

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор,  
проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.ДВ.02.02</b> (Индекс дисциплины)	<b>Основы мехатроники</b> (Наименование дисциплины)
Кафедра: <b>28</b> Код	<b>Машиноведения</b> Наименование кафедры
Направление подготовки: <u>15.04.02 – Технологические машины и оборудование</u>	
Профиль подготовки: <u>Технологические машины и оборудование</u>	
Уровень образования: <u>магистратура</u>	

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>108</b>	-	-
	Аудиторные занятия	<b>34</b>	-	-
	Лекции	17	-	-
	Лабораторные занятия	-	-	-
	Практические занятия	17	-	-
	Самостоятельная работа	29	-	-
	Промежуточная аттестация	<b>45</b>	-	-
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	2	-	-
	Зачет	-	-	-
	Контрольная работа	-	-	-
	Курсовой проект (работа)	-	-	-
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>3</b>	-	

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная		<b>3</b>										
Очно-заочная												
Заочная												

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебного плана № 2/1/1

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области основ мехатроники, обеспечить понимание базовых категорий и принципов мехатроники, приобретение практических навыков анализа и синтеза мехатронных объектов, формирование информационной и методологической базы для изучения специальных дисциплин.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Изучение принципов построения и основ проектирования робототехнических и мехатронных систем.
- Знакомство с современным состоянием развития роботов и мехатронных модулей.
- Демонстрация синергетического характера интеграции составляющих элементов изучаемых объектов.
- Формирование навыков проектирования мехатронных модулей и систем управления роботизированным производством, разработки их аппаратно-программного обеспечения.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении	первый этап
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: Методы построения, анализа и математического моделирования мехатронных систем. Уметь: Выбирать методы построения математических моделей мехатронных систем. Владеть: Навыками разработки математических моделей мехатронных систем по их динамическим моделям.		
ПК-20	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	первый этап
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: Особенности разработки динамических и математических моделей мехатронных систем. Уметь: Разрабатывать и анализировать динамические и математические модели мехатронных систем. Владеть: Навыками математического моделирования мехатронных систем.		

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Математическое моделирование (ОПК-1, ПК-20)
- Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента (ПК-20)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Структурные, кинематические и силовые исследования механотронных систем</b>			
Тема 1. Принципы мехатроники. Промышленные роботы.	7		
Тема 2. Кинематика манипуляторов. Прямые и обратные задачи кинематики.	7		
Тема 3. Кинетостатический анализ манипуляторов.	7		
<b>Текущий контроль 1 – выборочный опрос, проверочная работа</b>	2		
<b>Учебный модуль 2. Динамика механотронных устройств и оптимальное управление ими</b>			
Тема 4. Методы построения динамических моделей механотронных устройств и их математическое описание	7		
Тема 5. Приводы машин. Аналитические и экспериментальные исследования электромеханических систем.	7		
Тема 6. Оптимальное управление машинами.	8		
Тема 7. Элементная база мехатроники.	6		
Тема 8. Механотронные устройства в текстильной и легкой промышленности: швейные роботы, вышивальные автоматы, автоматизированные раскройные и вырубочные комплексы и другие.	6		
Текущий контроль2. выборочный опрос, проверочная работа	4		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	45		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>108</b>		

## 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	2	-	-	-	-
2	2	3	-	-	-	-
3	2	2	-	-	-	-
4	2	3	-	-	-	-
5	2	2	-	-	-	-
6	2	3	-	-	-	-
7	2	1	-	-	-	-
8	2	1				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>17</b>		-		-

### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Практическое занятие. Примеры решения прямых и обратных задач кинематики машин, в частности, манипуляторов	2	4	-	-	-	-
3	Практическое занятие. Расчет сил инерции, реакций сочленений и вращающих моментов приводов машин	2	4	-	-	-	-
4, 5	Практическое занятие. Составление и решение уравнений динамики мехатронных устройств и их приводов	2	5	-	-	-	-

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
6	Практическое занятие. Решение задач об оптимальном управлении по одному и нескольким критериям.	2	4	-	-	-	-
<b>ВСЕГО:</b>			<b>17</b>		-		-

**3.3. Лабораторные занятия**  
не предусмотрены

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

не предусмотрено .

