



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕХАТРОННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

**Специальность:** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

**Специализация №21:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

Королёв  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.


**Автор: к.т.н. Черемисин М.В. Рабочая программа дисциплины: «Мехатронные космические системы» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.**

**Рецензент: д.т.н., с.н.с. Мороз А.П.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 				
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО  Мороз А.П., д.т.н., с.н.с.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью изучения дисциплины «Мехатронные космические системы»** является изучение основных положений по теории мехатроники; овладение приемами практической работы с аппаратными и программными средами, связанными с мехатроникой; подготовки специалистов в области создания и внедрения мехатронных и робототехнических систем, систем управления мехатронными и робототехническими модулями и системами, востребованными в космических системах и комплексах.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **Общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;

ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

ПК-2. Способность проектировать космические аппараты, космические системы и их составные части;

### **Основными задачами изучения дисциплины являются:**

- изучение мехатронных и робототехнических методов и средств в системах управления данными;
- разработка и использование математических и вычислительных моделей, применяемых в мехатронике, их оптимизация и выработка направлений совершенствования;
- применение компьютеров для решения задач мехатронного управления.

Показатели освоения компетенций отражают следующие индикаторы:

### **Трудовые действия:**

Выполнять расчеты с использованием специализированного ПО. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

способностью разрабатывать с использованием CALS-технологий на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, определять алгоритмы и программные решения.

### **Необходимые умения:**

Проведение технико-экономического и функционально-стоимостного анализа проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.

Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

**Необходимые знания:**

Знать основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования  
способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые программные решения.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Мехатронные космические системы» относится к обязательной части блока 1 основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

Дисциплина «Мехатронные космические системы» базируется на ранее полученных знаниях, приобретенных в процессе изучения дисциплин: «Электротехника и электроника в ракетно-космической технике», «Основы устройства ракет и КА», «Системы управления космическими аппаратами», «Теория автоматического управления» и ранее частично изученные компетенции ОПК-1,2,4,5,6,7,8, ПК-2,4,5,7,10.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Мехатронные космические системы» должны быть использованы в дальнейшем при освоении прочих дисциплин учебного плана, включая выполнение выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

При очной форме обучения общая трудоемкость программы составляет 4 зачетных единицы, 144 ч. Преподавание дисциплины ведется на 6-ем курсе в В семестре. Предусматриваются занятия следующих видов: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Текущий контроль знаний – тестирование дважды в семестр, итоговый контроль знаний – экзамен.

При очно-заочной форме обучения общая трудоемкость программы составляет 4 зачетных единицы, 144 ч. Преподавание дисциплины ведется на 6-ом курсе в В семестре. Предусматриваются занятия следующих видов: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Текущий контроль знаний – тестирование, итоговый контроль знаний – экзамен.

**Таблица 1**

Виды занятий	Всего часов	Семестр А (10-й)	Семестр В (11-ый)	Семестр ...	Семестр ...
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>		<b>144</b>		
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>36</b>		<b>36</b>		
Лекции (Л)	12		12		
Практические занятия (ПЗ)	24		24		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>108</b>		<b>108</b>		
Курсовые работы, проекты	-		-		
Контрольная работа, домашнее задание	+		+		
	-		-		
Текущий контроль знаний (7 — 8 недели)	Тест		Тест		
Вид итогового контроля	Экзамен		Экзамен		
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>20</b>		<b>20</b>		
Лекции (Л)	8		8		
Практические занятия (ПЗ)	12		12		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>124</b>		<b>124</b>		
Курсовые работы, проекты	-		-		
Контрольная работа, домашнее задание	+		+		
	-		-		
Вид итогового контроля	Экзамен		Экзамен		

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

**Таблица 2**

Наименование тем	Лекции, час	Практические занятия, час	Занятия в интерактивной форме, час	Практическая подготовка, час. очн/ заочн	Код компетенций
Тема 1. Введение в предметную область. Основные понятия мехатроники	1/0,5	1/0,5	1,5/1		ОПК-1; ОПК-8; ПК-2
Тема 2. Общие понятия о проектировании мехатронных и робототехнических систем	3/1	4/1,5	1,5/1		
Тема 3. Устройство роботов	3/2	4/2	1,5/1		
Тема 4. Общие принципы построения электроприводов как системы	3/2	4/2	1,5/1		
Тема 5. Визуальное моделирование и САПР в проектировании мехатронных систем	3/2	4/2	1,5/1		
Тема 6. Роботизированные технологические комплексы	3/2	4/2	1,5/1		
Тема 7. МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике	3/2	2/1	1,5/1		
Тема 8. Состояние и перспективы развития мехатроники и робототехники	1/0,5	1/1	1,5/1		
<b>Итого:</b>	<b>12/8</b>	<b>24/12</b>	<b>12/8</b>		

## 4.2. Содержание тем дисциплины

### **Тема 1. Введение в предметную область. Основные понятия мехатроники.**

Мехатроника как область науки и инженерная дисциплина. Мехатронные системы, агрегаты, модули и устройства. Мехатронный подход при создании электромеханических систем.

### **Тема 2. Общие понятия о проектировании мехатронных и робототехнических систем.**

Системный подход и стадии проектирования мехатронных систем. Информационная поддержка проектирования мехатронных систем: CALS-технологии и STEP-стандарты, организация информационных обменов. Методика концептуального проектирования мехатронных и робототехнических систем. Коэффициент мехатронности и критерий совершенства мехатронной системы. Методы оптимизации в процессе проектирования. Кинематические и динамические задачи при проектировании мехатронной системы. Прямая и обратная задачи о положении точек и звеньев механизма системы. Векторно - матричные методы решения задач. Задачи динамики мехатронной и робототехнической систем и методы их решения.

