность проекта». <b>Уметь:</b> формулировать цель и задачи проекта, обосновывать его актуальность, определять конечный результат проекта. <b>Иметь опыт деятельности</b> в осуществлении проектного подхода к решению производственных проблем
		УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости	<b>Знать:</b> понятие «ресурсы проекта». <b>Уметь:</b> определять интеллектуальные, информационные, материально-технические и финансовые ресурсы проекта.

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций <sup>1</sup>
код компетенции	наименование компетенции		
			<b>Иметь опыт деятельности</b> в осуществлении проектного подхода к решению производственных проблем
		УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования.	<b>Знать:</b> основные инструменты планирования проектной деятельности в своей профессиональной области. <b>Уметь:</b> планировать основные блоки работ проекта. <b>Иметь опыт деятельности</b> в осуществлении проектного подхода к решению производственных проблем
		УК-2.5 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	<b>Знать:</b> механизм осуществления мониторинга и контроля хода реализации проекта. <b>Уметь:</b> осуществлять мониторинг и контроль хода реализации проекта; организовывать «обратную связь» с потребителем на всех этапах проекта; планировать и осуществлять корректирующие мероприятия. <b>Иметь опыт деятельности</b> в осуществлении проектного подхода к решению производственных проблем
ПК-1	Способен разрабатывать цифровые автоматические системы управления сервисных роботов	ПК-1.3 Разрабатывает функциональную и структурную схему САУ	<b>Знать:</b> методы разработки математических моделей, на основе функциональных и структурных схем САУ <b>Уметь:</b> разрабатывать математические модели, на основе



<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций<sup>1</sup></i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			функциональных и структурных схем САУ <b>Иметь опыт деятельности</b> в разработке математических моделей на основе функциональных и структурных схем САУ
		ПК-1.4 Разрабатывает алгоритмы управления роботом	<b>Знать:</b> методы разработки математических моделей на основе алгоритмов систем управления роботом <b>Уметь:</b> разрабатывать математические модели по алгоритмам управления сервисных роботов <b>Иметь опыт деятельности</b> в разработке математических моделей по алгоритмам управления сервисными роботами
ПК-2	Способен проектировать и собирать робототехнические системы на основе законов механики и электротехники	ПК-2.2 Проектирует механическую часть робота	<b>Знать:</b> Методы и принципы математического моделирования механических частей (модулей) робототехнических систем <b>Уметь:</b> создавать математические модели на основе конструкции механической части робота <b>Иметь опыт деятельности</b> в построении математической модели робота по спроектированной механической части робота на основе законов механики
		ПК-2.3 Проводит расчет и выбор электрического привода сервисного робота	<b>Знать:</b> Методы расчета и выбора электропривода сервисных робототехнических систем на основе математических моделей

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций<sup>1</sup></i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p><b>Уметь:</b> производить расчет и выбор электрического привода сервисных роботов на основе математических моделей</p> <p><b>Иметь опыт деятельности:</b> расчета и выбора электропривода сервисного робота на основе математических моделей роботов</p>

## **2. Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Математическое моделирование технических систем» входит в комплексный проектный модуль № 3 основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры 15.04.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», реализуемой по модели проектного обучения.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)».

Изучается на 2 курсе в 3 семестре.

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.), 72 академических часов.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	34,1
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	16, из них практическая подготовка - 8
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	37,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

#### 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Введение. Моделирование технических систем	Основные понятия и определения, Классификация технических систем (ТС), ТС специального назначения, ТС для военных и военизированных применений, ТС для научных, промышленных, ТС сельскохозяйственных применений
2	Проблематизация и постановка задач математического моделирования технических систем	Анализ проблемной ситуации. Методы анализа проблемы и принципы формулирования задач математического моделирования. Постановка задач математического моделирования средств робототехники, Особенности моделирования ТС, Методы моделирования средств мобильной робототехники.
3	Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования ТС	Анализ технической системы, составления расчётных схем. Принципы построения математических моделей для описания, анализа, моделирования и исследования мехатронных и робототехнических систем.
4	Математическое моделирование ТС	Основные принципы организации движения роботов, Математические модели роботов, Особенности динамики и способы динамической коррекции систем управления роботов, Компьютерное моделирование робототехнических систем
5	Составление математических моделей сервисных роботов, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули	Составление математических моделей мехатронных и робототехнических систем. Моделирование подсистем, включая исполнительные и управляющие модули. Примеры математического моделирования работы систем автоматического управления приводами мехатронных и робототехнических системах с учетом действующих внешних возмущающих воздействий.
6	Анализ и верификация результатов вычислительных экспериментов	Методы получения численного решения. Методы верификации матмоделей. Отладка моделей ТС. Настройка модели ТС. Методы сравнительного анализа результатов математического моделирования. Постановка эксперимента.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение. Моделирование технических систем	2	-	-	У1,2, МУ-1,2	У1, (1 неделя)	УК1, УК-2, ПК-1, ПК-2
2	Проблематизация и постановка задач математического моделирования технических систем	4	-	-	У1,2, МУ-1,2	У2, ПЗ (кейс-задача) (4 неделя)	УК1, УК-2, ПК-1, ПК-2
3	Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования ТС	4	-	1	У1,2, МУ-1,2	У3, ПР, РКС (8 неделя)	УК1, УК-2, ПК-1, ПК-2
4	Математическое моделирование ТС	4	-	2	У1,2, МУ-1,2	У4, ПР, РКС (12 неделя)	УК1, УК-2, ПК-1, ПК-2
5	Составление математических моделей сервисных роботов, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули	2	-	3	У1,2, МУ-1,2	У5, ПР, ПЗ (16 неделя)	УК1, УК-2, ПК-1, ПК-2
6	Анализ и верификация результатов вычислительных экспериментов	2		4	У1,2, МУ-1,2	ПР, МП (17 неделя)	УК1, УК-2, ПК-1, ПК-2
<b>Итого:</b>		<b>18</b>	<b>0</b>	<b>16</b>			

