

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 2020.09.15

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304ce

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М. Д. Миллионщикова**



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Прикладная механика»**

**Направление**

18.03.01 Химическая технология

**Профиль**

**«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»**

**Квалификация выпускника**

бакалавр

Грозный - 2020

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

Цель дисциплины - дать знания основных теоретических положений прикладной механики, ознакомить с общими законами данной дисциплины и показать применение этих законов к решению конкретных инженерных задач, формировать целостную систему инженерного мышления.

Задачи дисциплины: развитие у студентов логического мышления, овладения основными методами исследования и решения задач механики. Подготовка специалистов способных разбираться в огромном количестве находящихся в эксплуатации машин и механизмов химической промышленности, умеющих выбирать из них наиболее целесообразные для данного технологического процесса.

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

Дисциплина относится к циклу общенаучных предметов и осуществляет общетехническую подготовку специалистов. Изучение дисциплины «Прикладная механика» опирается на курсы математики и физики и требуется знание: математики, физики, начертательной геометрии, инженерной графики и является дисциплиной базовой части профессионального цикла. В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: : гидравлика, техническая термодинамика и теплотехника, процессы и аппараты химической технологии, электротехника и промэлектроника.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК):  
культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-6);

умением логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, способен в письменной и устной речи правильно(логически) оформить результаты мышления(ОК-6);

готовностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью приобретать новые знания в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-6);

Выпускник должен обладать следующими

### **профессиональными компетенциями (ПК),**

- составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решений и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата (ПК-16);

- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств деловой сферы деятельности; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-16);

-готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-18);

**В результате освоения дисциплины студент должен.**

**-иметь представление:**

- о значении и сферах применения большинства находящихся в эксплуатации машин и механизмов, о мерах безопасности при в эксплуатации, о вкладе видных учёных (зарубежных и отечественных) в развитии оборудования и аппаратов химической промышленности;

**- знать:**

- основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчётов на прочность и жёсткость упругих тел, порядок расчёта деталей оборудования химической промышленности;

**- уметь:**

- выполнять расчёты на прочность, жёсткость и долговечность узлов и деталей химического оборудования при простых видах нагружения, а также простейшие кинематические расчёты движущихся элементов этого оборудования;

**владеть:**

- методами механики применительно к расчётам процессов химической технологии ;
- методами технологических расчётов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

**Таблица 1**

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры			
	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОФО	ОЗФО	ОЗФО
			4	5	5	6
<b>Контактная работа(всего)</b>	<b>66/1,94</b>	<b>66/1,94</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>
В том числе:						
Лекции	33/0,92	33/0,92	17	17	17	17
Практические занятия	33/0,92	33/0,92	16	16	16	16
Семинары						
Лабораторные работы						
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>78/2,19</b>	<b>78/2,19</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>17</b>	<b>58</b>
В том числе:						
Расчетно-графические работы	20/0,55	20/0,55	10	10	10	10
Контрольная работа						
Темы для самостоятельного изучения	7/0,19	7/0,19	3	4	3	4
Подготовка к практическим занятиям						
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам						
Подготовка к отчетам по лабораторным работам						
Подготовка к зачёту	15	15	15		15	
Подготовка к экзамену	36	36		36		36
<b>Вид отчетности</b>			зачет	экзамен	зачет	экзамен
<b>Общая</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в з. единицах	4	4	4	4	4	4
-------------------------	---------------------	---	---	---	---	---	---

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. зан.час	Практ зан.час.	Лаб. зан. час	Семина. зан.часы	Всего часов
1	Теоретическая механика	17	16			33
2	Сопротивление материалов	8	8			17
3	Детали машин и основы конструирования	9	8			16

### 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
<b>2 семестр</b>		
1	Теоретическая механика	<p>Введение в статику. Основные понятия статики: абсолютно твердое тело, сила, эквивалентные и уравновешенные системы сил, равнодействующая, внутренние и внешние силы. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Моменты силы и пары.</p> <p>Моменты силы относительно точки и оси. Векторный момент силы относительно точки. Пара сил. Момент пары. Векторный момент пары. Аналитические выражения моментов силы относительно координатных осей.</p> <p>Условия равновесия твердого тела. Приведение произвольной пространственной системы сил к одной силе (главному вектору системы) и к одной паре (главному вектору- моменту). Условия равновесия произвольной- пространственной системы сил. Уравнения равновесия плоской системы сил (три вида уравнения равновесия) Условия равновесия системы сходящихся сил в аналитической и</p>

		<p>геометрической форме. Сложение пар лежащих в разных плоскостях. Условия равновесия пар сил.</p> <p>Кинематика точки.  Векторный способ задания движения точки.  Траектория точки. Векторные скорости и ускорения точки (номограф скоростей). Координатный способ задания движения точки в декартовых прямоугольных координатах. Определение траектории точки.  Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на координатные оси. Естественный способ задания движения точки. Скорость и ускорение точки в проекциях на оси естественного трехгранника, касательное и нормальное ускорение.</p> <p>Кинематика твердого тела.  Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твердого тела при поступательном движении. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения тела. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорость и ускорение точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела.</p> <p>Плоское движение твердого тела  Уравнение движения плоской фигуры. Разложение движения на поступательное и вращательное.  Независимость угловой скорости и углового ускорения от выбора полюса. Определение скорости любой точки. Теорема о проекциях скоростей двух точек фигуры. Мгновенный центр скоростей (МЦС).  Определение скоростей точек с помощью МЦС.  Определение ускорения любой точки плоской фигуры как геометрической суммы ускорений полюса и точки при вращении вокруг полюса. Мгновенный центр ускорений (МЦУ).</p> <p>Сложное движение точки и твердого тела.  Абсолютное, переносное и относительное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений. Определение Кориолисова ускорения.  Случай поступательного и вращательного переносного движения. Сложное движение твердого тела.  Сложение поступательных движений. Сложение вращения тела вокруг параллельных осей.</p> <p>Динамика точки твердого тела.  Дифференциальные уравнения движения</p>
--	--	---

