

Механика роботов

~~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.

Задачи изучения дисциплины

1. Изучение общих законов, которым подчиняется движение робототехнических систем;
2. Овладение методами решения задач кинематики и динамики роботов для расчета их движения.

У обучающихся формируются следующие компетенции:

Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ОПК-1);

Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4)

Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем (ОПК-11)

Разделы дисциплины

№ п.п.	Раздел (тема) дисциплины
1	Введение
2	Кинематика манипуляторов.
3	Метод матриц в кинематике манипуляторов.
4	Динамика манипуляторов.
5	Уравнения Лагранжа в динамике манипуляторов.
6	Обратные задачи динамики манипуляторов.
7	Динамика вибрационных мобильных роботов.
8	Динамика колесных мобильных роботов.
9	Динамика ползающих многозвенников.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан естественно-научного  
факультета

*(наименование ф-та полностью)*



П.А. РЯПОЛОВ

*(подпись, инициалы, фамилия)*

« 31 » 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика роботов

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 15.03.06 Мехатроника и робототехника

*шифр и наименование направления подготовки*

«Сервисная робототехника»

*наименование направленности (профиля)*

форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Курс – 2021

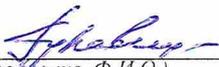
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника на основании учебного плана ОПОП ВО 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Учёным советом университета (протокол № 9 от «25» июня 2021 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 от « 30 » августа 2021г.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой  Яцун С.Ф.

Разработчик программы

к.т.н., доцент  Рукавицын А.Н.

*(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)*

Согласовано:

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 Учёным советом университета протокол № 9 от « 25 » 06 2021 г., на заседании кафедры МММР № 1 31.08.22

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой 

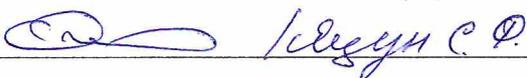
Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника», одобренного Учёным советом университета протокол № 9 от « 25 » 06 2021 г., на заседании кафедры МММР № 1 от 31.08.2023

*(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 Учёным советом университета протокол № 9 от « 24 » 03 2024 г., на заседании кафедры МММР № 1 от 30.08.2024

*(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 Учёным советом университета протокол №     от «     »     20     г., на заседании кафедры    

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой

# 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

## 1.1 Цель 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 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 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Использует математический аппарат для описания, анализа и моделирования мехатронных и робототехнических систем	<b>Знать:</b> современные методы математического анализа, моделирования и расчетов типовых элементов мехатронных модулей и роботов
			<b>Уметь:</b> составлять математические модели для расчета и анализа мехатронных и робототехнических систем
			<b>Владеть (или иметь опыт деятельности):</b> способностью моделирования, а также выбора способов и алгоритмов расчета кинематических и силовых параметров мехатронных и робототехнических систем

		ОПК-1.3 Использует законы и положения механики в своей профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> основные понятия и законы механики, основные характеристики механизмов и приводов, используемых в мехатронных и робототехнических системах</p> <p><b>Уметь:</b> применять основные законы и положения механики для проведения типовых расчетов мехатронных и робототехнических систем</p> <p><b>Владеть (или иметь опыт деятельности):</b> способностью проведения типовых расчетов и анализа мехатронных и робототехнических систем и использованием основных законов механики</p>
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.2 Использует в повседневной практике современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства	<p><b>Знать:</b> современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства</p> <p><b>Уметь:</b> использовать современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть (или иметь опыт деятельности):</b> способностью использовать для решения задач профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства</p>
ОПК-11	Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ОПК-11.3 Использует алгоритмы и методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	<p><b>Знать:</b> современные алгоритмы и методы расчетов отдельных узлов и мехатронных модулей</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять выбор способов расчета кинематических и силовых характеристик и проектирования приводов и мехатронных модулей</p> <p><b>Владеть (или иметь опыт деятельности):</b> способностью выбора способов и алгоритмов расчета кинематических и силовых характеристик и проектирования приводов и мехатронных модулей</p>

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Механика роботов» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Сервисная робототехника». Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

## 3 Объём дисциплины в зачётных 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 трудоёмкость (объем) дисциплины составляет 4 зачётных единиц (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоёмкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	55,15
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	52,85
Контроль (подготовка к экзамену)	36
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,15
в том числе:	
зачёт	не предусмотрен
зачёт с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

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

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Введение	Исторические этапы и перспективы развития робототехники. Методы анализа кинематики и динамики роботов. Прямые и обратные задачи. Основные понятия и определения механики роботов.
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.
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.
4	Динамика манипуляторов.	Метод кинетостатики в динамике манипуляторов. Силы инерции и моменты сил инерции. Уравнения движения 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.
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.

