

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА (КБГУ)»**

**Институт информатики, электроники и робототехники**

**Кафедра «Мехатроника и робототехника»**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ Х.М. Сенов

Директор института \_\_\_\_\_ Н.В. Черкесова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Проектирование роботов и робототехнических систем»**

Направление подготовки  
*15.03.06 Мехатроника и робототехника*

Профиль подготовки  
Промышленная робототехника и робототехнические системы

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины *вариативной части блока 1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника в 7, 8 семестрах.*

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки *15.03.06 «Мехатроника и робототехника»* утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации *от «12» марта 2015 г. № 206*

## Содержание

	с.
1 Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4 Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5 Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	11
6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	16
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	19
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	21
9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	22

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний в области проектирования и эксплуатации современных промышленных роботов и робототехнических систем, а также мехатронных устройств и систем различного назначения.

**Задачами** освоения дисциплины являются: овладение знаниями о конструкциях и технических возможностях современных промышленных роботов и робототехнических систем; освоение методов расчета и конструирования их основных узлов, механизмов и отдельных деталей; подготовка студентов к практической проектно-конструкторской и эксплуатационной деятельности; получение сведений о взаимосвязи требований к приводам, системам управления и к параметрам наиболее важных узлов современных промышленных роботов, а также робототехнических систем различного назначения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Проектирование Р и РТС» относится к вариативной части обязательных дисциплин Б1.В.06.

Изучение дисциплины базируется на фундаментальных знаниях в области математики, физики, теоретической механики, ТММ, управление роботами и РТС, электрических и гидравлических приводы Р и РТС, электротехники и электроники. Необходимы также знания в области микропроцессорной техники, моделирования Р и РТС, информационных систем в мехатронике и робототехнике, деталей мехатронных и робототехнических устройств.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, является базовой для дипломного проектирования

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

### **а) профессиональных (ПК):**

- способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием (ПК-11);
- способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-12);
- готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической систем по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний (ПК-13);

***В результате изучения дисциплины студент должен:***

**Знать:**

- роль и место роботов и робототехнических систем (РТС) различного назначения в современном мире (З1);

- цели, задачи, методы и этапы проектирования роботов и РТС (32);
- области применения манипуляционных промышленных роботов (ПР) на производстве; технические характеристики и классификацию ПР (33) ;
- законы функционирования манипуляторов промышленных роботов с цикловым, позиционным и контурным управлением (34);

**уметь:**

- рассчитывать и конструировать роботы и их основные узлы (У1);
- управлять современными промышленными роботами в ручном и программном режимах (У2);
- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД (У3);
- пользоваться современными средствами вычислительной техники при расчете и проектировании роботов и их узлов (У4);

**владеть:**

- методами расчета и проектирования механизмов и агрегатов ПР (В1);
- навыками программирования ПР (В2);
- навыками эксплуатации современных промышленных роботов (В3);
- навыками работы с научно-технической литературой, в том числе со справочной и стандартами (В4);

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ разд.	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Оценочные средства
1.	Основные понятия и определения. Структура и составные элементы промышленных роботов (ПР).	Основные понятия и определения (робот, промышленный робот, манипулятор, исполнительное устройство, устройство управления, приводы и др.). Обобщенная структура робота. Составные элементы ПР. Функциональная схема ПР. Классификация ПР (ГОСТ 25685-83). Признаки классификации ПР. Универсальные, специализированные и специальные ПР. Общая характеристика приводов ПР. Электрические, гидравлические, пневматические приводы и механические приводы ПР. Сравнительная характеристика этих приводов. Устройства управления ПР. Программные, адаптивные и интеллектуальные системы управления	ПК -11	Тестирование, вопросы на зачете, вопросы на экзамене, лабораторная работа, задачи для практического занятия

