

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Техническая механика и детали машин»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **«Б.1.1.14.2. Теория механизмов и машин»**

направления подготовки

20.03.01 «Техносферная безопасность»

***Профиль 1 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»***  
*(для дисциплин, реализуемых в рамках профиля)*

форма обучения – очная  
курс – 2  
семестр – 4  
зачетных единиц – 2  
часов в неделю – 2  
всего часов – 72,  
в том числе:  
лекции –14  
практические занятия –18  
лабораторных работ - нет  
самостоятельная работа –36  
коллоквиум -4  
РГР – нет  
курсовая работа – нет  
курсовой проект – нет  
экзамен – нет  
зачет – 4 сем.

## 1. Цели и задачи дисциплины

«Теория механизмов и машин» является общеинженерной дисциплиной, изучаемой в 4-ом семестре обучения бакалаврами направления подготовки 20.03.01«Техносферная безопасность» на основе усвоенных знаний, полученных при изучении дисциплин «Высшая математика», «Теоретическая механика», «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Информатика».

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов основам знаний о структуре, кинематике и динамике механизмов и машин, применяемых в разнообразных конструкциях станков, робототехнических комплексах и другом оборудовании машиностроительного и автотранспортного производства, а также методам проектирования и расчёта механизмов универсального назначения.

Дисциплина «Теория механизмов и машин» воспитывает у будущих специалистов творческие навыки в построении математических моделей технических и технологических процессов, в разработке усовершенствованных конструкций современных машинных агрегатов, содействует выработке способностей к логическим выводам и научным обобщениям. На основе полученных ранее знаний в области математики, информатики и классической механики в ходе изучения дисциплины вырабатывается способность решать задачи анализа и синтеза новых видов механизмов и машин, а так же оптимизации их свойств.

К основным задачам изучаемой дисциплины относятся:

- вопросы структуры машин и механизмов, анализ и синтез механизмов и агрегатов на их основе с точки зрения обеспечения функционального назначения;
- оценка кинематических и динамических характеристик механизмов и машин;
- оптимизация геометрических параметров механизмов с точки зрения обеспечения их безопасности для человека и окружающей среды;

- освоение методик расчета и проектирования механизмов и их узлов общемашиностроительного назначения.

Основным критерием степени и качества усвоения содержания дисциплины является способность студента решать конкретные задачи механики, что выявляется в ходе выполнения практических занятий под руководством ведущего преподавателя и в процессе самостоятельного изучения предмета в рамках СРС.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

«Теория механизмов и машин» является одной из дисциплин, составляющих основу общеинженерного цикла. Освоение этой дисциплины обеспечивает уровень подготовки студентов, необходимый для решения проектно – конструкторских и технологических задач современного производства. Практические навыки, полученные в процессе изучения дисциплины, развивают способности решать новые актуальные задачи, которые будут возникать в процессе профессиональной деятельности.

«Теория механизмов и машин» является фундаментом, на который опираются основные разделы специальных дисциплин в сфере машиностроения, автомобилестроения, приборостроения, строительства, дорожного строительства, мостостроения, энергетики, аэрогидродинамики, космонавтики и др.

Для успешного освоения дисциплины студентом предварительно должны быть достаточно глубоко изучены следующие разделы математики и теоретической механики: векторная алгебра, элементы дифференциальной геометрии, математический анализ (векторно-матричное, дифференциальное и интегральное исчисление), теория обыкновенных дифференциальных уравнения, кинематика и динамика твердого тела.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование у студента общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций.

Выпускник должен обладать:

- способностью к познавательной деятельности (ОК-10);
- способностью разрабатывать и использовать графическую документацию (ПК-2);
- способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива (ПК-3);
- способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности (ПК-5).

Таким образом, в соответствии с ФГОС направления обучения 20.03.01 «Техносферная безопасность» по дисциплине «Б.1.1.14.2. Теория механизмов и машин» студент должен освоить следующий объем знаний:

В результате изучения базовой части цикла студент должен **знать**:

- основы проектирования технических объектов;
- основные виды механизмов;
- методы исследования и расчета кинематических и динамических характеристик механизмов;
- методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов различных конструкций;
- основные законы гидромеханики;
- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;
- основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем и определения приемлемого риска;
- характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них;

- теоретические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Студент должен **уметь:**

- выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности;
- пользоваться системами автоматизированного расчета параметров и проектирования механизмов на ЭВМ;
- пользоваться современными средствами информационных технологий и машинной графики; пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности;
- применять методы анализа и синтеза исполнительных механизмов;
- применять методы расчета и конструирования деталей и узлов механизмов;
- решать теоретические задачи, используя законы тепло- и массообмена и гидромеханики;
- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации;
- выбирать методы защиты от опасностей и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;
- проводить расчеты надежности и работоспособности основных видов механизмов;
- прогнозировать аварии и катастрофы.

Студент должен **владеть:**

- инженерной терминологией в области машиностроительного производства;
- методами проектирования механизмов, узлов и агрегатов на их основе, с учетом кинематических и динамических характеристик;
- методами расчета типовых узлов и деталей;
- навыками разработки и оформления эскизов деталей машин, изображения сборочных единиц, сборочного чертежа изделия, составлять спецификацию, с использованием методов машинной графики;
- навыками использования методов теории механизмов и машин и основ конструирования при решении практических задач;

- методами практического и экспериментального исследования в механике.

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

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4 семестр									
1	1	1	Современные машины и производство : тенденции развития, показатели качества и надёжности технологических систем, технико-экономические показатели.	4	2		-	-	2
1	3	2	Моделирование структуры и свойств механизмов и механических систем. Структурный синтез рычажных механизмов по заданным критериям.	12	2			4/2	6
1	3-5	3	Кинематическое исследование механизмов и машинных агрегатов	18	2	2		4/2	10
1	5	4	Трение в механизмах и кинематических парах	6	2			2	2
2	5-9	5	Механизмы с высшими кинематическими парами	19	4	1		4	10
2	11-13	6	Динамическое исследование механизмов и машинных агрегатов	13	2	1		4/2	6
Всего				72	14	4	-	18	36

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<p><b>ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ</b> Цели и задачи курса.</p> <p>Понятие машины как системы. Взаимосвязь внешних и внутренних характеристик.</p> <p>Классификация машин. Современное производство и безопасность окружающей среды: тенденции развития. Обрабатывающие центра, многокоординатное оборудование. Прогнозирование качества и надёжности технологических систем, технико – экономические показатели . Структура гибких автоматизированных производственных систем (ГАПС). Манипуляционные системы промышленных роботов – манипуляторов (МС ПР) .</p> <p>Порядок проведения курса. Отчетность. Литература.</p>	[ 11 ], [ 12 ], [ 13 ] [ 10 ]
2	1	2	<p><b>Лекция 5.2.1 (М_1)</b> Структурный анализ механизмов. Классификация кинематических пар. Степень подвижности механизмов. Структурные группы. Зависимость свойств механизма от его структуры. Обыкновенные и структурные графы механизмов. Структурный синтез механизмов по заданным критериям. Классы механизмов. Пассивные звенья и избыточные связи. Передаточные и направляющие механизмы. Структура механизмов с высшими кинематическими парами.</p>	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]
3	2	3	<p><b>Лекция 5.3.1 (М_1)</b> Задачи кинематического исследования. Понятие кинематической модели механической системы. Кинематические характеристики механизмов - функция положения звеньев механизма, первая и вторая передаточные функции. Особенности кинематических свойств механизмов в зависимости от их структуры.</p>	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ], [ 7 ]
	1	4	<p><b>Лекции 5.3.3 (М_1).</b> Аналитические и графические методы кинематического исследования. Матричный метод и метод замкнутых векторных контуров. Решение задач кинематики на основе разложения в гармонические ряды функции положения (на примере кривошипно- ползунного механизма).</p>	[ 1 ], [ 2 ], [ 4 ]
4	2	5	<p><b>Лекция 5.4.1 (М_1).</b> Основные понятия триботехники. Трение в низших кинематических парах. Трение скольжения и трение качения. Режимы трения и изнашивания. Критерии износа элементов кинематических пар. Закон Амонтона. Зависимость</p>	[1], [2]

