



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 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕХАТРОНИКА»**

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль: Информационные системы и средства управления  
техническими процессами**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

Королев  
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: ст. преп. Строганова С.М. Рабочая программа дисциплины: Мехатроника. – Королев МО: «Технологический университет», 2023 г.**

**Рецензент: к.т.н. Аббасова Т.С.**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.04 «Управление в технических системах» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г..

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

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Артюшенко В.М. д.т.н. профессор 			
Год утверждения (переутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 12 от 05.04.2023			

**Рабочая программа согласована:**

**Руководитель ОПОП ВО**  :т.н., доцент Е.Н. Дмитренко

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переутверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

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

**Целью изучения дисциплины «Мехатроника»** является изучение основных положений по теории мехатроники; овладение приемами практической работы с аппаратными и программными средами, связанными с мехатроникой; подготовки бакалавров в области создания и внедрения мехатронных и робототехнических систем, систем управления мехатронными и робототехническими модулями и системами, востребованными на мировом рынке

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **профессиональные компетенции:**

- способность осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА и контроль над их изготовлением (ПК-2);
- способность проводить испытания опытных образцов и модернизацию электронных средств и электронных систем БКУ АКА (ПК-3).

### **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.

### **После завершения освоения данной дисциплины студент должен:**

#### **Трудовые действия:**

- владеет навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУАКА;
- анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУАКА;
- владеет навыками составления планов и графиков модернизации, испытаний и сдачи в эксплуатацию электронных средств и электронных систем БКУ АКА.

#### **Необходимые умения:**

- выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования;
- использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования электронных средств и электронных систем;
- на научной основе организовывать свой труд самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;

- осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий;
- работать с измерительным и испытательным оборудованием в пределах выполняемой функции;
- работать с конструкторской документацией.

**Необходимые знания:**

- стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД;
- межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации;
- электротехнику и электронику;
- технические характеристики испытательного оборудования.

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

Дисциплина «Мехатроника» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах».

Дисциплина реализуется кафедрой информационных технологий и управляющих систем.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Физика», и компетенциях: УК-1, ОПК-1,2,4,6,11.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

## **3. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

<b>Виды занятий</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Семестр шестой</b>	<b>Семестр седьмой</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>288</b>	<b>108</b>	<b>180</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>112</b>	<b>48</b>	<b>64</b>
Лекции (Л)	32	16	16
Практические занятия (ПЗ)	80	32	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>176</b>	<b>60</b>	<b>116</b>
Курсовые работы, проекты	-	-	
Контрольная работа, домашнее задание	+ -	+ -	+ -
Текущий контроль знаний (7 — 8 недели)	Тест	Тест	Тест
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой/ Экзамен	Зачет с оценкой	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	Код компетенций
Тема 1. Введение в предметную область. Основные понятия мехатроники	4	10	4	–	ПК-2
Тема 2. Общие понятия о проектировании мехатронных и робототехнических систем	4	10	4	–	ПК-2
Тема 3. Устройство роботов	4	10	4	–	ПК-3
Тема 4. Общие принципы построения электроприводов как системы	4	10	4	–	ПК-2
Тема 5. Визуальное моделирование и САПР в проектировании мехатронных систем	4	10	4	–	ПК-3
Тема 6. Роботизированные технологические комплексы	4	10	4	–	ПК-2
Тема 7. МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике	4	10	4	–	ПК-3
Тема 8. Состояние и перспективы развития мехатроники и робототехники	4	10	4	–	ПК-3
<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>80</b>	<b>32</b>	<b>–</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. 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
3. Глоссарий

## **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. Сергеев, А. П. Мехатроника : курс лекций / А. П. Сергеев, В. А. Улексин. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 220 с. Учебное пособие. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1087865>
2. Основы робототехники : учеб. пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). Учебное пособие. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/994181>