У – Устный опрос, ПЗ – Решение производственной задачи (или решение ситуационной задачи), РКС – Разбор конкретных ситуаций, МП - мини-проект, ПР – практическая работа

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Математическое моделирование колёсного робота с дифференциальным приводом	4, из них практическая подготовка – 2
2	Математическое моделирование двуногой шагающей системы	4, из них практическая подготовка – 2
3	Математическое моделирование пространственного движения мультикоптера	4, из них практическая подготовка – 2
4	Математическое моделирование мехатронных систем с ис-	4, из них практические

	пользованием инженерных программных пакетов	ская подготовка – 2
Итого		16, из них практическая подготовка – 8

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1	Введение. Моделирование технических систем	1 неделя	4
2	Проблематизация и постановка задач математического моделирования технических систем	4 неделя	4
3	Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования ТС	8 неделя	9
4	Математическое моделирование ТС	12 неделя	9
5	Составление математических моделей сервисных роботов, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули	16 неделя	7,9
6	Анализ и верификация результатов вычислительных экспериментов	17 неделя	4
Итого			37,9

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины студенты могут пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры «Механики мехатроники и робототехники» в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников университета.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебным планом и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
  - методических указаний к выполнению практических работ и т.д.

*типографией университета:*

- посредством оказания помощи авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- посредством удовлетворения потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## 6 Образовательные технологии. Практическая подготовка обучающихся

Реализация программы магистратуры по модели дуального обучения и компетентностного подхода предусматривают широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования общепрофессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лекции раздела «Составление математических моделей сервисных роботов, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули»	Презентация, демонстрация видеоролика и работающей программы. Проблема первичного описания численной математической модели <i>(проблемное обучение)</i>	2
2	Практические занятия «Математическое моделирование колёсного робота с дифференциальным приводом»	Виртуальная практическая работа в команде <i>(командное обучение)</i>	6
3	Практические занятия «Математическое моделирование двуногой шагающей системы»	Виртуальная практическая работа в команде <i>(командное обучение)</i>	6
4	Практическое занятие «Математическое моделирование мехатронных систем с использованием инженерных программных пакетов»	Практический пример и разбор конкретной ситуации, выполнение групповых проектов <i>(проектное обучение)</i>	2
Итого:			16

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины осуществляется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по направленности (профилю) программы магистратуры.

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины организуется в модельных условиях (оборудованных (полностью или частично) в подразделениях университета: НИЛ «Современные методы и робототехнические системы для улучшения среды обитания человека»).



## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы <sup>1</sup> формирования компетенций и дисциплины, практики, при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Комплексный проектный модуль № 1	Комплексный проектный модуль № 2	Комплексный проектный модуль № 3
	Инженерное изобретательство и конструирование	Цифровые интеллектуальные системы в робототехнике	Математическое моделирование технических систем
	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 1	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 2	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 3
	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 1	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 2	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 3
	Психология управления коллективом		Проектирование сервисных роботов
	Современные проблемы мехатроники и робототехники		Производственная преддипломная практика
	Учебная ознакомительная практика		
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Комплексный проектный модуль № 1	Комплексный проектный модуль № 2	Комплексный проектный модуль № 3
	Инженерное изобретательство и конструирование	Цифровые интеллектуальные системы в робототехнике	Математическое моделирование технических систем
	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 1	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 2	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 3
	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 1	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 2	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 3
	Психология управления коллективом	Моделирование и исследование мехатрон-	Проектирование сервисных роботов

		ных систем и роботов	
	Современные проблемы мехатроники и робототехники	Проектирование и производство мехатронных и робототехнических систем	Производственная преддипломная практика
	Учебная проектная практика	Производственная проектно-конструкторская практика (первая)	Производственная проектно-конструкторская практика (вторая)
		Информационные системы роботов и обработка сигналов	Организация и управление производством
		Управление мехатронными системами и сервисными роботами	Системы обеспечения производственной и экологической безопасности
		Сервисные роботы для мониторинга окружающей среды / Сервисные роботы специального назначения	Сервисные человеко-машинные комплексы промышленного назначения / Сервисные человеко-машинные комплексы медицинского назначения
			Профессиональная подготовка в области мехатроники и робототехники
ПК-1 Способен разрабатывать цифровые автоматические системы управления сервисных роботов	Учебная ознакомительная практика	Управление мехатронными системами и сервисными роботами	Проектирование сервисных роботов
	Комплексный проектный модуль № 2	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика	Комплексный проектный модуль № 3
	Цифровые интеллектуальные системы в робототехнике	Производственная проектно-конструкторская практика (первая)	Математическое моделирование технических систем
	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 2	Сервисные человеко-машинные комплексы медицинского назначения	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 3
	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 2	Сервисные человеко-машинные комплексы медицинского назначения	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 3
			Производственная проектно-конструкторская практика (вторая)
			Производственная преддипломная практика
ПК-2 Способен проектировать и собирать ро-	Комплексный проектный модуль № 1	Комплексный проектный модуль № 3	Сервисные роботы для мониторинга окружающей среды

бототехнические системы на основе законов механики и электротехники	Инженерное изобретательство и конструирование	Математическое моделирование технических систем	Сервисные роботы специального назначения
	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 1	Практикум "Выполнение и защита группового проекта" по комплексному проектному модулю № 3	Проектирование сервисных роботов
	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 1	Практикум "Выполнение и защита индивидуального проекта" по комплексному проектному модулю № 3	Производственная преддипломная практика
	Учебная проектная практика	Производственная проектно-конструкторская практика (вторая)	

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2.1 – Показатели и критерии оценивания универсальных профессиональных компетенций, шкала оценивания<sup>1</sup>

Код компетенции/ этап (наименование этапа по таблице 6.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовл.»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
УК-1 / завершающий	УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов УК-1.5 Использу-	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для УК-1.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при само-	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таб-

	ет логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области		стоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.	для УК-1.	лице 1.3 для УК-1.
		<b>Иметь опыт деятельности:</b> не приобрел в ходе практикума опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для УК-1.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума минимально допустимый опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для УК-1.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума базовый опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для УК-1.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума максимально возможный опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для УК-1.
УК-2 / завершающий	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления. УК-2.2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости. УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования. УК-2.5 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует от-	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-2. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-2. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-2. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-2. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-2.
		<b>Иметь опыт деятельности:</b> не приобрел в ходе практикума опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума минимально допустимый опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума базовый опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума максимально возможный опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для УК-2.

	клонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта				
ПК-1/ завершающий	ПК-1.3 Разрабатывает функциональную и структурную схему САУ	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-1. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-1. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-1. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-1. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
	ПК-1.4 Разрабатывает алгоритмы управления роботом	<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ПК-1.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-1.	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-1.	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-1.
		<b>Иметь опыт деятельности:</b> не приобрел в ходе практикума опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для ПК-1	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума минимально допустимый опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для ПК-1.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума базовый опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для ПК-1.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума максимально возможный опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для ПК-1.
ПК-2/ основной	ПК-2.2 Проектирует механическую часть робота ПК-2.3 Проводит расчет и выбор электрического привода сервисного робота	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют ме-	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточ-	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный

		ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	сто неточности и ошибки.	ности.	характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.
		<b>Иметь опыт деятельности:</b> не приобрел в ходе практикума опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для ПК-2	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума минимально допустимый опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума базовый опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Иметь опыт деятельности:</b> приобрел в ходе практикума максимально возможный опыт деятельности в области, указанной в таблице 1.3 для ПК-2.

### 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Моделирование технических систем	УК-1, УК-2, ПК-1, ПК-2	Лекция, СРС	Вопросы для собеседования,	1-5	Согласно табл.7.2
2	Проблематизация и постановка задач математиче-	УК-1, УК-2, ПК-1, ПК-2	Лекция, СРС	Вопросы для собеседования, ПЗ (кейс-задача)	6-11	Согласно табл.7.2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
	ского моделирования технических систем					
3	Физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования ТС	УК-1, УК-2, ПК-1, ПК-2	Лекция, СРС, ПР, РКС	Вопросы для собеседования, задания и контрольные вопросы к ПР № 1, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки, задание для РКС	12-20	Согласно табл.7.2
4	Математическое моделирование ТС	УК-1, УК-2, ПК-1, ПК-2	Лекция, СРС, ПР, РКС	Вопросы для собеседования, задания и контрольные вопросы к ПР № 2, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки, задание для РКС	21-27	Согласно табл.7.2
5	Составление математических моделей сервисных роботов, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули	УК-1, УК-2, ПК-1, ПК-2	Лекция, СРС, ПР, ПЗ	Вопросы для собеседования, задания и контрольные вопросы к ПР № 3, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки, задания для производственной задачи	28-32	Согласно табл.7.2
6	Анализ и верификация результатов вычислительных экспериментов	УК-1, УК-2, ПК-1, ПК-2	Лекция, СРС, ПР, мини-проект	Вопросы для собеседования, задания и контрольные вопросы к ПР № 3, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки,	33-37	Согласно табл.7.2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
				МП, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки		

### 7.3.1 Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

#### Вопросы для собеседования

##### Раздел 1

1. Сформулируйте цель изучения дисциплины «Математическое моделирование технических систем»
2. Назовите задачи курса «Математическое моделирование технических систем»
3. Что в себя включает численное математическое моделирование
4. Для чего используется численное математическое моделирование
5. Перечислите виды математического моделирования

##### Раздел 2

6. Определение сервисного робота
7. Классификация сервисных роботов
8. Особенности сервисных роботов СН
9. Требования к конструкциям сервисных роботов СН
10. Требования к системе управления сервисных роботов СН
11. Виды сервисных роботов по типу движителя

##### Раздел 3

12. Знания из каких разделов математики и физики используются при построении математических моделей?
13. Назовите основные результаты и методы теоретической механики, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
14. Назовите основные результаты и методы теории численных методов, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
15. Назовите основные результаты и методы теоретической физики, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.



16. Назовите основные результаты и методы теории автоматического управления, используемые в математическом моделировании мехатронных систем и роботов.
17. Приведите примеры использования методов теоретической механики в математическом моделировании.
18. Приведите примеры использования методов теории численных методов в математическом моделировании.
19. Приведите примеры использования методов теоретической физики в математическом моделировании.
20. Приведите примеры использования методов теории автоматического управления в математическом моделировании.

#### Раздел 4

21. Назовите методы моделирования мобильных роботов.
22. Назовите цели и задачи численного математического моделирования
23. Назовите программные пакеты, используемые для моделирования движения многозвенных механизмов.
24. Назовите программные пакеты, используемые для моделирования робототехнических систем и роботов.
25. Приведите примеры внедрения на практике результатов математического моделирования.
26. Приведите примеры использования результатов математического моделирования при проектировании мобильных роботов.
27. Приведите примеры использования результатов математического моделирования при проектировании манипуляторов.

#### Раздел 5

28. Что представляет из себя математическая модель робота или робототехнической системы?
29. Назовите основные этапы составления математической модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули.
30. Назовите основные требования, предъявляемые к расчетным схемам, используемым при составлении математических моделей мехатронных и робототехнических систем.
31. Назовите основные способы получения дифференциальных уравнений движения робототехнических мехатронных и робототехнических систем.
32. Назовите основные способы решения уравнений движения робототехнических мехатронных и робототехнических систем численными методами.