### **Тема 3. Устройство роботов.**

Состав, параметры и классификация роботов. Манипуляционные устройства роботов. Сбалансированные манипуляторы с ручным управлением. Рабочие органы манипуляторов. Устройства передвижения роботов. Устройства управления роботов. Сенсорные устройства роботов. Приводы роботов.

### **Тема 4. Общие принципы построения электроприводов как системы.**

Привод с регулированием по отклонению, возмущению. Комбинированное управление. Принцип подчиненного регулирования. Связь структуры с алгоритмом выполнения технологических операций. Механика электроприводов. Расчетные схемы исполнительных механизмов. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов инерции. аналитическое представление исполнительного механизма и исполнительных устройств систем приводов. Электрические двигатели постоянного и переменного тока. Основные виды исполнительных устройств. Особенности конструкции, механических характеристик и область применения двигателей. Проектирование и настройка регуляторов приводов. Математические методы описания мехатронных систем. Технология создания модели; структура, сложность, упрощения. Модели пространства состояний мехатронной системы.

### **Тема 5. Визуальное моделирование и САПР в проектировании мехатронных систем.**

Библиотеки и пакеты компьютерного моделирования для мехатроники и робототехники. Построение компьютерной модели. Ошибки моделирования. Обработка результатов машинного эксперимента.

Автоматизированное проектирование при создании мехатронной и робототехнических систем.

#### **Тема 6. Роботизированные технологические комплексы.**

Классификация роботизированных технологических комплексов. Этапы создания роботизированных технологических комплексов. Особенности создания роботизированных технологических комплексов в действующих производствах. Гибкие производственные системы. Особенности применения промышленных роботов на основных технологических операциях

#### **Тема 7. МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике.**

Место микросистемной техники в системе технических инноваций. Микромеханическое устройство. МЭМС. МСТ. Микромашинная технология. Термины и определения, классификация МЭМС. Принципы миниатюризации технических систем. МЭМС систем. Технологии производства МЭМС. Упругие актюаторные элементы МЭМС. Источники энергии для автономных и сетевых МЭМС. МЭМС-техника в мехатронике и робототехнике.

#### **Тема 8. Состояние и перспективы развития мехатроники и робототехники.**

Области применения современных мехатронных и робототехнических систем. Системы и средства управления, навигация. Групповое управление и мультиагентные системы. Информационно-интеллектуальные технологии. Микро- и нано-роботы. Техническая диагностика мехатронных и робототехнических систем. Новые компоненты мехатронных и робототехнических систем.

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

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
2. Практикум на кафедре
3. Глоссарий в Библиотеке Университета

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1.

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

#### **Основная литература:**

1. Основы мехатроники [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. Я. Свербилов, В. Н. Илюхин, А. А. Иголкин, Т. Б. Миронова, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) .— Самара : Изд-во СГАУ, 2017 . - ID 230178. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://www.rucont.ru/efd/230178?cldren=0>



2. Анализ и синтез мехатронных систем управления энергетических установок [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. А. Иголкин, А. А. Игонин, А. Н. Крючков, А. Б. Прокофьев, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) .— Самара : Изд-во СГАУ, 2016 .— ID 23004. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://www.rucont.ru/efd/230054?cldren=0>

#### **Дополнительная литература:**

1. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования: Монография / Сторожев В.В., Феоктистов Н.А. — ISBN 978-5-394-02468-9. ISBN: 978-5-394-02468-9. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://www.rucont.ru/efd/287066?cldren=0>

2. Жданов, А. А. Автономный искусственный интеллект / А. А. Жданов .— 3-е изд. (эл.) .— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний., 2012 .— (Адаптивные и интеллектуальные системы) .— Библиогр.: с. 350-357 (119 назв.) .— ISBN 978-5-9963-0798-2. <http://www.book.ru/book/902563>

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Инженерный журнал: наука и инновации - <http://www.engjournal.ru/>
2. Журнал «Мехатроника, автоматизация, управление» - <http://www.novtex.ru/mech/index1.htm>
3. Литература по мехатронике - [http://www.novtex.ru/mech/book\\_mex.htm](http://www.novtex.ru/mech/book_mex.htm)

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, Mathcad, Lab View. Multisim, RAMUS.

**Информационные справочные системы:** не предусмотрено курсом данной дисциплины.

Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ:

Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Мехатронные космические системы».

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

**Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), интерактивной доской Smart Board.
- комплект электронных презентаций / слайдов:
  1. Введение в предметную область.
  2. Проектирование мехатронных и робототехнических систем.
  3. Устройство роботов.
  4. Принципы построения электроприводов.
  5. Визуальное моделирование в мехатронике и робототехнике.
  6. Роботизированные технологические комплексы.
  7. МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике.
  8. Перспективы развития мехатроники и робототехники.
- интерактивная доска SMART Board

**Практические занятия:**

- учебный класс, оснащенный вычислительной техникой (ПК), программами для компьютерного моделирования систем управления: Multisim, Mathcad, Lab View, RAMUS;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине**

**ИНСТИТУТ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«МЕХАТРОННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

**(Приложение 1 к рабочей программе)**

**Специальность:** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

**Специализация №21:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

Королев  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				трудовые действия	необходимые умения	необходимые знания
1	ОПК-1;	Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;	Тема 1-8	Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
2	ОПК-8	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	Тема 1-8	способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые программные решения.	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	способностью разрабатывать с использованием CALS-технологий на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, определять алгоритмы и программные решения.
	ПК-2	Способность проектировать космические аппараты, космические системы и их составные части.	Тема 1-8	Знать основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике.	Проведение технико-экономического и функционально-стоимостного анализа проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.	Выполнять расчеты с использованием специализированного ПО.