		ПР. Позиционное, контурное и цикловое управление ПР. Информационно-измерительные устройства ПР.		
2.	Общие вопросы проектирования Р и РТС.	Процесс проектирования ПР. Общая характеристика процесса проектирования. Состав проектной документации. Этапы проектирования. Задачи проектирования ПР. Требования к выполнению технического проекта (ГОСТ 2.120-73). Общие положения. Требования к выполнению документов, перечень работ, выполняемых при разработке технического проекта.	ПК -11	Тестирование, вопросы на зачете, задачи для практического занятия, вопросы на экзамене, лабораторная работа
3.	Проектирование манипулятора в целом. Кинематический расчёт манипулятора.	Прямая и обратная задачи кинематики при проектировании ПР. Определение параметров движения по степеням подвижности. Определение абсолютных скоростей и ускорений. Источники погрешностей в ПР. Классификация погрешностей ПР. Матрицы передаточных отношений. Проектировочный и проверочный точностной расчёт. Точностной расчёт модулей.	ПК -11 ПК -12	Тестирование, вопросы на зачете, задачи для практического занятия, вопросы на экзамене, лабораторная работа
4.	Проектирование подсистем манипулятора ПР.	Звенья манипуляторов ПР: конструктивные варианты и технические требования. Определение жёсткости звеньев в целом. Формула Мора и правило Верещагина. Опоры: конструктивные варианты и технические требования. Жёсткость опор и стыков. Расчётные схемы определения деформации по смещению рабочего органа. Выбор типа привода ПР. Выбор электродвигателя по мощности и моменту. Определение передаточного числа силового передаточного механизма (редуктора).	ПК -11 ПК -12 ПК -13	Тестирование, вопросы на зачете, вопросы на экзамене, лабораторная работа, задачи для практического занятия
5.	Механизмы и устройства роботов	Силовые передаточные механизмы (СПМ). Виды СПМ. Характеристики СПМ. Особенности применения СПМ. Распределение передаточного отношения по степеням по ступеням СПМ. Реечная передача. Планетар-	ПК -11 ПК -12	Тестирование, задачи для практического занятия,

		ная передача. Волновая зубчатая передача. Передача винт-гайка качения и скольжения.		вопросы на зачете, вопросы на экзамене, лабораторная работа
6.	Конструирование модулей ПР	Конструкции модулей захватных устройств. Классификация, характеристики и принцип действия захватных устройства. Компонировка и составные части ЗУ. Кинематические схемы механических ЗУ. Определение усилий действующих на ЗУ при манипулировании ОМ. Расчёт усилия привода. Расчёт элементов ЗУ на прочность.	ПК -11 ПК -12 ПК -13	Тестирование, вопросы на зачете, вопросы на экзамене, лабораторная работа, курсовой проект
7.	Роботизированные комплексы в гибких производственных системах	Структура ГПС. Подсистемы ГПС. Факторы эффективности ГПС. Вспомогательное оборудование РК. Структура РТК. Варианты организации РТК. Постановка задачи проектирования РК. Средства описания РТК: схемы, таблицы, диаграммы. Методика и алгоритмы проектирования РТК.	ПК -11 ПК -12	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене, лабораторная работа
8.	Средства автоматизации проектирования и программирования ПР	Автоматизация проектирования РТС. Применение расчётных пакетов и САПР общего назначения. Специализированные САПР. Методы программирования ПР. Языки программирования ПР. Автоматизированное программирование ПР.	ПК -11 ПК -12	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене, лабораторная работа, курсовой проект

#### 4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 часов)

Вид работы	7 се- местр	8 се- местр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>216</b>
<b>Аудиторная (контактная) работа:</b>	<b>98</b>	<b>44</b>	<b>142</b>
<i>Лекции (Л)</i>	28	22	50
<i>Лабораторные занятия (ЛР)</i>	42	11	53
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	28	11	39
<b>Самостоятельная работа, в том числе контактная:</b>	<b>10</b>	<b>37</b>	<b>47</b>
Курсовой проект		20	20
Самостоятельное изучение разделов	3	10	11
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	4	7	10
Подготовка и сдача зачета	3		3
<b>Контроль (подготовка и прохождение промежуточной аттестации - сдача экзамена)</b>		<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	зачет	Экзамен, к/п	



#### 4.3 Лекционные занятия

№	Темы
1.	Основные понятия и определения. Структура и составные элементы промышленных роботов (ПР)
2.	Общие вопросы проектирования Р и РТС
3.	Проектирование манипулятора в целом. Кинематический расчёт манипулятора.
4.	Проектирование подсистем манипулятора ПР
5.	Механизмы и устройства роботов
6.	Конструирование модулей ПР
7.	Роботизированные комплексы в гибких производственных системах
8.	Средства автоматизации проектирования и программирования ПР

#### 4.4 Лабораторные занятия

№	Темы занятий
1.	Структура и функции систем промышленного робота Кука. Механика робота. Запуск робота.
2.	Система управления робота Кука. Пульт управления робота.
3.	Перемещение робота Кука. Выбор и установка режима работы. Независимое перемещение робота по осям.
4.	Системы координат относительно робота. Перемещение робота в разных системах координат.
5.	Юстировка робота. Калибровка инструмента.
6.	Выбор и запуск программ робота. Выполнение программ робота.
7.	Разработка программных модулей. Обработка программных модулей.
8.	Использование логических функций в программе робота.