		<p>материальной точки в декартовых прямоугольных координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника. Решение первой и второй задачи динамики точки. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоского движения твердого тела, и их интегрирования.</p> <p>Моменты инерции плоских фигур и простейших тел. Общие формулы для моментов инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей (Теорема Штейнера). Главные оси инерции.</p> <p>Количество движения точки и системы. Вычисление количества движения системы. Момент количества движения точки и системы. Кинетический момент относительно оси вращения при вращательном движении твердого тела. Законы сохранения количества движения и момента количества движения. Кинетическая энергия точки и системы. Вычисление кинетической энергии системы (Теорема Кёнига). Кинетическая энергия твердого тела при поступательном, вращательном и плоском движении.</p> <p>Потенциальная энергия. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Примеры вычислений силовых функций. Силовая функция и потенциальная энергия системы сил. Закон сохранения механической энергии для точки и для механической системы.</p> <p>Работа силы. Элементарная работа силы. Полная работа силы. Мощность. Примеры вычисления работы силы. Работа силы, приложенной к твердому телу. Работа внутренних сил твердого тела.</p>
<b>3 семестр</b>		
<b>2</b>	Сопrotивление материалов	<p>Введение. Значения и задачи курса сопротивление материалов. Физические свойства деформируемых тел: однородность, сплошность, изотропность, упругость, и пластичность. Схематизация объектов изучения: брус, пластина, оболочка, массив. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Понятие о напряжениях. Деформации и перемещения.</p> <p>Растяжение и сжатие. Внутренние силы и напряжения. Эпюры нормальных сил и напряжений при растяжении и сжатии. Деформации продольные и поперечные. Законы Гука. Допускаемые напряжения. Расчет на прочность при растяжении и сжатии.</p>

		<p>Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Кручение как вид поперечного нагружения круглого бруса. Эпюры внутренних сил при кручении. Касательные напряжения при кручении бруса. Определение диаметра вала из условий прочности и жесткости.</p>
		<p>Чистый изгиб. Поперечный изгиб. Определение внутренних усилий (изгибающие моменты и поперечные силы) при изгибе. Построение эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом. Нормальные напряжения при чистом изгибе и расчеты на прочность. Касательное напряжение поперечном изгибе. Перемещение при изгибе и расчеты на жесткость.</p>
		<p>Сложные виды деформированного состояния. Гипотезы прочности. Совместное действие изгиба и кручения. Расчет вала при изгибе с кручением по третьей и четвертой теории прочности.</p>
		<p>Тонкостенные и толстостенные оболочки, и их основные особенности. Определение напряжений в симметричных оболочках по без моментной теории. Уравнение Лапласа. Расчет на прочность тонкостенных цилиндрических и сферических оболочек. Расчет тонкостенных цилиндров. Напряжение в сферических толстостенных сосудах.</p>
<p>3</p>	<p>Детали машин и основы конструирования</p>	<p>Определение понятий: деталь, узел, агрегат. Виды нагрузок действующих на детали машин. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин: прочность, жесткость, устойчивость, теплостойкость, износостойкость. Расчет по контактным напряжениям. Кратная характеристика машиностроительных материалов и методов упрочения. Стандартизация и её значение. Основные принципы проектирования деталей машин.</p> <p>Резьбовые соединения. Резьба, основные параметры. Крепежные детали и типы соединений. Материалы крепежных деталей. Особенности работы резьбовых соединений. Критерии работоспособности и расчёты резьбовых соединений. Особенности расчёта групповых соединений. Общая характеристика сварных соединений. Типы швов, расчёт на прочность сварных швов, нагруженных центральной силой, моментом и при их совместном действии. Заклепочные соединения. Основные типы заклёпок.</p>

		<p>Классификация швов по назначению и конструкции, конструирование заклёпочных швов. Проверка шва на прочность. Клеевые соединения. Достоинства, недостатки, область применения. Расчёт клеевых соединений. Паяные соединения.</p>
		<p>Назначение и роль передач в технике. Принцип работы и краткая классификация механических передач. Основные характеристики передач. Виды зубчатых передач, их достоинства и недостатки. Основная теорема зубчатого зацепления. Основные геометрические и кинематические параметры эвольвентного зацепления. Определения КПД и передаточных чисел сложных зубчатых передач с неподвижными геометрическими осями. Критерии работоспособности и методы расчёта передач на прочность. Силы, действующие в прямозубых и косозубых цилиндрических передачах. Материалы зубчатых колёс. Методы расчёта зубьев цилиндрических передач на выносливость по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба. Особенности конструкции и расчёта конических зубчатых передач. Основные виды зубчатых редукторов и стандарты на их основные параметры.</p> <p>Червячные передачи. Принцип работы и область применения червячных передач, их достоинства и недостатки. Конструкция и материалы червяка и червячного колеса. Основные геометрические параметры и кинематические соотношения в червячных передачах. КПД червячной передачи. Силы, действующие в червячном зацеплении. Расчёт зубьев червячного колеса на выносливость по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба. Червячные редукторы, стандарт на их основные параметры. Проверочный расчёт червячных редукторов на нагрев и способы их охлаждения. Смазка редукторов.</p> <p>Ремённые передачи. Общие сведения о передачах, их краткая классификация, достоинства и недостатки. Геометрия и кинематика передач. Трение между ремнём и швом. Силы, действующие на валах ременных передач. Критерии работоспособности и методы расчёта передач плоскими ремнями. Расчёт ременных передач по тяговой способности. Особенности конструкции и расчёта клиноременных передач.</p>