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ОПК-1 ОПК-8 ПК-2	Выступление докладом на практическом занятии	<p>с на</p> <p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне — 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 2 и менее баллов</p>	<p>1. Проводится в форме выступления с докладом и презентацией</p> <p>2.Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1.Соответствие доклада заявленной тематике (0-5 баллов).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
	Анализ представленных материалов докладах	<p>в</p> <p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 2 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне - 1 балл;</li> <li>• компетенция освоена на базовом</li> </ul>	<p>Проводится по результатам найденных источников докладов и рефератов</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>.Соответствие источников заявленной тематике (0-2 баллов).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 2 балла.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>

	уровне — 1 балл; В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 0	
Решение задачи	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5-6 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне — 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится письменно с использованием моделирования (Lab view, Multisim, Math CAD)</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 30 - 90 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задача решена (5 баллов).</li> <li>2. Задача решена с ошибкой (4 балла).</li> <li>3. Решение задачи не закончено (3 балла).</li> <li>4. Задача не решена (2 балла).</li> <li>5. Оригинальность подхода к решению задачи (+1 балл к 5 баллам).</li> </ol> <p>Максимальная сумма баллов - 6 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Контрольные задания:**

Для текущего контроля успеваемости используются опросы и оценка заданий, выданных на практических занятиях.

1. В системной среде RAMUS создать функциональную IDEF0-модель жизненного цикла мехатронной системы по следующим ее этапам: разработка технического задания; предварительное проектирование;

эскизное проектирование; техническое проектирование; производство; эксплуатация; модернизация; утилизация.

2. В системной среде RAMUS создать функциональную IDEF0-модель жизненного цикла роботизированной системы по следующим ее этапам: разработка технического задания; предварительное проектирование; эскизное проектирование; техническое проектирование; производство; эксплуатация; модернизация; утилизация.

3. В системной среде RAMUS создать функциональную IDEF0-модель проектирования мобильного робота.

4. Для мобильных роботов с применением электрической энергии в среде Match CAD построить модель расчетов вращающего момента применяемого двигателя по следующей формуле:  $C_m = (mgr\alpha)/k$  [мНм], где  $m$  – вес робота (в Кг),  $g$  – сила тяжести (равная примерно 10 Н/Кг),  $r$  – радиус колеса робота (в мм),  $\alpha$  - угловое ускорение, которое рассчитывается по формуле:  $\alpha = (v^2 - v_0^2)/2d$  при  $v$ - максимальная скорость [м/с],  $v_0$  – начальная скорость,  $d$  – диаметр колеса,  $k$  – число двигателей на все колеса робота. При этом вес робота на двух колесах равен 1 Кг, диаметр колеса 40 мм, максимальная скорость – 1 м/с. Построить диаграммы зависимостей вращающего момента от входных параметров.

5. Построить модель системы автоматического управления электроприводом промышленного робота в среде Match CAD и проверить ее устойчивость по критерию Михайлова.

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

Формой контроля знаний по дисциплине являются две текущие аттестации в виде тестов и одна промежуточная аттестация в виде зачета в устной форме.

Неделя текущей контрольной	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
----------------------------	-------------------------	---	--------------------------------	-------------------------	------------------------------	---

<p><i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i></p>	<p>тестирование</p>	<p>ОПК-1 ОПК-8 ПК-2</p>	<p>25 вопросов</p>	<p>Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут</p>	<p>Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры</p>	<p>Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 61%. Отлично – от 81%.</p>
<p><i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i></p>	<p>тестирование</p>	<p>ОПК-1 ОПК-8 ПК-2</p>	<p>25 вопросов</p>	<p>Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут</p>	<p>Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры</p>	<p>Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 61%. Отлично – от 81%. Максимальная оценка – 5 баллов.</p>
<p><i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i></p>	<p>Зачет</p>	<p>ОПК-1 ОПК-8 ПК-2</p>	<p>1 вопрос, 1 практическое задание</p>	<p>Зачет проводится в письменной форме, путем ответа на вопрос и решения практического задания. Время отведенное на процедуру – 0,25 часа на студента.</p>	<p>Результаты предоставляются в день проведения зачета</p>	<p>Критерии оценки: <b>«Зачтено»:</b> 1) знание основных понятий предмета; 2) умение использовать и применять полученные знания на практике; 3) работа на семинарских занятиях; 4) знание основных научных теорий, изучаемых предметов; 5) ответ на вопросы билета. <b>«Не зачтено»:</b> ● демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; ● незнание основных понятий предмета; ● неумение</p>



					использовать и применять полученные знания на практике;
					● не работал на семинарских занятиях;
					● не отвечает на вопросы.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

#### 4.1. Типовые задания на тестирование

Тесты используются как в режиме контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа. Ниже приведен примерный перечень тестов.

Вопросы для тестирования по дисциплине «Мехатронные космические системы»

1. Так как в мехатронике все энергетические и информационные потоки направлены на достижение единой цели в реализации заданного управляемого движения, то мехатроника обладать свойством:

- (?) имерджентности
- (?) редуционизма
- (!) синергии
- (?) системности

2. Редуционизм в мехатронике представляет собой:

- (?) совместное действие, направленное на достижение единой цели
- (?) исследование объектов как систем
- (!) сведение сложного к более простому с целью формализации со сохранением всех связей
- (?) сведение сложного к более простому с целью формализации без сохранения связей

3. Воспроизведение определенных геометрических, физических, динамических, либо функциональных характеристик объекта в мехатронике является процессом:

- (?) анализа
- (?) редукции
- (!) моделирования
- (?) синергии

4. Мехатронные модули ММ по составу объединяемых устройств делятся:

- (?) на два класса

- (?) на две группы
- (!) на три группы
- (?) на два типа

5. Конструктивно и функционально самостоятельное изделие, построенное путем синергетической интеграции двигательной механической, информационной, электронной и управляющей частей, носит название:

- (?) модуля движения
- (?) мехатронного модуля движения
- (!) интеллектуального мехатронного модуля
- (?) роботизированного комплекса