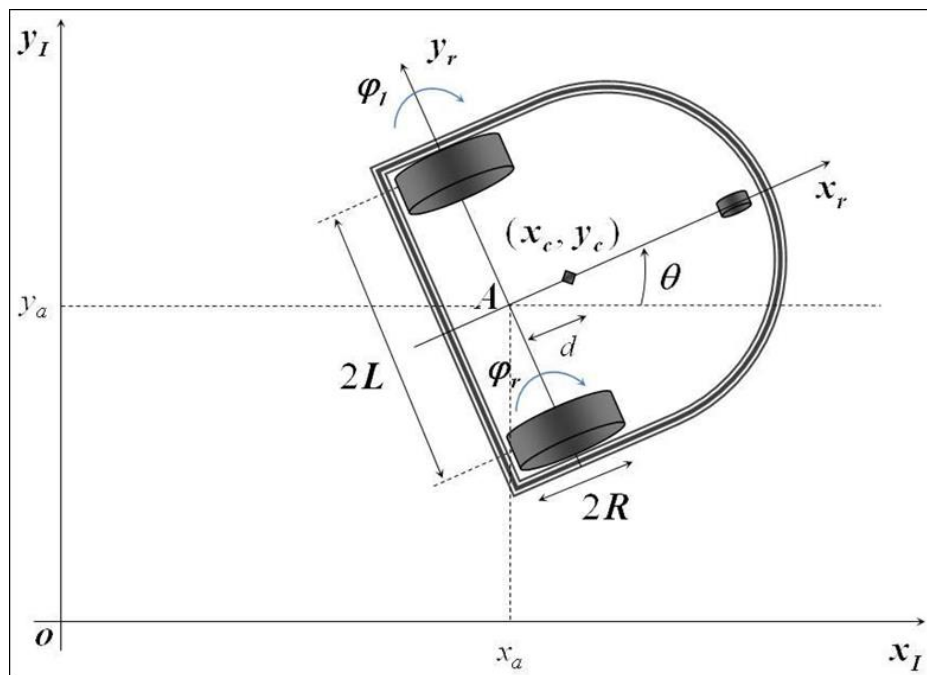
## Раздел 6

33. Каков состав библиотеки пакета SimMechanics?
34. Каковы особенности имитационного моделирования механизмов в SimMechanics/MATLAB?
35. Что такое глобальные и локальные системы координат механизмов?
36. Задание законов движения звеньям механизмов и их исследование.
37. Как проверить адекватность построенной модели на примере физических маятников?

**б) Задачи для контроля результатов практической подготовки обучающихся на практических занятиях**

**Задача для контроля результатов практического занятия № 1**

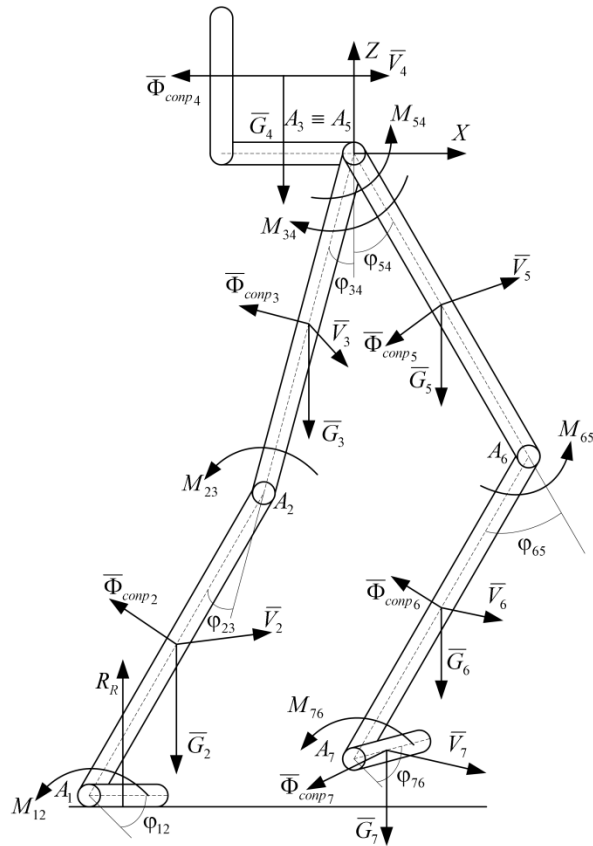
Разработать математическую модель динамики движения робота колёсного робота, который движется по заданной траектории, схема которого представлена на рисунке.



Расчетная схема колёсного робота

**Задача для контроля результатов практического занятия № 2**

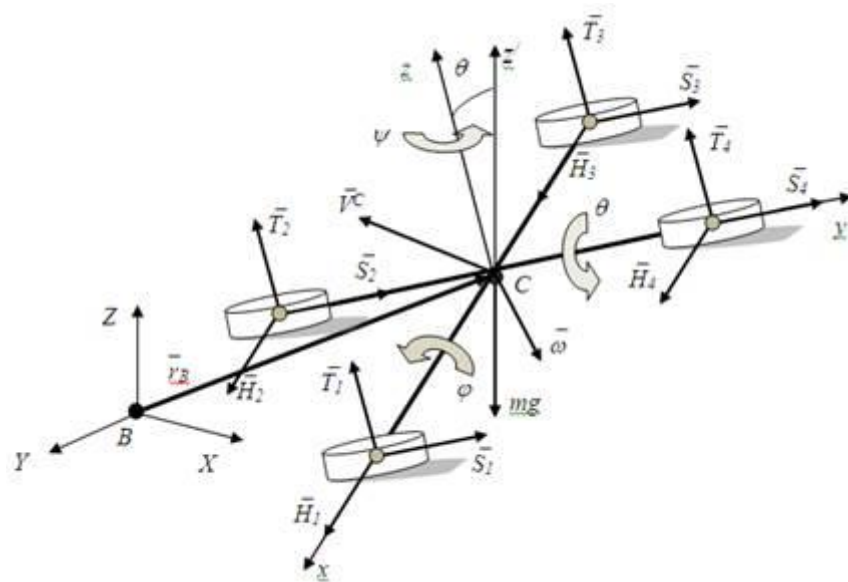
Разработать математическую модель управляемого движения двуногой шагающей системы, схема которого представлена на рисунке. Рассчитать мощность приводов.



