

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 23.09.2022 19:33:29

Уникальный программный ключ:

efd3ecdabd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины**

### **«Механика роботов»**

#### **Цель преподавания дисциплины**

Формирование у студентов базовых знаний основных понятий и методов решения задач механики манипуляторов и роботов.

#### **Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины**

ОПК-2 – владеть физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем.

ПК-1 – способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.

#### **Разделы дисциплины**

Предмет и задачи курса. Современные тенденции развития механики роботов. Основные понятия и определения. Задачи кинематики и динамики манипуляторов.

Векторный метод кинематического анализа манипуляторов. Прямая и обратная задачи о положениях. Прямая и обратная задачи о скоростях. Специальные системы координат. Расширенная матрица перехода для кинематической пары. Определение законов изменения обобщенных координат при движении точки схвата по заданной траектории. Обобщенные скорости и ускорения. Решение обратных задач о положениях манипуляторов в явном виде методом матриц.

Метод кинетостатики в динамике манипуляторов. Силы инерции и моменты сил инерции звеньев. Уравнения движения манипулятора. Кинетостатический анализ. Динамика манипулятора с учетом кулоновского трения в кинематических парах, с упругой связью в схвате, с контактным взаимодействием.

Уравнения Лагранжа и принцип Даламбера в динамике манипуляторов. Кинетическая и потенциальная энергия манипулятора. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа II рода в матричной форме. Решение задач динамики манипуляторов с помощью уравнений Лагранжа II рода. Уравнения Лагранжа I рода.

Обратные задачи динамики манипуляторов.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

«Юго-Западный государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ:

Декан естественно-научного  
факультета  
(наименование ф-та полностью)

  
П.А. РЯПОЛОВ  
(подпись, инициалы, фамилия)

« 31 » 08 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика роботов

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО15.03.06 Мехатроника и робототехника  
(шифр и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) «Сервисная робототехника»  
(наименование профиля, специализации или магистерской программы)

форма обучения очная  
(очная, очно-заочная, заочная)


Курск - 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 15.03.06 Мехатроника и робототехника на основании учебного плана ОПОП ВО 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «26» марта 2018 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника» на заседании кафедры механики, мехатроники и робототехники № 1 «31» августа 2018.

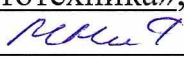
Зав. кафедрой  Яцун С.Ф.

Разработчик программы  
к.т.н., доцент  Рукавицын А.Н.  
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

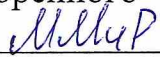
Директор научной библиотеки  Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Ученым советом университета, на заседании кафедры механики, мехатроники и робототехники № 1 «29» августа 2019.  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой 

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Ученым советом университета, на заседании кафедры  № 1 «28» августа 2020  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

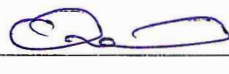
Зав. кафедрой 

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Ученым советом университета, на заседании кафедры  , протокол № 1 «31» 08 2021.  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.06, Мехатроника и робототехника (Сервисная робототехника), одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2022 г. на заседании кафедры МММР «31» 08 2022 г., протокол № 1

Зав. кафедрой

 / Иван С.Ф.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки \_\_\_\_\_, одобренного Ученым советом университета протокол № \_\_ « » 20\_\_ г. на заседании кафедры « » 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки \_\_\_\_\_, одобренного Ученым советом университета протокол № \_\_ « » 20\_\_ г. на заседании кафедры « » 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки \_\_\_\_\_, одобренного Ученым советом университета протокол № \_\_ « » 20\_\_ г. на заседании кафедры « » 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки \_\_\_\_\_, одобренного Ученым советом университета протокол № \_\_ « » 20\_\_ г. на заседании кафедры « » 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки \_\_\_\_\_, одобренного Ученым советом университета протокол № \_\_ « » 20\_\_ г. на заседании кафедры « » 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## **1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП**

### **1.1. Цель преподавания дисциплины**

Целью преподавания дисциплины "Механика роботов" является формирование у студентов базовых знаний об основных конструктивных типах, принципах работы и методах расчета робототехнических устройств.

### **1.2. Задачи преподавания дисциплины**

Основными задачами изучения дисциплины являются:

Изучение общих законов, которым подчиняется движение робототехнических систем;

Овладение методами решения задач кинематики и динамики роботов для расчета их движения.

### **1.3. Компетенции, формируемые в результате освоения учебной дисциплины**

Согласно ФГОС, рабочему учебному плану и примерной основной образовательной программе по направлению 15.03.06, в процессе изучения курса «Механика роботов» вырабатываются следующие компетенции:

Общепрофессиональные компетенции:

- владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем (ОПК-2),

Профессиональные компетенции (ПК):

- способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники (ПК-1)

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать: основные понятия механики роботов, методы решения прямых и обратных задач кинематики и динамики робототехнических устройств;

- уметь: применять методы решения прямых и обратных задач кинематики и динамики для определения движения и управления робототехническими устройствами;

- владеть: математическим аппаратом методов решения задач кинематики и динамики.

