

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.13 «Теория механизмов и машин»

направления подготовки

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Профиль «Технология машиностроения»

форма обучения – заочная  
курс – 2  
семестр – 4  
зачетных единиц – 5  
всего часов – 180,  
в том числе:  
лекции – 6  
практические занятия – 4  
лабораторные занятия – 4  
самостоятельная работа – 166  
зачет – нет  
экзамен – 4 семестр  
РГР – нет  
курсовая работа – нет  
курсовой проект – нет  
контрольная работа – 4 семестр

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ОТМ

«22» июня 2022 года, протокол № 12

И.о. зав. кафедрой  /Тихонов Д.А./

Рабочая программа утверждена на заседании УМКН

«24» июня 2022 года, протокол № 5

Председатель УМКС/УМКН  /Тихонов Д.А./

Энгельс 2022

## 1. Цели и задачи дисциплины

Учебная дисциплина «Теория механизмов и машин» реализует требования федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Целью преподавания дисциплины «Теория механизмов и машин» является изучение строения, кинематики и динамики механизмов и машин в связи с их анализом и синтезом, а также методов их проектирования и расчета. Изучение дисциплины должно развить у будущих бакалавров способности к самостоятельному мышлению и анализу, к самостоятельной творческой работе, развить понимание физических явлений и техническое мышление. Развить умение и навыки применения теоретических знаний и современных методов проектирования к решению практических вопросов.

Достижение цели обучения обеспечивается путём решения ряда задач в рамках освоения основной образовательной программы:

- приобретение знаний о назначении различных групп механизмов, о принципах работы машин в целом и их отдельных составляющих;
- приобретение знаний о структуре механизмов при их анализе и синтезе;
- умение проводить кинематический анализ механизмов различными способами;
- умение проводить силовой анализ механизмов и исследовать движения под действием внешних сил.

Задачей синтеза является проектирование механизма предварительно выбранной структуры по заданным кинематическим и динамическим условиям. Результатом синтеза является кинематическая схема механизма, с известными геометрическими параметрами звеньев, которая обеспечивает требуемый вид и закон движения исполнительного звена совершающего полезную работу. Задачей структурного и кинематического анализов является изучение строения механизмов, исследование движения звеньев, их образующих, с геометрической точки зрения, независимо от сил, вызывающих движение этих звеньев. Задачей динамического анализа является определение сил, действующих на звенья во время движения механизма, и изучение взаимосвязи между кинематическими параметрами, силами и массами, которыми обладают эти звенья. Результатом анализа являются кинематические параметры звеньев механизма и усилия, действующие на них. В дальнейшем проектировании по известным усилиям производят расчеты на прочность, жесткость и устойчивость с целью определения размеров, формы и материала деталей машин. Методы экспериментального исследования механизмов изучают в процессе выполнения лабораторных работ.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к блоку Б.1.2 Вариативная часть. Указанная дисциплина основывается на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Информатика», «Теоретическая механика», «Инженерная и компьютерная графика».

Дисциплина «Теория механизмов и машин» необходима для успешного изучения таких дисциплин как «Детали машин и основы конструирования», «Основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения», «Технологическая оснастка, «Режущий инструмент», а также выполнения конструкторских расчётов в выпускной квалификационной работе.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

- ПК-4: способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа.

Студент должен знать: методы разработки проектов изделий машиностроения с учетом эксплуатационных параметров - методы синтеза типовых механизмов;

Студент должен уметь: участвовать в разработке проектов изделий машиностроения - осуществлять синтез типовых механизмов;

Студент должен владеть: методами синтеза типовых механизмов.

## 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Неде-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Кол-лок-виу-мы	Лаб-ора-торн-ые	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	Введение. Структурный анализ механизмов.	16,5	0,5				16
1	2-3	2	Кинематический анализ	20	1		1	2	16

			механизмов (рычажных, кулачковых, зубчатых).						
1	4	3	Кинематический анализ и синтез кулачковых механизмов.	22	1		1	2	18
1	5-6	4	Кинематический анализ и синтез зубчатых механизмов. Синтез эвольвентного зубчатого зацепления. Синтез многозвенных зубчатых механизмов.	22	1		1		20
2	7-8	5	Механизмы передач с гибкими звеньями. Винтовые механизмы. Механизм универсального шарнира. Механизм двойного универсального шарнира.	25,5	0,5		1		24
2	9-10	6	Механизмы фрикционных передач. Мальтийский механизм. Гидравлические и пневматические механизмы.	19,5	0,5				19
3	11-12	7	Динамический анализ механизмов. Механическая характеристика машины. Движение механизмов машины под действием приложенных сил.	18,5	0,5				18
3	13-14	8	Трение в кинематических парах. Виброзащита механизмов и машин. Неравномерность хода машины.	16,5	0,5				16
3	15-16	9	Основные понятия теории машин-автоматов. Циклограммы и тактограммы машин.	19,5	0,5				19
Всего				180	6		4	4	166

