



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 «ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДАТЧИКОВ И МЕХАНИЗМОВ»

**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: Ащеулова А.В. Рабочая программа дисциплины: «Программирование датчиков и механизмов» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.**

**Рецензент: к.т.н. Черемисин М.В.**

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 (пересогласования)	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 (пересогласования)	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 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:

**Профессиональные компетенции:**

ПК-4 Способность сопровождения и анализа результатов процесса подготовки и проведения испытаний космических аппаратов, космических систем и их составных частей в наземных условиях.

ПК-8 Способность Осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ.

ПК-9. Способен оформлять ТД в целях обеспечения производственного участка оснащением для сборочных, сварочных, механических работ, неразрушающих методов контроля, инструментом, вспомогательными и расходными материалами.

**Основными задачами изучения дисциплины являются:**

1. Изучение мехатронных и робототехнических методов и средств в системах управления данными;
2. Разработка и использование математических и вычислительных моделей, применяемых в мехатронике, их оптимизация и выработка направлений совершенствования;
3. Применение компьютеров для решения задач мехатронного управления.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

**Трудовые действия:**

Разрабатывать программы и методики проведения испытаний составных частей космических аппаратов.

Применять средства индивидуальной защиты при проведении испытаний.

Производить расчет потребного количества вспомогательного и расходного материала.

**Необходимые умения:**

Анализировать дефекты, их последствия и несоответствия конструкторской документации.

Оформлять технические отчеты по результатам сопровождения процесса подготовки и проведения испытаний.

Применять физические принципы, используемые при испытаниях для имитации условий реальной эксплуатации.

Уметь осуществлять контроль соблюдения рабочими технологической дисциплины на рабочем месте.

### **Необходимые знания:**

Знать назначение и параметры оборудования для проведения испытаний  
Регламенты проведения испытаний проектируемых составных частей космических аппаратов и космических систем.

Знать порядок проведения проверки технологической дисциплины.

Знать нормативные и методические документы по порядку оформления ПКД.

Знать конструкцию сборочной оснастки и испытательного стендового оборудования на сходные агрегаты и одноименные испытания.

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

Дисциплина «Программирование датчиков и механизмов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

Дисциплина базируется на ранее полученных знаниях по дисциплинам: «Теоретическая механика», «Физика» и «Информатика» и ранее частично изученные компетенции, УК-1; УК-2; УК-4; УК-6; ОПК-1, ОПК-2, ОПК-8, ПК-4, ПК-8, ПК-9.

Дисциплина реализуется кафедрой Техники и технологии.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Программирование датчиков и механизмов», должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующей дисциплины: «Теория машин и механизмов» «Мехатронные космические системы» и др., выполнении выпускной квалификационной работы инженера.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очно-заочной формы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

**Таблица 1**

Виды занятий	Всего часов	Семестр 2	Семестр 3	Семестр4	Семестр5
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>			
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			
Лекции (Л)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	16	16			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>76</b>	<b>76</b>			
Курсовые работы, проекты	-	-			
Контрольная работа, домашнее задание	+ -	+ -			
Текущий контроль знаний (7 — 8 недели)	Тест	Тест			
Вид итогового контроля	зачет	зачет			
<b>ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			
Лекции (Л)	8	8			
Практические занятия (ПЗ)	8	8			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>92</b>	<b>92</b>			
Курсовые работы, проекты	-	-			
Контрольная работа, домашнее задание	+ -	+ -			
Вид итогового контроля	зачет	зачет			

## 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./заоч.	Код компетенций
Тема 1. Основные характеристики измерительных преобразователей	2/1	2/1	1/0,5		ПК-4 ПК-8 ПК-9
Тема 2. Динамические характеристики измерительных преобразователей.	2/1	2/1	1/1		
Тема 3. Методы и средства формирования выходных электрических информативных сигналов в ИП.	2/1	2/1	1/1		
Тема 4. Мостовые схемы формирования сигналов параметрических ИП.	2/1	2/1	1/1		
Тема 5. Управление мостами	2/1	2/1	1/1		
Тема 6. Усилители для нормирования сигналов	2/1	2/1	1/1		
Тема 7 АЦП для нормирования сигналов с датчиков.	2/1	2/1	1/1		
Тема 8. Законченные системы сбора данных на одном кристалле: датчики температуры, влажности, давления, освещенности. Состояние и перспективы развития систем автоматизации	2/1	2/1	1/1,5		
<b>Итого:</b>	<b>16/8</b>	<b>16/8</b>	<b>8/8</b>		

## 4.2. Содержание тем дисциплины

### **Тема 1. Основные характеристики измерительных преобразователей**

Основные термины и определения: датчик, измерительное преобразование, измерительный преобразователь, чувствительный элемент. Классификация (систематизация) ПИП. Статические характеристики измерительных преобразователей.