			коэффициента трения от скорости относительного движения и др. факторов. Линейные зависимости стационарного процесса изнашивания. Трение в высших кинематических парах. Влияние совместного воздействия скоростей относительного скольжения и качения на процесс изнашивания.	
5	2	6	<b>Лекция 5.5.1 (M2).</b> Механизмы с высшими кинематическими парами. Зубчатые и кулачковые механизмы. Разновидности. Основной закон зацепления высшей кинематической пары. Эвольвентное зацепление. Основные геометрические и кинематические характеристики. Картина плоского эвольвентного зацепления. Основные критерии качества.	[1], [7], [5.2],
5	1	7	<b>Лекция 5.5.2 (M2).</b> Передачи с параллельными, пересекающимися и скрещивающимися осями. Конические, червячные и гипоидные передачи. Конструктивные особенности. Основные расчётные геометрические и кинематические соотношения.	--<>--
6	2	8	<b>Лекция 5.6.1 (M2).</b> Задачи динамического исследования. Классификация внешних и внутренних сил. Понятие динамической модели. Приведение сил и масс. Режимы движения машинного агрегата. Уравнение движения машинного агрегата в энергетической и дифференциальной форме (для динамических моделей в виде вращающегося ротора). Решение задач динамики применительно к некоторым простейшим механизмам.	[1],[2], [6]
6	1	9	<b>Лекция 5.6.2 (M2)</b> Компоновка и основные схемы технологических машин и агрегатов. Электро -, гидро - и пневмо - привод. Выбор типа приводов и основы их расчета. Применение комбинированных приводов в кинематических цепях станков и трансмиссиях автотранспортных средств.	Сушков Ю.А. Графы зубчатых механизмов. - Л.: Машиностроение. 1983. - 215 с.
<b>Всего</b>	18			

## 6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3	2	1	Кинематическое исследование механизмов и машинных агрегатов	[1], [2], [6.2], [12, №10, 2014, с.18-22], [6.3], [7]
5	1	2	Механизмы с высшими кинематическими парами	[1], [2], [12, №10, 2015, с.10-12], [12, №4, 2014, с.35-39], [12, №12, 2014, с.9-



				12]
6	1	3	Динамическое исследование механизмов и машинных агрегатов	[ 1 ], [ 2], [7]

### 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
1-2	2	1	Классификация машин. Структурная схема машины и механизма. Составление схем зубчатых, кулачковых и рычажных механизмов.	[1], [2], [15]
			Кинематические цепи в основе механизмов. Плоские и пространственные механизмы. Степень подвижности механизмов. Избыточные и неявные связи	-«»--
			Разложение механизмов на структурные группы. Класс структурных групп и механизмов на их основе. Примеры структурного анализа и синтеза.	-«»--
3	4	2-3	Графические методы кинематического исследования. Функция положения ведомого звена механизма.	
			Построение планов скоростей и ускорений кривошипно-ползунных, кривошипно-коромысловых и кулисных механизмов.	[1], [2], [3], [15]
			Аналитические методы кинематического исследования (на примере рычажных механизмов).	-«»--
4	2	4	Трение в кинематической паре «клинчатый ползун». Трение во вращательной кинематической паре. Мощность сил трения в подшипниках качения	
5	4	5-6	Конструктивная форма эвольвентных зубьев (основные расчётные зависимости). Технологические методы контроля геометрических параметров зубчатых колёс (длина общей нормали, толщина по хорде зуба и т.д.).	[1], [2], [15], [21], [22], [23]
			Цилиндрические и конические зубчатые передачи. Основные параметры. Методики расчета. Коррекция зацепления.	
			Червячные зубчатые передачи. Геометрия. Особенности зацепления и расчета. Неортогональные передачи.	-«»--
			Приводы на основе зубчатых передач. Редукторы и мультипликаторы. Компоновки зубчатых механизмов (рядовые и планетарные соединения зубчатых колес). Дифференциальные зубчатые механизмы. Расчет передаточных чисел.	Сушков Ю.А. Графы зубчатых механизмов. - Л.: Машиностроение. 1983. - 215 с.
6	4	7-8	Классификация сил, действующих в механизмах. Составление динамических моделей. Приведение масс. Приведение сил.	[1], [2], [15]
			Расчет сил инерции при работе механизмов. Главный	-«»--

			вектор и главный момент сил инерции. Виброактивность и методы виброзащиты. Уравновешивание вращающихся роторов. Динамическая и статическая балансировка.	
			Силовой расчет механизмов методом кинетостатики. Условие кинетостатической определенности механизмов. Планы сил для плоских механизмов. Теорема Н.Е. Жуковского «о жестком рычаге». Рассмотрение наиболее часто встречающихся структурных групп (групп Ассур) 2-го класса. Определение уравновешивающей силы с помощью рычага Жуковского.	-«»--
			Неравномерность движения циклически работающей машины. Коэффициент неравномерности хода. Расчет маховика.	-«»--
<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	Промышленные роботы. Составление структурных схем применительно к особенностям конструктивного пространства. Степени подвижности и маневренность. Жесткость и податливость открытых кинематических цепей. Понятие точности позиционирования.	-«»--
			Кинематическое исследование манипуляционных систем промышленных роботов. Отработка заданной пространственной траектории центра схвата с расчетом движений по независимым приводам.	[7], [23], Механика промышленных роботов: Учеб. пособие для вузов: в 3 кн./Под ред. К.В.Фролова, Е.И.Воробьева.
Всего	18			

## 8. Перечень лабораторных работ

Выполнение лабораторных работ учебным планом не предусмотрено.

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	10	1. Расчет сил для перемещения клинчатого ползуна по наклонной плоскости (модель винтовой пары). 2. Расчет проведенного коэффициента трения в одноподвижной паре качения 3. Расчет сопротивления перемещению тележки на колесах по наклонному пути	[1], [2]
2	10	4. Расчет геометрии и сил в зубчатой передаче с наклонными зубьями 5. Расчет геометрии и сил в передаче коническими колесами	[12, №4, 2015, с.10 - 12], [12, №4, 2014, с.35 - 39],

		6. Расчет геометрии и сил в червячной передаче 7. Расчет передаточных отношений и КПД планетарных передач 8. Построение конструктивных элементов профилей зубьев на основе расчета эвольвентной функции . 9. Передача движений в кинематических цепях с суммирующими механизмами.	[12, №12, 2014, с.9 - 12]
<b>3</b>	<b>5</b>	10. Приведение масс, сил и моментов сил для построения динамической модели машины. 11. Расчет и исследование переходных процессов машинного агрегата. 12. Приведение многомассовой системы к одно- и двухмассовой и расчет собственной частоты колебаний.	[1], [15], [17]
<b>4</b>	<b>6</b>	13. Балансировка роторов. Расчет сил от неуравновешенности ротора.	[1], [7], [15], [17]
	<b>5</b>	14. Расчет и программирование движений позиционирования манипуляторов по заданной траектории	Механика промышленных роботов: Учеб. пособие для вузов: в 3 кн./Под ред. К.В.Фролова, Е.И.Воробьева.
<b>Всего часов</b>	<b>36</b>		.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов складывается из проработки лекционного материала и отдельных вопросов, переданных на самостоятельное изучение по литературе, решения определенного количества задач.

На проработку лекций и решение задач (ПЛ, РЗ) в IV семестре отводится 72 час., из них 36 часа аудиторных и 36 часа самостоятельной работы (18 час. - ПЛ, 18 час. - РЗ). Выборка задач для решения на занятиях и при самостоятельной проработке материала производится на основе прилагаемого перечня задач (п. 13).

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

РГР учебным планом не предусмотрена.

### **11. Курсовая работа**

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

## 12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

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

Изучение дисциплины Б.1.1.14.2 «Теория механизмов и машин» направлено на формирование общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций. Перечень показателей для указанных компетенций составлен с учетом имеющихся в программе профессионального модуля умений и знаний.

Формирование компетенций, в том числе ПК-2, ПК-3 и ПК- 5, обеспечивается при изучении студентами тем 1 - 6, закрепляется на практических 1-9 и осуществляется к концу срока изучения дисциплины (4 семестр) при сдаче зачета и домашней работы (СРС).

Этапы формирования компетенций объединены и излагаются в едином блоке при чтении лекции и решении задач на практических занятиях.

Типовые контрольные задания приведены в соответствующем разделе информационно-образовательной среды (ИОС).

В качестве методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности должны быть использованы материалы, выставленные в ИОС, а также основная и дополнительная литература, указанная в разделе п.15 данной «Рабочей программы».

