

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Елабужский институт (филиал) КФУ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Елабужского института КФУ  
  
Е.Е. Мерзон  
"08" июля 2023 г.

**Программа дисциплины (модуля)**

*Промышленные роботы и мехатронные системы*

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
Направленность (профиль) подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очно-заочная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОПВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОПВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фондооценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фондооценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОПВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-9	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
ОПК- 9.1	Знать способы внедрения и освоения нового технологического оборудования
ОПК- 9.2	Уметь применять способы внедрения и освоения нового технологического оборудования
ОПК- 9.3	Владеть навыками применения способов внедрения и освоения нового технологического оборудования
ОПК-12	Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
ОПК-12.1	Знать технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
ОПК-12.2	Уметь применять технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
ОПК-12.3	Владеть способностью участия в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- рациональные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования
- современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

Должен уметь:

- самостоятельно применять рациональные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования;
- применять современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.

Должен владеть:

- навыками самостоятельного применения рациональных способов внедрения и освоения нового технологического оборудования;
- способностью участия на всех этапах монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.

## 2. Место дисциплины(модуля) в структуреОПОПВО

Данная дисциплина(модуль) включена в Блок 1 "Дисциплины(модули)" Б1.О.05.03 основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 "Мехатроника и робототехника (Физические основы мехатроники и робототехники)" и относится к обязательной части. Осваивается на 2,3 курсах в 5,6,7 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных единиц на 540 часов.

Контактная работа - 150 часов, в том числе лекции - 44 часов, практические занятия - 44 часа, лабораторные работы - 62 часа, контроль самостоятельной работы - 0 часов.

Самостоятельная работа - 282 часа.

Контроль (зачёт/экзамен) - 108 часов.

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 семестре; экзамен в 7 семестре.

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

### 4.1 Структура тематического плана контактной и самостоятельной работы по дисциплине(модулю)

N	Разделы дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Общая характеристика конструкций промышленных роботов	5	2	2	2	18
2.	Тема 2. Классификация промышленных роботов. Принципы управления роботами	5	2	2	2	18
3.	Тема 3. Рельсовые и безрельсовые манипуляторы	5	2	2	2	18
4.	Тема 4. Механизмы роботов манипуляторов и их расчет	5	2	2	2	18
5.	Тема 5. Особенности проектирования автоматических линий с роботами и манипуляторами	5	2	2	2	18
6.	Тема 6. Применение промышленных роботов для автоматизации сборочных операций	5	4	4	4	18
7.	Тема 7. Гибкие производственные системы	5	4	4	4	18
8.	Тема 8. Основные направления развития мехатронных систем: интеграция, интеллектуализация, миниатюризация	6	2	2	4	20
9.	Тема 9. Концепция построения мехатронных систем	6	2	2	6	20
10.	Тема 10. Информационные технологии интеллектуальных систем управления	6	2	2	6	20

11.	Тема 1. Инструментальные средства для построения экспертных систем	6	2	2	6	18
12.	Тема 2. Мехатронные модули движения	6	2	2	6	18
13.	Тема 3. Измерительно-информационные модули	7	4	4	4	12
14.	Тема 4. Модули системы управления исполнительного уровня	7	4	4	4	12
15.	Тема 15. Концепция проектирования мехатронных модулей систем	7	2	2	2	12
16.	Тема 16. Системы автоматизированного проектирования	7	4	4	4	12
17.	Тема 17. Алгоритм проектирования	7	2	2	2	12
	Итого: 540 часов (из них 108 часов контроль)		44	44	62	282

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Введение. Общая характеристика конструкций промышленных роботов

Задачи изучения дисциплины. Значение курса в системе подготовки магистров технологических машиностроения и его связь с смежными дисциплинами. Краткая характеристика курса и методология его изучения.

Термины и понятия. Перспективы развития. Промышленные роботы и манипуляторы. Общая характеристика конструкций промышленных роботов, применяемых на производстве.

### Тема 2. Классификация промышленных роботов. Принципы управления роботами

Классификация промышленных роботов по служебному назначению, типу привода, грузоподъемности, количеству манипуляторов и типу системы управления. Принципы управления роботами. Типовые элементы конструкции промышленных роботов. Исполнительные, обслуживающие и транспортные промышленные роботы. Стационарные и подвижные роботы.

### Тема 3. Рельсовые и безрельсовые манипуляторы

Совместная работа ковочного манипулятора и молота. Допустимые погрешности движения и позиционирования звеньев исполнительного механизма. Захватные устройства промышленных роботов. Структура и свойства кинематических цепей механизмов роботов и манипуляторов. Рабочее пространство манипулятора и классификация движений схвата. Построение уравнений поверхности рабочего пространства произвольным контуром.

Маневренность роботов систем. Зона обслуживания манипуляторов. Уголки коэффициента сервиса.

### Тема 4. Механизмы роботов манипуляторов и их расчет

Приводы промышленных роботов и манипуляторов. Расчет степени подвижности манипулятора. Рабочая зона манипулятора. Система координат подвижности манипулятора. Расчет системы управления роботами. Клещевого головки. Расчет механизма зажима клещей. Механизмы вращения клещей манипулятора и их расчет. Механизмы подъема и качания хобота. Математическое моделирование работы манипулятора. Определение геометрических характеристик роботов-манипуляторов.

### Тема 5. Особенности проектирования автоматических линий с роботами и манипуляторами

Автоматические линии современного производства с роботами и манипуляторами. Факторы, определяющие эффективность создания автоматических линий. Основные этапы создания автоматизированных автоматических линий производства. Особенности проектирования автоматических линий на разном технологическом оборудовании. Системы комплексной автоматизации производственных процессов. Роторно-конвейерные линии.

### Тема 6. Применение промышленных роботов для заготовительных и сборочных операций

Типовые схемы применения роботов при индивидуальном и многостаночном обслуживании технологического оборудования. Компонировка роботизированных технологических участков. Встраивание роботов в технологические машинокомплексы. Техническая подготовка производства к применению роботов. Отбор деталей, подлежащих роботизированной загрузке. Требования к технологическому оборудованию при обслуживании его роботами. Расчет затрат времени при обслуживании роботами группы основного технологического оборудования.

### Тема 7. Гибкие производственные системы

Создание гибких производственных систем. Возможности использования технологического оборудования с системами числового программного управления. Гибкие производственные модули (ГПМ). Подготовка управляющих программ для ГПМ. Поток контрольно-измерительной информации в ГПМ. Методы автоматизированного контроля и диагностирования. Обработка центров на базе технологического оборудования.