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	0,5	1	<p><b>Введение.</b></p> <p><b>Структурный анализ механизмов.</b></p> <p>Значение знания о теории механизмов и машин для подготовки квалифицированного бакалавра. История курса. Связь дисциплины с другими курсами. Цели и задачи курса, Основные виды звеньев. Кинематические пары. Степень подвижности механизмов. Структурная классификация механизмов. Условия существования кривошипа. Модификация механизмов при замене пар.</p>	[1-7,16,18]

2	1	1	<p><b>Кинематический анализ механизмов (рычажных, кулачковых, зубчатых).</b>  План положений механизма. Масштабные коэффициенты. Определение скорости и ускорения методом планов.  Кинематическое исследование механизмов аналитическими методами. Кинематика шарнирного четырехзвенника.  Кинематика кривошипно-ползунного механизма.  Кинематика кривошипно-кулисного механизма.</p>	[1-12,16,18]
3	1	1-2	<p><b>Кинематический анализ и синтез кулачковых механизмов.</b>  Основные виды кулачковых механизмов. Определение минимального радиуса кулачка. Углы давления.  Проектирование кулачкового механизма из условий ограничения угла давления.</p>	[1-12,16,17,18]
4	1	2	<p><b>Кинематический анализ и синтез зубчатых механизмов. Синтез многозвенных зубчатых механизмов.</b>  Классификация зубчатых передач. Геометрические элементы зубчатого колеса. Зубчатые механизмы с неподвижными осями. Планетарные механизмы. Дифференциальные механизмы. Синтез многозвенных зубчатых передач с подвижными осями. Синтез многозвенных зубчатых передач с неподвижными осями.  <b>Синтез эвольвентного зубчатого зацепления.</b>  Образование и свойства эвольвенты. Основная теорема зацепления. Элементы зацепления. Рабочий участок профиля зуба. Коэффициент зацепления. Интерференция профилей зубьев.</p>	[1-12,16,17,18]
5	0,5	2	<p><b>Механизмы передач с гибкими звеньями. Винтовые механизмы. Механизм универсального шарнира. Механизм двойного универсального шарнира.</b>  Механизмы передач с гибкими звеньями. Ременные передачи. Цепные передачи. Волновая передача. Винтовые механизмы. Резьба, относительное движение. Механизм универсального шарнира. Механизм двойного универсального шарнира. Кинематические схемы механизмов. Передаточное отношение. Неравномерность хода.</p>	[1-12,16,17,18]
6	0,5	3	<p><b>Механизмы фрикционных передач. Мальтийский механизм. Гидравлические и пневматические механизмы.</b>  Механизмы фрикционных передач. Механизм лобовой фрикционной передачи. Коническая и цилиндрическая фрикционная передачи. Коэффициент относительного скольжения. Мальтийский механизм. Механизмы бесступенчатых передач. Гидравлические и пневматические</p>	[1-12,16,17,18]

			механизмы. Гидро- и пневмопривод.	
7	0,5	3	<b>Динамический анализ механизмов. Механическая характеристика машины.</b> Динамический анализ механизмов. Силы, действующие на звенья механизмов. Определение сил инерции звена. Механическая характеристика машины. Условия статической определенности кинематических цепей. Движение механизмов машины под действием приложенных сил. План силы. Приведение сил в механизмах. Приведенная масса и приведенный момент инерции. Кинетическая энергия механизма. Режим движения машины. Механический КПД. КПД типовых механизмов. Неравномерность хода машины при установившемся движении. Балансировка роторов. Уравновешивание сил с помощью противовесов и разгружающих устройств. Исследование установившегося движения по диаграмме энергомасс. <b>Виброзащита механизмов и машин. Неравномерность хода машины.</b> Уравновешивание вращающихся звеньев. Ударная и вибрационная защита машин. Снижение виброактивности источников колебаний. Виброгашение (активная виброизоляция). Виброизоляция (пассивная виброизоляция).	[1-12,16,17,18]
8	0,5	3	<b>Трение в кинематических парах.</b> Трение в кинематических парах. Трение в поступательных парах. Трение во вращательных кинематических парах. Трение в высших кинематических парах. Жидкостное трение.	[1-12,16,17,18]
9	0,5	3	<b>Основные понятия теории машин-автоматов. Циклограммы и тактограммы машин.</b> Основные понятия теории машин-автоматов. Основы теории роботов-манипуляторов. Структура кинематических цепей роботов-манипуляторов. Циклограммы и тактограммы технологических машин (виды, примеры).	[1-12,16,17,18]
	6			

## 6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5

2	2	1	<b>Кинематический анализ механизмов рычажных, механизмов.</b> Кинематический анализ механизмов графоаналитическими методами (метод планов скоростей и ускорений, метод построения кинематических диаграмм).	[1-5, 16,17]
3	2	2	<b>Кинематический анализ и синтез кулачковых механизмов.</b> Профилирование плоских кулачков. Профилирование пространственных кулачков.	[1-5, 16,17]
	4			

### 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отработываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
2	1	<b>Кинематический анализ механизмов рычажных механизмов.</b> Кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма.	[17-19]
3	1	<b>Кинематический анализ механизмов кулачковых механизмов.</b> Кинематический анализ кулачкового механизма с плоским кулачком и коромыслом с роликом.	[17-19]
4	1	<b>Кинематический анализ зубчатых механизмов с подвижными осями (эпициклических).</b> Составление кинематической схемы. Расчет передаточного отношения. <b>Вычерчивание зубьев эвольвентного профиля методом обкатки.</b> Изучение метода обкатки. Кинематика обработки зубьев.	[17-19]
5	1	<b>Кинематический анализ универсального шарнира Гука.</b> Составление кинематической схемы. Расчет передаточного отношения.	[17-19]
	4		

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

Текущая самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине «Теория механизмов и машин», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам, вынесенным на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и экзамену.