**Тема 2. Динамические характеристики измерительных преобразователей.** Передаточная функция ИП, переходная характеристика, импульсная характеристика. ИП первого и второго порядков. Динамические погрешности ИП.

### **Тема 3. Методы и средства формирования выходных электрических информативных сигналов в ИП.**

Схемы формирования сигналов параметрических ИП. Основные схемы включения датчиков. Потенциометрические схемы: с источником опорного напряжения, с источником опорного тока. Схемы на основе операционных усилителей.

### **Тема 4. Мостовые схемы формирования сигналов параметрических ИП.**

Мостовые схемы включения ИП: мост Уитстона, четверть мост, полумост, полный мост. Питание мостовых схем. Мосты переменного тока. Усиление и линеаризация выходных сигналов мостов.

### **Тема 5. Управление мостами:**

минимизация ошибок, связанных с сопротивлением проводников. Схемы формирования сигналов генераторных ИП. Схемы формирования сигналов с преобразованием в частоту, период или интервал времени.

### **Тема 6. Усилители для нормирования сигналов**

Характеристики прецизионных операционных усилителей. Анализ бюджета ошибок усилителя по постоянному току. Операционные усилители с однополярным питанием, особенности включения. Инструментальные усилители. Усилители, стабилизированные прерыванием. Изолированные усилители.

### **Тема 7. АЦП для нормирования сигналов с датчиков.**

АЦП последовательного приближения. АЦП последовательного приближения с мультиплексируемыми входами. Сигма-дельта АЦП. Измерительные низкочастотные сигма- дельта АЦП высокого разрешения. Применение сигма-дельта АЦП в измерителях мощности.

**Тема 8. Законченные системы сбора данных на одном кристалле: датчики температуры, влажности, давления, освещенности.** Состояние и перспективы развития автоматических систем и робототехники.

## **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. Иванов, Анатолий Андреевич. Основы робототехники : Учебное пособие. - 2 ; испр. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 223 с. - ISBN 978-5-16-012765-1. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные. URL: <http://znanium.com/go.php?id=1042599>

2. Сырякин, В. И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике : учебное пособие / В. И. Сырякин. — Томск : ТГУ, 2016 — 524 с. — ISBN 978-5-7511-2443-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106130> (дата обращения: 14.01.2021).

3. Киселёв, М. М. Робототехника в примерах и задачах / М. М. Киселёв, М. М. Киселёв. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-91359-235-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107660> (дата обращения: 02.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная 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, 2011 . - 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, 2011 .— ID 23004. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://www.rucont.ru/efd/230054?cldren=0>

3. Техническое описание лабораторного стенда «Промышленные датчики технологической информации» – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011.

4. Техническое описание лабораторного стенда «Датчики механических величин» – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011.



5. Датчики технологической информации. Методические указания к проведению лабораторных работ – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011. – 67 с.

6. 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>

7. 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 «Программирование датчиков и механизмов»

## **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.

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

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДАТЧИКОВ И МЕХАНИЗМОВ»**

**Направление подготовки:** 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. 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	ПК-4	Способность сопровождения и анализа результатов процесса подготовки и проведения испытаний космических аппаратов, космических систем и их составных частей в наземных условиях.	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8.	Разрабатывать программы и методики проведения испытаний составных частей космических аппаратов. Анализировать дефекты, их последствия и несоответствия конструкторской документации.	Применять средства индивидуальной защиты при проведении испытаний. Оформлять технические отчеты по результатам сопровождения процесса подготовки и проведения испытаний.	Знать назначение и параметры оборудования для проведения испытаний Регламенты проведения испытаний проектируемых составных частей космических аппаратов и космических систем.
2	ПК-8	Способность осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8.	Отражать выявленные замечания в журнале контроля технологической дисциплины.	Уметь осуществлять контроль соблюдения рабочими технологической дисциплины на рабочем месте. Уметь составлять докладные записки на имя начальника службы технического контроля и начальника подразделения.	Знать: условия поставки комплектующих деталей и сборочных единиц. Нормативные и методические документы по обеспечению промышленной чистоты. Знать порядок проведения проверки технологической дисциплины.
	ПК-9	Способен оформлять ТД в целях	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4.	Уметь разрабатывать и оформлять	Производить расчет потребного количества	Знать: Нормативные и