		Общие сведения о передачах, их достоинства и недостатки. Кинематический и силовой расчёты. Конструкции, материалы и расчёт на прочность фрикционных передач. Фрикционные вариаторы, диапазон регулирования.
		Общие сведения о валах и осях, их конструкции и материалы. Проектные и проверочные расчёты валов на статическую и усталостную прочность. Цапфы. Конструктивные формы цапф. Конструкции подшипниковых узлов. Соединения с натягом. Прочность соединения с натягом. Посадочное давление. Шпоночные и зубчатые (шлицевые) соединения. Стандартные типы шпонок, их применение и принципы работы. Материалы шпонок. Метод подбора шпонок по ГОСТУ и их проверка. Штифтовые и профильные соединения
		Подшипники скольжения. Назначение подшипников, их основные типы и области применения. Вкладыш подшипников и их материалы. Смазка подшипников скольжения. Методы расчёта подшипников скольжения. Подшипники качения. Назначение, конструкция, краткая классификация и области применения подшипников качения. Подбор и проверка подшипников качения по ГОСТУ (динамической грузоподъемности). Муфты для валов. Назначение и краткая классификация муфт. Конструкции, работа и методы расчёта, отдельных видов муфт: втулочных, фланцевых, зубчатых, фрикционных, кулачковых, центробежных.

## 5.2. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

## 5.3. Практические занятия (семинары)

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
<b>2 семестр</b>		
1.	Теоретическая механика	Введение в статику. Системы сходящихся сил. Уравнение равновесия сил. Решение задач.
		Произвольная система сил в плоскости. Условия равновесия. Решение задач.
		Введение в кинематику. Кинематика точки. Уравнения движения точки. Решение задач.
		Кинематика твердого тела. Простые виды движения. Решение задач.

		Кинематика твердого тела. Плоское движение твердого тела. Решение задач.
		Дифференциальные уравнения движения точки. Решение задач.
		Применение основных теорем динамики точки. Решение задач.
		Применение основных теорем динамики системы в решение задач механики.
<b>3 семестр</b>		
2.	Сопротивление материалов	Растяжение и сжатие . Решение задач.
		Сдвиг и кручение. Решение задач.
		Плоский изгиб. Решение задач.
3.	Детали машин и основы конструирование	Ремённые передачи. Решение задач.
		Зубчатые передачи. Решение задач.
		Валы и оси. Решение задач.
		Подшипники качения. Решение задач.

## **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Прикладная механика»**

Темы для самостоятельного изучения

1. Кинематика твердого тела. Поступательное и вращательное движение твердого тела.
2. Сложное движение точки и твердого тела.
3. Потенциальная энергия. Потенциальное силовое поле и силовая функция.
4. Сложные виды деформированного состояния.
5. Тонкостенные и толстостенные оболочки, и их основные особенности.
6. Соединение деталей и аппаратов.
7. Фрикционные передачи и вариаторы.
8. Червячные передачи.

## Расчетно-графические работы

### Образец задания РГР №1

#### Пример решения задания

Дано: номер схемы – 2;  $P_1 = 0,5 \text{ кН}$ ;  $P_2 = 0,8 \text{ кН}$ ;  $P_3 = 2,2 \text{ кН}$ ;  $a = 0,5 \text{ м}$ ;  $b = 0,5 \text{ м}$ ;  $c = 0,35 \text{ м}$ ;  $d = 0,25 \text{ м}$ . Величина  $F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ .

Решение

Изобразим на отдельном листе схему нагружения стержня, проставим необходимые размеры (рис. 8).