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2	Выборочный опрос	2	2	-	-	-	-
1,2	Проверочная работа	2	2	-	-	-	-

#### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	13	-	-	-	-
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	2	16	-	-	-	-
Подготовка к экзаменам	2	45	-	-	-	-
<b>ВСЕГО:</b>		<b>74</b>		-		-

#### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

##### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	проблемные лекции, эвристические беседы, консенсусные беседы, лекции-визуализации.	5	-	-
Практические и семинарские занятия	Дискуссия, опрос, поиск вариантов решения проблемных ситуаций (case-study), командное соревнование малых групп обучающихся, презентация задания, деловая игра (отладка программ для ПК).	5	-	-
<b>ВСЕГО:</b>		<b>10</b>		-

## 7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

### Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Активность на аудиторных занятиях	30	- Посещение лекций – 2 балла за каждый академический час лекционного занятия (всего 17 часов, максимум <b>34</b> балла) - Посещение практических занятий – 2 балла за каждый академический час практического занятия (всего 17 часов, максимум <b>34</b> балла) - Прохождение текущего контроля: активность при устном опросе – 7,5 баллов (2 опроса в семестр, максимум <b>15</b> баллов); правильно выполненное проверочное задание – <b>17</b> баллов (1 задание в семестр, максимум <b>17</b> баллов)
2	Выполнение индивидуальных заданий по статистической обработке результатов экспериментов (проверочная работа)	30	Представление в срок и качество оформления – до <b>15</b> баллов; Содержание (соответствие заданию, наличие всех требуемых элементов, наличие и значимость ошибок) – до <b>60</b> баллов; Качество защиты (полнота ответов на вопросы, владение специальной терминологией, затраченное на ответы время) – до <b>25</b> баллов
3	Проведение в рамках дисциплины самостоятельного научно-исследовательского эксперимента, презентация его результатов, либо участие в студенческой конференции «Дни науки»	10	- 50 баллов за презентацию результатов экспериментов на занятии (всего 1 презентация в семестре), максимум <b>50</b> баллов; - 50 баллов за выступление на кафедральной студенческой конференции, максимум <b>50</b> баллов
4	Сдача экзамена	30	Ответ на теоретические вопросы (полнота, владение терминологией, затраченное время) – максимум <b>40</b> баллов; Выполнение практической задачи (1 задача), максимум <b>60</b> баллов.
<b>Итого (%):</b>		<b>100</b>	

### Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
1 – 16		
0		

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Подураев Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86501.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Сторожев В.В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования [Электронный ресурс]: монография/ Сторожев В.В., Феоктистов Н.А.— Электрон. текстовые

данные.— Москва: Дашков и К, 2018.— 412 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/85736.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Булгаков А.Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление [Электронный ресурс]/ Булгаков А.Г., Воробьев В.А.— Электрон. текстовые данные.— Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2017.— 486 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/90390.html>.— ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

1. Кулаков Д.Б. Роботы и робототехника: лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кулаков Д.Б., Кулаков Б.Б.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Российский университет дружбы народов, 2018.— 124 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/91065.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Крамаренко Н.В. Алгоритмы управления движениями точки и робота-манипулятора [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Крамаренко Н.В., Рыков А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016.— 87 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91317.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.Н. Дементьев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2018.— 497 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98983.html>.— ЭБС «IPRbooks»

**8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2015811](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811), по паролю.

2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПбГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2014550](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550), по паролю.

**8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

1. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru>

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

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic;

2. Office Std 2016 RUS OLP NL Acdmc.

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения аудиторных занятий используется стандартно-оборудованная аудитория, видеопроектор с экраном, ноутбук, при выполнении индивидуальных заданий магистранты работают в компьютерном классе.