6. Системы автоматизированного проектирования программного обеспечения (инструментальные средства разработки ПО), являются системами:

- (?) CAD
- (?) CAE
- (!) CASE
- (?) CALS

7. Для функционального проектирования сложных систем в CASE-средствах используется стандарт:

- (?) IDEF1
- (?) IDEF2
- (!) IDEFIX
- (?) IDEF

8. Поведенческое моделирование сложных систем в CASE-средствах используется:

- (?) для функционального проектирования сложных систем
- (?) для верификации программного обеспечения
- (!) для определения динамики функционирования сложных систем
- (?) для информационного проектирования баз данных

9. Для оценки эффективности разрабатываемых программ и определения в них ошибок и противоречий в CASE-системах используют:

- (?) конверторы
- (?) планировщики
- (!) анализаторы
- (?) компиляторы

10. В IDEF0-диаграммах используемые средства отображаются стрелками, называемыми:

- (?) вход
- (?) выход
- (!) механизм

(?) управление

11. Первый закон робототехники имеет формулировку:

(?) робот обязан выполнять все команды человека

(?) робот обязан охранять себя

(!) робот не может действием или бездействием принести вред человеку

(?) робот способен существенно различать действия причиняющие человеку вред

12. Второй закон робототехники имеет формулировку:

(?) робот обязан охранять себя

(?) робот не может действием или бездействием принести вред человеку

(!) робот обязан выполнять все команды человека кроме тех, что противоречат предыдущему закону

(?) робот способен существенно различать действия причиняющие человеку вред

13. Третий закон робототехники имеет формулировку:

(?) робот обязан выполнять все команды человека кроме тех, что противоречат предыдущему закону

(?) робот способен существенно различать действия причиняющие человеку вред

(!) робот обязан охранять себя в той мере, в какой это не противоречит другим законам.

(?) робот не может действием или бездействием принести вред человеку

14. Сменный узел робота, который соответствует выполняемой работ, носит название:

(?) исполнительного механизма

(?) рабочего органа

(!) схвата

(?) шарнирным соединением

15. Стратегический уровень робота программно-алгоритмической части робота представляет собой:

(?) информационно-измерительную систему

(?) систему управления исполнительными механизмами

(!) систему управления поведением

(?) систему управления движением

16. Математическим условием установившегося режима электропривода характеризуется:

(?) его движением с переменной скоростью

(?) режимами - пуск, реверс, торможение, сброс и наброс нагрузки, регулирование скорости

(!) равенством нулю всех производных механических координат

(?) равенством нулю всех его механических координат

17. Переходный или динамический режим работы электропривода характеризуется:

(?) его движением с постоянной скоростью

(?) равенством нулю всех производных механических координат

(!) если одна из производных механических координат электропривода отлична от нуля

(?) равенством нулю всех его механических координат

18. Инерционность обмоток двигателя и элементов силового преобразователя и схемы управления электропривода измеряется:

(?) электромеханической постоянной времени

(?) коэффициентом усиления электропривода

(!) электромагнитной постоянной времени

(?) коэффициентом полезного действия электропривода

19. Система управления электропривода обычно содержит:

(?) один контур регулирования

(?) пять контуров регулирования

(!) два контура регулирования

(?) три контура регулирования

20. Электропривод, в котором способ функционирования его системы управления автоматически и целенаправленным образом изменяется для осуществления наилучшего протекания технологического процесса рабочей машины, называется:

(?) электроприводом с замкнутым управлением

(?) электроприводом с открытым управлением

(!) электроприводом с адаптивным или самоприспосабливающимся управлением

(?) электроприводом с управлением по возмущению

21. Блокирующие устройства промышленных роботов при работе в одном из режимов должны:

(?) иметь устройства о начале движения исполнительных устройств

(?) иметь выход манипуляторов за пределы рабочего пространства

(!) исключать возможность работы в другом режиме и самопроизвольное переключение с одного режима на другой

(?) иметь устройства о готовности к движению при исполнении управляющей программы промышленных роботов

22. Основное предназначение роботизированного технологического комплекса заключается (выбрать из списка):

(?) в совместном использовании промышленного робота и универсальных мобильных роботов

(?) в применении осевых систем на базе координатных столов

(!) в совместном использовании промышленного робота и оснастки или оборудования, которое выбирается из назначения комплекса

(!) в том, что промышленный робот оснащается тем оборудованием и оснасткой, которые необходимы для выполнения конкретной технологической операции

23. В роботизированных технологических комплексах работы, которые ведут выполнение конкретной технологической операции, как например, резку, сварку, покраску, паллетирование, относятся:

(?) к мобильным универсальным роботам

(?) к третьему типу промышленных роботов

(!) к первому типу промышленных роботов

(?) ко второму типу промышленных роботов

24. В роботизированных технологических комплексах работы, которые лишь обеспечивают выполнение какой-то технологической операции или технологического процесса, например, обслуживают шлифовальные станки или кузнечные прессы, относятся:

(?) к первому типу промышленных роботов

(?) к третьему типу промышленных роботов

(!) ко второму типу промышленных роботов

(?) к мобильным универсальным роботам

25. Современные роботизированные технологические комплексы (РТК) предназначены:

(?) для автоматизации выполнения множества заданий

(?) для автоматизации выполнения универсальных заданий

(!) для автоматизации выполнения многократно повторяющихся заданий

(?) для автоматизации выполнения неповторяющихся заданий

25. Современные роботизированные технологические комплексы (РТК) предназначены:

(?) для автоматизации выполнения множества заданий

(?) для автоматизации выполнения универсальных заданий

(!) для автоматизации выполнения многократно повторяющихся заданий

(?) для автоматизации выполнения неповторяющихся заданий

26. Для функционального проектирования сложных систем в CASE-средствах используется стандарт:

(?) IDEF1

(?) IDEF2

(!) IDEFIX

(?) IDEF

27. В IDEF0-диаграммах используемые средства отображаются стрелками, называемыми:

- (?) вход
- (?) выход
- (!) механизм
- (?) управление

28. Третий закон робототехники имеет формулировку:

- (?) робот обязан выполнять все команды человека кроме тех, что противоречат предыдущему закону
- (?) робот способен существенно различать действия причиняющие человеку вред
- (!) робот обязан охранять себя в той мере, в какой это не противоречит другим законам.
- (?) робот не может действием или бездействием принести вред человеку

29. Переходный или динамический режим работы электропривода характеризуется:

- (?) его движением с постоянной скоростью
- (?) равенством нулю всех производных механических координат
- (!) если одна из производных механических координат электропривода отлична от нуля
- (?) равенством нулю всех его механических координат

30. Блокирующие устройства промышленных роботов при работе в одном из режимов должны:

- (?) иметь устройства о начале движения исполнительных устройств
- (?) иметь выход манипуляторов за пределы рабочего пространства
- (!) исключать возможность работы в другом режиме и самопроизвольное переключение с одного режима на другой
- (?) иметь устройства о готовности к движению при исполнении управляющей программы промышленных роботов

## **4.2. Типовые вопросы, выносимые на экзамен**

1. Мехатроника и ее определение.
2. Место мехатроники в системе научных дисциплин.
3. Основные задачи и разделы мехатроники.
4. Уровни развития мехатронных систем.
5. Системный и синергетический принцип мехатроники.
6. Редукционизм и моделирование в мехатронике.
7. Методы интеграции составляющих элементов мехатронного объекта.
8. Технологическая постановка задачи проектирования мехатронного объекта.
9. Состав мехатронных систем.
10. Состав мехатронных узлов и их классификация
11. Построение мехатронных модулей на основе синергетической интеграции элементов

12. Различие мехатронного и традиционного подхода к проектированию и изготовлению мехатронных модулей.
13. Мехатронный модуль шпиндель-мотор.
14. Этапы развития мехатронных модулей по поколениям.
15. Мехатронный модуль вращательного движения на базе высокомоментных двигателей.
16. Мехатронный модуль линейного движения.
17. Мехатронный модуль типа "двигатель-рабочий орган"
18. Интеллектуальные мехатронные модули движения.
19. Интеллектуальные силовые модули.
20. Интеллектуальные сенсоры мехатронных модулей и мехатронных систем.
21. Технологические машины-гексаподы.
22. Структура и принцип построения мехатронных систем.
23. Функции компьютерного управления.
24. Датчики перемещений.
25. Датчики контроля размеров и формы.
26. Процедура проектирования интегрированных мехатронных модулей и машин
27. Структурная схема системы адаптивного управления
28. Робототехника. Назначение . Область применения.
29. Классификация промышленных роботов.
30. Классификация роботов по поколениям.

**ИНСТИТУТ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕХАТРОННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

**(Приложение 2 к рабочей программе)**

**Специальность:** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

**Специализация №21:** Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная, очно-заочная



## 1. Общие положения

**Цель дисциплины является:** изучение основных положений по теории цифровой обработки сигналов; овладение приемами практической работы с аппаратными и программными средами, связанными с цифровой обработкой сигналов; подготовки бакалавров к изучению последующих дисциплин как формирующих теоретические и практические основы специализации.

**Основными задачами дисциплины являются:**

- изучение мехатронного подхода в системах управления данными;
- разработка и использование математических и вычислительных моделей в проектировании мехатронных систем, их оптимизация и выработка направлений совершенствования;
- применение компьютеров для решения задач кинематики и динамики в мехатронных и робототехнических системах.

## 2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### Практическое занятие 1

#### Общие понятия о проектировании мехатронных и робототехнических систем

**Вид практического занятия:** компьютерное моделирование

**Цель занятия:** исследование прототипа мехатронной и робототехнической системы в средах RAMUS и Mathcad.

**Основные положения темы занятия:**

1. Построить IDEF0-модели типичной мехатронной и робототехнической системы в среде RAMUS.
2. Провести декомпозицию систем для трех-четырёх уровней детализации.
3. Рассчитать возможные коэффициенты мехатронности по выбранному критерию совершенства мехатронной системы.
4. Провести расчеты для векторно — матричной задачи динамики рабочего органа робота в среде Mathcad.

Продолжительность занятия - 4/2 час.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Системный подход и стадии проектирования мехатронных систем.
2. Информационная поддержка проектирования мехатронных систем: CALS- технологии и STEP-стандарты, организация информационных обменов.
3. Методика концептуального проектирования мехатронных и робототехнических систем.
4. Коэффициент мехатронности и критерий совершенства мехатронной системы.

5. Методы оптимизации в процессе проектирования. Кинематические и динамические задачи при проектировании мехатронной системы.
6. Прямая и обратная задачи о положении точек и звеньев механизма системы.
7. Векторно - матричные методы решения задач.
8. Задачи динамики мехатронной и робототехнической систем и методы их решения.

## **Практическое занятие 2**

### **Общие понятия о проектировании мехатронных и робототехнических систем**

**Вид практического занятия:** компьютерное моделирование

**Цель занятия:** исследование прототипа мехатронной и робототехнической системы в средах RAMUS и Mathcad.

#### **Основные положения темы занятия:**

1. Построить IDEF0-модели типичной мехатронной и робототехнической системы в среде RAMUS.
2. Провести декомпозицию систем для трех-четырёх уровней детализации.
3. Рассчитать возможные коэффициенты мехатронности по выбранному критерию совершенства мехатронной системы.
4. Провести расчеты для векторно — матричной задачи динамики рабочего органа робота в среде Mathcad.

Продолжительность занятия - 4/2 час.