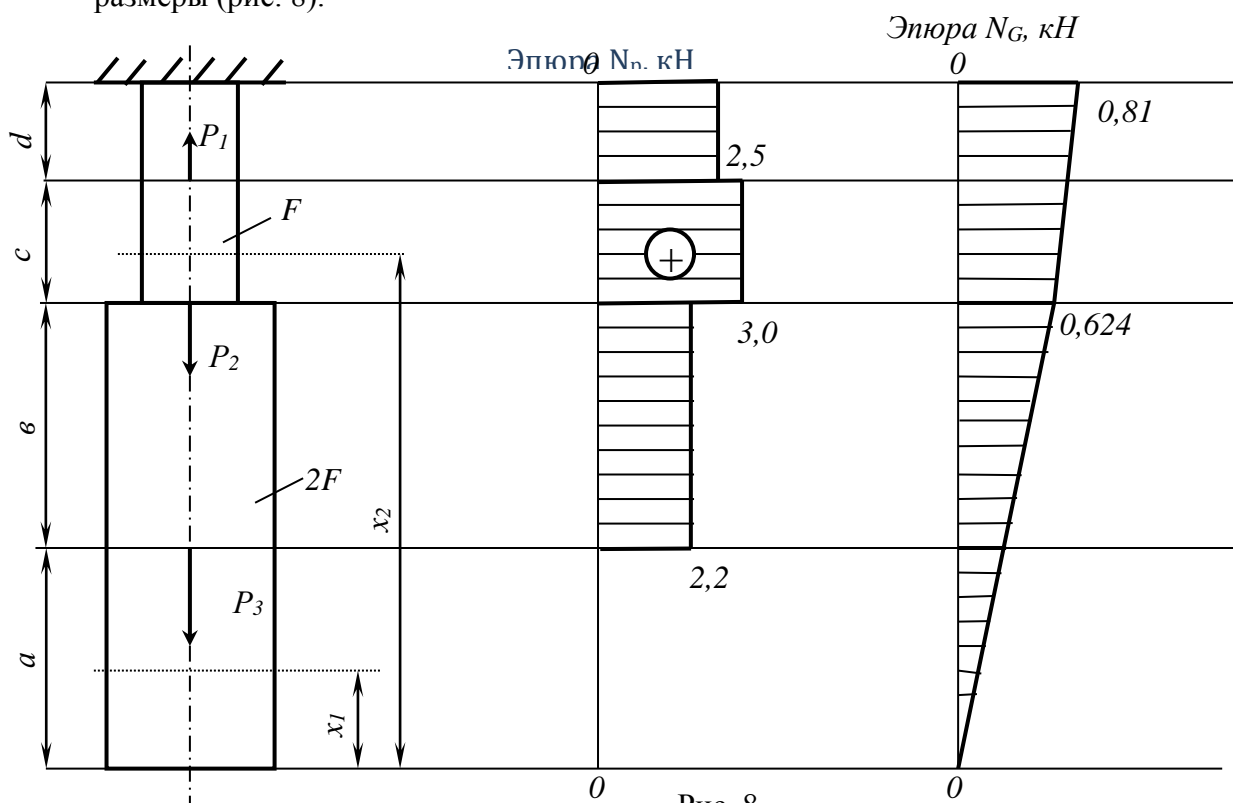


Рис. 8

Определим внутренние продольные силы, возникающие в поперечных сечениях стержня только под действием приложенных сил  $P$ . На участке  $a$ :  $N_p = 0$ ; на участке  $b$ :  $N_p = P_3 = 2,2 \text{ кН}$  (растяжение); на участке  $c$ :  $N_p = P_3 + P_2 = 2,2 + 0,8 = 3,0 \text{ кН}$  (растяжение); на участке  $d$ :  $N_p = P_3 + P_2 - P_1 = 2,2 + 0,8 - 0,5 = 2,5 \text{ кН}$  (растяжение).

Справа от схемы нагружения стержня строим по полученным значениям эпюру  $N_p$ .

Определим внутренние продольные силы  $N_G$ , возникающие в поперечных сечениях только под действием его собственного веса.

Заданный стержень состоит из двух участков:  $a+b$  и  $c+d$ , отличающихся площадями поперечного сечения соответственно  $2F$  и  $F$ .

Внутренняя сила в поперечном сечении первого участка на расстоянии  $x_1$  от его нижнего конца  $N_G = 2F\gamma x_1$ . При  $x_1=0$ ,  $N_G = 0$ ,

при  $x_1=a+\epsilon$ ,  $N_G = 2F\gamma(a+\epsilon) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) = 624 \text{ H} = 0,624 \text{ кН}$ .

Внутренняя сила в поперечном сечении второго участка стержня на расстоянии  $x_2$  от его нижнего конца  $N_G = 2F\gamma(a+\epsilon) + F\gamma(x_2 - a - \epsilon)$ .

При  $x_2=a+\epsilon$ :

$$N_G = 2F\gamma(a+\epsilon) + F\gamma(a+\epsilon - a - \epsilon) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) = 624 \text{ H} = 0,624 \text{ кН}.$$

При  $x_2=a+\epsilon+c+d$ :

$$N_G = 2F\gamma(a+\epsilon) + F\gamma(a+\epsilon+c+d - a - \epsilon) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5 + 0,35 + 0,25 - 0,5 - 0,5) = 810 \text{ H} = 0,81 \text{ кН}$$

По полученным значениям строим эпюру  $N_G$ .

Находим перемещение поперечного сечения стержня, в котором приложена сила  $P_2$ . Искомое перемещение  $\delta$  будет равно сумме деформации  $\Delta l_{N_p}$  участков  $c$  и  $d$ , вызванной действием внутренних сил  $N_p$  на этих участках, и  $\Delta l_{N_G}$  тех же участков, вызванной действием собственного веса стержня:  $\delta = \Delta l_{N_p} + \Delta l_{N_G}$ . При этом первое слагаемое

$$\Delta l_{N_p} = \Delta l_d + \Delta l_c = \frac{N_1 d}{EF} + \frac{N_2 c}{EF} = \frac{2,5 \cdot 0,25}{2 \cdot 10^{11} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} + \frac{3,0 \cdot 0,35}{2 \cdot 10^{11} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 2,09 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 2,09 \cdot 10^{-3} \text{ мм},$$

где  $\Delta l_d$  - деформация участка  $d$  под действием внутренней силы  $N_p = N_1 = 2,5 \text{ кН}$  на этом участке;  $\Delta l_c$  - деформация участка  $c$  под действием внутренней силы

$$N_p = N_2 = 3,0 \text{ кН} \text{ на участке } c.$$

Второе слагаемое

$$\Delta l_{N_G} = \Delta l_{(c+d)} + \Delta l_{(a+\epsilon)} = \frac{\gamma(c+d)^2}{2E} + \frac{2F(a+\epsilon) \cdot \gamma(c+d)}{EF} = \frac{78 \cdot 10^3 \cdot (0,35 + 0,25)^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^{11}} + \frac{2 \cdot (0,5 + 0,5) \cdot 78 \cdot 10^3 \cdot (0,35 + 0,25)}{2 \cdot 10^{11}} = 54 \cdot 10^{-8} \text{ м} = 0,54 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

где  $\Delta l_{(c+d)}$  - деформация участка длиной  $c+d$  под действием его собственного веса;  $\Delta l_{(a+\epsilon)}$  - деформация того же участка под действием веса расположенной ниже части стержня длиной  $a+\epsilon$ .

$$\text{Искомое перемещение } \delta = 2,09 \cdot 10^{-3} + 0,54 \cdot 10^{-3} = 2,63 \cdot 10^{-3} \text{ мм}.$$

## Образец задания РГР №2

### Пример выполнения задания

Расчетные данные:  $M_2 = 955 \text{ (H} \cdot \text{м)}$ ,  $\omega_2 = 4,7 \text{ (рад / с)}$ ;  $u_{з.н.} = 5$

1. Выбираем материалы колеса и шестерни. для изготовления зубчатых колес выбираем сталь с термообработкой. Для прирабатываемости зубьев колеса, материал шестерни принимают с большей твердостью зубьев.