## **Тема 8. Основы направления развития мехатронных систем: интеграция, интеллектуализация, миниатюризация**

Общие понятия. Сложные системы. Интеграция мехатронных элементов в системы в оборудовании более высокого уровня. Интеллектуализация процессов управления в мехатронных системах. Миниатюризация конструктивных решений мехатронных элементов и систем. Общие представления и определения. Общая концептуальная структура интеллектуальных систем управления

## **Тема 9. Концепция построения мехатронных систем**

Общие представления и определения. Общая концептуальная структура интеллектуальных систем управления. способность автономно (без участия человека-оператора) принимать решения о поведении системы в некоторых заранее не определенных ситуациях; возможность адаптировать (приспосабливать) структуру и законы движения мехатронной системы к изменяющимся условиям внешней среды и возмущающим воздействиям; способность системы управления к самообучению и накоплению знаний в процессе действий управляемой машины и их использование в последующих задачах управления; применение процедур оптимизации на этапах планирования, программирования и исполнения всех функциональных движений машины; оценка качества выполняемых движений и диагностика фактического состояния управляемой машины и протекающих процессов в реальном времени; эффективное взаимодействие с человеком-оператором, использование его интеллекта как эксперта и навыков при планировании действий машины; иерархичность структуры системы с четким выделением функций, информационного обеспечения и обратных связей для каждого уровня управления; гибкое взаимодействие распределенных подсистем через компьютерные сети для достижения общих для всей системы целей управления; повышенные показатели гибкости, робастности и точности управления.

## **Тема 10. Информационные технологии интеллектуальных систем**

**управления** Базовые функции экспертных систем: приобретение знаний, представление знаний, выводы из знаний, разъяснение принятого решения

Инженерия знаний. Инженер познаниям.

Понятие поля знаний и процесса его формирования. Извлечение знаний и приобретение знаний. Пассивные методы получения знаний. Активные методы получения знаний. Интервью с экспертом.

## **Тема 11. Инструментальные средства для построения экспертных систем**

Основы проектирования и разработки экспертных систем: выбор проблемы, разработки прототипа, доработка прототипа, оценка экспертной системы, стыковка системы, поддержка системы. Традиционные языки программирования. Языки искусственного интеллекта. Специальный программный инструментарий. "Оболочки".

## **Тема 12. Мехатронные модули движения**

Конструктивное объединение электродвигателя и преобразователя движения в единый компактный электропривод-мотор-

редуктор. Мехатронные модули линейного движения. Преимущества модулей на базе ЛВМД. Мехатронные модули типа. Реализация ММ. Контроллеры движения. Структура системы управления функциональным движением. Интеллектуальные силовые модули.

## **Тема 13. Измерительные информационные модули**

Мехатронная система с позиции анализа информационных систем, т. е. систем, осуществляющих сбор, передачу, обработку, хранение и представление информации с применением вычислительной техники. Датчики осязания, мехатронных и робототехнических систем. Контактные и безконтактные. Индуктивные, оптические, тактильные, силомоментные.

**Тема 14. Модули систем управления исполнительного уровня** Назначение исполнительного уровня управления в обеспечении заданных требований по устойчивости, точности и качеству переходных процессов в системе при достижении цели управления, которая поступает тактического уровня управления. Системы автоматического регулирования с параллельными обратными связями.

**Тема 15. Концепция проектирования мехатронных модулей и систем** Системный подход к проектированию на базе систем автоматизированного проектирования с использованием CALS-технологий (объектно-ориентированное проектирование) Внедрение CALS-сложный, многогранный процесс, связанный с различными аспектами деятельности организации, нормативное обеспечение, подготовка кадров, применение результатов НИОКР и пилотных проектов, направленных на изучение и разработку решений в области CALS-технологий, информационные источники существующих решений и ведущихся работ в области CALS. Создание единого информационного пространства для внедрения CALS-

технологий. Проблемы практического использования CALS-технологий.

#### **Тема 16. Системы автоматизированного проектирования**

Проектные процедуры при разработке нового технического объекта. Понятие технического задания. Основные разделы технического задания. Автоматизированное проектирование. Системный подход при проектировании. Блочный-иерархический подход. Объектно-ориентированный подход. Уровни проектирования. Современные САПР (или системы CAE/CAD), обеспечивающие сквозное проектирование сложных изделий

#### **Тема 17. Алгоритм проектирования**

Этапы проектирования автоматизированных систем (АС). Стадии проектирования. Эскизный проект. Функциональная модель. Информационная модель. Проектные процедуры.

Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Совмещенное проектирование. CALS-технологии. Технология управления данными об изделии (PDM-система).

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года № 301)

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года № 245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации № 14-55-996 ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### **6. Фондооценочные средства по дисциплине (модулю)**

Фондооценочные средства по дисциплине (модулю) включают оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фондооценочные средства включают оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фондооценочных средствах содержится следующая информация:

соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фондооценочные средства по дисциплине находятся в Приложении 1 к программе дисциплины (модуля).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке Елабужского института КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет" При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осуществляющих освоение данной дисциплины (модуля)

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Елабужского института КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Автоматизированные транспортно-складские системы - <http://poznayka.org/s77344t1.html>

Загрузочные устройства для автоматических линий <https://studfile.net/preview/5616183/page:36/>

Проектирование загрузочных устройств - <http://mash-xxl.info/info/447939/>

Технологическое оборудование автоматизированного производства - <https://studfile.net/preview/1751224/>

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий и предполагают активное участие студентов. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
практические занятия	На практических занятиях производится решение типовых задач с использованием изученных методов; постановка Работа на практических занятиях предполагает повторение теоретического материала, активное участие в совместном решении задач, отчеты по выполненной домашней работе, выступления с докладами и выполнение заданий под руководством преподавателя.
лабораторные работы	Лабораторные занятия - это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов по дидактической сути представляет собой комплекс условий обучения, организуемых преподавателем и направленных на самоподготовку учащихся. Учебная деятельность протекает без непосредственного участия преподавателя и заключается в проработке лекционного материала, подготовке к устному опросу и тестированию, к лабораторным занятиям; изучении учебной литературы из основного и дополнительного списка
курсовая работа	В ходе выполнения курсовой работы обучающийся выполняет основные этапы этой работы в рамках соответствующего индивидуального задания, а также оформляет соответствующую отчетную документацию (пояснительная записка, чертежи и т. д.). При этом обучающийся опирается на лекционный материал, а также на источники, которые использовались им при выполнении лабораторных и практических работ. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий консультации по курсовой работе и защита курсовой работы проводятся в соответствующей команде платформы «Microsoft Teams».