**8.6. Иные сведения и (или) материалы**

Отсутствуют

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины, способствуют воспитанию у студентов профессиональных качеств, развитию у них самостоятельного инженерного мышления. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает проведение следующих видов работ: <ul style="list-style-type: none"><li>• проработку рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;</li></ul>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• конспектирование лекций (кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины);</li> <li>• поиск ссылок в Интернете, иллюстрирующих термины, понятия и теоретические положения дисциплины;</li> <li>• просмотр видеолекций в Интернете.</li> </ul>
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для самостоятельного решения проблемы, навыками подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов по соответствующей тематике; навыками работы в малых группах; развивают организаторские способности при подготовке коллективных проектов.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает проведение следующих видов работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• просмотр рекомендуемой литературы и иных информационных источников, указанных в рабочей программе дисциплины;</li> <li>• подготовку ответов на контрольные вопросы;</li> <li>• выполнение тестовых заданий;</li> <li>• выполнение заданий текущего контроля</li> </ul>
Лабораторные занятия	Не предусмотрены
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студента является неотъемлемым элементом работы над материалом дисциплины. В рамках самостоятельной работы студенту следует уделить внимание более детальному ознакомлению с литературой по рассмотренным на лекционных занятиях теориям, подготовиться к практическим занятиям, выяснить, какие вопросы можно задать дополнительно в аудитории для прояснения материала, выполнить домашнее задание. Помимо изучения соответствующих глав основной литературы, указываемых в конце каждого лекционного занятия преподавателем отдельно (вместе с кратким списком вопросов для самоконтроля), студенту следует обратиться к дополнительной и вспомогательной литературе. Самостоятельная работа направлена на расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях, и выполняется индивидуально.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1/ первый этап	Классифицирует мехатронные системы; характеризует особенности методов анализа и математического моделирования мехатронной системы в зависимости от ее классификации	Вопросы для устного собеседования	Перечень вопросов (10 вопросов)
	Использует методы определения кинематических и динамических характеристик полюса рабочего органа мехатронной системы применительно к технологическим машинам и оборудованию	Практическое задание	Комплект заданий (15 заданий)
	Применяет методы разработки математических моделей мехатронных систем для решения задач выведения полюса рабочего органа в заданную точку пространства при заданной ориентации объекта		
ПК-20/	Называет принципы построения динамических моделей и характеризует приемы разработки	Вопросы для устного собеседования	Перечень вопросов (10 вопросов)

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
первый этап	математических моделей мехатронных систем применительно к решению задач их кинематического и динамического анализа	ния	
	В соответствии с поставленной целью исследования выполняет построение динамической модели и разрабатывает математическую модель мехатронной системы применительно к решению задач кинематического и динамического анализа	Практическое задание	Комплект заданий (15 заданий)
	Выполняет исследование кинематических характеристик мехатронной системы по ее динамической и математической модели		

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Письменная работа
86-100	5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, студент знает все положения теории и умеет их доказывать. Решения задач логически обоснованы, детализированы, получены правильные ответы. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b> Представлены логическое обоснование решения задач, детализация решения, получены правильные ответы. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям.
75-85	4 (хорошо)	Студент знает все положения теории. Умеет строить решения задач, но при этом допускает несущественные ошибки. Подход к материалу ответственный, но стандартный. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b> Представлены логическое обоснование решения задач, детализация решения, получены правильные ответы. Качество исполнения всех элементов задания соответствует всем основным требованиям.
61-74		Ответ стандартный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в ответах на теоретические вопросы и незначительные ошибки при решении задач. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b> Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные небольшие ошибки или отступления от правил оформления работы.
51-60	3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит только лекционные материалы, без существенной самостоятельной работы. Студент демонстрирует понимание основных теоретических положений в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b> Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, качество представления работы низкое, работа представлена с большим опозданием.
40-50		Ответ неполный, студент допускает существенные ошибки при изложении теории, обнаруживает пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, испытывает некоторые затруднения при решении задач. <b>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b> Работа выполнена полностью, но с многочисленными существенными ошибками, нарушены правила оформления или сроки представления работы.
17-39	2 (неудовлетворительно)	Студент не способен ответить на вопрос без помощи экзаменатора, обнаруживает незнание значительной части теоретических положений дисциплины, при решении задач допускает многочисленные грубые ошибки. <b>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b> Обнаружено отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, допущены многочисленные существенные ошибки, грубо нарушены сроки представления работы.

1-16	Студент не способен понять заданный вопрос, не способен сформулировать основные положения теории, решение задачи не предлагается. <b>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b> Содержание работы не соответствует заданию.
0	Студент предпринимает попытки списывания или использования подделок. <b>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</b> Представлена чужая работа, выявлен плагиат, выполнен чужой вариант письменной работы, работа не представлена.

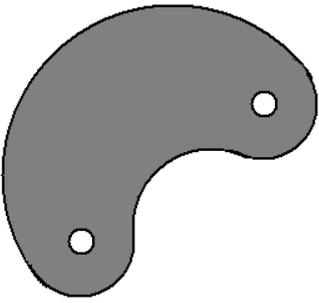
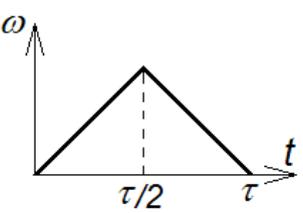
## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