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4

1	16	Влияние избыточных связей на работоспособность и надежность машин. Основная и местная подвижности. Наслоение структурных групп.	[6-12,19]
2	16	Кинематические характеристики механизмов. Клиновый механизм. Храповый механизм.	[6-12,19]
3	18	Метод преобразования координат. Кинематический анализ и синтез конических пространственных кулачковых механизмов.	[6-12,19]
4	20	Расчет геометрии и сил в зубчатой передаче с наклонными зубьями. Расчет геометрии и сил в передаче коническими колесами. Расчет геометрии и сил в червячной передаче. Построение конструктивных элементов профилей зубьев на основе расчета эвольвентной функции.	[6-12,19]
5	24	Расчет сил для перемещения клинчатого ползуна винтовой парой. Расчет сопротивления перемещению тележки по наклонному пути.	[6-12,19]
6	19	Волновые передачи. Механизмы Чебышева.	[6-12,19]
7	18	Приведение масс, сил и моментов сил для построения динамической модели машины. Приведение многомассовой системы к двухмассовой.	[6-12,19]
8	16	Балансировка роторов. Расчет сил от неуравновешенности ротора.	[6-12,19]
9	19	Расчет и программирование движений позиционирования манипуляторов по заданной траектории.	[6-12,19]
	166		

Выполнение СРС контролируется еженедельно на практических и лабораторных занятиях выборочным устным и общим кратким письменным опросами.

### **10. Расчетно-графическая работа**

*Не предусмотрена учебным планом.*

### **11. Курсовая работа**

*Не предусмотрена учебным планом.*

### **12. Курсовой проект**

*Не предусмотрен учебным планом.*

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**



Степень сформированности у студента компетенций, предусмотренных учебным планом, оценивается преподавателем на всех этапах учебного процесса как в результате наблюдения за его работой в аудиториях (лабораториях), так и по результатам выполнения индивидуальных заданий. Описание критериев и шкалы оценивания дано в следующих таблицах:

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Теория механизмов и машин» должна быть сформирована профессиональная компетенция ПК-4.

### Уровни освоения компетенции

Индекс ПК-4	<p style="text-align: center;">Формулировка:</p> <p>способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа</p>
----------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
Пороговый (удовлетворительный)	<p>Знает: стандартные методы проектирования механизмов технологического оборудования различных видов;</p> <p>Умеет: использовать стандартные методы проектирования механизмов технологического оборудования машиностроения;</p> <p>Владеет: выполнения расчетов по проектированию механизмов технологического оборудования машиностроения на основе их анализа.</p>	Лекции, практические и лабораторные занятия	<p>Практические и лабораторные работы выполнены с небольшими замечаниями, имелись затруднения при ответе на дополнительные вопросы;</p> <p>не менее 60% правильных ответов при выполнении тестовых заданий;</p> <p>не вполне законченные выводы в ответе на вопросы на зачете</p>
Продвинутый (хорошо)	<p>Знает: основные положения анализа и синтеза механизмов</p>		Практические и лабораторные работы выполнены

	<p>технологического оборудования, связанных с машиностроительными производствами;</p> <p>Умеет: выполнять расчеты по структурному, кинематическому, кинетостатическому и динамическому анализу и синтезу механизмов технологического оборудования машиностроения;</p> <p>Владеет: выбором оптимальных вариантов конструктивных решений механизмов технологического оборудования машиностроения на основе их анализа.</p>		<p>с небольшими замечаниями, имелись небольшие неточности при ответе на дополнительные вопросы;</p> <p>не менее 75% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; имеются негрубые ошибки или неточности при ответе на вопросы на зачете</p>
<p>Высокий (отлично)</p>	<p>Знает: методику проведения работ по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа;</p> <p>Умеет: производить работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа;</p> <p>Владеет: производить работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа.</p>		<p>Практические и лабораторные работы выполнены без замечаний, студент свободно отвечает на дополнительные вопросы;</p> <p>не менее 90% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; студент умеет оперировать специальными терминами, использует в ответе дополнительный материал, иллюстрирует теоретические положения практическими примерами при ответе на вопросы на зачете</p>

Практические и лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятий, отведенных на

выполнение этой работы, отчета, включающего тему, ход работы, соответствующие рисунки и подписи (при наличии), и ответе на вопросы (защите) по теме работы. Шкала оценивания – «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» за практическую работу ставится в случае, если она полностью и правильно выполнена, и при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если практическая работа выполнена неверно и/или не полностью, и она возвращается студенту на доработку, а затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае предоставления отчета по каждой теме. Задание для отчета соответствует пункту 9 рабочей программы. Оценивание отчетов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если отчет оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления отчета (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы отчета / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае если какой-либо из критериев не выполнен, отчет возвращается на доработку.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 60 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении и защите отчетов по всем практическим занятиям;
- успешном написании тестовых заданий.