экзамен	Экзамен является формой итоговой оценки качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине в целом или по разделу дисциплины. По результатам экзамена студенту выставляется оценка "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" или "неудовлетворительно". Экзамен может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению кафедры. Экзаменатор может проставить экзамен без опроса или собеседования тем студентам, которые активно участвовали на практических занятиях.
---------	---

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 69

Комплект мебели для преподавателя – 1 шт., посадочные места для обучающихся – 40 шт., интерактивная трибуна (с микрофоном на гусиной шее и монитором) – 1 шт. проектор – 1 шт., экран мультимедийный – 1 шт., колонки – 5 шт., доска меловая настенная – 1 шт., картины – 16 шт., веб-камера – 1 шт., выход в интернет, внутрисетевая компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

«Лаборатория автоматизации энергетических систем» № 56

Комплект мебели для преподавателя – 1 шт., посадочные места для обучающихся – 17 шт., маркерная доска передвижная - 1 шт., большой стол - 2 шт., компьютер - 4 шт., встроенный шкаф – 3 шт., стенд – 5 шт., комплект лабораторного оборудования «Модель электрической системы с релейной защитой и автоматикой», стендовое компьютерное исполнение (МЭС-РЗ-СК) – 1 шт., комплект лабораторного оборудования «Автоматизация электроэнергетических систем», стендовое компьютерное исполнение (АЭС-СК) – 1 шт., комплект типового лабораторного оборудования «Автоматика на основе программируемого контроллера» АПК1-С-К. – 2 шт., комплект учебного оборудования «Рабочее место для СКБ по направлению автоматизация и электроника», стендовое исполнение – 1 шт., типовой комплект учебного оборудования «Микроконтроллеры и микропроцессорная техника» – 1 шт., комплект лабораторного оборудования «Промышленная автоматика — программируемый контроллер и преобразователь частоты фирмы Delta», настольное компьютерное исполнение (ПА-Delta-НК) – 1 шт.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций

Комплект оборудования для выполнения задания «Работа с автоматическими линиями» в составе: Промышленный робот-манипулятор KUKAKR10 R1100-2 – 5 шт.

Помещение для самостоятельной работы № 10

Посадочные места для пользователей – 28 шт., металлические двусторонние стеллажи для книг – 11 шт., книжный шкаф открытый – 5 шт., проектор – 1 шт., ноутбуки для пользователей – 11 шт., шкаф каталожный – 8 шт., шкаф для одежды – 1 шт., ксерокс – 1 шт., рабочий стол библиотекаря – 1 шт., компьютер библиотекаря – 1 шт., вешалка для одежды – 1 шт., жалюзи рулонные «Омега» с фотопечатью – 4 шт., стенд настенный (бронированное стекло) – 4 шт., шкаф-витрина встроенный в арку – 2 шт., шкаф-витрина стеклянный – 2 шт., стеллаж трубчатый с деревянными полками – 2 шт., рабочий стол для инвалидов и лиц с ОВЗ – 2 шт., стол СИ-1 рабочий для инвалидов-колясочников – 1 шт., компьютер – 2 шт., наушники – 2 шт., устройство «Говорящая книга» (тифлоплеер) – 2 шт., видеоувеличитель – 2 шт., радиокласс – 1 шт., портативный тактильный дисплей - 1 шт., сканирующая читающая машина - 1 шт., сканер – 1 шт., веб-камера – 1 шт., выход в интернет, внутрисетевая компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
  - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
  - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
  - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника и профилю подготовки " Физические основы мехатроники и робототехники ".

*Приложение 1*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.О.05.03 Промышленные роботы и мехатронные системы*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Елабужский институт (филиал) КФУ

**Фондооценочных средств по дисциплине (модулю)**  
Промышленные роботы и мехатронные системы

Направление подготовки: 15.03.06 -Мехатроника и робототехника  
Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очно-заочная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

**1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)**

**2. Критерии оценивания сформированности компетенций**

**3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию**

**4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания**

**4.1. Оценочные средства текущего контроля**

4.1.1. Лабораторные работы

4.1.1.1. Порядок проведения.

4.1.1.2. Критерии оценивания

4.1.1.3. Содержание оценочного средства

4.1.2. Проверка практических навыков

4.1.2.1. Порядок проведения.

4.1.2.2. Критерии оценивания

4.1.2.3. Содержание оценочного средства

4.1.3. Презентация

4.1.3.1. Порядок проведения.

4.1.3.2. Критерии оценивания

4.1.3.3. Содержание оценочного средства

4.1.4. Курсовая работа

4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания.

4.1.4.2. Критерии оценивания

4.1.4.3. Содержание оценочного средства

4.1.5. Отчет

4.1.5.1. Порядок проведения и процедура оценивания

4.1.5.2. Критерии оценивания

4.1.5.3. Содержание оценочного средства

**4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

4.2.1. Экзамен

4.2.1.1. Порядок проведения.

4.2.1.2. Критерии оценивания.

4.2.1.3. Оценочные средства.

**1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
<p>ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование</p>	<p>Знать: рациональные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования</p> <p>Уметь: самостоятельно применять рациональные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования</p> <p>Владеть: навыками самостоятельного применения рациональных способов внедрения и освоения нового технологического оборудования</p>	<p>Семестр 5 <b>Оценочные средства текущего контроля</b> <b>Лабораторные работы</b> Темы: 1) Введение. Общая характеристика конструкций промышленных роботов 2) Классификация промышленных роботов. Принцип управления роботами <b>Проверка практических навыков</b> Темы: 3) Рельсовые и безрельсовые манипуляторы 4) Механизмы роботов манипуляторов и их расчет <b>Презентация</b> Тема: 7) Гибкие производственные системы.</p> <p><b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b> <b>Экзамен.</b></p> <p>Семестр 6 <b>Лабораторные работы</b> Темы: 9) Концепция построения мехатронных систем 10) Информационные технологии интеллектуальных систем управления 12) Мехатронные модули движения <b>Презентация</b> Тема: 8) Основные направления развития мехатронных систем: интеграция, интеллектуализация, миниатюризация.</p> <p><b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b> <b>Экзамен.</b></p>