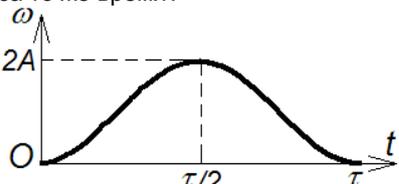
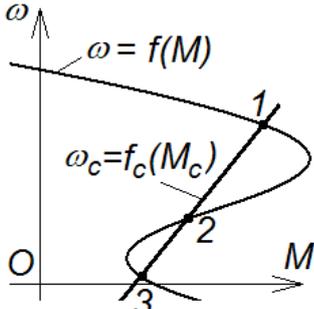
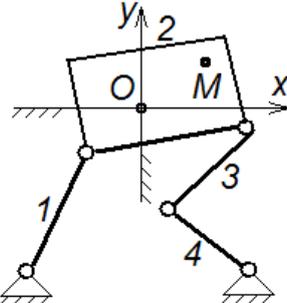
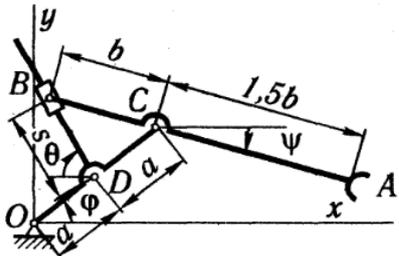
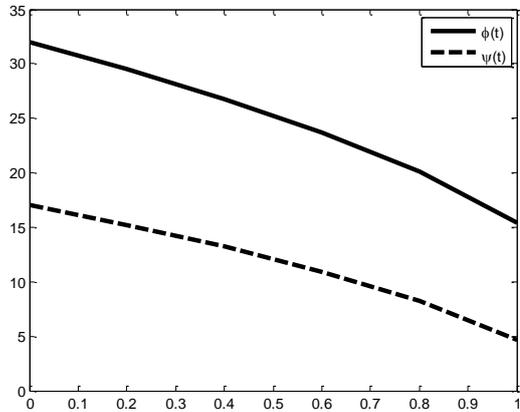
### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