7	Динамика вибрационных мобильных роботов.	Управляющие периодические силы и моменты. Дифференциальные уравнения движения вибрационного мобильного робота по шероховатой поверхности. Режимы движения. Движение с отрывом.
8	Динамика колесных мобильных роботов.	Уравнения связей. Дифференциальные уравнения движения. Плоское движение колесного робота.
9	Динамика ползающих многозвенников.	«Медленные» и «быстрые» движения. Типы движения. Дифференциальные уравнения движения.

Таблица 4.1.2 –Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема дисциплины)	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение	2	-	-	У-1,2 МУ1,8	КО (1 неделя)	ОПК-1, ОПК-11
2	Кинематика манипуляторов	2	2	2	У-1,2 МУ-1,2,3	КО, ЛР, РР (2 неделя)	ОПК-1, ОПК-4
3	Метод матриц в кинематике манипуляторов	2	3	2	У-1,2,3 МУ-8	ЛР, РР (6 неделя)	ОПК-1, ОПК-4 ОПК-11
4	Динамика манипуляторов	2	3	3	У-1,2,3 МУ1,5,6,8	РР, ЛР (10 неделя)	ОПК-1, ОПК-11
5	Уравнения Лагранжа в динамике манипуляторов	2	2	3	У-1,2,3 МУ1,3,8	КО, ЛР, РР (12 неделя)	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-11
6	Обратные задачи динамики манипуляторов	2	2	2	У-1,3 МУ2,3	КО, ЛР, РР (13 неделя)	ОПК-1, ОПК-11
7	Динамика вибрационных мобильных роботов	2	2	2	У-1,2,6 МУ5,8	КО, ЛР, РР (14 неделя)	ОПК-1, ОПК-11
8	Динамика колесных мобильных роботов	2	2	2	У-1,7,8 МУ5,8	КО, ЛР (15 неделя)	ОПК-1, ОПК-11
9	Динамика ползающих многозвенников	2	2	2	У-1,7,8 МУ 2,3	КО, РР (16 неделя)	ОПК-1, ОПК-11
	Итого:	18	18	18			

*Примечание:* КО – контрольный опрос, РР – защита расчетной работы, ЛР – защита лабораторной работы, КП – защита курсового проекта

## 4.2 Лабораторные и (или) практические занятия

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объём, час.
1.	Структурный анализ пространственного манипулятора	2
2.	Исследование конструкций вибрационных мобильных роботов	2
3.	Изучение конструкций и принципов движения многозвенников на плоскости	2
4.	Двухсекционный мобильный робот для передвижения по произвольным поверхностям	2
5.	Изучение конструкций и принципов движения многозвенных внутритрубных мобильных роботов	2
6.	Инерционный двухсекционный робот-амфибия	2
7.	Изучение конструкции и принципа движения робота-рыбы	2
8.	Изучение конструкций и принципов работы винтовых роботов	2
9.	Изучение конструкций и принципов работы роботов, моделирующих движение биологических прототипов	2
Итого:		18

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объём, час.
1.	Определение числа степеней свободы мобильных роботов и манипуляторов. Определение уравнений связей.	2
2.	Метод матриц в кинематике манипуляторов	2
3.	Расширенные матрицы перехода	2
4.	Специальные системы координат	2
5.	Расширенная матрица перехода для кинематической пары	2
6.	Прямая задача о положениях	2
7.	Обратная задача о положениях	2
8.	Аналитическое решение обратной задачи о положениях для пространственных манипуляторов в матричном виде	2
9.	Численное решение обратной задачи о положениях	2
Итого:		18

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1.	Векторный метод кинематического анализа манипуляторов.	1 неделя	4,85
2.	Метод матриц в кинематике манипуляторов.	3 неделя	8
3.	Метод кинетостатики в динамике манипуляторов.	6 неделя	8
4.	Уравнения Лагранжа в динамике манипуляторов.	10 неделя	9
5	Обратные задачи динамики манипуляторов.	12 неделя	8
6	Динамика вибрационных мобильных роботов.	14 неделя	9
7	Динамика колесных мобильных роботов.	16 неделя	8
8	Динамика ползающих многозвенников.	18 неделя	8
Итого			52,85

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

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:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- тем рефератов;

- вопросов к зачету;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования общепрофессиональных компетенций обучающихся.