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.**

Дисциплина «Механика роботов» предполагает использование компетенций, приобретенных студентами в курсах математики, физики, механики и способствует формированию навыков и умений, необходимых для изучения профессиональных дисциплин и последующей инженерной деятельности.

Дисциплина «Механика роботов» входит в базовую часть математического и естественнонаучного цикла структуры основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 – Мехатроника и робототехника.

Для успешного освоения студентами дисциплины «Механика роботов» необходимы прочные знания, умения и навыки, получаемые ими в курсах таких дисциплин, как «Математика», «Физика», «Основы механики», «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование».

Изучение данной дисциплины и полученные при этом компетенции необходимы, помимо непосредственного использования в последующей профессиональной деятельности, для изучения таких курсов, как «Моделирование мехатронных систем», «Конструирование мехатронных модулей», «Учебно-исследовательская работа студентов».

**3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единиц (з.е.), 180 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54,2
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	36
экзамен	
зачет	0,2
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего)	72
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические (семинарские) занятия	36
индивидуальные занятия	0
самостоятельная работа обучающихся (всего)	72
Контроль/экс (подготовка к экзамену)	0

## 4. Содержание учебной дисциплины

### 4.1. Содержание учебной дисциплины и лекционных занятий

Таблица 4.1.1 – Содержание учебной дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости. Форма промежуточной аттестации	Компетенции
		Лек	Лаб	Пр			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение. Исторические этапы и перспективы развития робототехники. Методы анализа кинематики и динамики роботов. Прямые и обратные задачи. Основные понятия и определения механики роботов.	1		2 №1	У1	КО	ОПК-2, ПК-1
2	Кинематика манипуляторов. Векторный метод кинематического анализа манипуляторов. Прямая задача о положениях, обратная задача о положениях. Прямая задача о скоростях. Обратная задача о скоростях. Угловые ускорения звеньев. Линейные ускорения звеньев.	1	3	6 №2-4	У1, МУ1	Т2, ЛР, РГР	ОПК-2, ПК-1
3	Метод матриц в кинематике манипуляторов. Специальные системы координат. Расширенная матрица перехода для кинематической пары. Прямая задача о положениях. Обратная задача о положениях. Определение законов изменения обобщенных координат при движении точки схвата по заданной траектории. Обобщенные скорости и ускорения. Скорости и ускорения точек звеньев.	2	3	2 №5	У1, МУ2	Т1, ЛР, РГР	ОПК-2, ПК-1
4	Динамика манипуляторов. Метод кинетостатики в динамике манипуляторов. Силы инерции и моменты сил инерции. Уравнения движения	2		2 №6	У1	Т3, ЛР, РГР	ОПК-2, ПК-1

	манипулятора. Динамика манипуляторов с учетом кулоновского трения в парах. Динамическая модель манипулятора с упругой связью в схвате. Динамическая модель манипулятора с контактным взаимодействием.						
5	Уравнения Лагранжа в динамике манипуляторов. Кинетическая энергия манипулятора. Потенциальная энергия манипулятора. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа II рода в матричной форме. Алгоритмы решения задач динамики манипуляторов с помощью уравнений Лагранжа II рода. Определение реакций в кинематических парах. Уравнения Лагранжа I рода. Дополнительные факторы, влияющие на динамику манипуляторов. Принцип Гаусса в динамике манипуляторов.	4		2 №7	У1	КО, ЛР, РГР	ОПК- 2, ПК- 1
6	Обратные задачи динамики манипуляторов. Построение уравнений движения манипулятора по дифференциальной и по голономной программе. Определение управляющих сил при позиционировании промышленного робота. Определение управляющих сил при выводе схвата манипулятора в заданную точку пространства с заданной скоростью. Обратные задачи динамики манипуляторов, выполняющих обработку поверхностей. Построение алгоритма управления движением манипулятора.	2		2 №8	У1	Т4, ЛР, РГР	ОПК- 2, ПК- 1
7	Динамика вибрационных мобильных роботов. Управляющие периодические силы и моменты. Дифференциальные уравнения движения вибрационного мобильного робота по	2	4	4 №9- 10	У1	КО, ЛР, РГР	ОПК- 2, ПК- 1



	шероховатой поверхности. Режимы движения. Движение с отрывом.						
8	Динамика колесных мобильных роботов. Уравнения связей. Дифференциальные уравнения движения. Плоское движение колесного робота.	2	4	6 №11 -13	У1	КО, ЛР, РГР	ОПК-2, ПК-1
9	Динамика ползающих многозвенников. «Медленные» и «быстрые» движения. Типы движения. Дифференциальные уравнения движения.	2	4	2 №14	У1	ЛР, РГР	ОПК-2, ПК-1
Итого		18	18	36			