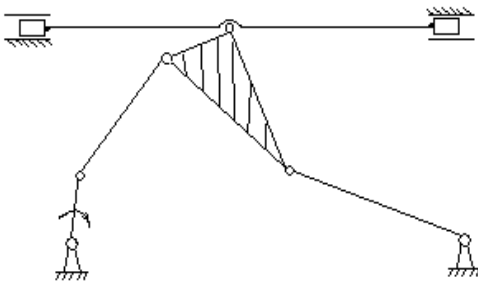
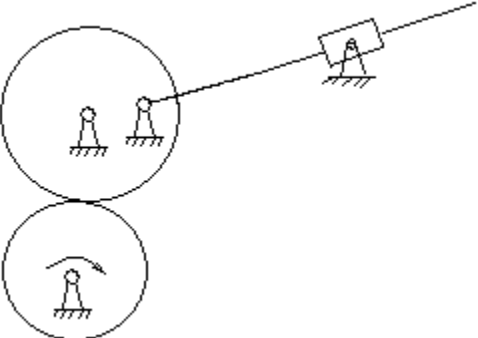
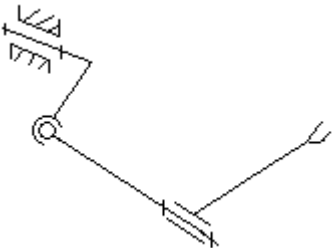
Экзамен сдается по билетам, в которых представлено 2 теоретических вопроса из перечня «Вопросы для экзамена» и 2 задачи из перечня «Экзаменационные задачи». Оценивание проводится по принципу «отлично» / «хорошо» / «удовлетворительно» / «неудовлетворительно».

«Отлично» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, использовании в ответе дополнительного материала, иллюстрировании теоретического положения практическим материалом. «Хорошо» ставится, если при ответе имеются негрубые ошибки или неточности. В случае затруднения в использовании практического материала и не вполне законченных выводов или обобщений в ответе, ставится оценка «удовлетворительно».

«Неудовлетворительно» ставится при схематичном неполном ответе и неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

Для оценки текущего уровня формирования компетенций проводятся письменные опросы по теории (модули).

Примеры заданий на модули.

<b>Модуль №1. Вариант №1</b>	
	1. Дайте определение понятиям: звено, кинематическая пара.
	2. Сколько степеней свободы и условий связи имеют кинемат. пары 1 и 4 классов?
	3. Начертите схему кривошипно-кулисного механизма, обозначьте кинемат. пары, класс кинематических пар, звенья механизма, напишите названия звеньев.
	4. Дайте определение понятию «структурная группа», начертите структурную группу 2 класса.
	5. Рассчитайте степень свободы и напишите структурную формулу данного механизма.
	
	6. Рассчитайте степень свободы механизма.
	
	7. Рассчитайте степень свободы механизма.
	
	8. Начертите схему кулачкового механизма с плоским кулачком, центральным толкателем с роликом.
	9. Дайте общее определение понятию «передаточное отношение». Изобразите схему многозвенной зубчатой передачи с последовательным соединением колёс, напишите формулу для расчета её передаточного отношения.
	10. Опишите принцип работы механизма универсального шарнира Гука.
<b>Модуль №2. Вариант №1</b>	
	1. Изобразите кривошипно-ползунный механизм. Постройте для него план скоростей.
	2. Напишите размерности масштабных коэффициентов скорости, времени.
	3. С помощью каких методов строят кинематические диаграммы?