#### 4.5 Практические занятия

№	Тема
1	Состав и структура промышленных роботов Кука. Конструктивные особенности робота КУКА. Особенности системы управления. Приводы робота. Число степеней свободы.
2	Кинематический расчёт манипулятора. Определение скоростей и ускорений отдельных точек манипулятора по уравнениям движения. Точностной расчёт манипулятора.
3	Проектирование подсистем манипулятора ПР. Выбор электродвигателя, определение передаточного числа редуктора, выбор датчика перемещения. Расчёт усилия привода.
4	Конструкции модулей захватных устройств. Классификация, характеристики и принцип действия захватных устройства. Компоновка и составные части ЗУ. Кинематические схемы механических ЗУ.
5	Средства программирования ПР Кука. Структурное программирование. Переменные и их декларирование. Переменные и им декларирование. Подпрограммы и функции. Программирование движения. Циклические и разветвляющиеся структуры.

#### 4.6 Курсовой проект

Курсовой проект призван научить студента правильно использовать в практической конструкторской работе полученные теоретические знания.

В качестве курсового проекта студенты разрабатывают электромагнитное захватное устройство для робота промышленного RURA. Объем проекта: графическая часть – 3 листа формата А1, расчетно-пояснительная записка – 35-40 страниц машинописного текста. Графическая часть проекта выполняется на ЭВМ и должна содержать: 1 и 2 листы – сборочный чертеж проектируемого захватного устройства и рабочие чертежи деталей; 3 лист – схему управления электромагнитным захватным устройством на базе микроконтроллера.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

1. Описание, состав и структура промышленных роботов;
2. Предметы производства и захватные устройства;
3. Механические и электромеханические захватные устройства;
4. Расчет электромагнитного захватного устройства.
  - 4.1. Расчет площади сечения сердечника;
  - 4.2. Расчет намагничивающей силы;
  - 4.3. Расчет числа витков электромагнитной катушки.
5. Разработка системы управления электромагнитным захватным устройством на основе микроконтроллера ATMEGA.

Каждый студент получает на специальном бланке индивидуальное задание на проектирование. Законченный проект проверяется руководителем и допускается к защите перед комиссией.

Трудозатраты на выполнение курсового проекта составляют 20 часов.

#### 4.6 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	2
1.	Расчет и конструирование механических систем промышленных роботов.
2.	Предметы производства и захватные устройства промышленных роботов
3.	Приводы промышленных роботов. Электромеханические, гидравлические, пневматические приводы.
4.	Основы расчета и проектирования устройств и агрегатов промышленных роботов.
5.	Кинематический расчет компоновок ПР агрегатно-модульного типа
6.	Особенности построения кинематических модулей модульных ПР.

## 5 Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 5.1 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОП ВО В КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
7 семестр		
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Коллоквиум	18 (6+6+6)
3	Тестирование	18 (6+6+6)
4	Защита лабораторных работ	24(8+8+8)
Итого		70
8 семестр, курсовое проектирование		
1	Расчет площади сечения сердечника	6
2	1 лист графической части	5
3	Расчеты элементов электромагнитного ЗУ	13
4	Проектирование элементов электромагнитного ЗУ	7
5	Разработка системы управления электромагнитным ЗУ	5
6	2-3 листы графической части	28
8	Оформление РПЗ	6
9	Защита проекта	30
ИТОГО		100

### Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся в 7 семестре по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносятся одна треть вопросов из общего их числа к зачету. Подготовка к коллоквиуму осуществляется по материалам лекций, лабораторных работ, практических занятий и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

### Тесты

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы для компьютерного тестирования (тестовые задания).

Примеры тестовых заданий, приведены ниже.