## 4.2. Лабораторные работы и практические занятия

Таблица 4. 2.1 Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Компетенции	Объем, час
1	2	3	4
1	Изучение конструкций и принципов движения вибрационных мобильных роботов.	ОПК-2, ПК-1	2
2	Изучение конструкций манипуляторов.	ОПК-2, ПК-1	2
3	Изучение конструкций и принципов движения плоских ползающих многозвенников.	ОПК-2, ПК-1	2
4	Изучение конструкций и принципов работы колесных и гусеничных мобильных роботов.	ОПК-2, ПК-1	2
5	Изучение конструкций и принципов движения тросоходов.	ОПК-2, ПК-1	2
6	Изучение конструкций и принципов движения квадрокоптеров.	ОПК-2, ПК-1	2
7	Изучение конструкций и принципов движения роботов, предназначенных для перемещения по трубам.	ОПК-2, ПК-1	2
8	Изучение конструкций и принципов работы винтовых роботов.	ОПК-2, ПК-1	2
9	Изучение конструкций и принципов работы роботов, моделирующих движение биологических прототипов.	ОПК-2, ПК-1	2
Итого			18

Таблица 4.2.2 Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Компетенции	Объем, час
1	2	3	4
1	Определение числа степеней свободы мобильных роботов и манипуляторов. Определение уравнений связей.	ОПК-2, ПК-1	2
2	Выбор систем координат манипулятора. Определение положений точек схвата.	ОПК-2, ПК-1	2

3	Обратная задача о положениях.	ОПК-2, ПК-1	2
4	Прямая задача о скоростях. Обратная задача о скоростях.	ОПК-2, ПК-1	2
5	Определение ускорений звеньев манипулятора.	ОПК-2, ПК-1	2
6	Кинестатический анализ манипулятора.	ОПК-2, ПК-1	2
7	Определение кинетической, потенциальной энергии звеньев манипулятора. Определение обобщенных сил.	ОПК-2, ПК-1	2
8	Построение системы дифференциальных уравнений движения на основании уравнений Лагранжа II рода.	ОПК-2, ПК-1	2
9	Определение реакций в кинематических парах.	ОПК-2, ПК-1	2
10	Уравнения Лагранжа I рода.	ОПК-2, ПК-1	2
11	Принцип Гаусса в динамике манипуляторов.	ОПК-2, ПК-1	2
12	Обратные задачи динамики манипуляторов. Построение уравнений движения манипулятора.	ОПК-2, ПК-1	2
13	Определение управляющих сил при позиционировании промышленного робота.	ОПК-2, ПК-1	2
14	Определение управляющих сил при выводе схвата манипулятора в заданную точку пространства с заданной скоростью.	ОПК-2, ПК-1	2
15	Динамика вибрационных мобильных роботов. Прямолинейное движение.	ОПК-2, ПК-1	2
16	Динамика колесных мобильных роботов.	ОПК-2, ПК-1	2
17	Динамика многозвенников.	ОПК-2, ПК-1	2
18	Модель робота с учетом свойств электропривода.	ОПК-2, ПК-1	2
Итого			36

### 4.3. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.3. Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1	Векторный метод кинематического анализа манипуляторов.	1-2 неделя	4
2	Метод матриц в кинематике манипуляторов.	3-4 неделя	4
3	Метод кинестатики в динамике манипуляторов.	5-6 неделя	4
4	Уравнения Лагранжа в динамике манипуляторов.	7-10 неделя	6
5	Обратные задачи динамики манипуляторов.	11-12 неделя	6
6	Динамика вибрационных мобильных роботов.	13-14 неделя	4
7	Динамика колесных мобильных роботов.	15-16неделя	4
8	Динамика ползающих многозвенников.	17-18 неделя	4
Подготовка к экзамену			36
Итого			72

## **5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы**

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется библиотекой университета, кафедрой ММиР.

Библиотечный фонд укомплектован учебной, методической и справочной литературой в соответствии с п.8 данной РПД.

Имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, возможностью выхода в Интернет (см. п. 8.3. данной РПД).

Кафедра ММиР обеспечивает доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала, разрабатывает методические рекомендации и пособия по организации самостоятельной работы студентов (см. п. 8.2).

Задания для самостоятельной работы приведены в фонде оценочных средств данной РПД.

Изучение любой дисциплины необходимо начинать с изучения теоретических положений и законов, воспользовавшись учебником, учебным пособием, либо конспектом лекций. В рабочей программе представлены список литературы, методических пособий и указаний, которые необходимо использовать при выполнении задания расчетно-графической работы. Конспект лекций студенты обязаны вести на занятиях.

Занятия по решению задач (практические занятия) включают в себя:

а) теоретическую подготовку студентов к занятию, в ходе которой студент обязан осмыслить теоретический материал, выносимый на занятие, и заучить основные законы и формулы;

б) решение задач на самом практическом занятии;

в) выполнение домашнего задания (самостоятельное решение задач, которые предлагаются преподавателем к следующему практическому занятию).