	обеспечения производственного участка оснащением для сборочных, сварочных, механических работ, неразрушающих методов контроля, инструментом, вспомогательными и расходными материалами	Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8.	производственно-контрольную документацию (ПКД) на сборку, выполнение монтажей и проведения испытаний <u>изделий и агрегатов РКТ.</u>	вспомогательного и расходного материала.	методические документы по порядку оформления ПКД Знать порядок оформления ВО и ТЗ на технологическое оснащение и специальный инструмент Знать конструкцию сборочной оснастки и испытательного стендового оборудования на сходные агрегаты и одноименные испытания.
--	--	--	--	--	--

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
ПК-4, ПК-8, ПК-9	Задачи	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></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><i>В) не сформирована компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</i></p>	<p><i>Например:</i> <i>Проводится в письменной форме.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл).</i></li> <li><i>2. Умение применить выбранный метод (1 балл).</i></li> <li><i>3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметические ошибки в расчетах (1 балл).</i></li> <li><i>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).</i></li> <li><i>5. Задача не решена вообще (0 баллов).</i></li> </ol> <p><i>Максимальная оценка - 5 баллов.</i></p>
ПК-4, ПК-8, ПК-9	Тест	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком</i></p>	<p><i>Проводится письменно. Время, отведенное на процедуру - 30 минут.</i></p>

		<p>уровне) - 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне - 70% правильных ответов;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне - от 51% правильных ответов;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) - менее 50% правильных ответов</p>	<p>Неявка — 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно - менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно - от 51 % правильных ответов.</p> <p>Хорошо - от 70%.</p> <p>Отлично - от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов</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 текущего контроля	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
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	тестирование	ПК-4	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 61%. Отлично – от 81%.
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	тестирование	ПК-4 ПК-8	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 61%. Отлично – от 81%. Максимальная оценка – 5 баллов.
<i>Проводится в сроки, установленные графиком</i>	Зачет	ПК-4 ПК-8 ПК-9	1 вопрос, 1 практическое задание	Зачет проводится в письменной форме, путем ответа на вопрос и	Результаты предоставляются в день проведения	Критерии оценки: «Зачтено»: 1) знание основных понятий предмета; 2) умение использовать и применять



учебног о процесс а			решения практического задания. Время, отведенное на процедуру – 0,25 часа на студента.	я зачета	полученные знания на практике; 3) работа на семинарских занятиях; 4) знание основных научных теорий, изучаемых предметов; 5) ответ на вопросы билета. «Не зачтено»: <ul style="list-style-type: none"> <li>● демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>● незнание основных понятий предмета;</li> <li>● неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>● не работал на семинарских занятиях;</li> <li>● не отвечает на вопросы.</li> </ul>
------------------------------	--	--	---	----------	---

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
- (?) редукионизма
- (!) синергии
- (?) системности

2. Редукионизм 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
- (?) редукации
- (!) 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 работа программно-алгоритмической части работа 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

26. Управляющее воздействие это:

- а) Управляющий элемент системы управления, следящий за её работой;

- б) Информация о состоянии органа управления, выдаваемая на устройство управления;
- в) Воздействие со стороны устройства управления на объект управления;
- г) Управляемый элемент системы управления, изменяющий своё поведение.

27. Управление включением и выключением механизмов и устройств в определённые моменты времени в заданной последовательности.

- а) геометрическая задача;
- б) логическая задача;
- в) терминальная задача;
- г) технологическая задача.

28. Невысокая точность, сложность многоинструментальной и многопроходной обработки. Плохо работает при больших силах резания. Это недостатки систем:

- а) кулачковых; б) копировальных; в) цикловых; г) числовых.

28. При программировании задаётся как координата точки передвижения инструмента, так и траектория его движения.

- а) Позиционная СЧПУ; б) Контурная СЧПУ; в) Комбинированная СЧПУ.

29. Функция подачи инструмента при кодировании управляющей программы ISO 7 bit обозначается буквой

- а) T; б) S; в) F; г) D.

30. Линия смещения контура на радиус инструмента называется

- а) коррекцией; б) эквидистантой;
- в) интерполяцией; г) индуктосин.