		<p>Семестр7</p> <p><b>Лабораторныеработы</b></p> <p>Темы:</p> <p>13) Измерительно-информационные модули</p> <p>14) Модули систем управления исполнительного уровня</p> <p>16) Системы автоматизированного проектирования</p> <p><b>Отчет</b></p> <p>Тема:</p> <p>Модули систем управления исполнительного уровня.</p> <p><b>Курсовая работа</b></p> <p>Тема:</p> <p>12) Мехатронные модули движения.</p> <p><b>Презентация</b></p> <p>Тема:</p> <p>16) Системы автоматизированного проектирования.</p> <p><b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b></p> <p><b>Экзамен.</b></p>
<p>ОПК-12- Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>Знать: современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p> <p>Уметь: применять современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p> <p>Владеть: способностью участия на всех этапах монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>Семестр5</p> <p><b>Оценочные средства текущего контроля</b></p> <p><b>Лабораторныеработы</b></p> <p>Темы:</p> <p>1) Введение. Общая характеристика конструкций промышленных роботов</p> <p>2) Классификация промышленных роботов. Принцип управления роботами</p> <p><b>Проверка практических навыков</b></p> <p>Темы:</p> <p>3) Рельсовые и безрельсовые манипуляторы</p> <p>4) Механизмы роботов манипуляторов и их расчет</p> <p><b>Презентация</b></p> <p>Тема:</p> <p>7) Гибкие производственные системы.</p> <p><b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b></p> <p><b>Экзамен.</b></p> <p>Семестр6</p> <p><b>Лабораторныеработы</b></p> <p>Темы:</p> <p>9) Концепция построения мехатронных систем</p> <p>10) Информационные технологии интеллектуальных систем управления</p> <p>12) Мехатронные модули движения</p> <p><b>Презентация</b></p> <p>Тема:</p> <p>8) Основные направления развития мехатронных систем: интеграция, интеллектуализация, миниатюризация.</p> <p><b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b></p>

		<p><b>Экзамен.</b></p> <p>Семестр7</p> <p><b>Лабораторныеработы</b></p> <p>Темы:</p> <p>13) Измерительно-информационные модули</p> <p>14) Модули систем управления исполнительного уровня</p> <p>16) Системы автоматизированного проектирования</p> <p><b>Отчет</b></p> <p>Тема:</p> <p>Модули систем управления исполнительного уровня.</p> <p><b>Курсовая работа</b></p> <p>Тема:</p> <p>12) Мехатронные модули движения.</p> <p><b>Презентация</b></p> <p>Тема:</p> <p>16) Системы автоматизированного проектирования.</p> <p><b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b></p> <p><b>Экзамен.</b></p>
--	--	--

## 2. Критерию оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Незачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70баллов)	Нижепорогового уровня (неудовлетворительно) (0-55баллов)
ОПК-9	Знает рациональные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования	Знает основные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования	Знает способы внедрения и освоения нового технологического оборудования в частных случаях	Не знает рациональные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования
	Умеет самостоятельно применять рациональные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования	Умеет внедрять мехатронные и робототехнические системы, их подсистемы отдельных модулей в производство, по некоторым вопросам обращаться к преподавателю	Умеет внедрять робототехнические системы в производство под руководством преподавателя или мастера.	Не умеет самостоятельно применять рациональные способы внедрения и освоения нового технологического оборудования
	Владеет навыками самостоятельного применения рациональных способов внедрения и освоения нового технологического оборудования	Владеет навыками применения рациональных способов внедрения и освоения нового технологического оборудования, по некоторым вопросам обращаться к преподавателю	Владеет навыками применения способов внедрения и освоения нового технологического оборудования под руководством преподавателя или мастера	Не владеет навыками самостоятельного применения рациональных способов внедрения и освоения нового технологического оборудования
ОПК-12	Знает современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Знает технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем	Знает на базовом уровне современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Не знает современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

	<p>Умеет применять современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>Умеет применять технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>Умеет применять элементарные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию стандартных образцов мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>Не умеет применять современные технологии монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>
	<p>Владеет способностью участия на всех этапах монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>Владеет способностью участия на основных этапах монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>	<p>Владеет способностью участия на отдельных этапах монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию стандартных образцов мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>Не владеет способностью участия на отдельных этапах монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию стандартных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p>

### 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

#### Текущий контроль

##### Семестр 5

Лабораторные работы (ОПК-9, ОПК-12) – 30 баллов  
Проверка практических навыков (ОПК-9, ОПК-12) – 10 баллов  
Презентация (ОПК-9, ОПК-12) – 10 баллов

Итого  $30+10+10=50$  баллов.

##### Семестр 6

Лабораторные работы (ОПК-9, ОПК-12) – 30 баллов  
Презентация (ОПК-9, ОПК-12) – 20 баллов  
Итого  $30+10+10=50$  баллов.

##### Семестр 7

Лабораторные работы (ОПК-9, ОПК-12) – 20 баллов  
Отчет (ОПК-9, ОПК-12) – 10 баллов  
Презентация (ОПК-9, ОПК-12) – 10 баллов  
Курсовая работа (ОПК-9, ОПК-12) – 10 баллов

Итого  $20+10+10+10=50$  баллов.

#### Промежуточная аттестация – экзамен

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам. В каждом экзаменационном билете 2 вопроса. Список теоретических вопросов для экзамена размещается в Виртуальной аудитории не позднее двух недель до даты проведения экзамена. Продолжительности сдачи экзамена в письменной форме не более 1 часа. Продолжительность подготовки к ответу на экзамене, проводимом в устной форме, не более 30 минут. При использовании дистанционных технологий экзамен проводится с использованием Microsoft Teams.

Контрольные вопросы (для экзамена в устной или письменной форме) – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос.

Итого  $25+25=50$  баллов.

Общая оценка за текущий контроль представляет собой среднее значение между полученными оценками из всеоценочных средств.

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для экзамена:

86-100 – отлично

71-85 – хорошо

56-70 – удовлетворительно

0-55 – неудовлетворительно

### 4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания

#### 4.1. Оценочные средства текущего контроля

##### 4.1.1. Лабораторные работы

##### 4.1.1.1. Порядок проведения.

Выполнение лабораторных работ заключается в выполнении индивидуальных заданий, предусмотренных в рамках этих работ, а также оформлении результатов выполнения заданий.

Потем обучающийся выполняет лабораторные работы согласно своему индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме. Отчет выполняется на листе формата А4, рекомендуемый шрифт: Times New Roman 14, межстрочный интервал: одинарный.