## 6. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объём, час.
1	2	3	4
1	Введение. Исторические этапы и перспективы развития робототехники.(лекция)	Мультимедийная презентация. Учебная дискуссия	2
2	Метод матриц в кинематике манипуляторов. Специальные системы координат.	Решение ситуационных задач. Виртуальное лабораторно-практическое занятие	2
3	Обратная задача о положениях.	Решение ситуационных задач. Виртуальное лабораторно-практическое занятие	2
4	Динамика вибрационных мобильных роботов.(лекция)	Мультимедийная презентация. Учебная дискуссия	2
5	Определение кинетической, потенциальной энергии звеньев манипулятора. Определение обобщенных сил.	Мультимедийная презентация. Виртуальное лабораторно-практическое занятие	2
6	Динамика колесных мобильных роботов.(лекция)	Мультимедийная презентация. Учебная дискуссия	2
Итого:			12

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 7.1. Паспорт комплекта оценочных средств

Таблица 6.1 - Паспорт комплекта оценочных средств для проведения промежуточного контроля.

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
(ОПК-2) владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем	<p>Дает определения основных понятий механики роботов, распознает основные типы робототехнических систем и их элементы, имеет представление об областях применения и возможностях использования основных типов робототехнических систем в деятельности человека;</p> <p>Умеет работать со справочной литературой, умеет использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ на экспериментальных моделях и при решении простых профессиональных задач;</p> <p>Владеет основной терминологией предмета с небольшим количеством ошибок, затрудняется в проведении экспериментальных лабораторных работ</p>	<p>- Понимает связи между основными понятиями механики роботов, классифицирует типы и элементы различных робототехнических систем, имеет представление об возможностях использования различных робототехнических устройств в той или иной области деятельности человека, имеет представление о различных подходах к моделированию робототехнических систем;</p> <p>- Умеет самостоятельно подбирать справочную литературу и работать с ней, умеет использовать основные теоретические знания при выполнении лабораторных работ на экспериментальных моделях, может путем анализа и сравнения с известными</p>	<p>- Свободно оперирует основными понятиями механики роботов, свободно классифицирует типы и элементы робототехнических систем, аргументированно обосновывает возможность использования того или иного робототехнического устройства, свободно владеет различными подходами к моделированию робототехнических систем;</p> <p>- Умеет самостоятельно подбирать необходимую справочную литературу, использует теоретические знания не только для исследования существующих, но и создания новых робототехнических устройств;</p> <p>Свободно владеет терминологией, самостоятельно выполняет экспериментальную</p>

	или решении практических задач без помощи преподавателя или другого студента.	устройствами сделать выводы об особенностях структуры, принципах движения и возможности применения того или иного робота; - Владеет терминологией предмета, способен самостоятельно выполнить экспериментальную лабораторную работу или решить практическую задачу.	лабораторную работу или решает практическую задачу, в том числе и нестандартную, может предложить собственный метод решения.
ПК-1 способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники	Знает основные встроенные методы символьного и численного решения задач в одной из операционных систем; Умеет работать с интернет-ресурсами, умеет использовать встроенные численные и символьные методы одной из операционных систем для преобразования выражений и решения дифференциальных уравнений, умеет оформлять расчеты; Владеет навыками проведения расчетов в одной из операционных систем.	Знает особенности различных встроенных методов символьного и численного решения задач в одной или двух операционных системах; Умеет работать с интернет-ресурсами, умеет не только использовать, но и обосновывать выбор того или иного встроенного численного или символьного метода операционной системы для проведения необходимых преобразований и расчетов, умеет оформлять и анализировать результаты расчетов; Владеет навыками проведения широкого спектра расчетов и составления, если	Знает особенности встроенных методов символьного и численного решения задач в нескольких прикладных программных пакетах; Умеет работать с интернет-ресурсами, умеет аргументированно использовать для расчетов тот или иной программный пакет, умеет оформлять и анализировать результаты расчетов, умеет, при необходимости, самостоятельно создавать для решения задачи компьютерные программы; Владеет навыками проведения широкого спектра

		это необходимо, простейших программ с применением одного из численных методов.	расчетов и составления компьютерных программ.
--	--	--	---

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

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-2 / основной	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</p>	<p>Дает определения основных понятий механики роботов, распознает основные типы робототехнических систем и их элементы, имеет представление об областях применения и возможностях использования основных типов робототехнических систем в деятельности человека;</p> <p>Умеет работать со справочной литературой, умеет использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ на экспериментальных моделях и при решении простых</p>	<p>- Понимает связи между основными понятиями механики роботов, классифицирует типы и элементы различных робототехнических систем, имеет представление об возможностях использования различных робототехнических устройств в той или иной области деятельности человека, имеет представление о различных подходах к моделированию робототехнических систем;</p> <p>- Умеет самостоятельно подбирать справочную литературу и работать с ней, умеет использовать основные теоретические знания при выполнении</p>	<p>- Свободно оперирует основными понятиями механики роботов, свободно классифицирует типы и элементы робототехнических систем, аргументированно обосновывает возможность использования того или иного робототехнического устройства, свободно владеет различными подходами к моделированию робототехнических систем;</p> <p>- Умеет самостоятельно подбирать необходимую справочную литературу, использует теоретические знания не только для исследования существующих, но и создания новых робототехнических устройств;</p> <p>Свободно владеет терминологией,</p>