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

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Введение. Исторические этапы и перспективы развития робототехники (лекция)	Мультимедийная презентация. Учебная дискуссия	1
2	Метод матриц в кинематике манипуляторов. Специальные системы координат	Решение ситуационных задач. Виртуальное лабораторно-практическое занятие	4
3	Обратная задача о положениях	Решение ситуационных задач. Виртуальное лабораторно-практическое занятие	4
4	Динамика вибрационных мобильных роботов (лекция)	Мультимедийная презентация. Учебная дискуссия	1
5	Определение кинетической, потенциальной энергии звеньев манипулятора. Определение обобщенных сил.	Мультимедийная презентация. Виртуальное лабораторно-практическое занятие	4
6	Динамика колесных мобильных роботов	Мультимедийная презентация. Виртуальное лабораторно-практическое занятие	2
Итого: лк -2, пр – 4, лб - 10			16

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки и производства, высокого профессионализма ученых и представителей производства, их ответственности за результаты и последствия деятельности для человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства;

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов, мастер-классы и др.);

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ОПК-1 – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Химия	Механика роботов	Учебно-исследовательская работа
	Механика	Теория автоматического управления	Искусственный интеллект в мехатронике и робототехнике
	Высшая математика	Электромеханические и мехатронные системы	Силовые электронные устройства в мехатронике
	Физика	Основы мехатроники и робототехники	Проектирование мехатронных систем
	Технология конструкционных материалов. Материаловедение	Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	Компьютерное управление мехатронными системами и роботами
	Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование	Электронные устройства и схемотехника в мехатронике	
	Объектно-ориентированное программирование в мехатронике		
		Компьютерные системы математического моделирования	
Объектно-ориентированное программирование в мехатронике			

	Введение в направление подготовки и планирование профессиональной карьеры	Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Информатика	Механика роботов	Основы эргономики и дизайна роботов
	Механика	Основы мехатроники и робототехники	Силовые электронные устройства в мехатронике
	Компьютерная графика и основы САПР	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике	Программное обеспечение мехатронных систем и роботов
	Объектно-ориентированное программирование в мехатронике		Искусственный интеллект в мехатронике и робототехнике
		Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
		Компьютерные системы математического моделирования	
		Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
Объектно-ориентированное программирование в мехатронике			
ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств	Механика	Механика роботов	Искусственный интеллект в мехатронике и робототехнике
		Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	

и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование	Теория автоматического управления	Силовые электронные устройства в мехатронике
	Объектно-ориентированное программирование в мехатронике	Электромеханические и мехатронные системы	Программное обеспечение мехатронных систем и роботов
		Электронные устройства и схемотехника в мехатронике	Системы автоматизированного проектирования электронных компонентов роботов
		Основы мехатроники и робототехники	Проектирование мехатронных систем
	Компьютерное управление мехатронными системами и роботами	Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике	

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

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
ОПК-1 / основной	ОПК-1.1 ОПК-1.3	<p><b>Знать:</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p> <p><b>Уметь:</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p>	<p><b>Знать:</b> от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p> <p><b>Уметь:</b> - от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы включительно из столбца 5 данной Таблицы</p>	<p><b>Знать:</b> современные методы математического анализа, моделирования и расчетов типовых элементов мехатронных модулей и роботов</p>
				<p><b>Уметь:</b> составлять математические модели для расчета и анализа мехатронных и робототехнических систем</p> <p><b>Владеть (или иметь опыт деятельности):</b> способностью моделирования, а также выбора способов и алгоритмов расчета кинематических и силовых параметров мехатронных и робототехнических систем</p>
ОПК-4 / основной	ОПК-4.2	<p><b>Знать:</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p> <p><b>Уметь:</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5</p>	<p><b>Знать:</b> от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p> <p><b>Уметь:</b> - от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт</b></p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и законы механики, основные характеристики механизмов и приводов, используемых в мехатронных и робототехнических системах</p>
				<p><b>Уметь:</b> применять основные законы и положения механики для проведения типовых расчетов мехатронных и робототехнических систем</p>