31. Отвечает за расчёт промежуточных точек траектории по заданным координатам начала и конца:

- а) коррекция; б) интерполяция; в) дискретность;

32. Функция конъюнкции это:

- а) Функция «и» б) Функция «или» в) Функция «не»

33. Функция «и» отвечает за:

- а) логической сложение б) логическое умножение в) инверсию

34. Виртуальное устройство имеющее несколько возможных состояний, в которые оно переходит при поступлении различных терминальных сигналах

- а) путевой выключатель б) конечный автомат в) индуктосин г) фоторастровый датчик

35. Выработку управляющих сигналов, поступающих на различные исполнительные механизмы, на основе анализа входного сигнала и заданного алгоритма их обработки, производит

- а) Система терминального управления б) система логического управления

- в) Система геометрического управления г) система технологического управления
36. Позиционные Ф2, контурные Ф3 и комбинированные Ф4 системы входят в состав
- а) кулачковых СУ б) копировальных СУ в) СЦПУ г) СЧПУ
37. Программирование осуществляется по конечным точкам траектории в которых размещаются путевые выключатели и упоры
- а) Кулачковые СУ б) Копировальные СУ в) СЦПУ г) СЧПУ
38. К какой группе относятся кулачковые системы управления, имеющие один распределительный вал, который вращается с одной скоростью
- а) 1 группа; б) 2 группа; в) 3 группа.
39. Отвечает за чтение управляющей программы с какого-либо носителя
- а) ввод УП; б) интерпретация УП; в) память УЧПУ; г) интерполяция.

#### 4.2. Типовые вопросы, выносимые на зачет

1. Дайте определение понятию «датчик» и понятию «измерительный преобразователь»?
2. Что представляет собой интеллектуальный датчик, какие функции он выполняет?
3. Каково различие между активными и пассивными измерительными преобразователями?
4. Что представляют собой биосенсоры?
5. Как определить номинальную статическую характеристику преобразования?
6. Как определить динамический диапазон измерений измерительного преобразователя?
7. Какие погрешности измерительного преобразователя вам известны?
8. Запишите передаточную функцию измерительного преобразователя 1-го порядка.
9. Запишите передаточную функцию измерительного преобразователя 2-го порядка.
10. Как можно оценить быстродействие измерительного преобразователя?
11. Чем обусловлена динамическая погрешность измерительного преобразователя?
12. В каких случаях используется потенциометрическая схема включения измерительного преобразователя?
13. Приведите схему моста Уитстона?
14. Какие способы питания мостовых схем вы знаете?
15. Приведите схему моста Нернста?
16. Приведите схему моста Максвелла?
17. Дайте определение понятию чувствительность моста?
18. Какие конфигурации мостов вы знаете?
19. В чем суть Кельвиновского включения моста?
20. Приведите основные схемы формирования сигналов генераторных

ИП.

21. В чем преимущество схем формирования сигналов с преобразованием?
22. Как определить коэффициент ослабления синфазного сигнала (КОСС)?
23. Какие типы АЦП применяются для нормирования сигналов?



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

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДАТЧИКОВ И МЕХАНИЗМОМ»**

**Направление подготовки:** 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

### **Целью изучения дисциплины является:**

1. 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:**

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

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

### **Практическое занятие № 1-2.**

#### **Тема 1: Общие понятия о проектировании мехатронных и робототехнических систем**

**Вид практического занятия:** компьютерное моделирование

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

**Образовательные технологии:** самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

### **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.

### **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.
- Продолжительность занятия– (5/2 час).

### **Практическое занятие № 3.**

#### **Тема: Устройство робота.**

**Вид практического занятия:** компьютерное моделирование

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

**Образовательные технологии:** самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

#### **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.

#### **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.

Продолжительность занятия– (5/2 час).

## **Практическое занятие № 4.**

### **Тема : 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.

**Образовательные технологии:** самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

#### **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.

#### **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.

Продолжительность занятия– (5/2 час).

## **Практическое занятие № 5.**

### **Тема : Визуальное моделирование и САПР в проектировании мехатронных систем**

**Вид практического занятия:** семинар

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

**Образовательные технологии:** самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

#### **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.

#### **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.

Продолжительность занятия– (5/2 час).

## **Практическое занятие № 6 .**

### **Тема: Роботизированные технологические комплексы.**

**Вид практического занятия:** компьютерное моделирование

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

**Образовательные технологии:** самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

### **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.

### **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.

Продолжительность занятия– (5/2 час).

### **Практическое занятие № 7.**

#### **Тема: МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике**

**Вид практического занятия:** семинар

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

**Образовательные технологии:** самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

### **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.

#### **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.

Продолжительность занятия– (4/1 час).