		<p>профессиональных задач;  Владеет основной терминологией предмета с небольшим количеством ошибок, затрудняется в проведении экспериментальных лабораторных работ или решении практических задач без помощи преподавателя или другого студента.</p>	<p>лабораторных работ на экспериментальных моделях, может путем анализа и сравнения с известными устройствами сделать выводы об особенностях структуры, принципах движения и возможности применения того или иного робота;  - Владеет терминологией предмета, способен самостоятельно выполнить экспериментальную лабораторную работу или решить практическую задачу.</p>	<p>самостоятельно выполняет экспериментальную лабораторную работу или решает практическую задачу, в том числе и нестандартную, может предложить собственный метод решения.</p>
ПК-1 / начальный	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3 РПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять</p>	<p>Знает основные встроенные методы символьного и численного решения задач в одной из операционных систем;  Умеет работать с интернет-ресурсами, умеет использовать встроенные численные и символьные методы одной из операционных систем для преобразования выражений и решения дифференциальных уравнений, умеет оформлять расчеты;</p>	<p>Знает особенности различных встроенных методов символьного и численного решения задач в одной или двух операционных системах;  Умеет работать с интернет-ресурсами, умеет не только использовать, но и обосновывать выбор того или иного встроенного численного или символьного метода операционной системы для проведения необходимых преобразований и расчетов, умеет оформлять и анализировать результаты</p>	<p>Знает особенности встроенных методов символьного и численного решения задач в нескольких прикладных программных пакетах;  Умеет работать с интернет-ресурсами, умеет аргументированно использовать для расчетов тот или иной программный пакет, умеет оформлять и анализировать результаты расчетов, умеет, при необходимости, самостоятельно создавать для решения задачи компьютерные программы;</p>



<p><i>знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</i></p>	<p>Владеет навыками проведения расчетов в одной из операционных систем.</p> <p>Дает определения основных понятий механики роботов, распознает основные типы робототехнических систем и их элементы, имеет представление об областях применения и возможностях использования основных типов робототехнических систем в деятельности человека;</p> <p>Умеет работать со справочной литературой, умеет использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ на экспериментальных моделях и при решении простых профессиональных задач;</p> <p>Владеет основной терминологией предмета с небольшим количеством ошибок, затрудняется в проведении</p>	<p>расчетов;</p> <p>Владеет навыками проведения широкого спектра расчетов и составления, если это необходимо, простейших программ с применением одного из численных методов.</p> <p>- Понимает связи между основными понятиями механики роботов, классифицирует типы и элементы различных робототехнических систем, имеет представление об возможностях использования различных робототехнических устройств в той или иной области деятельности человека, имеет представление о различных подходах к моделированию робототехнических систем;</p> <p>- Умеет самостоятельно подбирать справочную литературу и работать с ней, умеет использовать основные теоретические знания при выполнении лабораторных работ на экспериментальных моделях, может путем анализа и</p>	<p>Владеет навыками проведения широкого спектра расчетов и составления компьютерных программ.</p> <p>- Свободно оперирует основными понятиями механики роботов, свободно классифицирует типы и элементы робототехнических систем, аргументированно обосновывает возможность использования того или иного робототехнического устройства, свободно владеет различными подходами к моделированию робототехнических систем;</p> <p>- Умеет самостоятельно подбирать необходимую справочную литературу, использует теоретические знания не только для исследования существующих, но и создания новых робототехнических устройств;</p> <p>Свободно владеет терминологией, самостоятельно</p>
--	---	---	--

		экспериментальных лабораторных работ или решении практических задач без помощи преподавателя или другого студента.	сравнения с известными устройствами сделать выводы об особенностях структуры, принципах движения и возможности применения того или иного робота; - Владеет терминологией предмета, способен самостоятельно выполнить экспериментальную лабораторную работу или решить практическую задачу.	выполняет экспериментальную лабораторную работу или решает практическую задачу, в том числе и нестандартную, может предложить собственный метод решения.
--	--	--	---	--

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

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Методы анализа кинематики и динамики роботов. Прямые и обратные задачи. Основные понятия и определения механики роботов.	ОПК-2, ПК-1	КО	Контрольный опрос	КО 1-10	В соответствии с п. 7.2
1	Векторный метод кинематического анализа манипуляторов.	ОПК-2, ПК-1	Т, РГР, ЛР	Контрольный опрос, защита РГР, ЛР	Т2, РГР №1, ЛР№1	
2	Метод матриц в кинематике	ОПК-2, ПК-1	Т, РГР, ЛР	Контрольный опрос,	Т1, РГР №2-4, ЛР№2	