### **Дополнительная литература:**

1. Иванов А.А. Основы робототехники : учеб. пособие — 2-е изд., испр. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/763678>
2. Феоктистов Н. А., Сторожев В.В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования - М.:Дашков и К, 2018. - 412 с.: ISBN 978-5-394-02468-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/513143>
3. Сырямкин В.И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике: учебное пособие - Томск: ТГУ, 2016. — 524 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106130>
4. Основы робототехники : учеб. пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_58e7460f93d2e6.7688379](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_58e7460f93d2e6.7688379). Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=994181>
5. Изоткина Н.Ю., Осипов Ю.М., Сырямкин В.И. Инновационные технологии управления в мехатронике и робототехнике: учебное пособие — Томск : ТГУ, 2015. — 220 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68263>.
6. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. Пособие для студентов вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Машиностроение, 2007. -256 с.
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. Юревич Е.И. Основы робототехники. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
9. Карнаухов Н.Ф. Электромеханические и мехатронные системы. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. -320 с.
10. О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев. Конструирование мехатронных модулей: учебник. М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004, 306с.
11. Распопов В.Я. Микромеханические приборы. Учебное пособие. - Тульский Государственный Университет. Тула, 2002. - 392 с.

## **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)
4. Multisim 9 для преподавателей. Электронный ресурс <http://www.twirpx.com/file/623769/>
5. Инструментальная система графического программирования Lab View. Методические указания к лабораторным работам. Санкт-Петербург,

## **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:** LibreOffice, Multisim, RAMUS.

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

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:

Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Мехатроника».

## **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, 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 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕХАТРОНИКА»**

**(Приложение 1 к рабочей программе)**

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль: Информационные системы и средства управления  
техническими процессами**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

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	<b>ПК-2</b>	способность осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА и контроль над их изготовлением	Тема 1. Введение в предметную область. Основные понятия мехатроники Тема 2. Общие понятия о проектировании мехатронных и робототехнических систем Тема 4. Общие принципы построения электропривода в как системы Тема 6. Роботизированные технологические комплексы	- владеет навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и системы БКУ АКА; - анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ АКА	- выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования; - использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования электронных средств и электронных систем; - на научной основе организовывать свой труд самостоятельно оценивать результаты своей деятельности; - осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий	- стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД; - межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации; - электротехнику и электронику
2	<b>ПК-3</b>	способность проводить испытания опытных образцов и модернизацию электронных средств и электронных систем БКУ АКА	Тема 3. Устройство роботов Тема 5. Визуальное моделирование и САПР в проектировании мехатронных систем Тема 7. МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике Тема 8. Состояние и перспективы развития мехатроники и робототехники	владеет навыками составления планов и графиков модернизации, испытаний и сдачи в эксплуатацию электронных средств и электронных систем БКУ АКА	- работать с измерительным и испытательным оборудованием в пределах выполняемой функции; - работать с конструкторской документацией	- технические характеристики испытательного оборудования.

## 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
ПК-2	Выступление докладом на практическом занятии	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 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>
ПК-2	Анализ представленных материалов докладах	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>	<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>
ПК-3	Решение задачи	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на</li> </ul>	<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> <p>1. Задача решена (5 баллов).</p> <p>2. Задача решена с ошибкой (4 балла).</p>

	<p><u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов</p>	<p>3. Решение задачи не закончено (3 балла).</p> <p>4. Задача не решена (2 балла).</p> <p>5. Оригинальность подхода к решению задачи (+1 балл к 5 баллам).</p> <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**