Отчет должен содержать:

- тему лабораторной работы;
- цель работы;

- краткие теоретические основы работы;
- сведения о выполнении работы;
- вывод.

Для защиты работы необходимо предоставить корректно выполненную работу и ответить на контрольные вопросы.

Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.

#### 4.1.1.2. Критерии оценивания

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- индивидуально задание выполнено без замечаний;
- свободно владеет теоретическим материалом.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- индивидуально задание выполнено небольшими, несущественными замечаниями;
- свободно владеет теоретическим материалом.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- индивидуально задание выполнено с замечаниями;
- теоретический материал усвоен частично.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- индивидуально задание не выполнено;
- теоретический материал усвоен неудовлетворительно.

#### 4.1.1.3. Содержание оценочного средства

5 семестр

Лабораторная работа N1. Изучение структуры промышленных роботов. Содержание

работы:

1) Изучить структуру промышленных роботов на примере моделей роботов и промышленных роботов, представленных в лаборатории робототехники и лаборатории гибких производственных систем.

- 2) Разобраться в кинематике предложенных роботов.
- 3) Разработать приводы и кинематические передачи.
- 4) Разобраться в принципе работы рабочего органа робота.
- 5) Сделать выводы.
- 6) Оформить отчет.

Лабораторная работа N2. Классификация роботов по принципу управления. Содержание

работы:

- 1) Изучить варианты принципов управления роботами
- 2) Сопоставить эти варианты с примерами роботов и моделей роботов, представленных в лаборатории робототехники и лаборатории гибких производственных систем
- 3) Оформить отчет

6 семестр

Лабораторная работа N1. Концепция построения мехатронных систем. Содержание

работы:

- 1) Изучить этапы проектирования технических систем.
- 2) Провести анализ проектируемой мехатронной системы.
- 3) Провести концептуальное проектирование с ориентацией на основные принципы: синергетический характер интеграции, реализации заданного управляемого движения, методы параллельного проектирования мехатронных систем, критерии качества выполнения движения, методы интеллектуального управления сложным и точным движением, миниатюризация мехатронных модулей.

- 4) Выбрать основные элементы для функциональной реализации мехатронной системы.

- 5) Сделать выводы.

- 6) Оформить отчет.

Лабораторная работа N2. Информационные технологии интеллектуальных систем управления

Содержание работы:

- 1) Ознакомиться с инструментами интеллектуализации.

- 2) Определить область применения каждого из инструментов

- 3) Рассмотреть экспертные системы как механизм проектирования, как механизм управления системами

ерхнегоуровня.

- 4) Рассмотреть применение механизма счетной логики в системах адаптивного управления
- 5) Рассмотреть нейросетевую технологию, как механизм решения сложной задачи адаптивного управления
- 6) сделать выводы по потенциалу применения интеллектуальных инструментов в мехатронных роботах от технических системах
- 7) Оформить отчет

Лабораторная работа N3. Мехатронные модули движения  
Содержание работы:

- 1) Изучить варианты применения электрических, гидравлических, пневматических комбинированных приводов в мехатронных роботах от технических системах
- 2) Изучить состав мехатронного модуля движения.
- 3) Определить средства контроля за координатами движения выходного звена мехатронного модуля
- 4) Выбрать тип применяемых приводов мехатронных систем в зависимости от варианта нагрузки
- 5) Сделать выводы
- 6) Оформить отчет

7 семестр

Лабораторная работа N1. Измерительно-информационные модули  
Содержание работы:

- 1) Изучить первичные измерительные преобразователи.
- 2) Изучить схемы включения измерительной цепи
- 3) Изучить методы преобразования полученного сигнала
- 4) Измерительные системы механизмов технологического оборудования.
- 5) Контрольно-измерительные системы контактного действия
- 6) Контрольно-измерительные системы бесконтактного действия.
- 7) Оформить отчет.

Лабораторная работа N2. Модули систем управления исполнительного уровня  
Содержание работы:

- 1) Иерархическая система управления, уровни управления мехатронных системах
- 2) Понятие интеллектуальности уровня (системы) управления
- 3) Структура системы автоматического регулирования с параллельными обратными связями.
- 4) Структура системы автоматического регулирования с подчиненным регулированием координат
- 5) Интеллектуальные системы управления на основе нейронных сетей.
- 6) Нечеткая система управления, нечеткий регулятор (контроллер).
- 7) Определение нейро-нечеткой системы управления.
- 8) Сделать выводы
- 9) Оформить отчет.

Лабораторная работа N3. Системы автоматизированного проектирования  
Содержание работы:

- 1) Изучение возможностей САПР твердотельного моделирования
- 2) Построить модель рычажного
- 3) Изучение возможностей САПР электронных схем: построение и эмуляция.
- 4) Создать в среде САПР электронную схему и выполнить эмуляцию ее работы.
- 5) Сделать выводы
- 6) Оформить отчет

#### **4.1.2. Проверка практических навыков**

##### **4.1.2.1. Порядок проведения.**

Работа выполняется с целью проверки практических навыков:

- 1) выбор работ манипуляторов для обслуживания участка;
- 2) выбор расчета механизмов роботов манипуляторов (захватное устройство и его привод).

Практические навыки проверяются путём выполнения обучающими практическими заданиями в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическ

овладение приемами и методами решения профессиональных задач.

Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.

#### 4.1.2.2. Критерии оценивания

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий;

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий;

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий – 5 баллов;

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

- задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий – 0 баллов.

#### 4.1.2.3. Содержание оценочного средства

Проверка практических навыков выполняется по темам:

4 семестр

1) Рельсовые и безрельсовые манипуляторы

2) Механизмы роботов манипуляторов и их расчет

Требования к результату выполнения работы: должны быть рассмотрены следующие вопросы:

К теме 4

- 1) Классификация дистанционно управляемых роботов манипуляторов.
- 2) Копирующие системы управления манипуляторами.
- 3) Полуавтоматические системы управления манипуляторами.
- 4) Дистанционные системы управления роботами.
- 5) Вспомогательное оборудование промышленных робототехнических систем.
- 6) Роботы на обслуживании технического оборудования.
- 7) Применение роботов в качестве основного технологического оборудования.
- 8) Применение дистанционно управляемых роботов манипуляторов.
- 9) Что относится к полному колесным безрельсовым транспортным средствам и какие требования безопасности им предъявляются?
- 10) Какие требования безопасности предъявляются при устройстве грузоподъемного оборудования?