#### **Практическое занятие № 8.**

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

**Вид практического занятия:** семинар

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

**Образовательные технологии:** самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

#### **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.

#### **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.
- Продолжительность занятия– (1/1 час).

**3. Указания по проведению лабораторного практикума**  
Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### **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.

Задачи, выносимые на самостоятельное изучение Таблица 1

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	Задание «Схемотехника проектирования робототехнической системы, выполняющей заданные функции»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «скутер» с выделенной функцией навигации</li> <li>2. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «скутер» с выделенной функцией обхода препятствий</li> <li>3. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «скутер» с выделенной функцией обнаружения объекта</li> <li>4. Схемотехника мобильного робота типа «искатель» с выделенной функцией навигации</li> <li>5. Схемотехника мобильного робота типа «искатель» с выделенной функцией обхода препятствий</li> <li>6. Схемотехника мобильного робота типа «искатель» с выделенной функцией обнаружения объекта</li> <li>7. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «муравей» с выделенной функцией навигации</li> <li>8. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «муравей» с выделенной функцией обхода препятствий</li> <li>9. Схемотехника мобильного робота-спасателя типа «муравей» с выделенной функцией обнаружения объекта</li> </ol>



		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:

$D1=25\text{мм}$ ,  $G2=30 \text{ мм}$ ,  $D3=80\text{мм}$ ,  $l1=25\text{мм}$ ,  $l2=10\text{мм}$ ,  $l3=60 \text{ мм}$