#### **Примерная тематика докладов в презентационной форме:**

1. Исследование зависимостей между механическими характеристиками материалов
2. Аналитическое определение некоторых механических параметров конструкции электропривода протеза
3. Техническое обслуживание и ремонт электродвигателя асинхронного трёхфазного с коротко замкнутым ротором
4. Вопросы отладки и тестирования программного изделия
5. Проектирование механического цеха машиностроительного предприятия
6. Совершенствование системы неразрушающего контроля качества изделий на предприятиях машиностроительного профиля
7. Разработка технологического процесса сборки измерителя N21э транзисторов
8. Проектирование механосборочного цеха
9. Методы защиты от коррозии металлов и сплавов
10. Разработка проекта организации механического цеха
11. Экономическая эффективность вариантов механической обработки детали
12. Технологический процесс механической обработки детали
13. Организация участка механической обработки деталей
14. Анализ конструкции поворотных столов, применяемых в мехатронных станках
15. Механические свойства конструкционных пластмасс
16. Разработка, статистическое регулирование, исследование точности и стабильности технологического процесса при механообработке изделий
17. Проектирование и эксплуатация оптико-волоконной линии связи

- 18.Использование планетарных передач и мехатронных моделей в робототехнике
- 19.Мехатроника и мехатронные системы
- 20.Разработка системы управления асинхронным двигателем с детальной разработкой ПУ
- 21.Технологические требования к конструкции штампованных деталей
- 22.Механика автоматических устройств
- 23.Автоматизация шлифовальной операции изготовления валика
- 24.Тактильные датчики
- 25.Машины и оборудование: токарные, сверлильные станки и промышленные роботы
- 26.Надежность машин: промышленные роботы, станки
- 27.Электропривод механизма передвижения
- 28.Технологические процессы машиностроительного производства
- 29.Мехатронные устройства на примере накопителя на магнитных дисках типа “винчестер”
- 30.Мехатронные устройства в гидравлических системах.

### **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
Согласно графику учебного процесса	тестирование	<b>ПК-2</b> <b>ПК-3</b>	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%.
Согласно графику учебного процесса	тестирование	<b>ПК-2</b> <b>ПК-3</b>	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.
Согласно графику учебного процесса	Зачет с оценкой	<b>ПК-2</b> <b>ПК-3</b>	1 вопрос, 1 практическое задание	Зачет проводится в письменной форме, путем ответа на вопрос и решения	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: <b>«Зачтено»:</b> 1) знание основных понятий предмета; 2) умение использовать и применять полученные знания

са				практического задания. Время отведенное на процедуру – 0,25 часа на студента.		<p>на практике;</p> <p>3) работа на семинарских занятиях;</p> <p>4) знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</p> <p>5) ответ на вопросы билета.</p> <p><b>«Не зачтено»:</b></p> <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>
Согласно графику учебного процесса	Экзамен	<b>ПК-2</b> <b>ПК-3</b>	2 вопроса 1 практическое задание	Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	<p>Критерии оценки:</p> <p><b>«Отлично»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на вопросы билета.</li> </ul> <p><b>«Хорошо»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответы на</li> </ul>

					<p>вопросы билета</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• неправильно решено практическое задание</li> </ul> <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> </ul> <p>«Не удовлетворительно»:</p> <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 практических 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 «Мехатроника»

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. Редукционизм 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 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 роботы, 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 роботы, 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

## **4.2. Типовые вопросы, выносимые на зачеты и экзамены**

### **4.1.1. Типовые вопросы, выносимые на зачет**

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.

### **Типовые вопросы, выносимые на экзамен:**

1. Графическое представление мехатронных систем.
2. Сложная система: основные признаки сложной системы.
3. Два основных подхода к изучению сложных систем: структурный и функциональный.