4. Что такое угол давления кулачкового механизма, изобразите его на примере плоского кулачкового механизма.
5. Схематично изобразите один зуб зубчатого колеса. Обозначьте эвольвенту, начальную окружность, окружности выступов и впадин. Покажите шаг зубчатого колеса по начальной окружности, высоту головки зуба. Как рассчитать эти величины. Как рассчитать диаметр начальной окружности.
6. Объясните кинематику изготовления нулевых зубчатых колес.
7. Назовите методы обработки эвольвентных профилей зубьев. Приведите примеры режущих инструментов для каждого из методов.
<b>Модуль №2. Вариант №2</b>
1. Изобразите шарнирный четырехзвенник. Постройте для него план скоростей.
2. Напишите размерности масштабных коэффициентов ускорения, угла поворота звена.
3. Изобразите фазовые углы на примере плоского кулачкового механизма.
4. Схематично изобразите один зуб зубчатого колеса. Обозначьте эвольвенту, начальную окружность, окружности выступов и впадин. Покажите высоту и ширину зуба. Как рассчитать эти величины. Как рассчитать диаметр окружности впадин.
5. В чем заключается явление подрезания ножки зуба?
6. Что характеризует коэффициент зацепления (перекрытия) зубчатого соединения?
7. Какие зубчатые колеса называют корригированными? Какие виды зубчатых зацеплений могут быть составлены из нулевых и корригированных зубчатых колес?
<b>Модуль №2. Вариант №3</b>
1. Изобразите кривошипно-кулисный механизм. Постройте для него план скоростей.
2. Напишите размерности масштабных коэффициентов угловой скорости, угла поворота звена.
3. Изобразите пространственный цилиндрический кулачок. В чем заключается построение его профиля.
4. Перечислите хотя бы четыре окружности, характеризующие профиль зубчатого колеса. Что такое «модуль зубчатого колеса».
5. Схематично изобразите один зуб зубчатого колеса. Обозначьте эвольвенту, начальную окружность, окружности выступов и впадин. Покажите шаг зубчатого колеса по начальной окружности и высоту ножки зуба. Как рассчитать эти величины. Как рассчитать диаметр окружности выступов.
6. Объясните кинематику изготовления положительных зубчатых колес.
7. Перечислите условия синтеза многозвенных зубчатых передач.
<b>Модуль №2. Вариант №4</b>
1. Изобразите кривошипно-ползунный механизм. Постройте для него план ускорений.
2. Напишите размерности масштабных коэффициентов углового ускорения, времени.
3. С помощью какого метода строят профили кулачков, в чём он заключается?
4. С какой целью строится «вспомогательный эллипс» при профилировании плоских кулачков?
5. Схематично изобразите один зуб зубчатого колеса. Обозначьте эвольвенту, начальную окружность, окружности выступов и впадин. Покажите ширину впадины зубчатого колеса по начальной окружности и высоту головки зуба. Как рассчитать эти величины. Как рассчитать диаметр начальной окружности.
6. Объясните кинематику изготовления отрицательных зубчатых колес.
7. Назовите методы обработки эвольвентных профилей зубьев. Приведите примеры режущих инструментов для каждого из методов.

<b>Модуль №3. Вариант №1</b>
1. Статические, динамические и кинетостатические расчеты. Принцип Д'Аламбера.

2. Коэффициент трения. Определение реакции в поступательной паре с учетом силы трения.
3. Кинетическая энергия механизма. Чему она равна при установившемся движении?
4. Манипулятор, автооператор, промышленный робот.
<b>Модуль №3. Вариант №3</b>
1. Движущие силы и силы сопротивления. Силы вредного и полезного сопротивления.
2. Основные методы виброзащиты. В чем заключается виброизоляция механизмов?
3. Коэффициент полезного действия (КПД) и коэффициент потерь. Охарактеризуйте движение механизма вхолостую и явление самоторможения механизма.
4. Циклограмма и тактограмма машины. Виды циклограмм.
<b>Модуль №3. Вариант №2</b>
1. Какие три вида движения характеризует тахограмма механизма? Опишите каждое из них.
2. Коэффициент трения. Определение реакции во вращательной паре с учетом силы трения.
3. В чем заключается динамическая балансировка вращающихся масс? Что такое дисбаланс массы.
4. Манипулятор. Основные элементы и структура манипулятора.
<b>Модуль №3. Вариант №4</b>
1. Сила инерции, момент пары сил инерции. Центральный момент инерции звена
2. Какие зависимости называют механической характеристикой машины?
3. Виды трения в кинематических парах в зависимости от смазки соприкасающихся поверхностей.
4. Для чего в машинах применяют маховик? Коэффициент неравномерности хода машины.

### Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятиям: низшая кинематическая пара, геометрически замкнутая кинематическая пара.
2. Напишите формулу для определения степени подвижности плоского и пространственного механизмов.
3. Начертите схему кривошипно-ползунного механизма, обозначьте кинематические пары, название звеньев, класс кинематических пар.
4. Дайте определение понятию «структурная группа», начертите структурную группу 1 класса.
5. Напишите размерность масштабных коэффициентов ускорения, перемещения звена.
6. Начертите схему кулачкового механизма с плоским кулачком, смещенным толкателем с острием.
7. Назовите фазовые углы плоского кулачкового механизма, что такое коэффициент зацепления (перекрытия) зубчатого соединения?

8. Дайте общее определение понятию «передаточное отношение», расчет передаточного отношения для цилиндрической зубчатой передачи.
9. Объясните кинематику изготовления нулевых зубчатых колес.
10. Опишите работу механизма фрикционной передачи.
11. Изобразите схему механизма Кардана, опишите принцип его работы.
12. Начертите схему гидравлического механизма, опишите принцип его работы.
13. Начертите схему цилиндрической зубчатой передачи, расчет передаточного отношения.
14. Начертите схему дифференциальной зубчатой передачи с указанием названия звеньев. Расчет передаточного отношения методом обращения движения.
15. Движущие силы и силы сопротивления. Силы вредного и полезного сопротивления.
16. Основные методы виброзащиты. В чем заключается виброизоляция механизмов?
17. Коэффициент полезного действия (КПД) и коэффициент потерь. Охарактеризуйте движение механизма вхолостую и явление самоторможения механизма.
18. Циклограмма и тактограмма машины. Виды циклограмм.