		данной Таблицы	<b>деятельности):</b> - от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы включительно из столбца 5 данной Таблицы	<b>Владеть (или иметь опыт деятельности):</b> способностью проведения типовых расчетов и анализа мехатронных и робототехнических систем и использованием основных законов механики
ОПК-11, основной	ОПК-11.3	<b>Знать:</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5 данной Таблицы	<b>Знать:</b> от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы	<b>Знать:</b> современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства
		<b>Уметь:</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5 данной Таблицы	<b>Уметь:</b> - от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы	<b>Уметь:</b> использовать современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности
		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - от 50% до 69% пунктов из столбца 5 данной Таблицы	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - от 70% до 84% пунктов из столбца 5 данной Таблицы включительно из столбца 5 данной Таблицы	<b>Владеть (или иметь опыт деятельности):</b> способностью использовать для решения задач профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии и программные средства

**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 основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	Введение.	ОПК-1	Лекция, СРС, ЛР	БТЗ,	1-7	Согласно табл.7.2
2	Кинематика манипуляторов	ОПК-1, ОПК-11	Лекция, СРС, ЛР	БТЗ, РР, ЛР	8-18	Согласно табл.7.2
3	Метод матриц в кинематике манипуляторов	ОПК-1, ОПК-4	Лекция, СРС, РГР, ЛР	БТЗ, задания и контрольные вопросы к практическом у занятию	19-26	Согласно табл.7.2
4	Динамика манипуляторов	ОПК-1, ОПК-4 ОПК-11	Лекция, СРС, РГР, ЛР	БТЗ, задания к защите расчетной работы	27-38	Согласно табл.7.2
5	Уравнения Лагранжа в динамике манипуляторов	ОПК-1, ОПК-11	Лекция, СРС, РГР	БТЗ, задания к защите расчетной работы, вопросы и задания к защите лабораторной работы	40-52	Согласно табл.7.2
6	Обратные задачи динамики манипуляторов	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-11	Лекция, СРС, ЛР	БТЗ, задания и контрольные вопросы к лабораторной работе	53-67	Согласно табл.7.2
7	Динамика вибрационных мобильных роботов	ОПК-1, ОПК-11	Лекция, СРС, ЛР	БТЗ, вопросы и задания к защите лабораторной работы	68-80	Согласно табл.7.2

8	Динамика колесных мобильных роботов	ОПК-1, ОПК-11	Лекция, СРС, ЛР	БТЗ, задания и контрольные вопросы к практическому занятию	81-92	Согласно табл.7.2
9	Динамика ползающих многозвенников	ОПК-1, ОПК-11	Лекция, СРС, ЛР	БТЗ, задания и контрольные вопросы к практическому занятию	93-100	Согласно табл.7.2

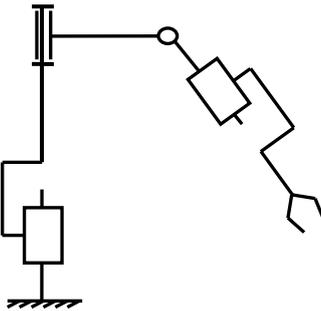
БТЗ – банк вопросов и заданий в тестовой форме.

### Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

#### 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 бланка экзаменационной работы

ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра механики, мехатроники и робототехники

Естественно-научный факультет  
 Направление подготовки 15.03.06  
Мехатроника и робототехника  
 курс 3  
 Дисциплина «Механика роботов»

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

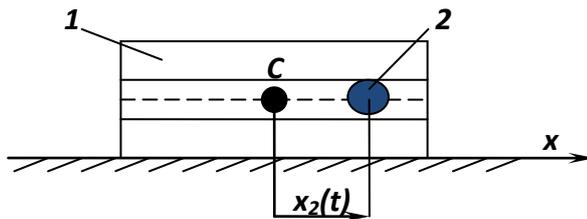
### БИЛЕТ №1

1. Исторические этапы и перспективы развития манипулятора.