4. Базовые объекты мехатронных систем: модуль, мехатронный модуль.
5. Виды мехатронных модулей.
6. Три основных направления развития мехатронных систем: интеграция, интеллектуализация и миниатюризация. Их взаимосвязь.
7. Три уровня интеграции мехатронных систем.
8. Три базовых принципа интеграции.
9. Теоретическая база интеллектуальных систем управления.
10. Мехатронные системы микроперемещений (СМП): микроманипуляторы (ММС), автономные микророботы (АМР), приборные системы микроперемещений (ПСМ).
11. Концепция построения мехатронных систем взаимодействия ОУ с внешней средой (три класса), детерминированные и недетерминированные внешние среды.
12. Функциональные модули мехатронных систем: модули движения, измерительно-информационные модули, модули систем управления.
13. Определения: модуль движения, мехатронный модуль движения, интеллектуальный мехатронный модуль движения. Примеры модулей движения: механические, пневмогидравлические, пьезоэлектрические модули движения.
14. Структурные и функциональные схемы мехатронных модулей движения.
15. Основные элементы интеллектуальных мехатронных модулей.
16. Измерительно-информационные модули: структурная схема передачи и обработки информации в мехатронных системах.
17. Модули систем управления.
18. Иерархические уровни управления мехатронными модулями.
19. Источники неопределенности в реальных мехатронных системах.
20. Предсказуемая и непредсказуемая неопределенность, связанная с формированием управляющих воздействий по измеряемой и априорной информации (системы I и II рода).
21. Пять принципов организации интеллектуальных систем управления.
22. Четыре слоя обработки неопределенной информации (слои интеллектуальности).
23. Состав, параметры и классификация роботов.
24. Системы адаптивного управления роботом.
25. Программные и позиционные системы управления роботами.
26. Системы группового управления роботами.
27. Космическая мехатроника.
28. Системы технического зрения.
29. Распознавание образов для систем технического зрения.
30. Применение искусственных нейронных сетей для создания алгоритмов управления робототехническими системами.

**Приложение 2**

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕХАТРОНИКА»**

**(Приложение 2 к рабочей программе)**

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль: Информационные системы и средства управления  
техническими процессами**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

Королев  
2023

## 1. Общие положения

**Целью 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.

### **Задачи дисциплины:**

- 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 занятий

### **Практическое занятие 1 -2 (9 часов).**

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

**Вид практического занятия:** смешанная форма практического занятия.

**Образовательные технологии:** работа в группе, дискуссия, компьютерное моделирование

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

#### **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.

#### **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 3-5 (10 часов).**

#### **Устройство робота**

**Вид практического занятия:** смешанная форма практического занятия.

**Образовательные технологии:** работа в группе, дискуссия, 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 Multisim.
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 Multisim.
5. Расчеты на прочность элементов захватного устройства в среде Multisim.

#### **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 6-8 (10 часов).**

#### **Общие принципы построения электроприводов как системы**

**Вид практического занятия:** смешанная форма практического занятия.

**Образовательные технологии:** работа в группе, дискуссия, 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.

#### **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 9-10 (10 часов).**

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

**Вид практического занятия:** смешанная форма практического занятия.

**Образовательные технологии:** работа в группе, дискуссия.

**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.

**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 11-12 (10 часов)**

**Роботизированные технологические комплексы**

**Вид практического занятия:** смешанная форма практического занятия.

**Образовательные технологии:** работа в группе, дискуссия, 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 .

**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 13-14 (10 часов)**

**МЭМС - технологии в мехатронике и робототехнике**

**Вид практического занятия:** смешанная форма практического занятия.

**Образовательные технологии:** работа в группе, дискуссия

**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.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Место микросистемной техники в системе технических инноваций.
2. Микромеханическое устройство. МЭМС. МСТ. Микромашинная технология.
3. Термины и определения, классификация МЭМС.
4. Принципы миниатюризации 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 15 (12 часов)**

**Состояние и перспективы развития мехатроники и робототехники**

**Вид практического занятия:** смешанная форма практического занятия.

**Образовательные технологии:** работа в группе, дискуссия, компьютерное моделирование

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

**Основные положения темы занятия:**

1. Схематехника мобильного робота-спасателя типа «скутер».
2. Схематехника мобильного робота типа «искатель».
3. Схематехника мобильного робота-спасателя типа «муравей»
4. Схематехника мобильного робота-спасателя типа «спасатель».