### **Примеры тестовых экзаменационных заданий**

#### **1. Структурный анализ механизмов.**

##### **1. Задание**

Отметьте правильный ответ

Низшие кинематические пары имеют следующее достоинство перед высшими

- отсутствие замыкания звеньев
- высокая технологичность
- малые ограничения на относительные движения звеньев
- способность передавать большие нагрузки и высокая износостойкость
- малое число связей и высокая относительная подвижность

##### **2. Задание**

Введите правильный ответ

Звено, совершающее вращательное или возвратно-поступательное движение и являющееся направляющей для ползуна, называется

*Правильный вариант ответа:*

##### **3. Задание**

Отметьте все правильные ответы

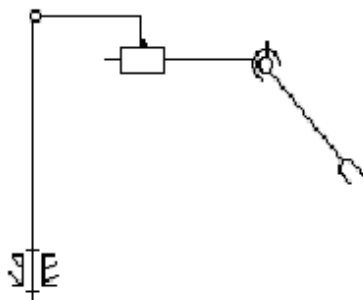
Основными звеньями планетарной зубчатой передачи являются

- Сателлит
- Кривошип
- Центральное колесо
- Водило
- Кулиса

##### **4. Задание**

Рассчитайте степень свободы промышленного робота.

Введите правильный ответ.

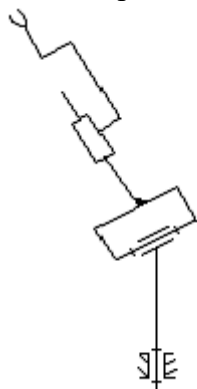


Правильный вариант ответа:

### 5. Задание

Рассчитайте степень свободы промышленного робота.

Введите правильный ответ.

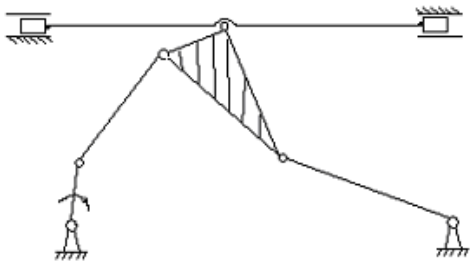


Правильный вариант ответа:

### 6. Задание

Структурная формула механизма выглядит следующим образом.

Отметьте правильный ответ.



- I(1)-II(2-3)-II(4-5)
- I(1)-III(2-3-4-5)
- I(1)-II(4-5)-II(2-3)

### 7. Задание

Отметьте правильный ответ

Соединение двух звеньев, допускающее их относительное движение называется

- Звено
- Кинематическая пара
- Машина
- Механизм
- Структурная группа

### 8. Задание

Отметьте правильный ответ



Звено, профиль которого, имея переменную кривизну, определяет движение ведомого звена называется

- Кулачок
- Кривошип
- Шатун
- Зубчатое колесо
- Мальтийский крест

## **2.Динамический анализ механизмов.**

### **9. Задание**

*Отметьте правильный ответ*

Процесс, при котором коэффициент полезного действия меньше единицы, а коэффициент потерь больше единицы, называется...

### **10. Задание**

*Отметьте правильный ответ*

Формула для расчета угла трения для поступательной пары с учетом коэффициента трения имеет следующий вид..

### **11. Задание**

*Отметьте правильный ответ*

Изменение кинетической энергии механизма за один оборот ведущего вала будет равна нулю при следующем виде движения

## **3.Виброзащита механизмов и машин.**

### **12. Задание**

*Отметьте правильный ответ*

Для расчета массы противовесов при динамической балансировке вращающихся масс используют величину, которая называется...

### **13. Задание**

*Отметьте правильный ответ*

Динамическая балансировка вращающихся масс заключается в следующем...

## **4.Циклограмма. Тактограмма. Промышленные роботы.**

### **14. Задание**

*Отметьте правильный ответ*

Циклограмма машины-автомата составляется, а затем используется для...

### **15. Задание**

*Отметьте правильный ответ*

Тактограмма работы машины-автомата составляется, а затем используется для

### **16. Задание**

*Отметьте правильный ответ*

Распределительный вал применяется в машине-автомате для...

## **Перечень вопросов к экзамену**

1. Основные виды звеньев. Условные обозначения звеньев. Основные виды механизмов (их кинематические схемы).
2. Классификация кинематических пар.