Степень и качество освоения дисциплины может быть определено по «Тестам» (см. п. 13 «Рабочей программы»), а также по результатам выполненной самостоятельной работы (п.11).

*Шкалы и процедуры оценивания:*

Окончательная оценка степени освоения дисциплины студентов поводится при сдаче экзамена. При тестовом варианте проведения зачета принимается следующая шкала:

- 0...25% «неудовлетворительно»;
- 26%...50% «зачтено удовлетворительно»;
- 51%...75% «зачтено хорошо»;
- 76%...100% «зачтено отлично».

Перечень задач по видам деятельности, на решение которых направлено обучение по дисциплине

Сферы деятельности:

**Производственно - технологическая:**

1. Анализ опасностей производственной техносферы;
2. Выявление производственных зон с повышенной опасностью для исполнителя;
3. Участие в подборе и расстановке технологического оборудования.
4. Участие в разработке современных технологических процессов с учетом обеспечения безопасности и защиты человека.

**Научно-исследовательская:**

1. Участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов;
2. Анализ опасностей техносферы;
3. Участие в исследованиях воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на промышленные объекты;
4. Подготовка и оформление отчетов по научно-исследовательским работам в области машиностроительного и транспортного машиностроения.

**Проектно-конструкторская:**

1. Участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами безопасности, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности;
2. Идентификация источников опасностей на предприятии, определение уровней опасностей;
3. Определение зон повышенного техногенного риска;
4. Подготовка проектно-конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств с применением электронно-вычислительных машин;
5. Участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов.

*Перечень компетенций*

Согласно стандарта ФГОС ВО по дисциплине Б.1.1.14.2 для направления подготовки 20.03.01«Техносферная безопасность» и рекомендациям учебного плана:

- **ОК -10:** способность к познавательной деятельности;
- **ПК-2:** способность разрабатывать и использовать графическую документацию ;
- **ПК-3:** способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива;
- **ПК – 5:** способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.

<b>ОК- 10</b>	<b>В части способности к познавательной деятельности</b>
---------------	--

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
ОК-10	I (4 семестр)	<p>1. Степень знания основных разделов математики и теоретической механики.</p> <p>2. Способность применять теоретические знания в практической деятельности в области механики.</p> <p>3. Наличие навыков проектирования компонентов технологического оборудования на основе использования возможностей универсальных механизмов.</p>	Промежуточная аттестация	<p>1. Собеседование при оформлении и сдаче решений работ СРС.</p> <p>2. Степень участия и качество решения задач на практических занятиях.</p> <p>3. Качество выполнения СРС, уровень применения аналитических методов решения.</p> <p>4. Качество доклада при сдаче СРС.</p> <p>5. Посещаемость консультаций.</p>	Шкала оценивания (см. выше).

### Уровни результатов формирования компетенций ОК –10.

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, законы и модели механики;</li> <li>- виды и назначение машин и механизмов, наиболее широко применяемых в сфере автотранспортного производства;</li> <li>- научные и организационные основы безопасности производственных процессов;</li> <li>- основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотно выразить технические и творческие идеи, сопровождающие эксплуатацию оборудования;</li> <li>- воспринимать техническую информацию в своей области деятельности;</li> <li>- использовать методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры при решении типовых задач;</li> <li>- работать в качестве пользователя персонального компьютера;</li> <li>- использовать языки и системы программирования;</li> <li>- объяснять методы решения типовых задач по основным разделам курса «Теории механизмов и машин» методом</li> </ul>

	<p>графического представления.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях;</li> <li>- методами использования сети Internet;</li> <li>- методиками сбора исходных данных для проектирования механических узлов эффективных технологических установок;</li> </ul>
Продвинутый (хорошо)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свойства и критерии работоспособности машин и влияющие на них факторы;</li> <li>- основополагающие понятия и методы структурного анализа, кинематики, и динамики;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно анализировать научно - техническую информацию;</li> <li>- анализировать функциональные и структурные схемы механизмов в целях возможности их использования и модернизации;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления типовых схем технологических машин, состоящих из двигателя, открытой и закрытой (зубчатой или червячной) передач.</li> </ul>
Высокий (отлично)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технические методы достижения качества изделий, включая надежность и точность;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать нестандартные виды механизмов, машин и оборудования;</li> <li>- вырабатывать технические требования на создание новых перспективных образцов оборудования.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью формулировать технические задачи в рамках совместной работы в коллективе;</li> <li>- способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания.</li> </ul>

ПК - 2	В части способности разрабатывать и использовать графическую документацию
--------	---

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
ПК -2	I (4 семестр)	1. Грамотное употребление инженерной терминологии. 2. Представление функциональных возможностей	Промежуточная аттестация	1. Собеседование при оформлении и сдаче практических работ. 2. Степень участия и качество	Шкала оценивания (см. выше).

	области применения основных видов механизмов. 3. Знание математических и графоаналитических методов расчета и компьютерного моделирования, применяемых для решения задач анализа и синтеза типовых механизмов		решения задач на практических занятиях. 3. Качество выполнения СРС, уровень применения аналитических методов решения. 4. Качество доклада при сдаче СРС. 5. Посещаемость консультаций.	
--	--	--	---	--

### Уровни результатов формирования компетенций ПК –2.

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможности, преимущества и область применения аналитических методов решения задач в дисциплине ТММ;</li> <li>- виды и назначение машин и механизмов, наиболее широко применяемых в сфере промышленного производства;</li> <li>- цели и задачи кинематического и динамического расчета механизмов и машинных агрегатов;</li> <li>- основные свойства и разновидности кулачковых и зубчатых механизмов (эвольвентное зацепление);</li> <li>- преимущества и область применения эвольвентных профилей зубьев в механических передачах.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать в качестве пользователя персонального компьютера при решении технических задач (в том числе с использованием компьютерных прикладных программ);</li> <li>- создавать схематизированные модели механизмов, используемых в профессиональной деятельности;</li> <li>- определять численные значения кинематических параметров в заданных положениях механизма;</li> <li>- выбирать эффективные исполнительные механизмы на основе численных результатов аналитического моделирования.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- графическими методами кинематического исследования механизмов 2 – го класса (построение планов скоростей и ускорений);</li> <li>- графоаналитическими методами расчета усилий в кинематических парах;</li> <li>- способами определения приведенных масс звеньев и сил, действующих в механизмах;</li> <li>- расчетом геометрических параметров цилиндрических эвольвентных зубчатых передач.</li> </ul>
Продвинутый (хорошо)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы представления механизмов в виде математических образов;</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- типовые пакеты прикладных программ, позволяющие моделировать кинематические и динамические свойства механизмов;</li> <li>- формулы для определения степеней подвижности и избыточных связей в плоских и пространственных механизмах.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно разрабатывать компьютерные программы по моделированию свойств механизмов;</li> <li>- выводить и использовать математические зависимости в целях создания виртуальных моделей механизмов;</li> <li>- использовать численные методы решения задач динамики;</li> <li>- выполнять аналитические расчеты конструктивной формы эвольвентных зубьев.</li> <li>- анализировать функциональные и структурные схемы механизмов в целях возможности их использования и модернизации.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами численного решения задач синтеза механизмов (на основе прикладных компьютерных программ);</li> <li>- методами построения аналитических моделей, позволяющих рассчитывать кинематические параметры движущихся механизмов;</li> <li>- методами аналитического расчета кривошипно – ползунного механизма.</li> </ul>
Высокий (отлично)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- геометрию и показатели качества зацепления гиперболоидных передач (на примере червячных передач);</li> <li>- методы аналитического расчета геометрии и профилей зубьев скорректированных эвольвентных цилиндрических передач</li> <li>- технические и технологические методы повышения качества зубчатых передач, включая надежность и точность;</li> <li>- методы статического и динамического уравнивания вращающихся роторов и простейших механизмов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчет характеристик движения механизмов на основе шарнирного четырехзвенника;</li> <li>- синтезировать планетарные и дифференциальные механизмы по заданному значению передаточного числа с учетом условий соосности, сборки и соседства.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- координатными методами расчета профиля кулачков по заданным законам движения толкателя;</li> <li>- методами построения математических моделей для компьютерного решения задач кинематического и динамического анализа;</li> <li>- навыками решения задач ТММ на основе составления динамических моделей несложных приводов МА (электродвигатель – редуктор – исполнительный механизм).</li> </ul>

### Уровни результатов формирования компетенций ПК –3.

ПК - 3	В части способности принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива.
--------	--

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
ПК -3	I (4 сем.)	1. Способность решать типовые задачи при проектировании машинных агрегатов и входящих в них механизмов. 2. Умение решать задачи различных разделов дисциплины ТММ с применением программного обеспечения персонального компьютера. 3. Способность самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, применяя прогрессивные средства и методы проектирования.	Промежуточная аттестация	1. Собеседование при оформлении и сдаче лабораторных работ. 2. Степень участия и качество решения задач на практических занятиях. 3. Качество выполнения СРС, уровень применения аналитических методов решения. 4. Качество докладов при сдаче СРС. 5. Посещаемость консультаций..	Шкала оценивания (см. выше).