5. Схемотехника мобильного робота типа «шагающий».
6. Схемотехника портального 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.

### **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.

Таблица 1

№ п\п	Семестр	Наименование тем
1.	Шестой Седьмой	<b>Задание «Схемотехника проектирования робототехнической системы, выполняющей заданные функции»</b>

**Типовые варианты самостоятельного задания.**

**«Схемотехника проектирования робототехнической системы, выполняющей заданные функции».** Варианты заданий приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ варианта	Название
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

### 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 ( $\rho_1=7,825$  г/см<sup>3</sup>)

Размеры детали:

$D_1=25$ мм,  $G_2=30$  мм,  $D_3=80$ мм,  $l_1=25$ мм,  $l_2=10$ мм,  $l_3=60$  мм

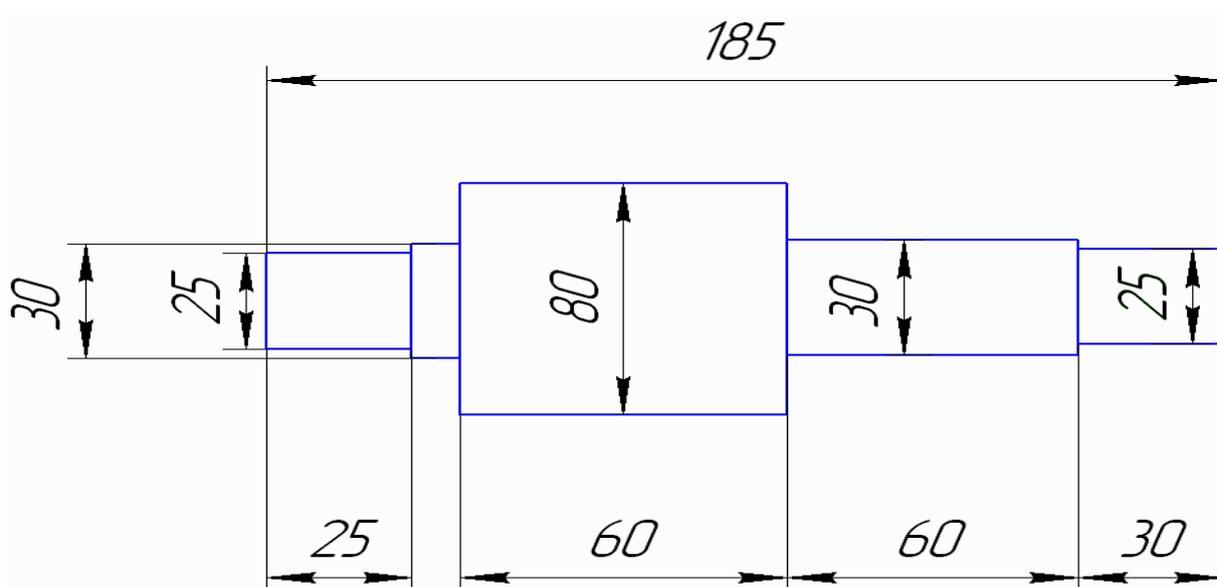


Рисунок 1 – Схема детали

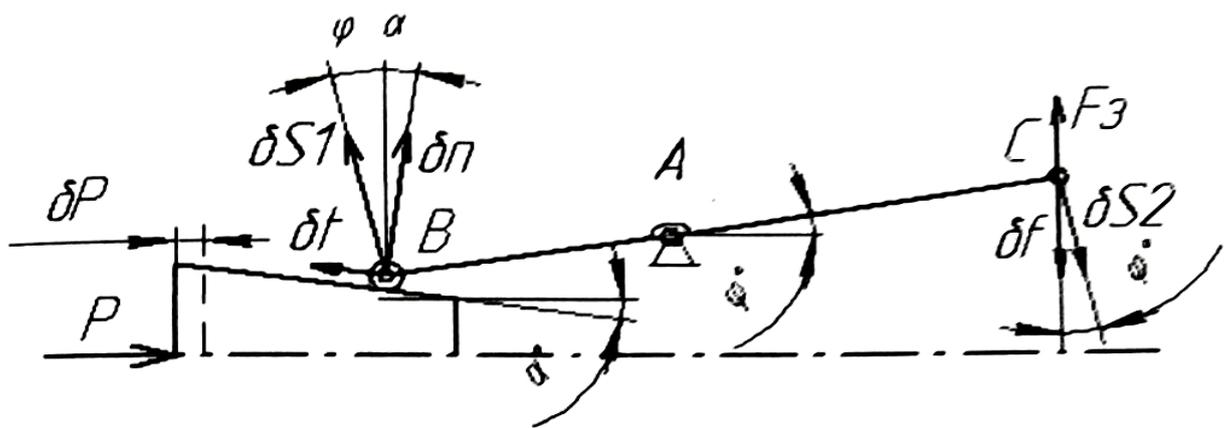


Рисунок 2 – Кинематическая схема захватного устройства

## 6. Указания по проведению курсовых работ Не предусмотрено учебным планом

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная литература:

1. Сергеев, А. П. Мехатроника : курс лекций / А. П. Сергеев, В. А. Улксин. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 220 с. Учебное пособие. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1087865>
2. Основы робототехники : учеб. пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). Учебное пособие. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/994181>

### Дополнительная литература:

1. Иванов А.А. Основы робототехники : учеб. пособие — 2-е изд., испр. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/763678>
2. Феоктистов Н. А., Сторожев В.В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования - М.:Дашков и К, 2018. - 412 с.: ISBN 978-5-394-02468-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/513143>
3. Сырякин В.И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике: учебное пособие - Томск: ТГУ, 2016. — 524 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106130>

4. Основы робототехники : учеб. пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат).  
www.dx.doi.org/10.12737/textbook\_58e7460f93d2e6.7688379. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=994181>