2. Структурный анализ многозвенного ползающего робота.

3. Задача №1:

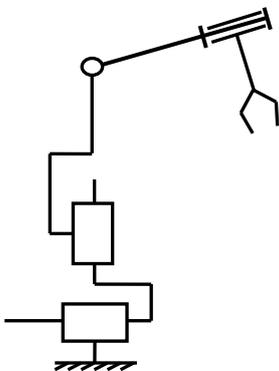
Вибрационная мобильная система состоит из корпуса 1 и подвижной внутренней массы 2, которая перемещается относительно корпуса по заданному гармоническому закону  $x_2(t) = 0,2 \sin(40t)$ .



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.



Зав. кафедрой ММиР, д.т.н., профессор

Яцун С.Ф.

#### 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Лабораторные работы:				
Структурный анализ пространственного манипулятора	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Исследование конструкций вибрационных мобильных роботов	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Изучение конструкций и принципов движения многозвенников на плоскости	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Двухсекционный мобильный робот для передвижения по произвольным поверхностям	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Изучение конструкций и принципов движения многозвенных внутритрубных мобильных роботов	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Инерционный двухсекционный робот-амфибия	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Изучение конструкции и принципа движения робот-рыбы	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%

Изучение конструкций и принципов работы винтовых роботов	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Изучение конструкций и принципов работы роботов, моделирующих движение биологических прототипов	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Практические занятия:				
Определение числа степеней свободы мобильных роботов и манипуляторов. Определение уравнений связей.	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Метод матриц в кинематике манипуляторов	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Расширенные матрицы перехода	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Специальные системы координат	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Расширенная матрица перехода для кинематической пары	0	Доля правильных ответов менее 50%	2	Доля правильных ответов более 50%
Прямая задача о положениях	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Обратная задача о положениях	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
Аналитическое решение обратной задачи о положениях для пространственных манипуляторов в матричном виде	0	Доля правильных ответов менее 50%	2	Доля правильных ответов более 50%
Численное решение обратной задачи о положениях	0	Доля правильных ответов менее 50%	1	Доля правильных ответов более 50%
СРС	20	Доля правильных ответов менее 50%	28	Доля правильных ответов более 50%
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Экзамен	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде компьютерного тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ – 20 заданий разделённых по уровню сложности на пять уровней (весов).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

– задание в закрытой форме –1-5 баллов в зависимости от уровня сложности

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

*Для промежуточной аттестации обучающихся*, проводимой в виде бланкового тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Яцун, С. Ф. Основы функционирования технических систем : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.01 Машиностроение, 23.03.01 Технологии транспортных комплексов, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / С. Ф. Яцун, А. Н. Рукавицын, Е. Н. Политов ; Юго-Западный государственный университет. - Курск : Университетская книга, 2019. - 195 с. - Библиогр.: с. 111-195. - ISBN 978-5-907270-97-8 : 121.74 р. - Текст : непосредственный.

2. Яцун, С. Ф. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 08.06.01 "Техника и технология строительства", 08.04.01 "Строительство" и 06.06.01 "Метрология, стандартизация и сертификация" / С. Ф. Яцун, В. Я. Мищенко, Е. Н. Политов. - Москва: ИНФРА-М: Альфа-М, 2015. - 207 с. : ил. - (Технологический сервис). - Библиогр.: с. 204. - ISBN 978-5-98281-305-3 (Альфа-М). - ISBN 978-5-16-005417-9 (ИНФРА-М) : 230.92 р., 240.00 р. - Текст : непосредственный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

3. Яцун, С. Ф. Основы механики : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" / С. Ф. Яцун, О. Г. Локтионова, В. Я. Мищенко, Е. Н. Политов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Инфра-М, 2021. - 248 с. - Библиогр.: с. 241. - ISBN 978-5-16-012872-6 : 757.20 р. - Текст : непосредственный.

4. Яцун, С.Ф. Многозвенный прыгающий робот с поступательной разгонной парой : монография / С. Ф. Яцун, О. Г. Локтионова, Л. Ю. Ворочаева. - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 210, [1] с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 199-210. - ISBN 978-5-7681-1050-5 : 260.00 р. - Текст : непосредственный.