К теме 6

- 11) Дайте определение силовому приводу, его назначение и особенности применения?
- 12) Что такое схема закрепления и передаточное отношение?
- 13) Что представляет собой зажимное устройство, его назначение?
- 14) Каким образом можно классифицировать зажимное устройство?
- 15) Винтовые зажимные устройства и особенности их расчета.
- 16) Эксцентриковые зажимные устройства, особенности их применения и расчета.
- 17) Клиновые зажимные устройства и особенности их расчета.
- 18) Шарнирно-рычажные зажимные устройства, особенности их применения и расчета.
- 19) Поясните принцип работы пневмо- и гидроцилиндра, особенности их применения и расчета.
- 20) Поясните принцип работы пневмокамеры, особенности их применения и расчета.
- 21) Что такое КПД зажимного привода, от чего он зависит, как учитывается?
- 22) Особенности силового расчета при использовании базовых механизированных элементов в системе УНП (скальчатых пневмокондукторов, пневмостолов, пневмостоек с горизонтальной и вертикальной осью вращения).
- 23) Как обеспечивается эффект самоторможения в работе зажимных механизмов?
- 24) Назовите достоинства и недостатки пневмо-, гидро- и диафрагменных приводов.
- 25) Как конструктивно решается задачи многоступенчатого зажима?.

### 4.1.3. Презентация

#### 4.1.3.1. Порядок проведения.

Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации, поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.

Подготовка презентации традиционно включает три части: вступление, основную часть и заключение. Во вступлении указывается тема доклада, устанавливается логическая связь ее с другими темами или место рассматриваемой проблемы среди других проблем, дается краткий обзор источников, на материале которых раскрывается тема, и т.п. В заключении обычно подводятся итоги, формулируются выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы и т.п.

#### 4.1.3.2. Критерии оценивания

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Присутствует системность изложения материала. Используются надлежащие источники информации и методы.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Присутствует структура изложения материала. Используются источники информации и методы в основном соответствуют поставленным задачам.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Представленные сведения слабо структурированы. Используются источники информации и методы частично соответствуют поставленным задачам.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Отсутствует какая-либо структурность изложения сведений. Используются источники информации и методы несоответствуют поставленным задачам.

#### 4.1.3.3. Содержание оценочного средства

Презентации выполняются по темам:

7) Гибкие производственные системы.

8) Основные направления развития мехатронных систем: интеграция, интеллектуализация, миниатюризация.

16) Системы автоматизированного проектирования.

5 семестр

Тема 7

Вопрос для раскрытия в презентации:

ГПС как совокупность в различных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного периода времени. Виды, структура и применяемое в ГПС оборудование.

6 семестр

Тема 8

Студентам необходимо проследить основные этапы интеграции и миниатюризации мехатронных и робототехнических систем, а также иметь четкое представление о том, что все три направления развития мехатронных систем взаимосвязаны и влияют друг на друга.

Вопросы для раскрытия в презентации:

1. Отличия мехатронных систем от традиционных механических и электромеханических управляемых систем.

2. Основные направления развития мехатронных систем.

3. Пять принципов организации интеллектуальных систем управления.

4. Требования, предъявляемые к функциональным характеристикам современных машинных комплексов.

5. В чем проявляется взаимосвязь трех основных направлений развития мехатроники и робототехники.

6. Историческая классификация мехатронных модулей по уровню синергетического объединения элементов модулей.

7 семестр

Тема 16

Студентам необходимо проследить становление систем проектирования от ручных до автоматизированных. Вопросы для раскрытия в презентации:

1. Проектирование, цели этапы.
2. Понятие САПР. Цель создания.
3. Классификация САПР.
4. Жизненный цикл промышленных изделий.
5. Структура САПР.
6. Принципы построения САПР.

Например конкретной САПР по выбору показать ее структуру

4.1.4. Защита курсовой работы

4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Курсовая работа - вид учебной работы, заключающийся в самостоятельном создании целостного научно-исследовательского или проектного труда. Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно. В отдельных случаях, при наличии научных и научно-практических задач, требующих коллективной работы, по решению кафедры курсовая работа может выполняться более чем одним обучающимся.

Курсовая работа пишется обучающимся под руководством научного руководителя. Научный руководитель определяет основные направления деятельности по курсовой работе, оказывает содействие в написании курсовой работы и контролирует ход выполнения курсовой работы обучающимся.

Обучающийся самостоятельно составляет план выполнения курсовой работы и согласовывает его с научным руководителем. Содержание курсовой работы должно соответствовать ее теме и плану работы.

При защите курсового проекта по практикуму в декоративно-прикладном искусстве обучающемуся предоставляется время для выступления, в котором он докладывает об основных результатах работы. После выступления обучающийся отвечает на вопросы комиссии, оглашаются письменные отзывы руководителя и (при наличии) рецензента, обучающийся отвечает на имеющиеся в них вопросы и замечания.

Курсовой проект по направлению подготовки (специальности) может быть защищена только при наличии полного состава следующих документов:

- пояснительная записка курсового проекта и его воплощение в материале;
- отзыв научного руководителя;
- справка о процентном содержании текстовых заимствований в тексте курсового проекта.

Отсутствие любого из этих документов, явившееся следствием нарушения обучающимся сроков предоставления проекта научному руководителю или комиссии, является основанием для выставления неудовлетворительной оценки за курсовой проект. Если документ отсутствует не по вине обучающегося, защиту переносят на более поздний срок.

Формой промежуточной аттестации обучающегося по курсовому проекту по направлению подготовки (специальности) является дифференцированный зачет. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении конструкторско-технологических задач с практическим выходом.

4.1.4.2. Критерии оценивания

Высокий уровень

(86-100 баллов) (86-100% от максимальных баллов)

продемонстрировал всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Средний уровень

(71-85 баллов)

(71-85% от максимальных баллов)

продемонстрировал полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой

дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Низкий уровень)

(56-70 баллов)

(56-70% от максимальных баллов)

продемонстрировал знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Ниже порогового уровня

(0-55 баллов)

(до 55% от максимальных баллов)

продемонстрировал знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

#### 4.1.4.3. Содержание оценочного средства

#### 4.1.4. Отчет

##### 4.1.4.1. Порядок проведения процедуры оценивания

Требования к содержанию отчета: отчет должен быть не меньше 10 страниц, но не более 20; первый лист - это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название темы и автор; соответствие содержания отчета целям и задачам; соблюдение принятых правил орфографии, пунктуации, сокращений и правил оформления текста (отсутствие чокки в заголовках и т.д.); отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации; отсутствие фактических ошибок, лаконичность текста; завершенность (содержание каждой части текстовой информации логически завершено); сжатость и краткость изложения, максимальная информативность текста; расположение информации (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали; желательно форматировать текст по ширине; не допускать "рваных" краев текста); наличие не более одного логического ударения на последнем странице указывается перечень используемых источников, активные и точные ссылки на все графические объекты. На завершающем слайде можно указать информацию об авторе.