Расчетная схема шагающего робота

### Задача для контроля результатов практического занятия № 3

Разработать математическую модель динамики пространственного управляемого движения мультикоптера, схема которого представлена на рисунке



Расчетная схема квадрокоптера

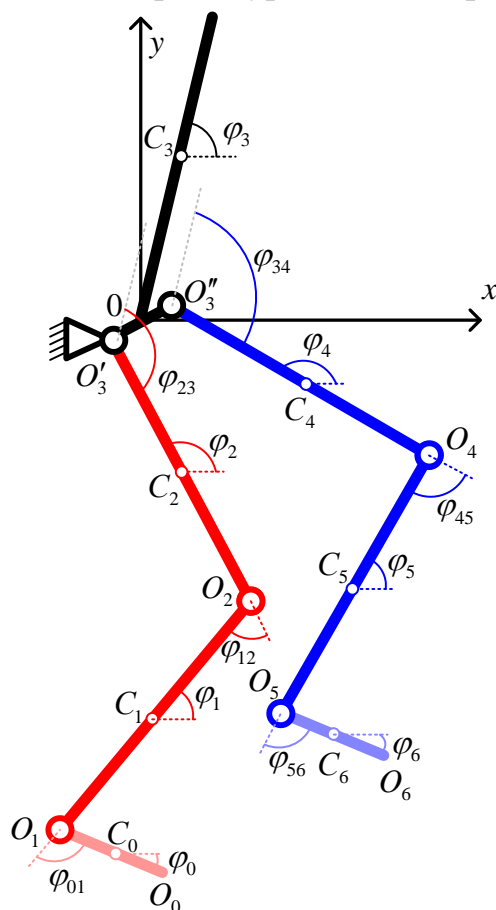
### Задача для контроля результатов практического занятия № 4

Разработать численную математическую модель динамики движения робота в программном пакете MATLAB/Simulink управляемого движения мультикоптера, колёсного или шагающего робота (каждой группе свой проект)

### в) Задания на МП, РКС и ПЗ

#### Задание на мини-проект

Используя математическую имитационную модель (согласно варианту) реабилитационного комплекса (выдается преподавателем) разработать комплекс упражнений для экзоскелета, осуществляющих процедуры механотерапии.



Расчетная кинематическая схема реабилитационного экзоскелета нижних конечностей

Подготовить комплексы временных диаграмм динамических параметров движения звеньев для каждого упражнения. Представить результаты моделирования, осуществить анализ полученных результатов. Подготовить презентацию по выполненной работе.

### Задания на РКС 1 (Тема: Физико-математический аппарат для описания ТС)

Схема трехзвенного вибрационного внутритрубного мобильного робота показана на рисунке.