5. Вибрационные мобильные роботы : монография / ЮЗГУ ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Юго-Западный государственный университет". - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 184 с. - Библиогр.: с. 175. - Имеется печ. аналог. - ISBN 978-5-7681-08 41-0 : Б. ц. - Текст : электронный.

6. Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины [Электронный ресурс] : сборник научных статей по материалам XII Международной научно-технической конференции "Вибрация - 2016" : в 2-х ч. / Юго-Зап. гос. ун-т ; отв. ред. д-р техн. наук, проф. С. Ф. Яцун. - Курск : ЮЗГУ, 2016. Ч. 1. - 343 с. - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-7681-1115-1 : 530.00 р.

7. Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины [Электронный ресурс]: сборник научных статей по материалам XII Международной научно-технической конференции "Вибрация - 2016" : в 2-х ч. / Юго-Зап. гос. ун-т ; отв. ред. д-р техн. наук, проф. С. Ф. Яцун. - Курск : ЮЗГУ, 2016. Ч. 2. - 356 с. - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-7681-1116-8

### 8.3 Перечень методических указаний

1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» [Электронный ресурс] / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Е. Н. Политов, Л. Ю. Ворочаева, А. В. Мальчиков. - Электрон. текстовые дан. (482 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 31 с.

2. Моделирование движения трехзвенного ползающего робота по шероховатой поверхности : методические указания по выполнению лабораторных, практических и самостоятельной работ по дисциплине «Моделирование мобильных роботов» для студентов направления 221000.68 - Мехатроника и робототехника / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Ф. Яцун, Л. Ю. Ворочаева. - Электрон. текстовые дан. (3309 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 104 с. - Текст : электронный.

3 Исследование червеподобного двухмодульного мобильного робота : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплинам: «Мобильные роботы для мониторинга окружающей среды» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Ф. Яцун, А. В. Мальчиков. - Электрон. текстовые дан. (302 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 13 с. - Текст : электронный.

4. Изучение червеподобного двухмодульного мобильного робота : [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплинам: «Мобильные роботы специального назначения» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Ф. Яцун, А. В. Мальчиков. - Электрон. текстовые дан. (302 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 13 с.

5. Исследование плавающего мобильного виброробота : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине: «Мобильные роботы для мониторинга окружающей среды» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Ф. Яцун, А. В. Мальчиков. - Электрон. текстовые дан. (237 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 11 с. - Текст : электронный.

6. Исследование трехзвенного вибрационного микроробота : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине: «Мобильные роботы специального назначения» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Ф. Яцун, А. В. Мальчиков. - Электрон. текстовые дан. (424 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 12 с. - Текст : электронный.

7. Исследование плавающего мобильного виброробота : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплинам: «Мобильные роботы специального назначения» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Ф. Яцун, А. В. Мальчиков. - Электрон. текстовые дан. (234 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 11 с. - Текст : электронный.

#### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

1. Учебно-демонстрационные материалы (модели механизмов, плакаты, слайды, мультимедийные презентации);
  2. Учебные кинофильмы по механике;
  3. Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета
    - Прикладная механика и техническая физика
    - Известия Юго-Западного государственного университета
    - Известия Юго-Западного государственного университета.
- Серия: Техника и технологии

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

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции, лабораторные 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 или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента, закрепление учебного материала. Лабораторному и практическому занятиям предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам собеседования и оценки результатов выполнения практических заданий.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы следует закрепить в памяти. Одним из приёмов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьёзная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа даёт студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и

качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

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

Libreoffice операционная система Windows  
Антивирус Касперского (или ESETNOD)  
Программный продукт Компас – 3D LT V12, лицензионное соглашение  
Программный продукт PTC Mathcad Express,  
<https://www.ptc.com/en/products/mathcad/comparison-chart>, Бесплатная, Freeware

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий кафедры механики, мехатроники и робототехники, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

Мультимедиацентр: ноутбук Lenovo (G710) [59409835] проектор BenQ MX505 и интерактивной системой с короткофокусным проектором ActivBoard.

Аудитория для проведения занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, аудитория для самостоятельной работы.

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

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			