Обучающиеся выполняют отчет с применением необходимых программных средств, решая в отчете поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с отчетом на занятии или сдает его в печатном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме отчета, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams»;
- в Виртуальной аудитории.

##### 4.1.4.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

Основные положения выбранной тематики

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

Представил практическое применение теоретических положений выбранной тематики

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

Представил мероприятия, позволяющие повысить надежность оценки полученных результатов -

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

не выполнил минимального уровня задания

##### 4.1.4.3. Содержание оценочного средства

Тема отчета:

Студенты должны изучить особенности постановки задач управления в мехатронике. Принцип построения модулей управления. Иерархия управления в мехатронных системах. Степень интеллектуализации систем управления. Принципы построения интеллектуальных систем. Модули и уровни систем управления на исполнительном, тактическом и стратегическом уровнях (на различных слоях интеллектуальности).

Необходимо проанализировать природу (источники) возникновения неопределенностей, связанных с формированием управляющих воздействий (предсказуемые и непредсказуемые неопределенности). Рассмотреть системы управления I и II рода в соответствии с характером неопределенностей в системе управления.

Изучить примеры модулей систем управления исполнительного уровня

(адаптивное управление, управление эталонной моделью, нейросетевое управление, нечеткое управление), тактического уровня (система управления движением робота), стратегического уровня (управление движением человека).

Контрольные вопросы по теме

1. Уровни иерархии управления мехатронными системами.
2. Источники неопределенности в мехатронных системах.
3. Четыре слоя обработки неопределенной информации (слои интеллектуальности).
4. Определение адаптивной системы управления.
5. Определение нечеткой системы управления.

#### **4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

##### **4.2.1. Экзамен**

##### **4.2.1.1. Порядок проведения.**

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам согласно утвержденному расписанию. Список теоретических вопросов для экзамена размещается в Виртуальной аудитории не позднее двух недель до даты проведения экзамена. Общее количество вопросов –

40. В каждом билете на экзамен содержится 2 вопроса. Продолжительности сдачи экзамена в письменной форме не более 1 часа. Продолжительность подготовки к ответу на экзамене, проводимому в устной форме не более 30 минут.

1. Подготовка к экзамену заключается в изучении и тщательной проработке студентом учебного материала дисциплины с учётом учебников, лекционных и практических занятий, сгруппированном в виде контрольных вопросов.

2. На экзамен студент обязан предоставить:  
– отчёты по выполненным работам.

3. На экзамен по билетам студент даёт ответы на вопросы билета после предварительной подготовки. Студенту предоставляется право отвечать на вопросы билета без подготовки по его желанию. Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы, если студент недостаточно полно осветил тематику вопроса, если затруднительно однозначно оценить ответ, если студент не может ответить на вопрос билета.

4. Качественной подготовкой к экзамену является:  
– полное знание всего учебного материала по дисциплине, выражающееся в строгом соответствии излагаемого студентом материала учебника, лекций и практических занятий;  
– свободное оперирование материалом, выражающееся в выходе за пределы тематики конкретного вопроса с целью оптимально широкого освещения вопроса (свободным оперированием материалом не считается рассуждение на общие темы, не относящиеся конкретно поставленному вопросу);  
– демонстрация знаний дополнительного материала;  
– чёткие правильные ответы на дополнительные вопросы, задаваемые преподавателем с целью выяснить объём знаний студента.

Неудовлетворительной подготовкой, вследствие которой студенту не засчитывается прохождение дисциплины, является:

- недостаточное знание всего учебного материала по курсу, выражающееся в слишком общем соответствии или наоборот соответствии излагаемого студентом материалу учебника, лекций и практических занятий;
- нечёткие ответы или отсутствие ответа на дополнительные вопросы, задаваемые преподавателем с целью выяснить объём знаний студента;
- отсутствие подготовки к экзамену или отказ студента от сдачи экзамена.

##### **4.2.1.2. Критерии оценивания.**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

– обучающийся даёт полный ответ на все вопросы, показывает высокий уровень теоретического материала. Ответил на все дополнительные вопросы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоены понятийный аппарат.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

– обучающийся обозначил основные аспекты по вопросам. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоены понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Ответил на дополнительные вопросы.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

– вопросы частично раскрыты. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Частично ответил на дополнительные вопросы.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

– обучающийся не может ответить на вопросы. Затрудняется ответить на дополнительные вопросы, задаваемые преподавателем.

### 4.2.1.3. Оценочные средства.

Вопросы к экзамену:

5 семестр

1. Общая характеристика конструкций промышленных роботов, применяемых на производстве.
2. Классификация промышленных роботов по служебному назначению, типу привода, грузоподъемности, количеству манипуляторов и типу системы управления.
3. Принципы управления роботами.
4. Типовые элементы конструкции промышленных роботов.
5. Исполнительные, обслуживающие и транспортные промышленные роботы.
6. Стационарные и подвижные роботы.
7. Допустимые погрешности движения и позиционирования звеньев исполнительного механизма.
8. Захватные устройства промышленных роботов.
9. Структура и свойства кинематических цепей механизмов роботов
10. Рабочее пространство манипулятора и классификация движений схвата.
11. Построение уравнений поверхности рабочего пространства произвольным контуром.
12. Маневренность роботосистем.
13. Зона обслуживания манипуляторов. Уголок коэффициента сервиса.
14. Приводы промышленных роботов и манипуляторов. Расчет степени подвижности манипулятора.
15. Рабочая зона манипулятора. Система координат подвижности манипулятора.
16. Расчет системы управления роботами.
17. Клещевые головки. Расчет механизма зажима клещей. Механизмы вращения клещей манипулятора и их расчет.
18. Механизмы подъема и качания хобота.
19. Математическое моделирование работы манипулятора.
20. Определение геометрических характеристик роботов-манипуляторов.
21. Автоматические линии современного производства с роботами
22. Факторы, определяющие эффективность создания автоматических линий.
23. Основные этапы создания автоматов и автоматических линий производства.
24. Особенности проектирования автоматических линий на различном технологическом оборудовании.
25. Системы комплексной автоматизации производственных процессов.
26. Роторно-конвейерные линии.
27. Типовые схемы применения роботов при индивидуальном и многостаночном обслуживании технологического оборудования.
28. Компонирование роботизированных технологических участков.
29. Встраивание роботов в технологические машины и комплексы.
30. Техническая подготовка производства при применении роботов.
31. Отбор деталей, подлежащих роботизированной загрузке.
32. Требования к технологическому оборудованию при обслуживании его роботами.
33. Расчет затрат времени при обслуживании роботами группы основного технологического оборудования.
34. Создание гибких производственных систем.
35. Возможности использования технологического оборудования с системами числового программного управления.
36. Гибкие производственные модули (ГПМ).
37. Подготовка управляющих программ для ГПМ.
38. Поток контрольно-измерительной информации в ГПМ.
39. Методы автоматизированного контроля и диагностирования.
40. Обслуживающие центры на базе технологического оборудования.