S: Промышленные роботы дают возможность

- : расширить ассортимент производства
- : выполнить проектные расчеты
- +: автоматизировать основные и вспомогательные производственные операции

S: В общем случае промышленный робот состоит из:

- +: исполнительного устройства и устройства управления
- : рычажных механизмов

+: системы взаимосвязанных контуров

S: Какие приводы применяются в промышленных роботах ?

+: электрические, гидравлические, пневматические

-: только электромагнитные

-: только механические

S: Какие функции выполняет манипулятор?

-: функции передачи сигнала

+: функции, аналогичные функциям руки человека

-: функции преобразования сигнала с датчиков

### Практические занятия и курсовое проектирование

Практические занятия проводятся в 7 и 8 семестрах. В 7 семестре практические занятия проходят в виде семинарских занятий и решения задач. В 8 семестре практические занятия посвящены в основном курсовому проектированию. Оценка хода проектирования осуществляется по выполненному студентом фактическому материалу.

Примеры задач, решаемых на практических занятиях и на контрольных работах в рамках балльно-рейтинговых мероприятий, приведены ниже:

1. Найти разрешающую способность управления линейно перемещающимся схватом, если он пройдет расстояние 1 при использовании 10-разрядных кодов АЦП или ЦАП в цепях обратной связи и управления.

2. Найти разрешающую способность управления робота, работающего в полярной системе координат, при радиусе руки  $R$ , и угловом диапазоне вращения  $\varphi$ , если в приводах используются 8-разрядные коды ЦАП и АЦП в цепях обратной связи.

3. Определить разрешающую способность управления и ошибку робота модели PUMA, показанного на рис. 1. Определить также пространственную разрешающую способность робота, если механическая ошибка равна 0,001 дюйма, (предполагается, что для обратной связи по положению и для управления используется 10-разрядный ЦАП.) Рассматривать только плоскую задачу.

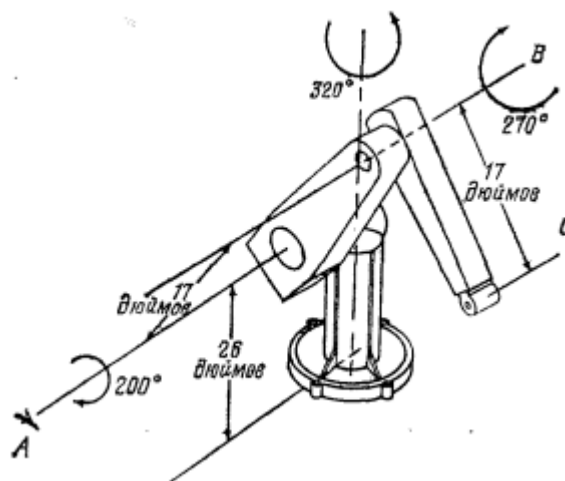


Рис. 1. Строение робота

4. Манипуляционный робот вводит круглый вал в отверстие, причем  $d_s = 0.999 \pm 0.0005$  дюйма  $d_h = 1 \pm 0.001$  дюйма. Суммарная пространственная ошибка разрешения на схвате робота равна 0.0005 дюйма. Определить процент отсева, обусловленного столкновениями, в предположении нормального закона распределения отклонений.

5. Для

$$a = [-1 \ 0 \ 2]^T \text{ и}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 2 & 1 & -1 \\ 4 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

найти их произведение b.

6. Найти определитель матрицы, транспонированной по отношению к матрице  $A_{ij}$ ,

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}.$$

### Лабораторные работы

Лабораторные работы выполняются на основе трех промышленных роботов KURA KR 16. К лабораторным работам имеются методические указания по выполнению работы.

По каждой работе студент должен представить отчет, содержащий название работы и результаты выполнения заданий. За выполнение и защиту лабораторных работ студент может набрать 18 баллов (по 3 балла в каждую рейтинговую точку). Образцы заданий для выполнения лабораторных работ представлены ниже.

Так, например, лабораторная работа «Перемещение робота Кука. Выбор и установка режима работы. Независимое перемещение робота по осям».

1. Задание на выполнение лабораторной работы.

1.1. Ознакомиться с пультом управления робота.

1.2. Ознакомиться с режимами работы робота.

1.3. В режиме T1 установить минимальную скорость перемещения робота.