5. Изоткина Н.Ю., Осипов Ю.М., Сырямкин В.И. Инновационные технологии управления в мехатронике и робототехнике: учебное пособие — Томск : ТГУ, 2015. — 220 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68263>.
6. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. Пособие для студентов вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Машиностроение, 2007. -256 с.
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. Юревич Е.И. Основы робототехники. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
9. Карнаухов Н.Ф. Электромеханические и мехатронные системы. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. -320 с.
10. О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев. Конструирование мехатронных модулей: учебник. М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004, 306с.
11. Распопов В.Я. Микромеханические приборы. Учебное пособие. - Тульский Государственный Университет. Тула, 2002. - 392 с.

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

6. Инженерный журнал: наука и инновации - <http://www.engjournal.ru/>
7. Журнал «Мехатроника, автоматизация, управление» - <http://www.novtex.ru/mech/index1.htm>
8. Литература по мехатронике - [http://www.novtex.ru/mech/book\\_mex.htm](http://www.novtex.ru/mech/book_mex.htm)
9. Multisim 9 для преподавателей. Электронный ресурс <http://www.twirpx.com/file/623769/>
10. Инструментальная система графического программирования Lab View. Методические указания к лабораторным работам. Санкт-Петербург, Электронный ресурс: <http://gturp.spb.ru/fkl/fasutp/kaf/kpm/kpm.files/LabVIEW.pdf>

#### **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)

4. Multisim 9 для преподавателей. Электронный ресурс  
<http://www.twirpx.com/file/623769/>
5. Инструментальная система графического программирования Lab View. Методические указания к лабораторным работам. Санкт-Петербург, Электронный ресурс:  
<http://gturp.spb.ru/fkl/fasutp/kaf/kpm/kpm.files/LabVIEW.pdf>

#### **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:** LibreOffice, Multisim, RAMUS.

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

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:

Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Мехатроника».