3. Степень свободы механизмов. Структурные группы Ассура.
4. Виды четырехзвенных механизмов. Условие существования кривошипа.
5. Построение плана скоростей для шарнирного четырехзвенника.
6. Построение плана ускорений для шарнирного четырехзвенника.
7. Построение плана скоростей для кривошипно-ползунного механизма.
8. Построение плана ускорений для кривошипно-ползунного механизма.
9. Построение плана скоростей для кривошипно-кулисного механизма.
10. Построение плана ускорений для кривошипно-кулисного механизма.
11. Мальтийский механизм.
12. Построение кинематических диаграмм графическим дифференцированием и интегрированием. Масштабные коэффициенты.
13. Виды кулачковых механизмов. Заменяющие механизмы. Угол давления кулачкового механизма.
14. Виды трехзвенных зубчатых передач с неподвижными осями.
15. Механизмы многозвенных зубчатых передач с неподвижными осями.
16. Механизмы зубчатых передач с подвижными осями.
17. Синтез эвольвентного зубчатого зацепления. Эвольвента, эволюта. Построение эвольвенты.
18. Геометрические элементы зубчатых колес. Модуль зацепления. Угол зацепления. Коэффициент перекрытия.
19. Методы обработки эвольвентных профилей зубьев. Кинематика изготовления зубчатых колес. Подрезание ножки зуба.
20. Синтез многозвенных зубчатых механизмов.
21. Гидравлические и пневматические механизмы. Механизмы с гибкими звеньями. Винтовые механизмы.
22. Механизм универсального шарнира. Механизм двойного универсального шарнира. Фрикционные передачи.
23. Силы, действующие на звенья механизма. Статические, динамические, кинетостатические расчеты.
24. Построение диаграмм сил, работ, моментов и мощностей. Механическая характеристика машины.
25. Силы инерции и моменты инерции звеньев плоских механизмов.
26. Реакции связей. Уравнения кинетостатики. Условие кинетостатической определенности кинематической цепи.

27. Тахограмма механизма. Приведение силы и моменты сил. Кинетическая энергия механизма.
28. Приведение масс и моментов инерции. Коэффициент полезного действия. Коэффициент потерь. Коэффициент неравномерности. Маховик.
29. Уравновешивание вращающихся звеньев. Дисбаланс массы.
30. Теорема Жуковского.
31. Виды трения в кинематических парах. Трение скольжения.
32. Определение реакций в кинематических парах с учетом сил трения.
33. Вибрация механизмов и машин. Методы виброзащиты.
34. Динамическое гашение колебаний.
35. Виброизоляция механизмов и машин.
36. Манипулятор. Автооператор. Промышленный робот. Структура манипуляторов. ЧПУ.

#### **14. Образовательные технологии**

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В учебном процессе при изучении дисциплины используются следующие формы проведения занятий:

- лекции с изложением определений основных понятий, изучаемых в рамках дисциплины, подробным описанием и доказательством наиболее важных свойств этих понятий и их взаимосвязей друг с другом;
- практические занятия с подробным изучением основных свойств понятий, изучаемых в рамках дисциплины, выяснением их взаимосвязей друг с другом в примерах и практических задачах;
- индивидуальные и коллективные консультации с активным участием обучающихся по наиболее сложным частям теоретического материала дисциплины;
- самостоятельная работа по выполнению заданий по основным разделам дисциплины.

Для успешного освоения дисциплины студенту необходимо рационально организовывать свое рабочее время: максимально эффективно использовать возможности получения информации по изучаемой дисциплине во время контактной работы с преподавателем (аудиторных занятий); фиксировать полученную информацию, проблемы и вопросы, остающиеся невыясненными. Крайне важно активно формировать целостное понимание предмета изучения, как в индивидуальной деятельности, так и в коммуникации с преподавателями (в том числе по смежным дисциплинам) и

коллегами (студентами). Особое значение для успешного освоения материала имеет выяснение взаимосвязей изучаемого курса и других дисциплин образовательной программы, его роль и место в формировании обязательного набора компетенций – ключевого результата обучения.

Необходимым условием успешного освоения курса является дисциплинированность в посещении обязательных занятий, соблюдение сроков и выполнение требований к объему содержанию всех этапов отчетности по курсу.

Перед началом изучения дисциплины студенты должны быть ознакомлены с системой балльно-рейтинговой оценки. В расписании каждого преподавателя должно быть определено время консультаций студентов по материалу дисциплины.

Интерактивные формы организации занятий являются важнейшим средством практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности обучающегося. Преподаватель при проведении занятий этих форм выполняет не роль руководителя, а функцию консультанта, советника, тренера, который лишь направляет коллективную работу студентов на принятие правильного решения. Занятие осуществляется в диалоговом режиме, основными субъектами которого являются студенты.

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Теория механизмов и машин: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / М. З. Коловский, А. Н. Евграфов [и др.]. - 4-е изд., перераб. - М. : Издательский центр "Академия", 2013. - 560 с. : ил. ; 21 см. - (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 548 (17 назв.). - Рекомендовано Учебно-методическим объединением по университетскому политехническому образованию. (3 экз.)
2. Тимофеев Г. А. Теория механизмов и машин : учеб. пособие / Г. А. Тимофеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Юрайт : ИД Юрайт, 2012. - 351 с. : ил. ; 21 см. - (Бакалавр. Базовый курс). - Допущено УМО (5 экз.)
3. Копченков, В. Г. Теория механизмов и машин : учебное пособие / В. Г. Копченков. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 187 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/83235.html>
4. Никитина, Л. И. Теория механизмов и машин. Курс лекций : учебник / Л. И. Никитина, В. А. Пяльченков. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. — 138 с. — ISBN 978-5-9961-2000-0. — Текст :

электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101431.html>

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Махова Н.С. и др. Основы теории механизмов и машин. М.: Владос, 2006.- 287 с.(1 экз.)
6. Теория механизмов и машин: учебное пособие для вузов/ М.З. Коловский, А.Н. Евграфов. М.: Академия, 2008.- 560 с. (2 экз.)
7. Смелягин А.И. Теория механизмов и машин. Новосибирск: Инфра-М, 2007.- 263 с. (3 экз.)
8. Мамаев А.Н. Теория механизмов и машин/ А.Н. Мамаев, Т. А. Балабина.- М: Экзамен, 2008.- 254 с.(2 экз.)
9. Белоконов И.М. Теория механизмов и машин/ И.М. Белоконов, С.А. Балан, К.И. Белоконов. Изд.2-е, испр. и доп., 2004.-172 с. (1 экз.)
10. Теория механизмов и машин : учебное пособие / В. И. Уральский, С. И. Гончаров, А. В. Шаталов [и др.]. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 196 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80475.html>
11. Теория машин и механизмов. Ч.1 : учебное пособие / составители С. Г. Петров, И. В. Ключкин, П. В. Кауров. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 65 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102562.html>
12. Теория машин и механизмов. Ч.2 : учебное пособие / составители С. Г. Петров, И. В. Ключкин, П. В. Кауров. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 56 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102563.html>
13. Теория машин и механизмов. Ч.3 : учебное пособие / составители С. Г. Петров, И. В. Ключкин, П. В. Кауров. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 84 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102564.html>
14. Теория машин и механизмов. Ч.4 : учебное пособие / составители С. Г. Петров, И. В. Ключкин, П. В. Кауров. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 64 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102565.html> (дата обращения: 13.05.2021). —

Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102565>

15. Сапрыкина, Н. А. Теория механизмов и машин : учебно-методическое пособие / Н. А. Сапрыкина. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 143 с. — ISBN 978-5-4387-0874-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/96097.html>

16. Кичаев, Е. К. Теория механизмов и машин : учебное пособие / Е. К. Кичаев, П. Е. Кичаев, Л. А. Довнар. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. — 175 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90941.html>

17. Милованова Л.Р. Лабораторный практикум. Часть 1. Структурный и кинематический анализ механизмов со сложным движением звеньев: метод. указ. к вып. лаб.раб./ Л.Р. Милованова, А.А. Легкоступ, В.С. Земченков. Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.- 24 с. (50 экз.)

18. Милованова Л.Р. Лабораторный практикум. Часть 2. Проектирование и исследование зубчатых передач: метод. указ. к вып. лаб.раб./ Л.Р. Милованова, А.А. Легкоступ, В.С. Земченков. Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.- 19 с. (50 экз.)

19. Милованова Л.Р., Чиркова О. А. Создание механизмов и машин (от теории к практике): метод. рекомендации к выполнению практической работы/ Л.Р.Милованова, О.А. Чиркова. Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. – 27 с. (25 экз.)

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Сайт кафедры «Техническая физика и информационные технологии» ЭТИ СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://tfi.sstu.ru>
2. Сайт кафедры «Основы проектирования машин» Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск) <http://www/cnit/susu/ac/ru>
3. eLibrary.ru – электронная библиотечная система. – режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. IPRbooks – электронно-библиотечная система. – режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/> по паролю
5. ЭБС «Консультант студента» - электронная библиотека технического вуза. – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru> , по паролю
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам – информационная система. – режим доступа: <http://window.edu.ru/>
7. КОМПАС-График (КОМПАС-3D) – система разработки конструкторской документации (3D – моделей)
8. Программный пакет Microsoft Office или OpenOffice
9. Система математических расчетов MathCAD.

#### 16. Материально-техническое обеспечение

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стульев проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, системный блок (Atom2550/4Гб/500, клавиатура, мышь), подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome

*Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 11 столов, 11 скамеек; рабочее место преподавателя; классная меловая доска, учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

*Учебная лаборатория. Теория механизмов и машин*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 11 столов, 11 скамеек; рабочее место преподавателя; классная меловая доска, учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины. Макеты: рычажных и зубчатых механизмов, кривошипно-ползунного (кривошипно-шатунного) механизма, кулачкового механизма, универсального шарнира Гука, зубчатых механизмов с неподвижными осями, зубчатых механизмов с подвижными осями, планетарных механизмов, эпициклических зубчатых механизмов, ротора «Уравновешивание вращающихся масс» .

В свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе, находятся электронные версии учебных пособий. Текущий контроль проводится с использованием тестов в адаптивной среде тестирования (АСТ) и Интернет-тестирования на сайте [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru) Промежуточная аттестация в сессию проводится с использованием АСТ-тестов.

Рабочую программу составил



/Л.Н. Потехина/

## **17. Дополнения и изменения в рабочей программе**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Д.А. Тихонов/

Внесенные изменения утверждены на заседании

УМКС/УМКН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ /Д.А. Тихонов/