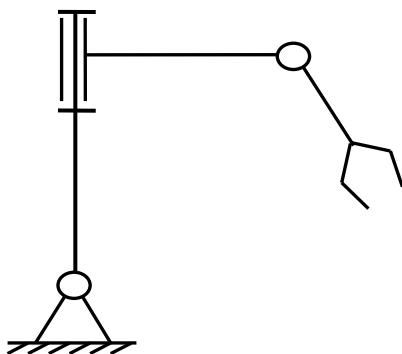
	манипуляторов.			защита РГР,ЛР	
3	Метод кинетостатики в динамике манипуляторов.	ОПК-2, ПК-1	КО, РГР, ЛР	Контрольн й опрос, защита РГР,ЛР	КО 11-20, РГР №5 , ЛРН№3
4	Уравнения Лагранжа в динамике манипуляторов.	ОПК-2, ПК-1	Т, РГР, ЛР	Контрольн й опрос, защита РГР,ЛР	Т3, РГР №6 , ЛРН№4
5	Обратные задачи динамики манипуляторов.	ОПК-2, ПК-1	Т, РГР, ЛР	Контрольн й опрос, защита РГР,ЛР	Т4, РГР №7 , ЛРН№5
6	Динамика вибрационных мобильных роботов.	ОПК-2, ПК-1	КО, РГР, ЛР	Контрольн й опрос, защита РГР,ЛР	КО 21-30, РГР №8 , ЛРН№6
7	Динамика колесных мобильных роботов.	ОПК-2, ПК-1	КО, РГР, ЛР	Контрольн й опрос, защита РГР,ЛР	КО 31-42, РГР №9-10, ЛРН№7
8	Динамика ползающих многозвенников.	ОПК-2, ПК-1	РГР, ЛР	Контрольн й опрос, защита РГР,ЛР	РГР №11-13 , ЛРН№8

## Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Пример задания для практических работ

### ЗАДАНИЕ № 1

Текст задания:



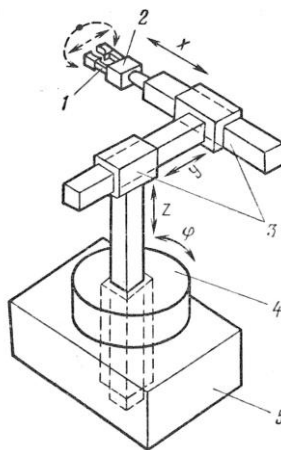
Для указанной на рисунке схемы манипулятора требуется:

1. Пронумеровать звенья и показать на схеме системы координат  $O_i x_i y_i z_i$ , связанные со звеньями. Выбор осей систем координат провести в соответствии с правилом

Денавита-Хартенберга.

2. Составить таблицу перехода между системами координат.
3. Записать расширенные матрицы перехода между системами координат.
4. Найти аналитические выражения для координат схвата и направляющих косинусов осей системы координат схвата в глобальной неподвижной системе координат основания.
5. Для заданных законов изменения обобщенных координат построить графики изменения абсолютных координат схвата.
6. Для заданного положения схвата найти аналитические выражения обобщенных координат звеньев, обеспечивающих это положение.
7. Для заданного положения схвата найти значения обеспечивающих его обобщенных координат (численно).

Пример задания для лабораторных работ



1. Составить схему действующего механизма, обозначить звенья.
2. Определить степень подвижности манипулятора и его маневренность.
3. Определить тип системы уровня координат манипулятора, выявить его рабочую зону, угол сервиса и коэффициент сервиса.
4. Сформулировать выводы по работе.
- 5.

Пример вопросов для контрольного опроса по теме манипуляторы

1. Определение манипулятора.
2. Степень подвижности манипулятора.
3. Рабочий объем и классы движения руки манипулятора.
4. Рабочая зона манипулятора.
5. Угол сервиса, коэффициент сервиса.

#### 7.4. Рейтинговый контроль изучения дисциплины

Рейтинговый контроль изучения дисциплины основывается на действующем в ЮЗГУ «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки качества основных образовательных программ».

В течение семестра работа студента по изучению дисциплины оценивается путем начисления баллов по контрольным точкам, которые соответствуют каждой последней неделе календарного месяца. Общее количество контрольных точек в семестре равно 4.

В каждой контрольной точке оцениваются:

- посещение занятий;
- выполнение расчетно-графических и контрольных работ;
- изучение теоретического материала и выполнение практических задач.

По итогам каждого календарного месяца (примерно 4-х учебных недель) студент получает:

- за своевременное выполнение расчетно-графических работ - 8 баллов;
- за выполнение заданий на практических занятиях и качественное освоение теоретического материала – 4 балла;
- за посещение всех видов обязательных аудиторных занятий по дисциплине – 4 балла.

Изучение теоретического материала контролируется с помощью контрольного опроса студентов на практических занятиях.