1.4. Установить угловые значения каждого из 6 приводов в соответствии с индивидуальным заданием.

1.4. Записать установленные угловые значения приводов.

1.5. Установить приводы робота в юстировочное положение.

1.6. Оформить отчет о проделанной работе.

### 5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета в 7 семестре, а в 8 семестре в виде диф. зачета по курсовому проекту и экзамена.

#### Вопросы к зачету

1. Понятие проектирования роботов и РТС. Цели проектирования, как вида деятельности человека.
2. Задача проектирования, объект проектирования.
3. Понятие «Система», «Процессы», «Конструирование».
4. Мехатронное устройство как объект проектирования.

5. Признаки мехатронного устройства.
6. Требования к выполнению технического проекта в соответствии с государственными стандартами.
7. Разделы технического проекта. Требования к разделам технического проекта.
8. Перечень работ, выполняемых при разработке технического проекта.
9. Требования к разделу «Введение» технического проекта.
10. Требования к разделу «Техническая характеристика» технического проекта.
11. Требования к разделу «Описание и обоснование выбранной конструкции» технического проекта.
12. Требования к разделу «Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции» технического проекта.
13. Требования к разделу «Описание организации работ с применением разрабатываемого изделия» технического проекта.
14. Требования к разделу «Уровень стандартизации и унификации» технического проекта.
15. Общие сведения о роботах. Основные понятия и определения. Обобщенная структура робота.
16. Понятие промышленного робота. Составные элементы промышленного робота. Описание и характеристика элементов ПР. Структурная схема ПР.
17. Исполнительное устройство промышленного робота, состав исполнительного устройства. Описание и характеристика элементов исполнительного устройства.
18. Устройство управления ПР. Состав и структура устройства управления. Информационно-измерительная система и система связи ПР.
19. Манипуляторы и рабочие органы промышленных роботов. Назначение, краткая характеристика.
20. Приводы промышленных роботов. Назначение, классификация и краткая характеристика приводов, применяемых в робототехнике.
21. Функциональная схема промышленного робота. Описание схемы взаимодействия систем и составных частей промышленного робота.
22. Классификация промышленных роботов. Универсальные, специализированные и специальные промышленные роботы.
23. Классификация промышленных роботов по виду систем координат, по возможности передвижения, по виду привода, по способу программирования и др.
24. Механические системы промышленных роботов. Понятие кинематической пары, кинематической цепи. Замкнутые разомкнутые кинематические цепи.
25. Классификация возможных движений рабочего органа промышленного робота. Классы движения рабочего органа. Ограничения, накладываемые на движения рабочего органа.

#### **Экзаменационные вопросы**

1. Понятие проектирования роботов и РТС. Цель проектирования, как вида деятельности человека.
2. Понятие промышленного робота. Составные элементы промышленного робота. Описание и характеристика элементов ПР. Структурная схема ПР.
3. Классификация устройств управления промышленными роботами по способу управления. Цикловое, позиционное и контурное управление. Классификация устройств управления по наличию обратной связи.
4. Задача проектирования, объект проектирования.
5. Исполнительное устройство промышленного робота, состав исполнительного устройства. Описание и характеристика элементов исполнительного устройства.