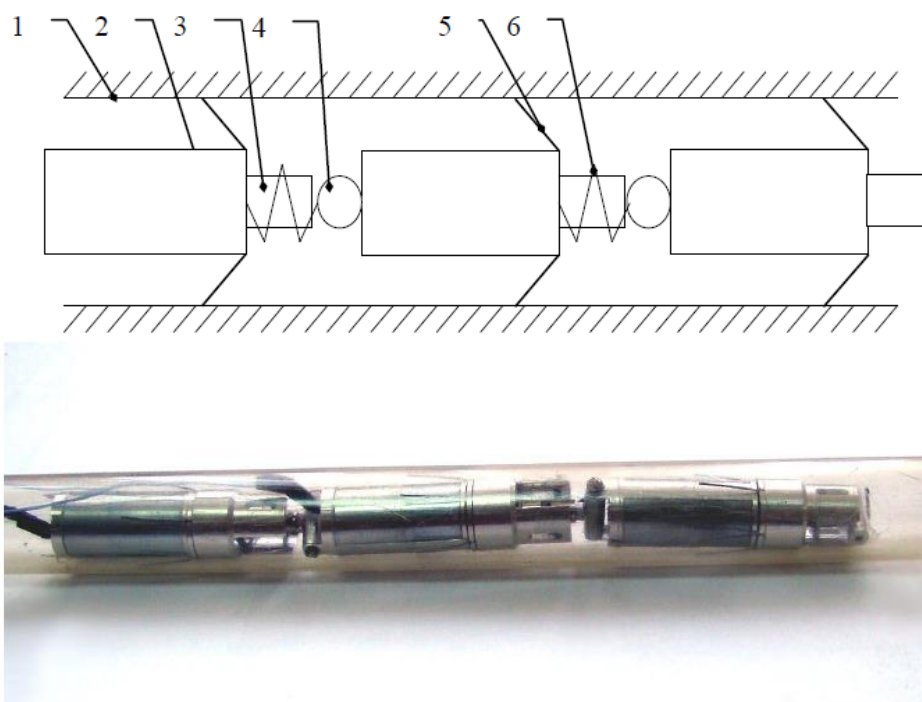


Схема и внешний вид трехзвенного вибрационного внутритрубного мобильного робота

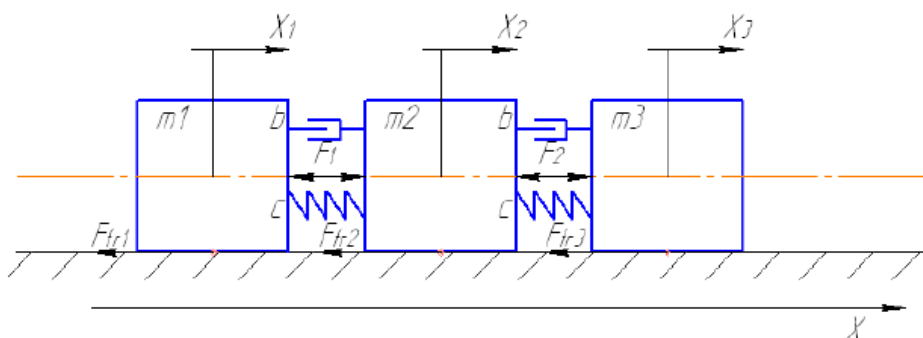
Устройство состоит из трех частей (модулей) подвижно соединенных друг с другом посредством шарниров 4. Колебательное перемещение тел друг относительно друга осуществляется с помощью втяжного электромагнита 2, якорь 3 которого нагружен возвратной пружиной 6. На каждом модуле устройства установлены фрикционные элементы 5, обеспечивающие различную силу трения между роботом и поверхностью трубопровода 1, в зависимости от направления движения. Совершая колебательное движение, тело робота продвигается вперед за счет различной силы трения для прямого и обратного движения.

**Задание:** составьте расчетную схему, разработайте систему допущений, запишите уравнения описывающие перистальтическое движение трехзвенника внутри трубы.

### Задания на РКС (Тема: Математический аппарат ТС)

Схема трехзвенного вибрационного внутритрубного мобильного робота представлена в задании на РКС 1.

Расчетно-динамическая схема трехзвенного вибрационного внутритрубного мобильного робота показана на рисунке.



## Расчетная схема трехзвенного вибрационного внутритрубного мобильного робота

На данной схеме приняты следующие обозначения:

$m1$  – масса заднего модуля установки;

$m2$  – масса среднего модуля установки;

$m3$  – масса переднего модуля установки;

$c, b,$  – соответственно, коэффициенты жесткости и вязкости упруго-диссипативного элемента между модулями устройства по координатам  $OX$ .

$F_{тр1}, F_{тр2}, F_{тр3}$  – силы трения между модулями и поверхностью трубы;

$F_1$  – усилие развиваемое приводом между задним и средним модулем;

$F_2$  – усилие развиваемое приводом между средним и передним модулем;

$X_1, X_2, X_3$  – перемещения соответственно заднего, среднего и переднего модулей.

В качестве задающего воздействия выступают периодические силы  $F_1$  и  $F_2$ . Эти силы являются внутренними и вызывают вибрационное движение масс  $m1, m2$  и  $m3$ . Движение центра масс происходит в результате того, что силы трения, действующие на корпус робота, являются внешними и имеют разные модули в зависимости от направления скорости. Поэтому их интеграл за период не равен нулю, что приводит к возникновению поступательного движения робота в положительном направлении по оси  $OX$ .

**Задание:** разработайте алгоритм получения численного решения и составьте программу моделирования для приведенного примера. Поставьте вычислительный эксперимент для различных параметров устройства (масса, коэф. трения, частота колебаний и т.д.)

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

### 7.3.2 Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. На промежуточной аттестации по дисциплине применяется механизм квалификационного зачета. Зачет имеет структуру квалификационного экзамена и состоит из 2 частей:

- теоретической (компьютерное тестирование);
- практической (решение компетентностно-ориентированной задачи).

На теоретической части экзамена(тестировании) проверяются знания и частично – умения и навыки обучающихся. Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

На практической экзамена проверяются компетенции (включая умения, навыки). Компетенции (включая умения, навыки) проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных, кейс-задач или кейсов) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

#### **а) Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Задание в закрытой форме:

В уравнении Лагранжа  $\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial T}{\partial q} = Q$  символ  $q$  означает:

- а) вектор обобщенных моментов
- б) обобщенные моменты электродвигателей
- в) вектор обобщенных координат**
- г) обобщенные активные внешние силы

Задание в открытой форме:

Дано дифференциальное уравнение:  $7\ddot{x} - 3\dot{x} - 5 = -8\cos(6t) + 5t$ . Начальные условия моделирования:  $t = 0$ ,  $x(0) = 6$ ,  $\dot{x}(0) = 7$ . Выразить старшую производную, с помощью псевдокода написать программу на языке MATLAB для решения дифференциального уравнения.

Задание на установление правильной последовательности:

Правильно расположите в нужной последовательности элементы оператора **rkfixed** численного интегрирования дифференциального уравнения с постоянным шагом методом Рунге-Кутты 4-го порядка: **rkfixed**( $T_k$ ,  $N$ ,  $D$ ,  $T_n$ ,  $A$ ), где  $T_k$ , - конечное время интегрирования,  $N$  – количество расчетных точек,  $D$  – вектор-столбец представления дифуравнения в форме Коши,  $T_n$ – начальное время интегрирования,  $A$  – вектор-столбец начальных значений.

Задание на установление соответствия:

**Определите соответствие уравнений динамики мобильных роботов, приведенных на рисунке, и то к каким роботам они относятся:**