Таблица 7.4 . Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Практическое занятие №1 «Определение числа степеней свободы мобильных роботов и манипуляторов. Определение уравнений связей»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие №2 «Выбор систем координат манипулятора. Определение положений точек схвата»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Лабораторная работа №1 «Изучение конструкций и принципов движения вибрационных мобильных роботов»	<b>0</b>	Правильность выполнения менее 50% или несвоевременное выполнение	<b>2</b>	Верное (более 90%) своевременное выполнение
Практическое занятие №3 «Обратная задача о положениях»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие №4 «Прямая задача о скоростях. Обратная задача о скоростях»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Лабораторная работа №2 «Изучение конструкций манипуляторов»	<b>0</b>	Правильность выполнения менее 50% или несвоевременное выполнение	<b>2</b>	Верное (более 90%) своевременное выполнение
Контрольная работа №1 «Выбор систем координат манипулятора. Определение положений точек схвата»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>2</b>	Доля правильных ответов более 90%
Контроль посещения занятий №1	<b>0</b>		<b>4</b>	
Практическое занятие №5 «Определение ускорений звеньев»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%

манипулятора»				
Практическое занятие №6 «Кинестатический анализ манипулятора»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Лабораторная работа №3 «Изучение конструкций и принципов движения плоских ползающих многосвязников»	<b>0</b>	Правильность выполнения менее 50% или несвоевременное выполнение	<b>2</b>	Верное (более 90%) своевременное выполнение
Практическое занятие №7 «Определение кинетической, потенциальной энергии звеньев манипулятора. Определение обобщенных сил»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие №8 «Построение системы дифференциальных уравнений движения на основании уравнений Лагранжа II рода»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Лабораторная работа №4 «Изучение конструкций и принципов работы колесных и гусеничных мобильных роботов»	<b>0</b>	Правильность выполнения менее 50% или несвоевременное выполнение	<b>2</b>	Верное (более 90%) своевременное выполнение
Контрольная работа №2 «Построение системы дифференциальных уравнений движения на основании уравнений Лагранжа II рода»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>2</b>	Доля правильных ответов более 90%
Контроль посещения занятий №2	<b>0</b>		<b>4</b>	
Практическое занятие №9 «Определение реакций в кинематических парах»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие №10 «Уравнения Лагранжа I рода»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Лабораторная работа №5 «Изучение конструкций и принципов движения тросоходов»	<b>0</b>	Правильность выполнения менее 50% или несвоевременное выполнение	<b>2</b>	Верное (более 90%) своевременное выполнение
Практическое занятие №11 «Принцип Гаусса в динамике манипуляторов»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие №12 «Обратные задачи динамики манипуляторов. Построение уравнений движения манипулятора»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Лабораторная работа №6 «Изучение конструкций и принципов движения квадрокоптеров»	<b>0</b>	Правильность выполнения менее 50% или несвоевременное выполнение	<b>2</b>	Верное (более 90%) своевременное выполнение
Контрольная работа №3 «Обратные задачи динамики манипуляторов»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>2</b>	Доля правильных ответов более 90%

Контроль посещения занятий №3	<b>0</b>		<b>4</b>	
Практическое занятие №13 «Определение управляющих сил при позиционировании промышленного робота»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие №14 «Определение управляющих сил при выводе схвата манипулятора в заданную точку пространства с заданной скоростью»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Лабораторная работа №7 «Изучение конструкций и принципов движения роботов, предназначенных для перемещения по трубам»	<b>0</b>	Правильность выполнения менее 50% или несвоевременное выполнение	<b>2</b>	Верное (более 90%) своевременное выполнение
Практическое занятие №15 «Динамика вибрационных мобильных роботов. Прямолинейное движение»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие №16 «Динамика колесных мобильных роботов»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Лабораторная работа №8 «Изучение конструкций и принципов работы винтовых роботов»	<b>0</b>	Правильность выполнения менее 50% или несвоевременное выполнение	<b>2</b>	Верное (более 90%) своевременное выполнение
Контрольная работа №4 «Определение управляющих сил при выводе схвата манипулятора в заданную точку пространства»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>1</b>	Доля правильных ответов более 90%
Контроль посещения занятий №4	<b>0</b>		<b>4</b>	
Практическое занятие №17 «Динамика многосвязников»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
Практическое занятие №18 «Модель робота с учетом свойств электропривода»	<b>0</b>	Доля правильных ответов менее 50%	<b>0,5</b>	Доля правильных ответов более 50%
СРС	<b>20</b>		<b>28</b>	
Итого	<b>24</b>		<b>48</b>	
Посещаемость	<b>0</b>		<b>16</b>	
Зачет	<b>0</b>		<b>36</b>	
Итого	<b>24</b>		<b>100</b>	

Контроль изучения дисциплины завершается сдачей студентом зачета, который оценивается от 0 до 36 баллов и вместе с баллами текущего контроля формирует итоговый рейтинг студента. При получении студентом в текущем контроле более 50 баллов он получает оценку итогового контроля «зачтено».