6. Информационно-измерительные устройства роботов (ИИУ). Назначение и характеристика ИИУ. Устройства осязания и устройства для получения внутренней информации.
7. Понятие «Система», «Процессы», «Конструирование».
8. Устройство управления ПР. Состав и структура устройства управления. Информационно-измерительная система и система связи ПР.
9. Сенсорные устройства промышленных роботов. Сенсорные устройства сверхближнего, ближнего, дальнего и сверхдальнего действия.
10. Мехатронное устройство как объект проектирования.
11. Манипуляторы и рабочие органы промышленных роботов. Назначение, краткая характеристика.
12. Датчики, применяемые в робототехнике. Классификация датчиков. Датчики температуры, перемещений, моментов, усилий, скорости, положений и др.
13. Признаки мехатронного устройства.
14. Приводы промышленных роботов. Назначение, классификация и краткая характеристика приводов, применяемых в робототехнике.
15. Электрические приводы промышленных роботов. Выбор двигателя по мощности и моменту. Определение передаточного числа редуктора.
16. Требования к выполнению технического проекта в соответствии с государственными стандартами.
17. Функциональная схема промышленного робота. Описание схемы взаимодействия систем и составных частей промышленного робота.
18. Расчет и конструирование механических систем промышленных роботов. Принципы конструирования роботов. Глобальные, региональные и локальные движения рабочих органов ПР.
19. Разделы технического проекта. Требования к разделам технического проекта.
20. Классификация промышленных роботов. Универсальные, специализированные и специальные промышленные роботы.
21. Машинное проектирование промышленных роботов. Системы автоматизированного проектирования промышленных роботов (САПР ПР).
22. Перечень работ, выполняемых при разработке технического проекта.
23. Классификация промышленных роботов по виду систем координат, по возможности передвижения, по виду привода, по способу программирования и др.
24. Методы снижения интенсивности механических колебаний промышленных роботов. Анализ источников механических колебаний.
25. Требования к разделу «Введение» технического проекта.
26. Понятие промышленного робота. Составные элементы промышленного робота. Описание и характеристика элементов ПР. Структурная схема ПР.
27. Требования к разделу «Техническая характеристика» технического проекта.
28. Механические системы промышленных роботов. Понятие кинематической пары, кинематической цепи. Замкнутые разомкнутые кинематические цепи.
29. Захватные устройства промышленных роботов. Основные виды захватных устройств. Кинематика связи захватное устройство – объект.
30. Требования к разделу «Описание и обоснование выбранной конструкции» технического проекта.
31. Классификация возможных движений рабочего органа промышленного робота. Классы движения рабочего органа. Ограничения, накладываемые на движения рабочего органа.
32. Конструкции захватных устройств промышленных роботов. Универсальные захватные устройства.
33. Требования к разделу «Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции» технического проекта.

34. Достоинства и недостатки гидравлических приводов промышленных роботов. В каких случаях и почему применяются гидравлические приводы в робототехнике? Что используется в качестве рабочего вещества в гидроприводах ?
35. Расчет поддерживающих захватных устройств. Расчет схватывающих захватных устройств.
36. Требования к разделу «Описание организации работ с применением разрабатываемого изделия» технического проекта.
37. Достоинства и недостатки пневматических приводов промышленных роботов. В каких случаях и почему применяются пневматические приводы в робототехнике? Что используется в качестве рабочего вещества в пневмоприводах?
38. Электрические приводы промышленных роботов. Выбор двигателя по мощности и моменту. Определение передаточного числа редуктора.
39. Требования к разделу «Уровень стандартизации и унификации» технического проекта.
40. Достоинства и недостатки электрических приводов промышленных роботов. В каких случаях и почему применяются электрические приводы в робототехнике?
41. Расчет и конструирование механических систем промышленных роботов. Принципы конструирования роботов. Глобальные, региональные и локальные движения рабочих органов ПР.
42. Общие сведения о роботах. Основные понятия и определения. Обобщенная структура робота.
43. Назначение устройства управления промышленным роботом. Поколения промышленных роботов. Программные, адаптивные и интеллектуальные устройства управления.
44. Машинное проектирование промышленных роботов. Системы автоматизированного проектирования промышленных роботов (САПР ПР).

## 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием (ПК-11);	<p><b>Знать:</b> методы расчета и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники;</p> <p><b>Уметь:</b> производить расчеты отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в</p>	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, зачет, экзамен



	<p>соответствии с техническим заданием;</p> <p>систем;</p> <p><b>Владеть:</b> средствами и методами расчета и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием средств вычислительной техники и методов математического моделирования</p>	
<p>способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-12);</p>	<p><b>Знать:</b> требования, предъявляемые конструкторской и проектной документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем, в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями;</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться конструкторской и проектной документацией механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем; разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем;</p> <p><b>Владеть:</b> средствами и методами систем автоматизированного проектирования и моделирования мехатронных и робототехнических систем; методами разработки конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем для использования в решении задач профессиональной деятельности;</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, зачет, экзамен</p>
<p>готовностью участвовать в проведении предвари-</p>	<p><b>Знать:</b> приемы и методы для участия в проведении пред-</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тести-</p>

<p>тельных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний (ПК-13);</p>	<p>варительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной и робототехнической системы по заданным программам и методикам; средства и методы экспериментального исследования отдельных узлов мехатронных и робототехнических устройств.</p> <p><b>Уметь:</b> принять участие в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной и робототехнической системы по заданным программам и вести соответствующие журналы испытаний; в лабораторных условиях проводить экспериментальное исследование отдельных узлов мехатронных и робототехнических устройств.</p> <p><b>Владеть:</b> методами и средствами проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной и робототехнической системы по заданным программам и методикам.</p>	<p>рование, контрольная работа, зачет, экзамен</p>
--	---	--

## 6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

### 6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
7, 8	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ.	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ.	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ.	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ.

	Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	ских работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	нений. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».
--	---	---	--	--

### 6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 7 семестре проводится по следующей шкале, применяемой на зачете:

Семестр	Шкала оценивания	
	Не зачтено (36-60 баллов)	Зачтено (61-100 баллов)
7	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил на теоретический вопрос и не решил задачу.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный (частичный) ответ на теоретический вопрос и частично (полностью) решил задачу. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или решил задачу. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 8 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
8	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

		на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	
--	--	---	--	--

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Лукинов, А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Лукинов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2765>.
2. Рыбак, Л. А. Роботы и робототехнические комплексы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. А. Рыбак, Е. В. Гапоненко, Ю. А. Мамаев. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 84 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28394.html>
3. Булгаков, А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление [Электронный ресурс] / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2011. — 486 с. — 978-5-91359-013-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65132.html>
4. Никитин, Ю. Р. Диагностирование мехатронных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Р. Никитин, И. В. Абрамов. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 116 с. — 978-5-4487-0381-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79623.html>
5. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. М.: МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2004.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей: Учебник.- М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2004.
2. Козырев Ю.Г. Захватные устройства промышленных роботов: Учебное пособие. М.: Кнорус, 2013
3. Шахинпур М. Курс робототехники. М.: Мир, 1990.
4. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. М., Машино
5. Козырев Ю.Г. Программно-управляемые системы автоматизированной сборки. М., Академия, 2009.
6. Макаров И. М.Юревич Е.И. Интеллектуальные роботы. М.: Машиностроение. Учебное пособие, 2007.
7. Иванов Г.А. Расчет и конструирование механического привода: Учебное пособие. Академия, 2012.

8. Воробьев Е.И., Ю.Г. Козырев. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа. М.: Машиностроение. Учебное пособие, 1988.
9. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника, 1989.

### 7.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.kbsu.ru> - Открытый университет
2. <http://www.knigafund.ru/> - ЭБС Книгафонд
3. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС «IPR book»
4. <http://www.viniti.ru> - РЖ ВИНТИ. Электронный Банк данных реферативных журналов ВИНТИ РАН по широкому спектру наук
5. <http://www2.viniti.ru/> - электронный каталог научно-технической продукции

### 7.4. Перечень методических указаний

1. Сенов Х.М. Учебно-методические указания по выполнению лабораторных работ. Нальчик: КБГУ, 2019 (рукопись).

### 7.5 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows XP (или более поздняя версия).
2. Пакет Microsoft Office 2007 (или более поздняя версия).
3. Программные продукты: MATLAB, MathCAD
4. Программный комплекс “Компас” для построения функциональных и структурных схем автоматического управления.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Требования к условиям реализации дисциплины:

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1.	Лекционная аудитория	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
2.	Кабинет для практических занятий	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: подвижная маркерная доска, считывающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
3.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчета один ПК на два студента.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
1.	IBM PC - совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже Pentium IV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.

2.	Мультимедийные средства.	Лекционные и практические занятия.	Демонстрация с ПК электронных презентаций, документов Word, электронных таблиц, графических изображений.
3.	Три универсальных промышленных робота KUKA KR 16.	Лабораторные занятия	Роботы KUKA оснащены электрическим и пневматическим захватными устройствами, моделями контактной и электродуговой сварки, лазерной резки, устройством поллетирования.

№ ра-бот	Материальное обеспечение лабораторных занятий
1	2
1	Три универсальных промышленных роботов-манипуляторов KUKA.
2	Электрические и пневматические захватные устройства.
3	Модель контактной сварки.
4	Модель электродуговой сварки.
5	Модель лазерной резки.
6	Захватное устройство для поллетирования плоских изделий.

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

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные по-

мещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.