### Уровни результатов формирования компетенций ПК –3.

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды и назначение механизмов и устройств, наиболее широко применяемых в сфере конструкторско –технологической подготовки производства (зубчатые, кулачковые, рычажные механизмы);</li> <li>- основы обеспечения безопасности механизмов (приспособлений) на стадии их проектирования при разработке прогрессивных (высокопроизводительных) технологий;</li> <li>- методы и способы анализа свойств механизмов на основе их кинематических схем или реальных образцов;</li> <li>- цели и возможности структурного исследования механизмов;</li> <li>- предназначение и области применения в машиностроении механизмов 2- ого класса (кривошипно-ползунные механизмы, шарнирные четырехзвенники, кулисные механизмы).</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимать и грамотно употреблять инженерную терминологию;</li> <li>- находить, воспринимать и использовать техническую информацию в своей области деятельности;</li> <li>- проверять достоверность результатов аналитических расчетов характеристик механизмов методами графического представления;</li> <li>- находить технические аналоги и эквивалентные конструктивные схемы механических устройств с использованием сети Internet/</li> </ul>

	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями, позволяющими выбрать эффективные исполнительные механизмы для целевого использования в конкретных технологических машинах и процессах;</li> <li>- графическими методами кинематического и кинетостатического исследования;</li> <li>- составлением кинематических схем механизмов и приводов на основе соблюдения норм ЕСКД;</li> <li>- инструментальными (измерительными) методами оценки кинематических характеристик механизмов;</li> <li>- методами экспериментального определения функции положения ведомых звеньев механизмов в зависимости от обобщенных координат.</li> </ul>
Продвинутый (хорошо)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности проектирования рычажных механизмов, входящих в приводы на основе гидравлических систем машиностроительного оборудования;</li> <li>- механические характеристики двигателей и исполнительных механизмов;</li> <li>- свойства и кинематические возможности механизмов с различной структурой; особенности и методы структурного анализа и синтеза механизмов;</li> <li>- основные геометрические и кинематические характеристики зубчатых передач и механизмов на их основе;</li> <li>- функциональные особенности, разновидности и область применения кулачковых механизмов;</li> <li>- качественные характеристики зацепления зубчатых передач.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотно выразить технические и творческие идеи в области проектирования и эксплуатации механизмов и оборудования на их основе;</li> <li>- самостоятельно анализировать научно - техническую информацию;</li> <li>- анализировать функциональные и структурные схемы механизмов в целях возможности их практического применения;</li> <li>- составлять типовые схемы технологических машин (машинных агрегатов) на основе механических характеристик двигателей и исполнительных механизмов;</li> <li>- оценивать влияние геометро- кинематических факторов на показатели работоспособности различных видов механизмов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расшифровки геометрических параметров зубчатых колес и кулачков по натурным образцам;</li> <li>- методиками синтеза механизмов по заданным законам движения конечных звеньев;</li> <li>- методикой проектирования рядовых и планетарных зубчатых механизмов;</li> <li>- приемами определения пассивных и избыточных связей в рычажных механизмах;</li> <li>- навыками составления типовых схем технологических машин, включающих двигатель, механическую систему (например, редуктор) и исполнительный механизм.</li> </ul>
Высокий (отлично)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы аналитического решения задач теории зацепления;</li> </ul>

	<p>- методы решения задач динамики с учетом сил трения;</p> <p>- технические методы решения задач кинематического исследования механизмов 3 – его и выше классов условным понижением класса (условной сменой входного звена).</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать нестандартные виды механизмов, машин и оборудования;</li> <li>- выработать варианты технических решений при создании (проектировании) усовершенствованных образцов механизмов, обладающих дополнительными свойствами;</li> <li>- составлять динамические модели механизмов и машинных агрегатов методом приведения сил и масс.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системой автоматизированного расчета и проектирования машин, механизмов и конструкций (например, APM WinMachine – модули APM WinSlider, APM WinCam и др.);</li> <li>- методами синтеза планетарных и дифференциальных механизмов на основе зубчатых передач;</li> <li>- методами определения характеристик установившегося и переходных режимов работы машинных агрегатов;</li> <li>- методами обеспечения заданной неравномерности хода машины (в том числе установкой маховика в кинематических цепях).</li> </ul>
--	--

#### Уровни результатов формирования компетенций ПК –5.

ПК - 5	В части способности использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.
--------	---

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	1. Собеседование при оформлении и сдаче СРС. 2. Степень участия и качество решения задач на практических занятиях. 3. Качество выполнения СРС, уровень применения аналитических методов решения. 4. Качество доклада при сдаче СРС. 5. Посещаемость консультаций..	Шкала оценивания (см. выше).
ПК -5	I (4 сем.)	<p>1. Способность решать типовые задачи при анализе работоспособности технологического оборудования.</p> <p>2. Знание критериев работоспособности различных классов механизмов универсального назначения.</p> <p>3. Владение теоретическими и графическими методами расчета показателей надежности и качества механических устройств.</p>	Промежуточная аттестация	1. Собеседование при оформлении и сдаче СРС. 2. Степень участия и качество решения задач на практических занятиях. 3. Качество выполнения СРС, уровень применения аналитических методов решения. 4. Качество доклада при сдаче СРС. 5. Посещаемость консультаций..	Шкала оценивания (см. выше).

## Уровни результатов формирования компетенций ПК –5.

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показатели работоспособности различных видов механизмов и механических устройств, наиболее широко применяемых в сфере конструкторско –технологической подготовки производства (зубчатые, кулачковые, рычажные механизмы);</li> <li>- критерии оценки безопасности механизмов (приспособлений) на стадии их проектирования при разработке прогрессивных (высокопроизводительных) технологий;</li> <li>- графические методы проверки соответствия проектных и рабочих характеристик механизмов в составе машин.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы расчета надежности для конкретных видов механизмов;</li> <li>- применять известные методы анализа работоспособности механизмов в своей области деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями, позволяющими выбрать наиболее эффективные механизмы для различных универсальных технологических процессов;</li> <li>- методами графического представления структурных схем механизмов;</li> <li>- инструментальными методами оценки кинематического соответствия проектных и экспериментальных характеристик механизмов.</li> </ul>
Продвинутый (хорошо)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности расчета рычажных механизмов, входящих в многофункциональные приводы машин;</li> <li>- методы обеспечения расчетных характеристик универсальных механизмов и их узлов (зубчатые передачи, подшипники);</li> <li>- критерии работоспособности зубчатых передач и кулачковых механизмов;</li> <li>- функциональные особенности, разновидности и область применения подшипников качения;</li> <li>- качественные характеристики зацепления зубчатых передач.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать степень опасности механизмов при их практическом применении;</li> <li>- составлять схемы технологических машин (машинных агрегатов) с учетом обеспечения техносферной безопасности.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета виброактивности механизмов;</li> <li>- методикой проектирования малошумных механизмов и механических устройств.</li> </ul>
Высокий (отлично)	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы аналитического определения критериев работоспособности;</li> <li>- методы решения задач динамики применительно к составным элементам технологического оборудования.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать надежность нестандартных виды механизмов, машин и оборудования;</li> </ul>

	<p>- вырабатывать варианты оптимальной компоновки механизмов в составе машин различного назначения;</p> <p>- составлять динамические модели для аналитического расчета одномассовых и многомассовых механических систем..</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>- методами использования систем САПР (например, APM WinMachine – модули APM WinSlider, APM WinCam и др.) при разработке и анализе проектируемых систем;</p> <p>- методами синтеза рычажных механизмов по заданным критериям надежности.</p>
--	---