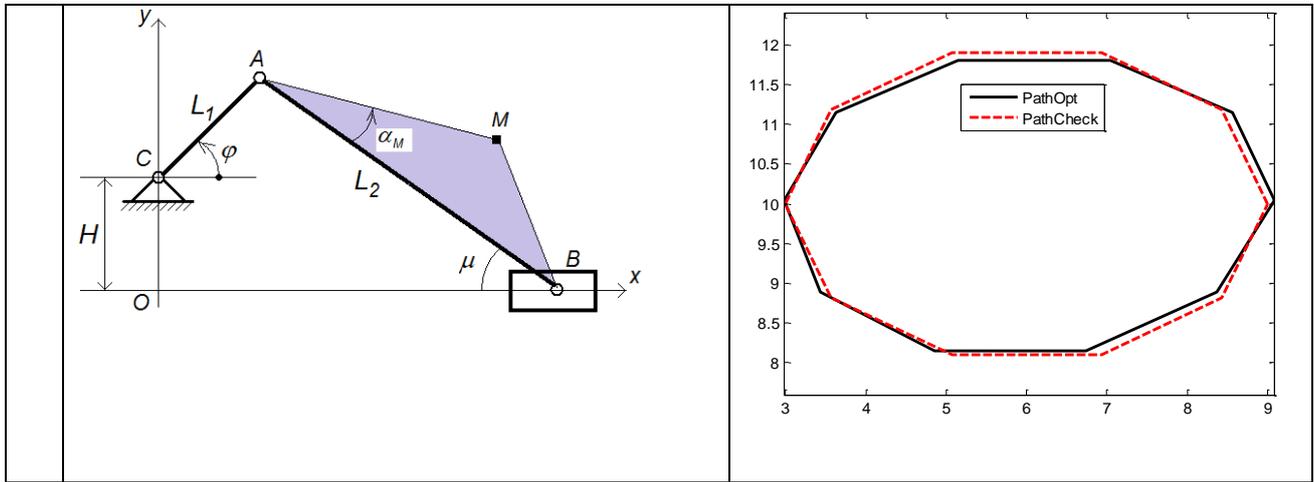
№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
<b>Вопросы для тестирования по теории</b>		
1	Что такое механотроника?	1
2	Почему задачи механотроники называют синергетическими?	1
3	По каким формулам можно рассчитать число степеней свободы манипулятора?	2
4	Как вводятся однородные координаты точек звеньев манипулятора и расширенные матрицы поворота-сдвига-масштабирования-проектирования?	2
5	Как вычисляются главный вектор и главный момент сил инерции, приложенных к звену манипулятора?	3
6	Какова сущность принципа возможных перемещений?	3
7	Как, имея матрицу инерции относительно некоторой картезианской системы координат, найти главные центральные моменты инерции?	4
8	Как составляются уравнения Лагранжа первого рода для описания движения механической системы?	4
9	Что такое скольжение в теории электропривода?	5
10	Что такое шаговый электродвигатель?	5
11	Как формулируется задача оптимального управления?	6
12	Что такое устойчивость движения по Ляпунову?	6
13	Как устроен гироскоп, работающий согласно эффекту Саньяка?	7
14	Как работает устройство, считывающее линейный штрих-код или его матричный аналог?	7
15	Опишите устройство робота «КУКА», обшивающего чехлами автомобильные сидения или мебель.	8
16	Сформулируйте возможные направления совершенствования вышивальных автоматов.	8
<b>Вопросы к экзамену</b>		
1	Термины и принципы мехатроники. Методы построения мехатронных устройств.	1
2	Классификация и принципы построения промышленных роботов, их характеристики.	1
3	Кинематические схемы манипуляторов и их особенности. Роль избыточных степеней свободы.	1
4	Виды и конструкции захватов. Постановка задачи позиционирования захвата.	2
5	Однородные координаты и преобразования. Блочные матрицы. Конечный поворот твердого тела вокруг заданной оси на заданный угол.	2
6	Теория конечных поворотов Родрига-Гамильтона. Кватернионы	2
7	Определение положения и ориентации звеньев манипулятора. Система координат Денавита-Хартенберга.	3
8	Прямая позиционная задача. Определение зоны обслуживания манипулятора. Коэффициент сервиса. Применение матричных расчетов в компьютерной системе МАТЛАБ	3
9	Обратная позиционная задача (ОПЗ). Аналитические методы решения тригонометрических уравнений. Решение ОПЗ на компьютере.	3
10	Вычисление скоростей и ускорений звеньев манипулятора. Прямая и обратная задачи о скорости. Допустимые скорости и ускорения.	3
11	.Статика манипулятора. Система уравнений равновесия звеньев. Применение принципа возможных перемещений.	4
12	Главный вектор и главный момент сил инерции. Составление и решение уравнений кинестатики манипулятора. Анализ рабочих сил и моментов.	4
13	Принципы работы и устройств электродвигателей (ЭД): асинхронного, синхронного двигателей переменного тока и двигателей постоянного тока.	5
14	Электромеханические характеристики двигателей.	5
15	Управление электродвигателем по току и по напряжению.	5
16	Особенности управления шаговым ЭД. Коммутаторы. Гидроусилители. Гидромоторы.	5

17	Элементы гидравлики. Законы Бернулли и Пуазейля. Гидравлические приборы автоматики.	5
18	Явление дросселирования. Дросселирующий управляемый гидрораспределитель.	5
19	Уравнения динамики манипулятора в форме уравнений Лагранжа 2 рода.	4,6
20	Уравнения Лагранжа 1 рода в случае наличия внешних связей. Переход от обобщенных координат к абсолютным декартовым. Вычисления, связанные с преобразованием матриц Якоби.	4
21	Применение дифференциального принципа Гаусса для составления уравнений движения.	4
22	Поведение исполнительной системы манипулятора при кинематическом управлении.	6
23	Классификация задач исследования операций. Задача об оптимальном управлении.	6
24	Критерии оптимальности управления движением манипулятора: быстродействие, точность позиционирования, безударность, энергосбережение и другие. Многокритериальные задачи.	6
25	Планирование оптимальных траекторий в фазовом пространстве.	6
26	Задачи нелинейного программирования. Градиентные и иные методы их решения.	6
27	Управление движением пялец вышивальной машины при разных кинематических схемах приводных механизмов.	6,8
28.	Средства контроля и управления роботами. Аппараты обратной связи. Контроллеры.	7
29	Сенсорные датчики. Принципы работы (эффекты Холла, Саньяка, etc) и устройство оптических и ультразвуковых датчиков положения, скорости, ускорения и ориентации.	7
30	Механотронные устройства в текстильной и легкой промышленности.	8

**Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	В абсолютной системе координат $Oxyz$ совершаются следующие движения: поворот на угол $\alpha$ вокруг оси $Ox$ , сдвиг на $a$ единиц длины вдоль оси $Ox$ , сдвиг на $d$ единиц вдоль оси $Oz$ , поворот на угол $\vartheta$ вокруг оси $Oz$ . Сконструировать расширенную матрицу результирующего движения. Использовать систему вычислений МАТЛАБ.	$\begin{pmatrix} \cos \vartheta & -\cos \alpha \sin \vartheta & \sin \alpha \sin \vartheta & a \cos \vartheta \\ \sin \vartheta & \cos \alpha \cos \vartheta & -\sin \alpha \cos \vartheta & a \sin \vartheta \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
2	Относится ли матрица $R$ к классу ортогональных матриц? $R = \begin{pmatrix} \sqrt{3}/2 & 1/2 & 0 \\ -1/2 & \sqrt{3}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	да, т.к. $RR^T = E$ .
3	По эскизу детали (шатуна) найти её главные центральные моменты инерции. Деталь изготовлена из пластины с поверхностной плотностью $8.2 \text{ кг/м}^2$ . Расстояние между центрами отверстий $0.225 \text{ м}$ . Для решения задачи составить программу в МАТЛАБ. 	$0.0034 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ $0.0012 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
4	Наискорейшее время $\tau$ перемещения вала привода на угол $\varphi$ при постоянном приведенном вращающем моменте $M$ и моменте инерции привода $J$  обеспечивается старт-стопным режимом вращения $\omega = \dot{\varphi} = Mt/J$ , $\omega = M\tau/2J - Mt/J$ . Синусоидальная аппроксимация этого режима выражается функцией $\omega = A(1 - \cos 2\pi t/\tau)$ . Какое значение амплитуды $A$ обеспечивает такое же перемещение	$A = \frac{M \tau}{J 2}$

	<p>за то же время?</p> 	
5	<p>Механическая характеристика <math>\omega = f(M)</math> асинхронного двигателя пересекается с характеристикой присоединенного механизма <math>\omega_c = f_c(M_c)</math> в точках 1,2,3. Какие точки соответствуют устойчивому режиму работы машины?</p> 	1 и 3
	<p>Механизм перемещения пальцев вышивального автомата с помощью вращающихся моментов, приложенных к звеньям 1 и 4, должен переместить точку M пальцев в точку O под иглу. Должна ли оптимальная по быстродействию абсолютная траектория точки M быть прямой линией?</p> 	Нет
6	<p>Определить законы изменения обобщенных координат <math>\varphi, \psi</math> манипулятора в интервале <math>t \in [0; 1]</math>, если точка A захвата движется согласно уравнениям <math>x_A = 1.226 + 0.2t</math>, <math>y_A = 0.0987t</math> (м).  <math>\varphi_0 = 32^\circ, \psi_0 = 17^\circ, a = 0.3 \text{ м}, b = 0.5 \text{ м}</math>.      Для решения задачи составить программу в МАТЛАБ.</p> 	
7	<p>Рассчитать параметры механизма, обеспечивающие исполнение шатунной кривой <math>x = 6 + 3\cos(t)</math>; <math>y = 10 + 2\sin(t)</math> при следующих дополнительных условиях: <math>4 &lt; L_1 &lt; 10</math>; <math>4 &lt; L_2 &lt; 20</math>; <math>0 &lt; H &lt; 10</math>; <math>0.5 &lt; AM &lt; 20</math>; <math>45^\circ &lt; \alpha_M &lt; 270^\circ</math>; <math>x_B &lt; 40</math> (линейные размеры даны в см).      Для решения задачи составить программу в МАТЛАБ.</p>	$L_1 = 3.0509$ ; $L_2 = 18.7730$ ; $H = 9.1467$ ; $AM = 6.1020$ ; $\alpha_M = 0.6566$ (радиан).



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

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013, протокол № 1)

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

\*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

#### 10.3.3. Особенности проведения экзамена

Экзаменационную работу все студенты группы пишут одновременно. Использование гаджетов и справочников на экзамене запрещено. Первая часть экзамена – решение типового задания – длится 30 мин.; вторая часть экзамена – ответы на вопросы по теории с доказательствами выдвинутых тезисов – 40 мин. Затем следуют проверка, комментирование записей и объявление результатов, а в случае необходимости, индивидуальные собеседования.

Преподаватель, принимающий экзамен, располагает результатами оценивания видов деятельности обучающегося по данной дисциплине, для определения (в соответствии с БРС) итоговой оценки. Время, отводимое преподавателю на прием экзамена, – 0,5 акад. часа на студента (1 акад. час = 45 мин).