$\begin{aligned} \ddot{x} &= -(\cos \varphi \sin \theta \cos \psi + \sin \varphi \sin \psi) \cdot \frac{u_1}{m} \\ \ddot{y} &= -(\cos \varphi \sin \theta \sin \psi + \sin \varphi \cos \psi) \cdot \frac{u_1}{m} \\ \ddot{z} &= g - (\cos \varphi \cos \theta) \cdot \frac{u_1}{m} \\ \ddot{\varphi} &= \dot{\theta} \psi \left( \frac{I_y - I_z}{I_x} \right) - \frac{I_R}{I_x} \dot{\theta} g(u) + \frac{L}{I_x} u_2 \\ \ddot{\theta} &= \dot{\varphi} \psi \left( \frac{I_z - I_x}{I_y} \right) - \frac{I_R}{I_y} \dot{\varphi} g(u) + \frac{L}{I_y} u_3 \\ \ddot{\psi} &= \dot{\theta} \varphi \left( \frac{I_x - I_y}{I_z} \right) + \frac{1}{I_z} u_4 \end{aligned}$	а)
$\begin{aligned} \ddot{\varphi}_2 \left( J_{A_2} + \frac{m_2 l_2^2}{4} \right) + \frac{1}{2} m_2 l_1 l_2 \ddot{\varphi}_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) - \frac{1}{2} m_2 l_1 l_2 \dot{\varphi}_1^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) = \\ = M_2 - M_{p2} - m_2 g \frac{l_2}{2} \cos(\varphi_2) \end{aligned}$	б)
$\begin{aligned} \ddot{\varphi}_1 \left( J_A + m_1 l_1^2 \right) + \frac{1}{2} m_2 l_1 l_2 \ddot{\varphi}_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + \frac{1}{2} m_2 l_1 l_2 \dot{\varphi}_2^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) = \\ = M_1 - M_{p1} - m_2 g l_2 \cos(\varphi_1) - m_1 g \frac{l_1}{2} \cos(\varphi_1) \end{aligned}$	в)

- 1) Двухзвенный робот-манипулятор
- 2) Колёсный робот с дифференциальным приводом
- 3) Летающий робот

**б) Примеры типовых заданий для практической части зачета**

Компетентностно-ориентированная задача:

Прибывшие на место падения метеорита ученые обнаружили повышенную радиацию вблизи объекта, наличие локальных возгораний. При падении, взрывной



волной было повалено множество деревьев, препятствующих колесно-гусеничной технике подобраться к объекту и провести необходимые измерения и съемку.

Предложите схему мобильного робота, способного перемещаться в условиях завалов, неровной поверхности и перенести при этом полезный груз навесного оборудования.

Осуществите постановку задачи математического моделирования управляемого движения робота.

(задача может выполняться группой студентов не более 5 человек)

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– положение П 02.016 «Обалльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

– положение П 02.178 «Проектирование и реализация основных профессиональных программ высшего образования – программ магистратуры по модели проектного обучения»;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по практикуму в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется порядок начисления баллов, представленный в таблице 7.4.1.

Таблица 7.4.1 – Порядок начисления баллов в рамках балльно-рейтинговой системы

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Практическое занятие №1. Математическое моделирование колёсного робота с дифференциальным приводом	2	При выполнении заданий текущего контроля обучающийся продемонстрировал знания, умения и опыт деятельности на <i>поро-</i>	4	При выполнении заданий текущего контроля обучающийся продемонстрировал знания, умения и опыт дея-

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
		<i>говым</i> уровне		тельности на <i>про-</i> <i>двинутом</i> или <i>высо-</i> <i>ком</i> уровне
Практическое занятие №2. Математическое моделирова- ние двуногой шагающей си- стемы	2	При выполнении за- даний текущего кон- троля обучающийся продемонстрировал знания, умения и опыт деятельности на <i>поро-</i> <i>говом</i> уровне	4	При выполнении заданий текущего контроля обучаю- щийся продемон- стрировал знания, умения и опыт дея- тельности на <i>про-</i> <i>двинутом</i> или <i>высо-</i> <i>ком</i> уровне
Практическое занятие №3. Математическое моделирова- ние пространственного движе- ния мультикоптера	2	При выполнении за- даний текущего кон- троля обучающийся продемонстрировал знания, умения и опыт деятельности на <i>поро-</i> <i>говом</i> уровне	4	При выполнении заданий текущего контроля обучаю- щийся продемон- стрировал знания, умения и опыт дея- тельности на <i>про-</i> <i>двинутом</i> или <i>высо-</i> <i>ком</i> уровне
Практическое занятие №4. Математическое моделирова- ние с использованием инже- нерных программных пакетов	2	При выполнении за- даний текущего кон- троля обучающийся продемонстрировал знания, умения и опыт деятельности на <i>поро-</i> <i>говом</i> уровне	4	При выполнении заданий текущего контроля обучаю- щийся продемон- стрировал знания, умения и опыт дея- тельности на <i>про-</i> <i>двинутом</i> или <i>высо-</i> <i>ком</i> уровне
СРС	16		32	
Итого	24		48	
Посещаемость	0	-	16	Оценивается со- гласно требованиям положения П 02.016
Зачет	0	-	36	Методика оценива- ния знаний, умений и опыта деятельно- сти приведена ниже
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

Балл, полученный обучающимся на промежуточной аттестации, суммируется с баллами, полученными им в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале в соответствии с таблицей 7.4.2.

Таблица 7.4.2 – Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Иванов, В. К. Моделирование мехатронных систем : учебное пособие / В. К. Иванов, В. Е. Макаров, К. Н. Никоноров ; под общ.ред. В. К. Иванова. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2021. - 122 с. -URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=690797> (дата обращения: 29.09.2024) . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

2. Данилов, Н. Н. Математическое моделирование : учебное пособие / Н. Н. Данилов. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. – 98 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278827> (дата обращения: 29.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

3. Лыкин, А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: учебное пособие / А. В. Лыкин. – 3-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 227 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767> (дата обращения: 29.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

4. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink/SimMechanics): учебное пособие для высших учебных заведений. – СПб. :НИУ ИТМО, 2013. – 114 с. – Текст : непосредственный.

5. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.] ; под ред. П. В. Трусова. - Москва : Логос : Университетская книга, 2015. - 440 с. - (Новая университетская библиотека). - Текст : непосредственный.

6. Бенькович, Е.С. Практическое моделирование динамических систем / Е. С. Бенькович. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 223 с. – Текст : непосредственный.

7. Глазырин, А.С. Математическое моделирование электромеханических систем. Аналитические методы: учебное пособие / А.С. Глазырин. –Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 216 с. – Текст : непосредственный.

8. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 192 с. – Текст : непосредственный.