### Вопросы для зачета

#### *Перечень вопросов к теоретической части зачета (собеседование):*

1. Источники виброактивности механизмов, их диагностика и методы виброзащиты.
2. Метод кинетостатического расчета плоских рычажных механизмов.
3. Оценка виброактивности механизмов графоаналитическими методами. Главный вектор и главный момент сил инерции. Годограф главного вектора.
4. Динамические модели при оценке действия вибраций. Устройство амортизаторов.
5. Динамическое взаимодействие двух подвижных звеньев, образующих между собой кинематическую пару. Динамическое гашение колебаний .
6. Свойства кинематических пар и современные методы моделирования их относительного движения .
7. Сравнительный анализ кинематических характеристик кривошипно-коромысловых и кулисных механизмов.
8. Структура и кинематика пространственных рычажных механизмов манипуляционных систем промышленных роботов.
9. Анализ кинематических свойств рычажных механизмов методом разложения функций положения ведомых звеньев в гармонические ряды.
10. Дифференциальные суммирующие зубчатые механизмы. Устройство и методы расчета передаточного отношения на примере станочного дифференциала.
11. Вибрационный характер проявления динамических усилий в механизмах. Уравновешивание вращающихся роторов с учетом влияния моментов инерции относительно осей XY и ZY.
12. Графоаналитические методы решения задач кинематики плоских рычажных механизмов на примере кулисных механизмов.
13. Диагностика виброактивности механизмов и методы виброзащиты.
14. Основной закон зацепления плоских и пространственных зубчатых механизмов как метод решения инженерных задач.

15. Аналитические методы проектирования кулачковых механизмов по заданному закону движения толкателя с учетом угла давления в высшей кинематической паре (на примере распределительного вала станка).
16. Определение КПД механизмов на основе модели «ползун – наклонная плоскость» применительно к винтовым механизмам и червячным передачам.
17. Трение скольжения и трение качения в подшипниковых узлах. Основное уравнение связи между скоростью изнашивания и скоростью относительного движения в кинематических парах различного типа.
18. Пассивные и избыточные связи в рычажных механизмах. Методы проектирования и расчета.
19. Планетарные и волновые передачи. Методы проектирования и расчета.
20. Пространственные зубчатые передачи. Аксоиды относительного движения. Основные геометрические параметры червячных, винтовых и гипоидных передач.
21. Дифференциальное уравнение движения машинного агрегата как метод решения задач динамики. Особенности решения задач для динамических моделей с постоянной и переменной величиной приведенного момента инерции.

### ***Перечень задач, входящих в «Раздел 2» зачетных билетов.***

Решению подлежат по одной задаче из каждой темы, входящих в «**Раздел 2**» билета.

Пакет задач, входящих в зачетные билеты, приведен частично в разделе 3 (*Контрольные материалы-3.2-Тесты*) информационно-образовательной среды СГТУ (ИОС) и представлен полностью в электронной базе тестирования.

Каждому студенту при подготовке к сдаче экзамена рекомендуется пройти сетевое компьютерное тестирование по мере освоения соответствующих разделов дисциплины (AST.test).

### **Вопросы для экзамена**

Проведение экзамена учебным планом не предусмотрено.

### **Тестовые задания по дисциплине**

#### **ТЕМА 1. Структурное и кинематическое исследование рычажных механизмов.**

1. Для **КПМ** определить угол поворота  $\phi_1$  кривошипа, соответствующий середине хода ползуна ( эксцентриситет  $e = 0$ ,  $\lambda = L_1 / L_2 = 0.25$  ).
2. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа, соответствующий середине хода ползуна (  $e = L_1 / 2$ ,  $\lambda = L_1 / L_2 = 0.25$  ).

3. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа , соответствующий середине хода ползуна (  $e = -L1 / 2$  ,  $\lambda = L1 / L2 = 0.25$  ).
4. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа , соответствующий максимальному ускорению движения ползуна (  $e = 0$  ,  $\lambda = L1 / L2 = 0.25$  ).
5. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа , соответствующий максимальному ускорению движения ползуна (  $e = L1 / 2$  ,  $\lambda = 0.2$  ).
6. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа , соответствующий нулевому значению ускорения ползуна (  $e = 0$  ,  $\lambda = L1 / L2 = 0.25$  ).
7. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа , соответствующий внешнему мертвому положению ползуна (  $e = L1 / 2$  ,  $\lambda = L1 / L2 = 0.2$  ).
8. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа , соответствующий внутреннему мертвому положению ползуна (  $e = -1.026 * L1$  ,  $\lambda = 0.2$  ).
9. Для **КПМ** определить угловую скорость  $\omega_1$  кривошипа, обеспечивающую во внешнем мертвом положении механизма ускорение ползуна  $a_b = 10 \text{ м/с}^2$ . (  $e = 1.25 * L1$  ,  $\lambda = L1 / L2 = 0.2$  ).
10. Для **КПМ** определить угловую скорость кривошипа  $\omega_1$ , обеспечивающую во внутреннем мертвом положении механизма ускорение ползуна  $a_b = 10 \text{ м/с}^2$  (  $e = 0$  ,  $\lambda = L1 / L2 = 0.25$  ).
11. 1. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа, соответствующий максимальному ускорению движения ползуна (  $e = -L1 / 2$  ,  $\lambda = 0.2$  ).
12. Для **КПМ** определить угол поворота  $\phi_1$  кривошипа , соответствующий нулевому значению ускорения ползуна (  $e = 0.5 * L1$  ,  $\lambda = 0.25$  ).
13. Для **ККМ (!)** определить угол поворота кривошипа , соответствующий внешнему мертвому положению коромысла (  $L1/L2 = 0.25$  ,  $L3 = 2 * L1$  ,  $O_1O_2 = 3.2 * L1$  ).
14. Для **ККМ (!)** определить угол поворота кривошипа , соответствующий внутреннему мертвому положению коромысла (  $L1/L2 = 0.25$  ,  $L3 = 2 * L1$  ,  $O_1O_2 = 3.2 * L1$  ).
15. Для **КПМ** графически определить скорость и ускорение ползуна для угла поворота кривошипа  $\phi_1 = 45$  град. (  $\lambda = L1 / L2 = 0.25$ ;  $e = L1 / 2$  ). Угл. скорость кривошипа  $\dot{\omega}_1 = 1 \text{ рад/с}$  и направлена против часовой стрелки .
16. Для **КПМ** графически определить скорость и ускорение ползуна для угла поворота кривошипа  $\phi_1 = 315$  град. (  $\lambda = L1 / L2 = 0.25$ ;  $e = L1 / 2$  ). Угл. скорость кривошипа  $\dot{\omega}_1 = 1 \text{ рад/с}$  и направлена против часовой стрелки.
17. Для **КПМ** графически определить скорость и ускорение ползуна для угла поворота кривошипа  $\phi_1 = 210$  град. (  $\lambda = L1 / L2 = 0.25$ ;  $e = L1 / 2$  ). Угл. скорость кривошипа  $\dot{\omega}_1 = 1 \text{ рад/с}$  и направлена против часовой стрелки.
18. Для **КПМ** графически определить скорость и ускорение ползуна для угла поворота кривошипа  $\phi_1 = 180$  град. (  $\lambda = L1 / L2 = 0.20$ ;  $e = L1$  ; ). Угл. скорость кривошипа  $\dot{\omega}_1 = 1 \text{ рад/с}$  и направлена по часовой стрелке.
9. Для **КПМ** графически определить скорость и ускорение ползуна для угла поворота кривошипа  $\phi_1 = 30$  град. (  $\lambda = L1 / L2 = 0.20$ ;  $e = -L1 / 2$  ; ). Угл. скорость кривошипа  $\dot{\omega}_1 = 1 \text{ рад/с}$  и направлена по часовой стрелке.



20. Для **КПМ** определить среднюю скорость прямого хода при заданной скорости вращения кривошипа  $\omega_1 = \text{const.}$  ( $\lambda = L_1 / L_2 = 0.20$ ;  $e = L_1$ ).