для колеса принимаем сталь 35Л, твердость зубьев  $HV_{2cp} = 163...207$ .

для шестерни принимаем сталь 45, твердость зубьев  $HB_{1cp} = 235 \dots 262$ .

2. Допускаемые напряжения, возникающие в месте контакта зубьев колес.

Для материала зубьев колеса:

$$[\sigma]_{i2} = 1,8 \cdot \hat{A}_{2n\delta} + 67 = 1,8 \cdot \frac{163 + 207}{2} + 67 = 400 \frac{H}{\delta^2}$$

$$[\sigma]_{F2} = 1,033 \cdot \hat{A}_{2n\delta} = 1,033 \cdot \frac{163 + 207}{2} = 191 \frac{H}{\delta^2}$$

Для материала зубьев шестерни:

$$[\sigma]_{i1} = 1,8 \cdot \hat{A}_{1n\delta} + 67 = 1,8 \cdot \frac{235 + 262}{2} + 67 = 514 \frac{H}{\delta^2}$$

$$[\sigma]_{F1} = 1,033 \cdot \hat{A}_{1n\delta} = 1,033 \cdot \frac{235 + 262}{2} = 256,7 \frac{H}{\delta^2}$$

3. Межосевое расстояние:

принимаем коэффициент ширины колеса при симметричном расположении опор:  $\varphi_a = 0,4$

коэффициенты нагрузки для прирабатывающихся колес:  $\hat{E}_{i\beta} = 1,0$ ,  $\hat{E}_{F\beta} = 1,0$

$$Q_w \geq 49,5 \cdot (U_{3.n} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{M_3 \cdot 10^3 \cdot K_{H\beta}}{\varphi_a \cdot u_{3.n}^2 \cdot [\sigma]_{H2}}} = 49,5 \cdot (5 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{955 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 5^2 \cdot 400^2}} = 246 \text{ мм}$$

Стандартное значение:  $Q_w = 250 \text{ мм}$

4. Ширина венца колеса:  $a_2 = \varphi_a \cdot Q_w = 0,4 \cdot 250 = 100 \text{ мм}$

5. Модуль зубьев передачи:  $m = (0,01 \dots 0,02) \cdot Q_w = 0,01 \cdot 250 \dots 0,02 \cdot 250 = 2,5 \dots 5 \text{ мм}$

принимаем стандартное значение:  $m = 4 \text{ мм}$

6. Суммарное число зубьев:  $Z_\Sigma = \frac{2 \cdot Q_w}{m} = \frac{2 \cdot 250}{4} = 125$  принимаем  $Z_\Sigma = 125$

число зубьев шестерни:  $Z_1 = \frac{Z_\Sigma}{U_{\varphi,i} + 1} = \frac{125}{5 + 1} = 20,8$  принимаем  $Z_1 = 21$

число зубьев колеса:  $Z_2 = Z_\Sigma - Z_1 = 125 - 21 = 104$

7. Фактическое передаточное число:  $U_\delta = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{104}{21} = 4,95$

8. Фактические основные геометрические размеры передачи:

делительный диаметр шестерни:  $d_1 = m \cdot Z_1 = 4 \cdot 21 = 84 \text{ мм}$

делительный диаметр колеса:  $d_2 = m \cdot Z_2 = 4 \cdot 104 = 416 \text{ мм}$

межосевое расстояние:  $Q_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{84 + 416}{2} = 250 \text{ мм}$

диаметры вершин шестерни и колеса:  $d_{a1} = d_1 + 2m = 84 + 2 \cdot 4 = 92 \text{ мм}$   
 $d_{a2} = d_2 + 2m = 416 + 2 \cdot 4 = 424 \text{ мм}$

диаметры впадин шестерни и колеса:  $d_{f1} = d_1 - 2,5m = 84 - 2,5 \cdot 4 = 74 \text{ мм}$   
 $d_{f2} = d_2 - 2,5m = 416 - 2,5 \cdot 4 = 406 \text{ мм}$

Ширина зубчатого венца шестерни:  $b_1 = b_2 + 4 = 100 + 10 = 110 \text{ мм}$

Конструктивные размеры зубчатого колеса:

диаметр ступицы  $d_{ст2} = 1,6 \cdot d_2'' = 1,6 \cdot 30 = 48 \text{ (мм)}$ ;

длина ступицы  $l_{ст2} \geq 1,2 \cdot d_2'' = 1,2 \cdot 30 = 36 \text{ (мм)}$ ;

толщина обода  $\delta_o = 2,5 \cdot m = 2,5 \cdot 4 = 10 \text{ (мм)}$ ;

толщина диска  $s = 0,3 \cdot b_2 = 0,3 \cdot 100 = 30 \text{ (мм)}$ ;

Принимаем диаметры: - быстроходного вала:  $d_1' = 25 \text{ мм}$   
 - тихоходного вала:  $d_2'' = 30 \text{ мм}$

9. Окружная скорость зубчатых колес:  $V_2 = \frac{d_2 \cdot \omega_3}{2} = \frac{0,416 \cdot 4,71}{2} = 1 \text{ м/с}$

10. Степень точности изготовления зубчатых колес: назначаем 9

11. Силы в зацеплении: окружная сила:  $P_t = \frac{2 \cdot M_3 \cdot 10^3}{d_2} = \frac{2 \cdot 955 \cdot 10^3}{416} = 4591 \text{ Н}$

радиальная сила:  $P_r = P_t \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 4591 \cdot 0,364 = 1671 \text{ Н}$

12. Проверка зубьев колеса по контактным напряжениям:

коэффициент динамичности нагрузки:  $K_{H\beta} = 1,05$

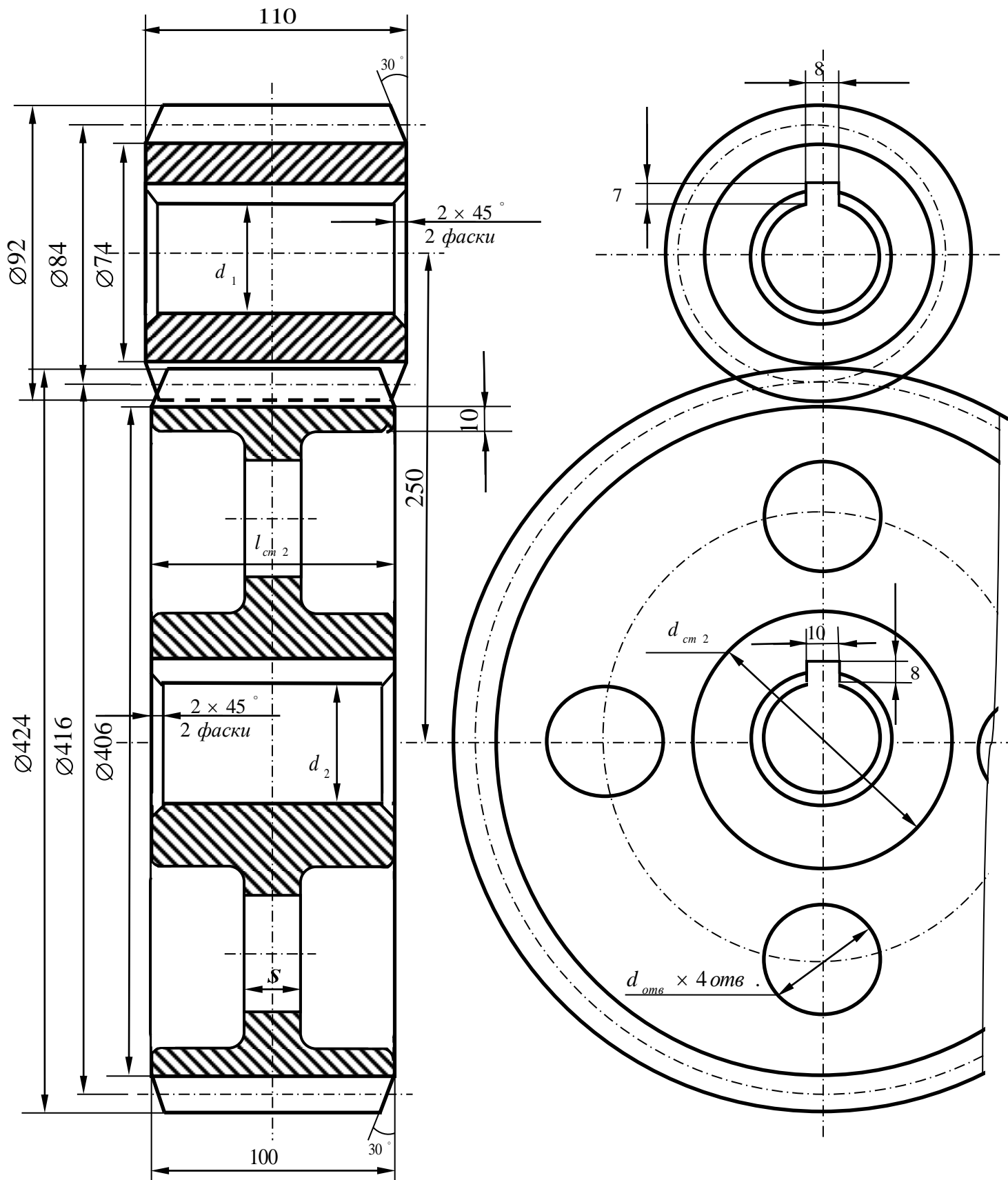
Расчетные контактные напряжения:

$$\sigma_H = 436 \cdot \sqrt{\frac{P_t \cdot (U_\phi + 1)}{d_2 \cdot b_2} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}} = 436 \cdot \sqrt{\frac{4591 \cdot (4,95 + 1)}{416 \cdot 100} \cdot 1,05 \cdot 1} = 362 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq 400 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Поверхностная контактная прочность зубьев соблюдается.

Графическая часть выполним с учётом выбранного масштаба на листе формата А3

Чертёж прямозубой цилиндрической передачи:



## Перечень учебно-методического обеспечения для СРС

1. Гериханов А.К., Шуаипов А.А., Бурсагов Р.А. Методические указания по выполнению расчетно-графических и контрольных работ по дисциплине «Сопrotивление материалов» для студентов всех специальностей ГГНИ очной и заочной форм обучения. г. Грозный., 2005.
2. Махматхаджиева Р.С., Магомадова Л.У., Самбиев А.И. Методические указания по выполнению расчётно-графических и контрольных работ по дисциплине «Прикладная механика» для студентов всех специальностей ГГНИ очной и заочной форм обучения . г. Грозный., 2014

### 7.Фонды оценочных средств

#### Вопросы к I рубежной аттестации (4семестр)

1. Что изучает статика?
2. Дайте определение понятию – механическая сила.
3. Что называется абсолютно твердым телом?
4. Что такое система сил? Перечислите известные Вам системы сил.
5. Что называется равнодействующей системы сил?
6. Назовите аксиомы статики.
7. Как складываются вектора сил?
8. Как разложить вектор силы на составляющие в пространстве?
9. Какая система сил называется сходящейся?
10. Запишите аналитические и изобразите геометрические условия равновесия тела, находящегося под действием сходящейся системы сил.
11. Дайте определение моменту силы относительно точки.
12. Дайте определение моменту силы относительно оси.
13. Запишите выражение момента силы относительно точки в виде векторного произведения.
14. Какая существует связь между моментом силы относительно оси и моментом силы относительно точки, лежащей на этой оси?
15. Сформулируйте теорему Вариньона.
16. Дайте определение паре сил.
17. Чему равен момент пары?
18. Сформулируйте теорему эквивалентности пар и следствия из этой теоремы.
19. Сформулируйте теорему о параллельном переносе силы (теорему Пуансо).
20. Запишите варианты приведения плоской произвольной системы сил к простейшему виду.
21. Запишите основную (первую) и две не основные (вторую и третью) формы равновесия для плоской произвольной системы сил.
22. Дайте определение статически определимым и статически неопределимым системам.
23. Запишите варианты приведения пространственной произвольной системы сил к простейшему виду.
24. Запишите условия равновесия тела, находящегося под действием пространственной произвольной системы сил.
25. Что изучает кинематика?
26. Что называется траекторией точки?