9. Яцун, С. Ф. Применение мехатронных систем : учебно-практическое пособие / С. Ф. Яцун, А. Н. Рукавицын ; Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2011. - 178 с. – Текст : электронный.

10. Математическое моделирование мехатронных систем и роботов средствами программного пакета Mathcad: учебное пособие: [для студентов, обуч. по направлению подготовки "Мехатроника и робототехника"] / С. Ф. Яцун [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск: ЮЗГУ, 2017. - 180 с. – Текст : электронный.

### 8.3 Перечень методических указаний

- 1 Математическое моделирование технических систем: методические указания по выполнению практических и самостоятельных работ по дисциплинам комплексного проектного модуля № 3 для студентов направления 15.04.06 Мехатроника и робототехника / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.Ф Яцун, А.В. Мальчиков, А.С. Печурин. Курск, 2024. 87 с. - Текст : электронный.
- 2 Математическое моделирование технических систем: методические указания к выполнению и защите индивидуального проекта по комплексному проектному модулю № 3 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. С. Ф. Яцун, А. В. Мальчиков, А. С. Печурин. Курск, 2024. 49 с. - Текст : электронный.
- 3 Математическое моделирование технических систем: методические указания к выполнению и защите группового проекта по комплексному проектному модулю № 3 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. С. Ф. Яцун, А. В. Мальчиков, А. С. Печурин. Курск, 2024. 39 с. - Текст : электронный.

### 8.4 Другие учебно-методические материалы

- Мехатроника, автоматизация, управление [Текст] : теорет. и приклад.науч.-техн. журн./ учредитель Издательство "Новые технологии". - Москва : Новые технологии.
- Выходит ежемесячно. - ISSN 1684-6427
- Известия Российской академии наук. Теория и системы управления [Текст]/ учредители : РАН, Гос. науч.-ис. ин-т авиац. систем. - Москва : РАН, Наука, 1963 - . - Выходит раз в два месяца. - ISSN 0002-3388
- Проблемы управления / CONTROL SCIENCES [Электронный ресурс]. - URL: <http://pu.mtas.ru>

### 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека ЮЗГУ - <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» - <http://www.biblioclub.ru>
3. Электронно-библиотечная система IPRsmart- <https://www.iprbookshop.ru/>

### 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и практические занятия.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия и положения каждой новой темы; важные положения аргументируются и иллюстрируются примерами из практики; объясняется практическая значимость изучаемой темы; делаются выводы; даются рекомендации для самостоятельной работы по данной теме. На лекциях необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных вопросов. В ходе лекции студент

должен конспектировать учебный материал. Конспектирование лекций – сложный вид работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это лично студентом в режиме реального времени в течение лекции. Не следует стремиться записать лекцию дословно. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем кратко записать ее. Желательно заранее оставлять в тетради пробелы, куда позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно внести дополнительные записи. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, который преподаватель дает в начале лекционного занятия. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Необходимым является глубокое освоение содержания лекции и свободное владение им, в том числе использованной в ней терминологией. Работу с конспектом лекции целесообразно проводить непосредственно после ее прослушивания, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях. Работа с конспектом лекции предполагает перечитывание конспекта, внесение в него, по необходимости, уточнений, дополнений, разъяснений и изменений. Некоторые вопросы выносятся за рамки лекций. Изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий, предполагает самостоятельное изучение студентами дополнительной литературы, указанной в п.8.2.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины продолжается на практических занятиях, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. При работе с источниками и литературой необходимо:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прочитанное;
- фиксировать основное содержание прочитанного текста; формулировать устно и письменно основную идею текста; составлять план, формулировать тезисы.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно рас-

пределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю. Обязательным элементом самостоятельной работы по дисциплине является самоконтроль. Одной из важных задач обучения студентов способам и приемам самообразования является формирование у них умения самостоятельно контролировать и адекватно оценивать результаты своей учебной деятельности и на этой основе управлять процессом овладения знаниями. Овладение умениями самоконтроля приучает студентов к планированию учебного труда, способствует углублению их внимания, памяти и выступает как важный фактор развития познавательных способностей. Самоконтроль включает:

- оперативный анализ глубины и прочности собственных знаний и умений;
- критическую оценку результатов своей познавательной деятельности.

Самоконтроль учит ценить свое время, позволяет вовремя заметить и исправить свои ошибки. Формы самоконтроля могут быть следующими:

- устный пересказ текста лекции и сравнение его с содержанием конспекта лекции;
- составление плана, тезисов, формулировок ключевых положений текста по памяти;
- пересказ с опорой на иллюстрации, чертежи, схемы, таблицы, опорные положения.

Самоконтроль учебной деятельности позволяет студенту оценивать эффективность и рациональность применяемых методов и форм умственного труда, находить допускаемые недочеты и на этой основе проводить необходимую коррекцию своей познавательной деятельности.

При подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо повторить основные теоретические положения каждой изученной темы и основные термины, самостоятельно решить несколько типовых компетентностно-ориентированных задач.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

*Информационные технологии:*

1. ПЭВМ на базе Intel(R) Core(TM) i5-4590 CPU @ 3.3GHz.

*Программное обеспечение:*

1. SciLab: Бесплатная лицензия CeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2);
2. MatLab/Simulink: лицензия №30820456;
3. PTC Mathcad Express: Бесплатная, Freeware
4. LibreOffice: Бесплатная, GNU General Public License.

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Аудиторные занятия по практикуму проводятся в учебной аудитории для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры механики, мехатроники и робототехники, оснащенных стандартной учебной мебелью (столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя; доска).

В образовательном процессе используется следующее оборудование: проектор inFocus IN24+.

Для организации образовательного процесса применяются технические средства обучения: Многоцелевая рука-манипулятор с системой осязательства, стенд с мультироторным летательным аппаратом, роботизированная мобильная колёсная платформа.



### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			