21. Для **ККМ** (!) графически определить скорость и ускорение ползуна для угла поворота кривошипа  $\varphi_1 = 180$  град. ( $L_1 / L_2 = 0.25$ ;  $L_3 = 2 * L_1$ );

22. Определить размеры кривошипа  $L_1$  и шатуна  $L_2$  центрального **КПМ**, если известна средняя скорость ползуна  $V_{\text{cp}} = 5$  м / с , частота вращения кривошипа  $n = 1200$  об / мин и соотношение длин  $\lambda = L_2 / L_1 = 3$ .

23. Получить аналитическую формулу для расчета угловой скорости вращения шатуна  $\omega_2$  **КПМ**.

24. Записать функцию положения ведомого звена 3 синусного механизма (Рис. 2).

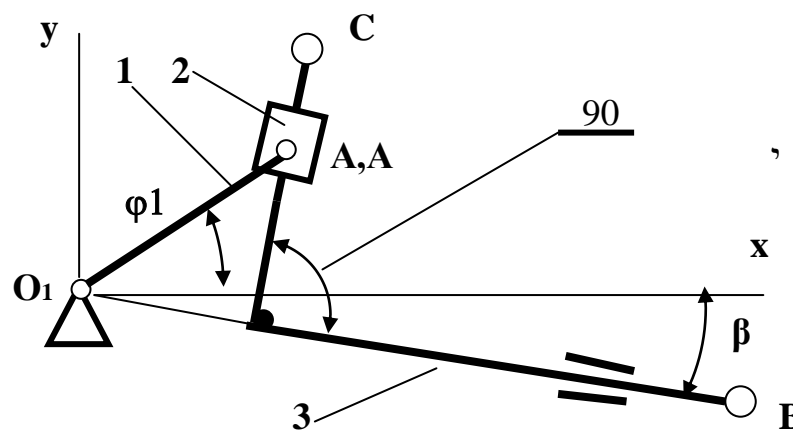


Рис. 2

25. Для кулисного механизма с качающейся кулисой определить угловые положения кривошипа  $\varphi_1$ , при которых ускорения Кориолиса равны нулю.

26. Для кулисного механизма на рис. 3 определить параметры механизма, обеспечивающие заданное значение коэффициента изменения средней скорости  $K = 1.2$  на прямом и обратном ходе ведомого звена 3.

27. Для синусного механизма на рис. 2 определить значение угла поворота  $\varphi_1 = ?$  кривошипа 1, соответствующего максимальному ускорению  $A_{3\text{max}} = ?$  движения звена 3 ( $\beta = 30$  град.,  $L_1 = 80$  мм,  $\omega = 10$  рад/с).

28. Для **КПМ** определить угол поворота кривошипа  $\varphi_1$ , соответствующий максимальной скорости движения ползуна ( $e = L_1 / 2$ ,  $\lambda = 0.2$ ).

29. Спроектировать схему кривошипно – ползунного механизма по заданному коэффициенту изменения средней скорости ползуна  $K$ , ходу ползуна  $H$  и смещению направляющей  $E$  ( $L_1 = O_1A$  – длина кривошипа).

30. Спроектировать схему кривошипно – коромыслового механизма по заданному значению угла качания коромысла  $\varphi_3 = 60$  град., ( $L_1=50$  мм).

## ТЕМА 2. Динамика механизмов

1. Привести силу инерции  $F_{ис2}$ , действующую на центр тяжести шатуна **КПМ**, к валу кривошипа.
2. Привести силу инерции  $F_{ис2}$ , действующую на центр тяжести шатуна **ККМ**, к валу кривошипа.
3. Привести силу инерции  $F_{ис3}$ , действующую на центр тяжести коромысла **ККМ**, к валу кривошипа. Привести силу полезного сопротивления, действующую на ползун **КПМ**, к валу кривошипа.
4. Привести инерционный момент  $T_{и2}$ , действующий на шатун **КПМ**, к валу кривошипа.
5. Привести инерционный момент  $T_{и3}$ , действующий на коромысло **ККМ**, к валу кривошипа.
6. Привести момент инерции кривошипа  $I_1$  кривошипно - ползунного механизма к ползуну.
7. Привести момент инерции шестерни  $I_1$  одноступенчатого **редуктора** грузоподъемной лебедки к поднимаемому грузу (как к звену привода).
8. Для грузоподъемной лебедки с одноступенчатым **редуктором** с передаточным числом  $U_p$  привести массу поднимаемого груза  $G_4$  и всех вращающихся деталей к якорю двигателя (как к звену привода).  
Задано:  $I_{z1}$ ,  $I_{z2}$ ,  $I_{бараб.}$ ,  $I_{якор.}$ ,  $n_{двиг.}$ .
9. Определить коэффициент неравномерности хода  $\delta$  для установившегося режима работы машинного агрегата (**МА**) согласно заданного прямоугольного графика изменения момента  $T_d$  движущих сил (**рис.**). Силы и массы **МА** приведены валу **А**, момент сил сопротивления  $T_c = const$ .
10. Получить выражение, описывающее изменение угловой скорости  $\omega$  грузоподъемной лебедки в период разгона, если известно, что в системе привода использован двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением.  
Решение допускается получить в интегральной форме на основе выражения  $J_{рп} * \epsilon_{пр} = T_d - T_c$ .
11. Определить крутящий момент  $T_v$  на ходовом винте токарно-винторезного станка, обеспечивающий перемещение с постоянной скоростью суппорта с **V**-образными направляющими весом  $G$ . Коэффициенты трения в резьбе и по плоскостям трения соответственно -  $f_p$  и  $f_n$ .
12. Определить крутящий момент  $T_v$  на ходовом винте токарно-винторезного станка, обеспечивающий перемещение с постоянной

скоростью суппорта с  $V$ -образными направляющими ( $2\alpha = 90^\circ$ ). Преодолеваемое осевое усилие -  $F_{nc}$ . Коэффициенты трения в резьбе и по плоскостям трения соответственно -  $f_p$  и  $f_n$ . Весом суппорта пренебречь.

13. Определить крутящий момент на ведущем валу самотормозящей червячной передачи, обеспечивающий вертикальный подъем груза  $G$  с постоянной скоростью  $V_g$ . Заданы: диаметр барабана  $D$ , наматывающего грузовой трос,  $U_{редук}$ .

14. Получить выражение, позволяющее определить время разгона  $T$  в период пуска грузоподъемной лебедки, если известно, что в системе привода использован двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением. Решение допускается получить в интегральной форме на основе выражения  $J_{пр} * \epsilon_{пр} = T_d - T_c$ .

15. Привести момент инерции червячного колеса  $I_{чер}$  самотормозящей червячной передачи, обеспечивающий вертикальный подъем груза массой  $m$  с постоянной скоростью  $V_g$ , к массе груза.

16. Для КПМ с качающимся цилиндром заданы все размеры звеньев, усилие полезного сопротивления  $F_{nc}$ , к.п.д. -  $\eta$ , а также соотношение работ сил трения на прямом и холостом ходе -  $A_{тр}^{раб} = 3 * A_{тр}^{хол}$ . Определить величину движущего момента  $T_{дв}$  при установившемся режиме работы.

17. Получить динамическую модель грузоподъемной лебедки на основе одноступенчатого цилиндрического редуктора, осуществляющей подъем груза со скоростью  $V_g$ . Звено приведения - поднимаемый груз.

18. Получить динамическую модель грузоподъемной лебедки на основе одноступенчатого цилиндрического редуктора, осуществляющей подъем груза со скоростью  $V_g$ . Звено приведения - вал электродвигателя.

19. Для КПМ с качающимся цилиндром заданы все размеры звеньев, усилие

полезного сопротивления  $F_{nc}$ , к.п.д. -  $\eta$ , а также соотношение работ сил трения на прямом и холостом ходе -  $A_{тр}^{раб} = 3 * A_{тр}^{хол}$ . Определить работу сил трения  $A_{тр}$  за один оборот кривошипа.

20. Для КПМ с качающимся цилиндром заданы все размеры звеньев, усилие полезного сопротивления  $F_{nc}$ , к.п.д. -  $\eta$ , угловая скорость вращения кривошипа  $\omega_1 = const.$ , также соотношение работ сил трения на прямом и холостом ходе -  $A_{тр}^{раб} = 3 * A_{тр}^{хол}$ . Определить мощность  $P_{дв}$ , необходимую для вращения ведущего звена.