Пример билета зачетной работы с указанием получаемых баллов представлен в приложении 1

Пример бланка экзаменационной работы  
 ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра теоретической механики и мехатроники

Естественно-научный факультет  
 Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника  
и робототехника  
 курс 2  
 Дисциплина «Механика роботов»

Утверждено на заседании кафедры механики,  
 мехатроники и робототехники  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. (протокол № \_\_\_)  
 Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

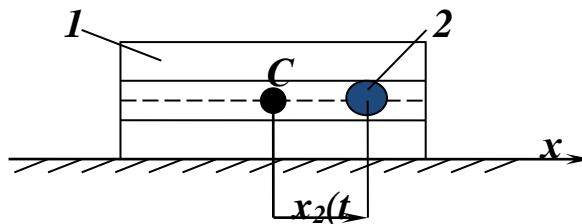
**БИЛЕТ №1**

1. Исторические этапы и перспективы развития манипулятора.

2. Кинематический анализ квадрокоптера

3. Задача №1:

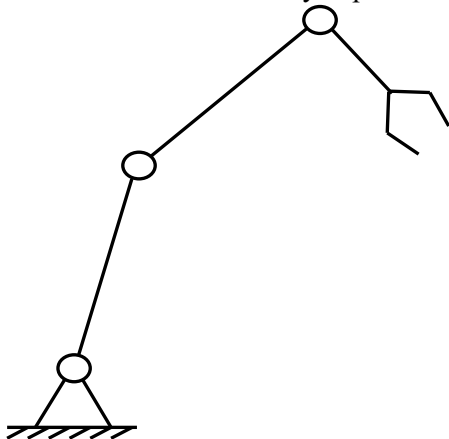
Вибрационная мобильная система состоит из корпуса 1 и подвижной внутренней массы 2, которая перемещается относительно корпуса по заданному гармоническому закону  $x_2(t) = 0,2 \sin(40t)$ .



Массы корпуса и внутренней массы соответственно равны  $M=0,1$  кг и  $m=0,02$  кг. Корпус перемещается по шероховатой поверхности с коэффициентом кулонова трения  $f$ . Определить максимальное предельное значение коэффициента трения  $f_{max}$ , при котором корпус системы может перемещаться по поверхности.

4. Задача №2:

Показать для предложенной схемы манипулятора системы координат, связанные со звеньями. Составить таблицу перехода между системами координат, записать матрицы переходов.





## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### 8.1. Основная и дополнительная литература

#### Основная литература

1. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры / С.Ф. Яцун, В.Я.Мищенко, Е.Н.Политов– М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2012.– 208 с.

### 8.2 Дополнительная литература

1. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике [Текст]: учебное пособие для технических вузов / под ред. А.А.Яблонского. – М.: КноРус, 2011. – 384 с.

2. Сборник задач по теоретической механике [Текст]: учебное пособие / под ред. К.С.Колесникова. – СПб.: Лань, 2008. – 448 с.

3. Едунов В.В., Едунов А.В. Механика: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2010.– 352 с.

### 8.3 Перечень методических указаний

4. Механика роботов [Текст]: методические указания по выполнению практических и самостоятельных работ по дисциплине «Механика роботов», / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Яцун С.Ф.; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2017. 30 с.

5. Механика роботов [Текст]: Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 15.03.06. «Механика роботов» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Яцун С.Ф. Курск, 2017. 61 с.

### Другие учебно-методические материалы

1. Учебно-демонстрационные материалы (модели механизмов, плакаты, слайды, мультимедийные презентации, учебные кинофильмы )

#### Интернет-ресурсы:

1.Единое окно доступа к образовательным ресурсам  
<http://www.window.edu.ru>

2. Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru>

### 9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Тип ЭВМ	Наименование программных средств	Цель применения в учебном процессе	Кол-во часов работы студентов с ЭВМ
IBMPCCELER ON-1700	Windows XP, Simulink/MatLab,	Демонстрация учебных презентаций	8 часов

### 10 Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и практические занятия. Студент не имеет

права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем и разделов дисциплины происходит на практических занятиях, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; изучение нового и закрепление пройденного учебного материала. Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материала, изложенного в учебниках и учебных пособиях, а также в литературе, рекомендованной преподавателем. После практического занятия для закрепления полученных знаний, умений и навыков студенты получают задания для самостоятельной работы по пройденной теме.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам выполнения заданий для самостоятельных работ, собеседования.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях и практических занятиях, проведение групповых и индивидуальных консультаций.

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

Libreoffice операционная система Windows

Антивирус Касперского

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

Учебные аудитории кафедры механики, мехатроники и робототехники для проведения лекционных и практических занятий оснащены учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся и преподавателя, доска. Работа студентов организована в аудитории в соответствии с расписанием.

Персональные компьютеры с доступом в Интернет для преподавателей и студентов; аудитории, оснащенные мультимедийными средствами обучения для чтения лекций, проведения семинарских занятий, проверки самостоятельных работ.

Наглядность и эффективность докладов (презентаций, лекционного материала) достигается с помощью Мультимедиа центра: ноутбук Lenovo (G710) [59409835] проектор BenQ MX505 и интерактивной систем с короткофокусным проектором ActivBoard, проекционный экран на штативе а также моделей механизмов.