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Системный подход и стадии проектирования мехатронных систем.
2. Информационная поддержка проектирования мехатронных систем: CALS- технологии и STEP-стандарты, организация информационных обменов.
3. Методика концептуального проектирования мехатронных и робототехнических систем.
4. Коэффициент мехатронности и критерий совершенства мехатронной системы.
5. Методы оптимизации в процессе проектирования. Кинематические и динамические задачи при проектировании мехатронной системы.
6. Прямая и обратная задачи о положении точек и звеньев механизма системы.
7. Векторно - матричные методы решения задач.
8. Задачи динамики мехатронной и робототехнической систем и методы их решения.

## **Практическое занятие 3**

### **Устройство робота**

**Вид практического занятия:** компьютерное моделирование

**Цель занятия:** Исследование структуры и устойчивости захватных механизмов робота-манипулятора.

**Основные положения темы занятия:**

1. Захватное устройство робота-манипулятора: построение вычислительной модели в среде Mathcad.
  2. Исследование динамических характеристик захватного устройства.
  3. Расчет усилий захватывания: применение для описания модели в среде Mathcad.
  4. Выбор двигателя: построение вычислительной модели в среде Mathcad.
  5. Расчеты на прочность элементов захватного устройства в среде Mathcad.
- Продолжительность занятия - 4/2 час.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Состав, параметры и классификация роботов.
2. Манипуляционные устройства роботов.
3. Сбалансированные манипуляторы с ручным управлением.
4. Рабочие органы манипуляторов.
5. Устройства передвижения роботов.
6. Устройства управления роботов.
7. Сенсорные устройства роботов.
8. Приводы роботов.

#### **Практическое занятие 4**

**Общие принципы построения электроприводов как системы**

**Вид практического занятия:** компьютерное моделирование

**Цель занятия:** Исследование моделей различных электроприводов и их основных параметров и характеристик в среде Multisim.

**Основные положения темы занятия:**

1. Электрическая схема подключения трёхфазного асинхронного двигателя к трёхфазной сети и пускового реостата (для АД с фазным ротором) к двигателю.
  2. Исследование механической и рабочей характеристик в среде Multisim различными методами.
  3. Механические и рабочие характеристики электродвигателя постоянного тока (ДПТ): Multisim -модель ДПТ параллельного возбуждения.
  4. Исследование работы модели в переходных режимах Multisim.
- Продолжительность занятия - 4/2 час.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Привод с регулированием по отклонению, возмущению. Комбинированное управление. Принцип подчиненного регулирования.
2. Связь структуры с алгоритмом выполнения технологических операций.
3. Механика электроприводов. Расчетные схемы исполнительных механизмов. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных

масс и моментов инерции. аналитическое представление исполнительного механизма и исполнительных устройств систем приводов.

4. Электрические двигатели постоянного и переменного тока. Основные виды исполнительных устройств. Особенности конструкции, механических характеристик и область применения двигателей.

5. Проектирование и настройка регуляторов приводов.

6. Математические методы описания мехатронных систем. Технология создания модели; структура, сложность, упрощения.

7. Модели пространства состояний мехатронной системы.

### **Практическое занятие 5** **Визуальное моделирование и САПР в проектировании** **мехатронных систем**

**Вид практического занятия:** семинар

**Цель занятия:** защита докладов-презентаций по решению проблем визуального моделирования мехатронных систем.

#### **Основные положения темы занятия:**

1. Функции системных сред САПР. Типичная структура программного обеспечения ПО системных сред современных САПР.
  2. Классификация САПР в ГОСТ 23501.108-85. Особенности функциональных моделей современных САПР на базе IDEF-методик.
  3. Понятие интуитивно понятного пользовательского интерфейса современных САПР.
  4. Особенности применения САПР в мехатронных и робототехнических системах.
  5. Основные компоненты CAE/ CAD/CAM/ PDM-систем.
  6. Синтаксический и семантический аспекты интеграции САПР робототехники.
  7. 4GL- описания в современных САПР. Интероперабельность обработки данных в САПР робототехники.
- Продолжительность занятия - 4/2 час.

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Библиотеки и пакеты компьютерного моделирования для мехатроники и робототехники.
2. Построение компьютерной модели.
3. Ошибки моделирования.
4. Обработка результатов машинного эксперимента.
5. Автоматизированное проектирование при создании мехатронной и робототехнических систем.

### **Практическое занятие 6** **Роботизированные технологические комплексы**

**Вид практического занятия:** компьютерное моделирование

**Цель занятия:** исследование функциональных IDEF0-моделей роботизированных технологических комплексов в среде RAMUS

**Основные положения темы занятия:**

1. Построить IDEF0-модели типичных роботизированных технологических комплексов в среде RAMUS.
  2. Провести декомпозицию систем для трех-четырёх уровней детализации.
  3. Типовые варианты компоновок сборочных РТК в среде RAMUS.
  4. Сборочные промышленные роботы, взаимодействующие с упорядоченной средой: пример RAMUS-моделирования работы промышленного робота.
  5. Типовая схема путей адаптации станков, роботов и технологического оборудования в условиях современного производства с высокой и сверхвысокой производительности.
- Продолжительность занятия - 4/2 час.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Классификация роботизированных технологических комплексов.
2. Этапы создания роботизированных технологических комплексов.
3. Особенности создания роботизированных технологических комплексов в действующих производствах.
4. Гибкие производственные системы.
5. Особенности применения промышленных роботов на основных технологических операциях

**Практическое занятие 7**

**МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике**

**Вид практического занятия:** семинар

**Цель занятия:** защита докладов-презентаций по вопросам применения МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике

**Основные положения темы занятия:**

1. Кремниевая технология МЭМС. Процессы нанесения и удаления слоев в кремниевой технологии. Объемная и поверхностная технологии МЭМС-микрообработки кремния.
2. Совместимость технологии микросистемной техники с технологией микроэлектроники.
3. LIGA-технология. Электрохимический метод изготовления МЭМС (EFAB). Стереолитографический метод изготовления МЭМС.
4. Полимерные технологии МЭМС.
5. Спрей-технология для МЭМС. Сборка МЭМС.
6. Выбор конструкции упругого емкостного ЧЭ МЭМС. Упругие емкостные ЧЭ перемещения, силы и веса. Технологические аспекты изготовления емкостных МЭМС.