21. Для КПМ заданы все размеры звеньев, усилие полезного сопротивления  $F_{nc}$ , к.п.д. -  $\eta$ , угловая скорость вращения кривошипа  $\omega_1 = const.$ , также соотношение работ сил трения на прямом и холостом ходе -  $A_{тр}^{раб} = 3 * A_{тр}^{хол}$ . Определить среднюю мощность сил трения  $P_{тр}^{cp}$  за один оборот кривошипа при холостом ходе. Определить массу маховика  $J_m$  при заданном коэффициенте неравномерности хода  $\delta$  для установившегося режима работы машинного агрегата (МА) согласно заданного графика

изменения момента  $T_{дв}$  движущих сил (рис. ). Силы и массы МА приведены к валу А, момент сил сопротивления  $T_c = \text{const}$ .

22. Для машинного агрегата МА с асинхронным электродвигателем определить угловую скорость опрокидывания  $\omega_{опр}^{дв}$  механической характеристики, если известно, что  $T_{пс} = \text{const}$ ,  $T_{дв1} = a_1 + v_1 * \omega_{пр}$ ,  $T_{дв2} = a_2 - v_2 * \omega_{пр}$ .

23. Для манипуляционной системы ПР, работающего в цилиндрической системе координат, получить зависимость для определения динамических усилий в приводе подъёма каретки исходя из заданной траектории перемещения груза G.

24. Осуществить полное статическое уравнивание ККМ установкой противовесов на кривошипе, шатуне и коромысле ( $L1/L2 = 0.25$ ,  $L1/L3 = 0.5$ ). Центры тяжести звеньев располагаются в серединах звеньев.

25. Осуществить полное статическое уравнивание КПМ установкой противовесов на кривошипе и шатуне ( $\lambda = L1/L2 = 0.25$ ). Центры тяжести звеньев располагаются в серединах звеньев.

### ТЕМА 3. Зубчатые и кулачковые механизмы.

1. Определить угол зацепления  $\alpha_w$  цилиндрической прямозубой эвольвентной зубчатой передачи с параметрами:  $m = 5$ ,  $u = 2.5$ ,  $z1 = 28$ ,  $A_w = 250$  мм.

2. Определить угол зацепления  $\alpha_w$  цилиндрической косозубой эвольвентной зубчатой передачи с параметрами:  $m = 5$ ,  $u = 2.5$ ,  $z1 = 28$ ,  $A_w = 247.4$  мм,  $\beta = 12$  град.

3. Определить ширину вершинной ленточки Sa эвольвентной прямозубой шестерни с параметрами:  $m = 10$  мм,  $z1 = 12$ ,  $\alpha = 20$  град.,  $x1 = 0.3$ .

4. Определить возможный угол наклона  $\beta$  зуба шестерни косозубой эвольвентной зубчатой передачи с параметрами:  $m = 8$  мм,  $u = 3$ ,  $A_w = 406$  мм.

5. Определить диаметр основной окружности косозубого эвольвентного цилиндрического колеса с параметрами:  $m = 5$  мм,  $z = 32$ ,  $\beta = 10$  град,  $\alpha = 20$  град.

6. Определить толщину зуба прямозубого эвольвентного зубчатого колеса на диаметре  $d = 92$  мм при заданных параметрах:  $m = 2.75$  мм,  $z = 32$ ,  $\alpha = 20$  град.

7. Определить угол давления в точке профиля зуба на окружности выступов зубчатого колеса с параметрами:  $m = 6$  мм,  $z = 12$ ,  $x = 0.3$ ,  $\alpha_w = 20$  град.

8. Определить ширину вершинной ленточки Sa эвольвентного прямозубого колеса с параметрами:  $m = 10$  мм,  $z2 = 42$ ,  $\alpha = 20$  град.,  $x2 = -0.3$ .

9. Определить диаметр окружности, на которой происходит заострение вершин зубьев цилиндрического эвольвентного зубчатого колеса с параметрами :  $m = 10$  ,  $z = 10$  ,  $\alpha = 20$  град.
10. Вывести формулу для расчета передаточного числа  $U$  для заданной трёхступенчатой схемы кинематической цепи, включающей планетарную ступень с сдвоенным сателлитом. Для планетарной ступени определить  $Z_1$  ,  $Z_{2ш}$  ,  $Z_2$  ,  $Z_3$  .
11. . Вывести формулу для расчета передаточного числа  $U$  для заданной схемы кинематической цепи .
12. Определить коэффициент торцевого перекрытия  $\epsilon_\alpha$  для зубчатой передачи с параметрами :  $m = 10$  мм ,  $z_1 = 10$  ,  $z_2 = 25$  ,  $\alpha_n = 20$  град.
13. Рассчитать и изобразить графически основные геометрические параметры **аксоидных** поверхностей конической зубчатой передачи с параметрами :  $\delta = 30$  град.,  $u = 5$  . (  $\delta$  - угол пересечения осей , скалярное произведение  $\omega_1 * \omega_2$  положительно).
14. Определить ширину вершинной ленточки  $S_a$  эвольвентного прямозубого колеса с параметрами :  $m = 10$  мм ,  $z_2 = 32$  ,  $\alpha = 20$  град . ,  $x_2 = -0.25$  .
15. Определить толщину зуба  $S_d$  на делительном диаметре  $d$  для зубчатого колеса с параметрами :  $m = 5$  мм ,  $z_1 = 11$  ,  $\alpha_n = 20$  град., ( колесо корригировано из условия отсутствия подреза зуба у ножки ).
16. Определить коэффициент торцевого перекрытия  $\epsilon_\alpha$  для косозубой зубчатой передачи с параметрами :  $m = 10$  мм ,  $z_1 = 10$  ,  $z_2 = 25$  ,  $\alpha_n = 20$  град. ,  $\beta = 8$  град.
17. Определить диаметр начальной окружности шестерни  $d_{w1}$  для зубчатой передачи с параметрами :  $m = 4$  мм ,  $U = 5$  ,  $Z_1 = 20$  ,  $\alpha_n = 20$  град.,  $A_w = 244$ мм.
18. Определить диаметр начальной окружности колеса  $d_{w2}$  для зубчатой передачи с параметрами :  $m = 4$  мм ,  $U = 5$  ,  $Z_1 = 20$  ,  $\alpha_n = 20$  град.,  $A_w = 244$ мм.
19. Рассчитать основные геометрические параметры зубчатого колеса из условия **отсутствия** подрезания зубьев у ножки, если известны :  $m = 5$  мм ,  $Z = 12$  ,  $\alpha_n = 20$  град.
20. Рассчитать и изобразить графически основные геометрические параметры **аксоидных** поверхностей конической зубчатой передачи с параметрами :  $\delta = 120$  град.,  $u = 4$  . (  $\delta$  - угол пересечения осей , скалярное произведение  $\omega_1 * \omega_2$  отрицательно ) .
21. Определить угол давления на зубе шестерни ( $z_1$ ) в крайней точке активной части линии зацепления для передачи с параметрами :  $m = 5$  мм ,  $U = 2$  ,  $A_w = 75$  мм.
22. Определить угол давления на зубе колеса ( $z_2$ ) в крайней точке активной части линии зацепления для передачи с параметрами :  $m = 2.75$  мм ,  $U = 1.4$  ,  $A_w = 66$  мм.

23. Рассчитать ширину вершинной ленточки зубчатого колеса , нарезанного из условия отсутствия подрезания зубьев у ножки , если заданы :  $m = 10$  мм,  $Z = 10$  ,  $\alpha_n = 20$  град.

24. Определить наименьшую величину начального радиус - вектора конструктивного профиля кулачка  $R_0$  в мм, имея следующие исходные данные: закон движения толкателя  $V_T = f(\varphi_K)$ , угловая скорость кулачка  $\omega_K = 10$  рад / с , угол давления  $\delta_{max} = 30^\circ$  , радиус опорного ролика  $R_{рол} = 20$  мм.

25. Определить относительную скорость скольжения в начальной точке активной части линии зацепления для зубчатой передачи с параметрами:  $m = 10$  мм ,  $z1 = 10$  ,  $z2 = 25$  ,  $\alpha_n = 20$  град.

Дополнительный пакет контрольных тестов приведен в разделе 3 (*Контрольные материалы-3.2-Тесты*) информационно-образовательной среды СГТУ (ИОС).

Каждому студенту рекомендуется также пройти сетевое компьютерное тестирование по мере освоения соответствующих разделов дисциплины (AST.test).