6 семестр

Вопросы к экзамену:

1. Какое понятие вкладывается в термин «Мехатроника»? Происхождение этого термина. Три основных составных элемента мехатроники.

2. В чем состоит основная особенность мехатронных систем? И чем отличается от традиционных механических и электромеханических управляемых систем.
3. Сформулируйте основные признаки «сложных систем».
4. Укажите основные направления развития мехатронных систем.
5. Сформулируйте признаки интеллектуальных систем управления, интеллектуальных мехатронных модулей и систем.
6. В чем состоит взаимосвязь понятий «интеллектуальные системы» и «искусственный интеллект»?
7. Какие современные информационные технологии используются в интеллектуальных системах управления?
8. Какие основные определения используются при описании структуры и принципов построения мехатронных систем?
9. На какие три класса делятся мехатронные системы по характеру их взаимодействия с внешней средой?
10. Опишите основные блоки интеллектуальных систем управления.
11. Сформулируйте две основные идеи, на которых базируются интеллектуальные системы управления.
12. Объясните принцип действия пневмогидропривода.
13. Объясните принцип действия пьезоэлектрических модулей движения.
14. Объясните причины появления комбинированных модулей движения.
15. Структурные и функциональные схемы мехатронных модулей движения.
16. Основные элементы интеллектуальных мехатронных модулей.
17. Классификация движителей мобильных систем.
18. Сравнительный анализ различных видов движителей (область применения, технические характеристики, проходимость, экономичность, конструктивная сложность).
19. Основные элементы измерительно-информационных модулей (ИИМ).
20. Типовая структурная схема ИИМ.
21. Основные типовые операции преобразования информационных сигналов в ИИМ.
22. уровни иерархии управления мехатронных модулей.
23. Предсказуемая и непредсказуемая неопределенность, связанная с формированием управляющих воздействий по измеряемой и априорной информации (системы управления I и II рода).
24. Источники неопределенности.
25. Пять принципов организации интеллектуальных систем управления.
26. Четыре слоя обработки неопределенной информации (слои интеллектуальности).
27. Определение адаптивной системы управления.
28. Понятия «самоорганизующейся» и «самонастраивающейся» адаптивных систем. Отличия этих систем.
29. Определение робастной системы управления.

#### 7 семестр

1. Укажите основные компоненты систем техники.
2. Укажите основные иерархические уровни.
3. Приведите примеры иерархической структуры технических объектов, их внутренних, внешних и выходных параметров.
4. Почему проектирование обычно имеет итерационный характер?
5. Назовите основные стадии проектирования технических систем.
6. Укажите типовые проектные процедуры.
7. Дайте характеристику этапов жизненного цикла промышленной продукции.
8. Назовите основные типы промышленных автоматизированных систем (АС).
9. Укажите место САПР среди других АС.
10. Назовите основные подсистемы и разновидности САПР.
11. Охарактеризуйте основные этапы проектирования АС.
12. Определите понятие «открытая система». Чем обеспечивается открытость системы?
13. Дайте определение понятия «совмещенное проектирование».
14. Какие причины привели к появлению и развитию CALS-технологий?
15. Дайте определение понятия «единое информационное пространство» (ЕИП).
16. Сформулируйте основные свойства ЕИП.
17. Опишите задачи, решаемые системой управления данными (PDM-системой).
18. Дайте определение и сформулируйте назначение STEP-стандартов.
19. В чем состоит методика концептуального проектирования?
20. Укажите основные инструментальные средства концептуального проектирования
21. (CASE-системы, методики IDEE0 и IFF1X). Опишите их функции и назначения.

22. Сформулируйте основные проблемы практического использования CALS-технологий.
23. Какие положения являются основой концепции проектирования мехатронных систем?
24. Опишите общий алгоритм проектирования мехатронных систем. Какие этапы содержит этот алгоритм?
25. Укажите основные принципы, лежащие в основе проектирования интеллектуальных систем управления сложными объектами.
26. Опишите обобщенную структуру экспертной системы для проектирования мехатронных систем.

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 15.03.06-Мехатроника и робототехника  
Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очно-заочная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

**Основная литература:**

1. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 398 с.:- (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=398566> – Режим доступа: по подписке
2. Виноградов, В. М. Технологические процессы автоматизированных производств : учебник для студентов высших учебных заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепашин, В.В. Клепиков. — М. : КУРС : ИНФРА-М, 2019. — 272 с. — (Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-69-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027414>. – Режим доступа: по подписке.
3. Иванов, А. А. Основы робототехники : учеб. пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_58e7460f93d2e6.7688379](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_58e7460f93d2e6.7688379). - ISBN 978-5-16-012765-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042599>. – Режим доступа: по подписке.
4. Москвичев, А. А. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов. - ISBN 978-5-91134-969-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=423171> – Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Фельдштейн, Е. Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2018. — 264 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-010531-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/937347>. – Режим доступа: по подписке
2. Кузнецов, Е. С. Специальные грузоподъемные машины. Книга 2. Грузоподъемные манипуляторы. Специальные полиспастные подвесы и траверсы. Специальные лебедки : учебное пособие в 9 кн. / Е. С. Кузнецов, К. Д. Никитин, А. Н. Орлов ; под ред. проф. К. Д. Никитина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 280 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/442607>. – Режим доступа: по подписке

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения  
дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочны  
х систем**

Направление подготовки: 15.03.06-Мехатроника и робототехника  
Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очно-заочная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Программное обеспечение: операционная система Windows, MicrosoftOffice, KasperskyFree для Windows  
Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM»  
Электронная библиотечная система Издательства «Лань»  
Электронная библиотечная система «Консультант студента»