27. Какие существуют способы задания движения точки?
28. Чему равен и как направлен в пространстве вектор скорости?
29. Как по проекциям скорости найти её модуль (величину) и направление?
30. Чему равен и как направлен в пространстве вектор ускорения?
31. Как по проекциям ускорения определить его модуль и направление в пространстве?
32. Чему равны проекции точки на касательную и главную нормаль к траектории?
33. В каких случаях нормальное ускорение точки равно нулю?
34. В каких случаях касательное ускорение точки равно нулю?
35. Какое движение точки называется равномерным? Равнопеременным?

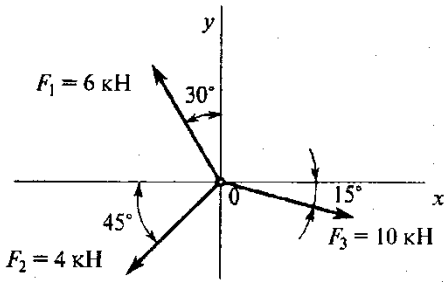
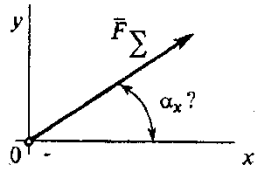
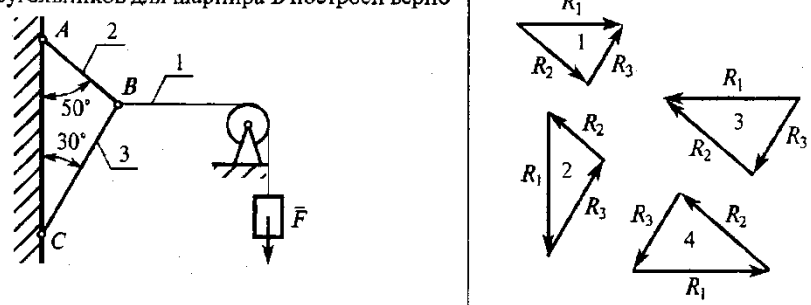
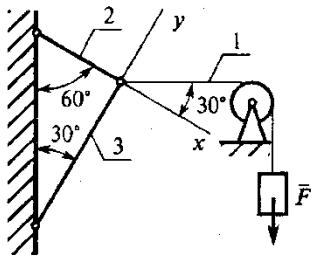
Рубежная аттестация по тестам.

Образец теста

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**  
**СТАТИКА**

Плоская система сходящихся сил

Темы 1.1; 1.2      Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
<p>1. Определить проекцию равнодействующей на ось <math>x</math></p> 	26,54 кН	1
	3,87 кН	2
	6,28 кН	3
	Верный ответ не приведен	4
<p>2. Определить направление равнодействующей силы (<math>\alpha_x</math>) по ее проекциям на оси <math>x</math> и <math>y</math> <math>F_{\Sigma x} = 25</math> Н <math>F_{\Sigma y} = 9,9</math> Н</p> 	14°30'	1
	64°15'	2
	21°40'	3
	Верный ответ не приведен	4
<p>3. Сходящаяся система 4-х сил, действующих на балку, уравновешена <math>F_{1y} = 16</math> Н; <math>F_{2y} = -46</math> Н; <math>F_{3y} = 36</math> Н <math>\sum F_{kx} = 0</math> Определить величину <math>F_{4y}</math></p>	16 Н	1
	-6 Н	2
	6 Н	3
	1 Н	4
<p>4. Груз <math>F</math> находится в равновесии. Указать, какой из силовых треугольников для шарнира <math>B</math> построен верно</p> 		1
		2
		3
		4
<p>5. Груз находится в равновесии. Указать, какая система уравнений равновесия верна в этом случае</p> 	$\sum F_{kx} = R_1 \cos 60^\circ + R_2 = 0$ $\sum F_{ky} = R_3 + R_1 \cos 30^\circ = 0$	1
	$\sum F_{kx} = R_1 \cos 30^\circ - R_2 = 0$ $\sum F_{ky} = R_3 + R_1 \cos 60^\circ = 0$	2
	$\sum F_{kx} = R_1 \cos 30^\circ - R_2 = 0$ $\sum F_{ky} = -R_3 + R_1 \cos 60^\circ = 0$	3
	Верный ответ не приведен	4