7. Радиочастотные МЭМС. Микрофлюидные (МФ) микроэлектромеханические системы. Микроструйные МФ МЭМС.
  8. МЭМС в беспроводных системах. Беспроводные сенсорные сети. Беспроводные мультиагентные сети роботов.
- Продолжительность занятия - 4/1 час.

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Место микросистемной техники в системе технических инноваций.
2. Микромеханическое устройство. МЭМС. МСТ. Микромашина. Микромашинная технология.
3. Термины и определения, классификация МЭМС.
4. Принципы миниатюризации технических систем. технических систем.
5. Технологии производства МЭМС. Упругие актюаторные элементы МЭМС.
6. Источники энергии для автономных и сетевых МЭМС.
7. МЭМС-техника в мехатронике и робототехнике.

### **Практическое занятие 8**

#### **Состояние и перспективы развития мехатроники и робототехники**

**Вид практического занятия:** семинар

**Цель занятия:** защита докладов-презентаций по схемотехнике проектирования робототехнической системы, выполняющей заданные функции

#### **Основные положения темы занятия:**

1. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «скутер».
2. Схемотехника мобильного робота типа «искатель».
3. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «муравей»
4. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «спасатель».
5. Схемотехника мобильного робота типа «шагающий».
6. Схемотехника порталного робота.

Продолжительность занятия - 1/1 час.

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Области применения современных мехатронных и робототехнических систем.
2. Системы и средства управления, навигация.
3. Групповое управление и мультиагентные системы.
4. Информационно-интеллектуальные технологии.
5. Микро- и нано-роботы.
6. Техническая диагностика мехатронных и робототехнических систем.
7. Новые компоненты мехатронных и робототехнических систем.

### **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

Не предусмотрено учебным планом

#### 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

**Цель самостоятельной работы:** подготовить бакалавров к практическим навыкам в проектировании мобильных роботов в будущей производственно-технической, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности

**Задачи самостоятельной работы:**

1) расширить свои знания о новых разработках в области мехатроники и робототехники;

2) самостоятельно выполнить домашнее задание (задачу по варианту) в соответствии с графиком;

3) овладеть навыками самостоятельной работы с библиографическими и электронными источниками.

Задачи, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 1.

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	«Схемотехника проектирования робототехнической системы, выполняющей заданные функции»	<b>ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ</b> 1. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «скутер» с выделенной функцией навигации 2. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «скутер» с выделенной функцией обхода препятствий 3. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «скутер» с выделенной функцией обнаружения объекта 4. Схемотехника мобильного робота типа «искатель» с выделенной функцией навигации 5. Схемотехника мобильного робота типа «искатель» с выделенной функцией обхода препятствий 6. Схемотехника мобильного робота типа «искатель» с выделенной функцией обнаружения объекта 7. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «муравей» с выделенной функцией навигации 8. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «муравей» с выделенной функцией обхода

		препятствий 9. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «муравей» с выделенной функцией обнаружения объекта 10. Схемотехника мобильного робота типа «шагающий» с выделенной функцией навигации
--	--	---

### **Вопросы, выносимые на защиту самостоятельного задания.**

1. Основные теоретические положения.
2. Применяемые математические модели, структуры, алгоритмы
3. Выводы.
4. Список источников

Структура отчета по самостоятельному заданию предложена в виде реферата и состоит из следующих частей:

- титульный лист;
- введение;
- условие самостоятельного задания, выданное преподавателем;
- текст отчета, набранного в Word (шрифт №14, полтора интервала) с использованием редактора формул (крупный символ);
- заключение;
- список использованной литературы.

Отчет по самостоятельному заданию должен содержать все математические выкладки, сопровождающие выполнение самостоятельного задания.

Отчет представляется студентом преподавателю для проверки. При наличии ошибок при выполнении самостоятельного задания отчет возвращается студенту для исправления ошибок.

Если самостоятельное задание выполнено без ошибок, то студент должен его защитить, сделав доклад с презентацией и ответив на вопросы преподавателя и присутствующих студентов по теме самостоятельного задания. Если студент защищает самостоятельное задание, то оно считается выполненным.

Даты проверок и защиты самостоятельных заданий должны быть зафиксированы.

## **5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной, заочной формы обучения**

### **5.1. Требования к структуре**



**Цель контрольной работы:** практические задачи по расчетам захватного устройства для промышленного робота.

**Задача варианта контрольной работы**

**Техническое задание.** Разработать захватное устройство (ЗУ). Объект манипулирования – ступенчатый вал (схема представлена на рисунке 1). Тип захватного устройства – ЗУ с рычажно-ползунным передаточным механизмом (кинематическая схема ЗУ представлена на рисунке 2). Вид движения рабочего элемента – плоскопараллельное.