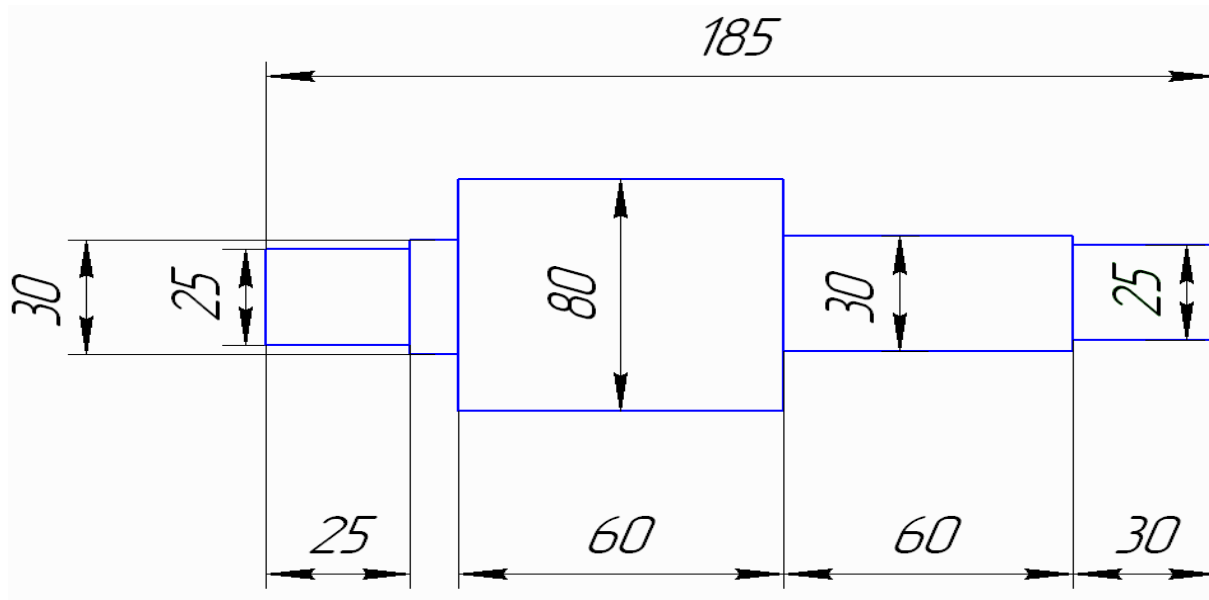


Рисунок 1 – Схема детали

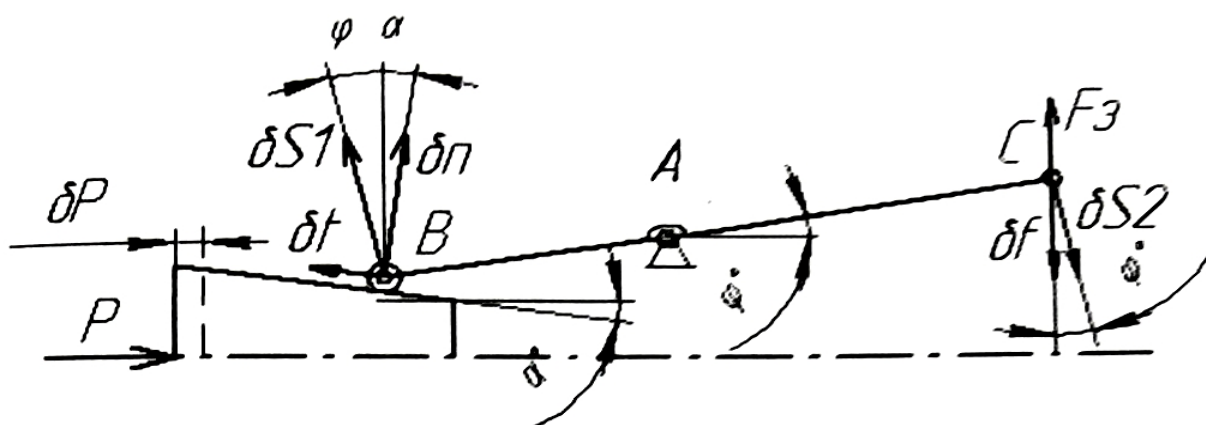


Рисунок 2 – Кинематическая схема захватного устройства

## 5.2. Требования к содержанию (основной) части.

1. Условия задач в контрольной работе надо переписать полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради оставлять поля.
2. В конце контрольной работы указать, каким учебником или учебным пособием студент пользовался при изучении физики (название учебника,

- автор, год издания). Это делается для того, чтобы рецензент в случае необходимости мог указать, что следует студенту изучить для завершения контрольной работы.
3. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, решения которых оказались неверными. Повторную работу необходимо представить вместе с не зачтенной работой.
  4. Зачтенные контрольные работы предъявляются экзаменатору. Студент должен быть готов, во время экзамена (зачета) дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.
  5. Решения задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями. В тех случаях, когда возможно, дать рисунок, схему.
  6. Обозначения физических величин в условии задачи, на рисунке и в ходе решения должны быть одинаковыми.
  7. Решать задачу надо в общем виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.
  8. После получения расчетной формулы для проверки правильности ее следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин обозначения единиц этих величин, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.
  9. Числовые значения величин при подстановке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах СИ. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.
  10. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 0,00129 кг записать  $1,29 \cdot 10^{-3}$  кг т.п.
  11. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений (см. "Задачник по физике" А. Г. Чертов, А.А. Воробьев «Приложение о приближенных вычислениях».) Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.

### **5.3. Требования к оформлению.**

#### **Указания по выполнению контрольных работ.**

Контрольные работы необходимо выполнять чернилами в школьной тетради, на обложке которой привести сведения по следующему образцу:

**Контрольная работа по ТМ № \_\_**

**Студент – Киселев А.В.**

**Группа – РО–14**

**Шифр – (номер зачетной книжки).**

### **Указания по проведению курсовых работ**

Не предусмотрено учебным планом

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

### **Основная литература:**

1. Иванов, Анатолий Андреевич. Основы робототехники : Учебное пособие. - 2 ; испр. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 223 с. - ISBN 978-5-16-012765-1. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные. URL: <http://znanium.com/go.php?id=1042599>

2. Сырямкин, В. И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике : учебное пособие / В. И. Сырямкин. — Томск : ТГУ, 2016 — 524 с. — ISBN 978-5-7511-2443-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106130> (дата обращения: 14.01.2021).

3. Киселёв, М. М. Робототехника в примерах и задачах / М. М. Киселёв, М. М. Киселёв. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-91359-235-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107660> (дата обращения: 02.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная 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, 2011 . - 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, 2011 .— ID 23004. ЭБС Руконт. Режим доступа: <http://www.rucont.ru/efd/230054?cldren=0>

3. Техническое описание лабораторного стенда «Промышленные датчики технологической информации» – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011.

4. Техническое описание лабораторного стенда «Датчики механических величин» – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011.

5. Датчики технологической информации. Методические указания к проведению лабораторных работ – Челябинск: НПП «Учтех-Профи», 2011. – 67 с.

6. 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>

7. 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>

## **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:** *MSSOffice, AIFusion Process Modeler, RAMUS.*

### **Информационные справочные системы:**

1. Ресурсы информационно-образовательной среды «МГОТУ».
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Программирование датчиков и механизмов».