#### 14. Образовательные технологии

Для организации системного, индивидуального и систематического процесса обучения в высшей школе и реализации компетентного и деятельностного подхода необходима оптимизация учебного процесса. В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки в нем должны сочетаться традиционные методы и новые формы обучения с использованием мультимедиа технологий и элементов асинхронного обучения (активных и интерактивных форм проведения занятий, компьютерных симуляций с применением программных продуктов [АРМ WinMachine](#) и др. , разбор и обсуждение конкретных задач с просмотром роликов , сайтов ведущих фирм - интернет- ресурсы).

Эти технологии внедряются на всех этапах:

изучение теоретического курса на лекциях – сочетание лектора, пособия, мультимедиа-экрана и возможности использования учебных и методических разработок лектора, как на материальных, так и на электронных носителях;

проведение практических занятий и самостоятельная работа студента - решение индивидуальных заданий, в том числе, так называемых, «сквозных» задач с использованием алгоритмов решения задач с комментариями и примерами и их компьютерной визуализации;

выполнение расчетно-графических работ в рамках СРС - применение автоматизированных комплексов и решение исследовательских задач;

проведение консультаций – персонифицированный характер различных форм консультаций ;

проведение зачета;

полная открытость информации для всех участников учебного процесса.

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

### **Обязательные издания**

1. Теория механизмов и машин: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /М.З. Коловский и др.- М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 560 с.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: учебник / И.И. Артоболевский.–4-е изд., перераб. и доп.– М.: ИД Альянс, 2012г.-640 с.
3. Артоболевский И.И. Сборник задач по теории механизмов и машин./ И.И. Артоболевский, Б.В. Эдельштейн – М.: ИД Альянс, 2013 г. - 156 с.
4. Техническая механика: в 4-х кн. / под ред. Д.В. Чернилевского. Кн. 3. Основы теории механизмов и машин: учебное пособие / Я.Т. Киницкий. М.: Машиностроение, 2012. 104 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785942756123-SCN0004.html> – ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА. Электронная библиотека технического ВУЗа» », по паролю.
5. Теория механизмов и машин. Сборник задач : учеб. пособие / В.В. Кузенков, И.В. Леонов, В.В. Панюхин и др. ; под ред И.Н. Чернышевой. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 63, [1] с. : ил. – Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0255.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0255.html).–ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА. Электронная библиотека технического ВУЗа» », по паролю.
6. Движение механизмов под действием приложенных сил : учеб. пособие для подготовки к рубежному контролю знаний по дисциплине "Теория механизмов и машин" / Б. И. Плужников, С. Е. Люминарский; под ред. Г. А. Тимофеева. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. 46, [2] - с.: ил. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703836590.html> – ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА. Электронная библиотека технического ВУЗа» », по паролю.

### **Дополнительные издания**

7. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов / К.В.Фролов, С.А.Попов и др./ Под ред. К.В.Фролова. - М.: Высш. шк., 2001.- 496 с.
8. Теория механизмов и машин. Конспект лекций : учеб. пособие для вузов / И.М. Белоконев, С.А. Балан, К.И. Белоконев.-М.: Дрофа, 2004.-172 с.
9. Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов / К.В.Фролов, С.А.Попов, А.К. Мусатов, Г.А. Тимофеев [и др.]; ред. Тимофеев Г.А., 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 686 с. - ISBN 978-5-7038-3582-1.
10. Крайнев А.Ф. Механика машин. Фундаментальный словарь. М.: Машиностроение, 2000. - 904с., ил.

### **Периодические издания**

11. Проблемы машиностроения и надежности машин.
12. Вестник машиностроения.
13. Трение и смазка в машинах и механизмах.

### **Интернет-ресурсы**

14. [http://mechfac.ru/files/TiPM/Evdokimov\\_TMM\\_kurs%20lekzii\\_chast1.pdf](http://mechfac.ru/files/TiPM/Evdokimov_TMM_kurs%20lekzii_chast1.pdf) - Евдокимов Ю.И. Теория механизмов и машин. Ч.1.: Структура, кинематика и кинетостатика механизмов: курс лекций / Новосиб. гос. аграр. ун-т. -2013. -136с. Последняя дата обращения – 02.07 2015.
15. <http://window.edu.ru/resource/129/76129/files/sintzubmex.pdf> - Синтез зубчатых механизмов (Примеры решения задач и контрольные работы): Учебно методическое пособие для самостоятельной работы студентов. – Санкт-Петербург, 2007. Последняя дата обращения – 02.07 2015.
16. <http://www.teormach.ru> - Теория механизмов и машин: Электронный учебный курс для студентов очной и заочной формы высшего образования. Лекции, расчетно-графические работы, курс. проекты: Методические указания. - Башкирский государственный аграрный университет. – Уфа, 2012. [Последняя дата обращения – 30.08 2015.](#)
17. <http://tmm.spbstu.ru/journal.html> - Теория механизмов и машин: Портал для профессионалов и студентов: Периодический научно-методический электронный журнал.- Санкт – Петербург. [Последняя дата обращения – 30.08 2015.](#)



18. [www.teormach.ru/termin.htm](http://www.teormach.ru/termin.htm) - Теория механизмов и машин/ глоссарий.
19. <http://moodle.intuit.kg/mod/page/view.php?id=11544> - Теория механизмов и машин/ Абдыкадыров Ж., -глоссарий.
20. Проблемы механики современных машин: Материалы VI Международной конференции. – Улан- Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2015. ISBN 978-5-89230-613-3(Т. 1-3) – Режим доступа: <http://www.immm.su>
21. Источники ИОС:  
[https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/PTB/THNB\\_031/default.aspx](https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/PTB/THNB_031/default.aspx)

### **16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Для материально-технического обеспечения реализации образовательной деятельности по дисциплине «Теория механизмов и машин» необходимы:

- для ведения лекционных и практических занятий - аудитории со стандартным оснащением (специализированная учебная мебель, мультимедийное оборудование, лабораторное оборудование в виде макетов механизмов и различных установок (см. ниже)), общей площадью не менее 10 кв.м. на одного обучающегося очной формы.

Учебные помещения из аудиторного фонда ИнЭТМ для проведения лекционных занятий имеют площадь, позволяющую разместить несколько потоков студентов, обеспечены мультимедийными комплектами оборудования: ПК с выходом в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А., проектор, экран.

Учебные помещения из аудиторного фонда ФЭС и ИнЭТМ для проведения практических занятий имеют площадь, позволяющую разместить одну группу студентов (до 24 человек), обеспечены мультимедийными комплектами оборудования: ПК с выходом в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А., проектор, экран.

Для самостоятельной работы студентов используются помещения учебно-вычислительных лабораторий ИнЭТМ в соответствии с графиком работы. На всех рабочих местах имеется выход в интернет и доступ в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю. А.

Информационное и учебно-методическое обеспечение осуществляется с помощью учебников, пособий и задачников в библиотечном фонде СГТУ имени Гагарина Ю. А., электронно-библиотечных систем IPR-books и «Консультант студента», электронной библиотеки СГТУ имени Гагарина Ю. А., ИОС СГТУ, лицензионного программного обеспечения (Microsoft Office) для чтения лекций и компьютерной визуализации алгоритмов решения задач с комментариями и примерами в специально оборудованных аудиториях.

## Наглядные пособия, установки и макеты

1. Установка для балансировки роторов.
2. Установка для определения коэффициента трения и КПД винтовой пары.
3. Установка для определения приведенного коэффициента трения в подшипнике методом выбега.
4. Установка для вычерчивания зубьев эвольвентного профиля методом обкатки.
5. Оборудование для определения основных геометрических параметров эвольвентных зубчатых колес (зубчатые колеса, штангенциркуль).
6. Модели для лабораторной работы по кинематическому анализу планетарных механизмов.
7. Модели для лабораторной работы по кинематическому анализу дифференциальных механизмов (станочный дифференциал и конический дифференциал центральной редукторы ведущего моста автомобиля).
8. Модели для лабораторной работы по структурному анализу рычажных механизмов.
9. Модели кулачковых механизмов.
10. Установка для лабораторной работы по силовому анализу (1).
11. Модель эвольвентного зацепления.
12. Модель конической зубчатой передачи.
13. Модель червячной цилиндрической и глобоидной передачи.
14. Образцы различных типов промышленных редукторов.
15. Образец резцовой головки для нарезания методом обкатки конических колес с круговыми зубьями (15").