Материал заготовки – Сталь 10 ГОСТ 1050-88 ( $\rho_1=7,825 \text{ г/см}^3$ )

Размеры детали:

$D_1=25\text{мм}$ ,  $G_2=30 \text{ мм}$ ,  $D_3=80\text{мм}$ ,  $l_1=25\text{мм}$ ,  $l_2=10\text{мм}$ ,  $l_3=60 \text{ мм}$

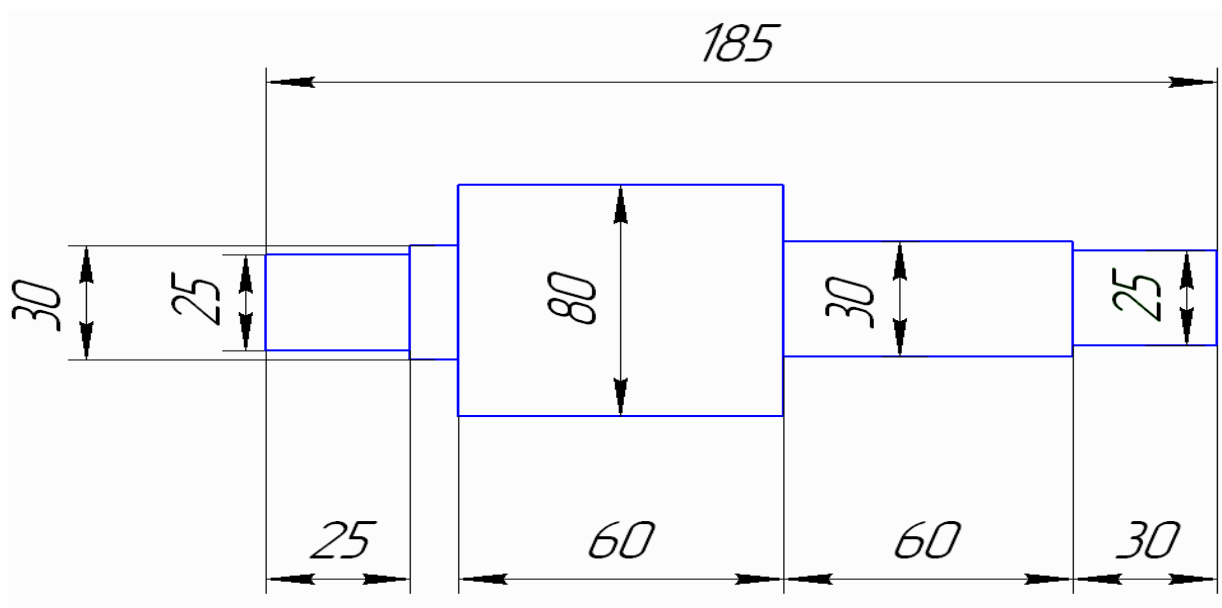


Рисунок 1 – Схема детали

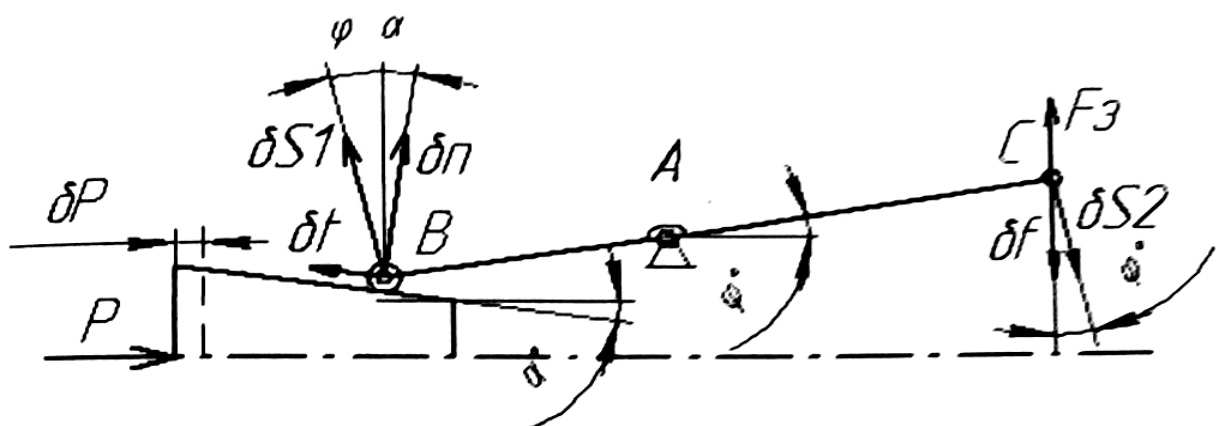


Рисунок 2 – Кинематическая схема захватного устройства

### **5.1. Требования к содержанию (основной части).**

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2 - 4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

### **5.3. Требования к оформлению.**

Объём контрольной работы – 15 - 20 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная литература:**

1. Основы мехатроники [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. Я. Свербилов, В. Н. Илюхин, А. А. Иголкин, Т. Б. Миронова, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) .— Самара : Изд-во СГАУ, 2017 . - ID 230178. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://www.rucont.ru/efd/230178?cldren=0>

2. Анализ и синтез мехатронных систем управления энергетических установок [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. А. Иголкин, А. А. Игонин, А. Н. Крючков, А. Б. Прокофьев, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) .— Самара : Изд-во СГАУ, 2016 .— ID 23004. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://www.rucont.ru/efd/230054?cldren=0>

### **Дополнительная литература:**

1. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования: Монография / Сторожев В.В., Феоктистов Н.А. — ISBN 978-5-394-02468-9. ISBN: 978-5-394-02468-9. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://www.rucont.ru/efd/287066?cldren=0>

2. Компоненты приводов мехатронных устройств : учебное пособие / С.В. Пономарев, А.Г. Дивин, Г.В. Мозгова, и др. ; Министерство образования и

науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : , 2014. - 295 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-8265-1294-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277916>

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Инженерный журнал: наука и инновации - <http://www.engjournal.ru/>
2. Журнал «Мехатроника, автоматизация, управление» - <http://www.novtex.ru/mech/index1.htm>
3. Литература по мехатронике - [http://www.novtex.ru/mech/book\\_mex.htm](http://www.novtex.ru/mech/book_mex.htm)

### **8. Перечень информационных технологий**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, Lab View, RAMUS .

**Информационные справочные системы:** не предусмотрено курсом данной дисциплины

Ресурсы информационно-образовательной среды «Технологического университета»;

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Мехатронные космические системы».