## Вопросы к II рубежной аттестации (4семестр)

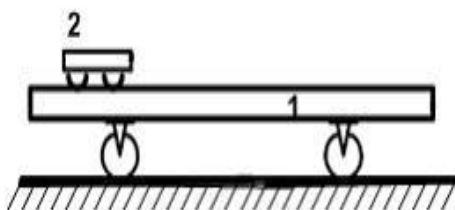
1. Какое движение твердого тела называется поступательным?
2. Перечислите основные свойства поступательного движения твердого тела.
3. Какими уравнениями задается поступательное движение тела?
4. Какое движение твердого тела называется вращательным вокруг неподвижной оси? Каковы траектории точек тела при этом движении?
5. Какими уравнениями задается вращательное движение тела вокруг неподвижной оси?
6. Какие зависимости существуют между углом поворота, угловой скоростью и угловым ускорением тела?
7. Как направлены вектора угловой скорости и углового ускорения?
8. Как определяется скорость точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
9. Как определяется ускорение точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси? Как направлены и чему равны его составляющие?
10. Какое движение твердого тела называется плоско-параллельным?
11. Какими уравнениями задается плоско-параллельное движение тела?
12. Как по уравнениям движения плоской фигуры найти скорость точки, принятой за полюс и угловую скорость фигуры?
13. Зависит ли поступательное перемещение плоской фигуры и её вращение от выбора полюса?
14. Как связаны между собой скорость произвольной точки плоской фигуры и скорость её точки, принятой за полюс?
15. Что называется мгновенным центром скоростей (м.ц.с.) плоской фигуры и как он определяется в различных случаях?
16. Где находится м.ц.с. плоской фигуры, совершающей мгновенно поступательное движение?
17. Каков закон распределения скоростей точек плоской фигуры относительно её мгновенного центра скоростей?
18. Ускорение какой точки плоской фигуры можно найти по уравнениям её движения?
19. Как определяется ускорение любой точки плоской фигуры?
20. Чему равны и как направлены составляющие  $\mathbf{a}^n_{VA}$  и  $\mathbf{a}^{\tau}_{VA}$  в равенстве:  
$$\mathbf{a}_V = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}^n_{VA} + \mathbf{a}^{\tau}_{VA} ?$$
21. Какие существуют методы решения уравнения:  
$$\mathbf{a}_V = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}^n_{VA} + \mathbf{a}^{\tau}_{VA} ?$$
22. Что называется относительным, переносным и абсолютным движениями точки?
23. Какая связь существует между абсолютной, относительной и переносной скоростями точки?
24. Как связаны переносная и относительная скорости точки, которая покоится относительно неподвижной системы координат?
25. Как определяется абсолютное ускорение точки при её сложном движении?
26. Как определяется кориолисово ускорение? В каких случаях оно равно нулю? Приведите примеры, реализующие эти случаи.
27. Сформулируйте основные понятия и определения динамики .
28. Сформулируйте законы Ньютона .
29. Дифференциальные уравнения движения материальной точки на естественные оси координат
30. Прямая и обратная задачи динамики.
31. Механическая система. Центр масс механической системы.
32. Теорема о движении центра масс механической системы.
33. Две меры механического движения.

1. Какое понятие рассматривается для характеристики действия, оказываемого на тело силой за некоторый промежуток времени ?

- а) работа силы ;
- б) импульса силы ;
- в) вектора силы ;

4 балла

2. Платформа массой  $m_1 = 80$  кг и длиной  $AB=l=6$  м стоит на гладкой горизонтальной плоскости. На платформе в положении А находится тележка массой  $m_2 = 40$  кг. Если тележка под воздействием внутренних сил переместится в положение В, то платформа...



- а) останется на месте влево на 6 м
- б) переместится вправо на 6 м
- в) переместится вправо на 2 м
- г) переместится влево на 2 м

4 балла

3. Укажите формулу выражающую теорему об изменении кинетической энергии материальной точки.

а)  $m \vec{V}_2 - m \vec{V}_1 = \sum_{k=1}^n \vec{S}_k$  ;

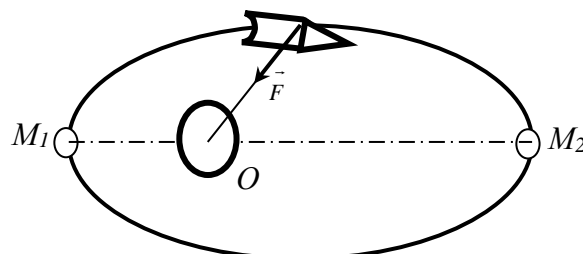
б)  $m \vec{a} = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k$  ;

в)  $\frac{m \vec{V}_2^2}{2} - \frac{m \vec{V}_1^2}{2} = \sum_{k=1}^n A_k^e$  ;

г)  $\frac{d}{dt}(m \vec{V}) = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k$  ;

4 балла

4. Искусственный спутник  $M$  движется по эллипсу под действием силы притяжения к центру Земли  $O$ . Определить скорость  $V_2$  в наиболее удаленной точке  $M_2$  его траектории (в апогее) если скорость в наиболее близком положении  $M_1$  (в перигее) равна  $8$  км/с,  $OM_1=6500$  км и  $OM_2=6600$  км.



Ответ :  $V_2 = 7,9 \text{ км / с}$  ; .

8 баллов

35. Общие теоремы динамики точки. Теорема об изменении количества движения точки. Следствия теоремы.
36. Теорема об изменении момента количества движения точки (теорема моментов). Следствия теоремы.
37. Работа силы. Мощность. Примеры вычисления работ сил тяжести, упругости и трения.
37. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
38. Несвободное движение точки. Уравнение движения точки по заданной неподвижной кривой.
39. Теоремы динамики механической системы.
40. Принцип Даламбера для механической системы.
41. Уравнения Лагранжа второго рода.

### Вопросы к зачету (4семестр)

1. Основные понятия и определения динамики . Законы Ньютона .
2. Координатный способ задания движения материальной точки.
3. Векторный способ задания движения материальной точки.
4. Уравнения равновесия системы сходящихся сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей плоской системы сходящихся сил.
5. Теорема об изменении кинетического момента материальной точки.
6. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах.
7. Естественный способ задания движения материальной точки.  
Скорость при этом способе.
8. Теорема об изменении количества движения механической системы дифференциальной и интегральной форме.
9. Цели, задачи и основные разделы теоретической механики.
10. Аналитические выражения векторного момента силы относительно координатных осей.
11. Плоско-параллельное движение твердого тела.
12. Работа силы тяжести силы упругости и силы тяготения.
13. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения.
14. Аксиомы статики. Основные понятия и определения статики.
15. Условия равновесия произвольно-пространственной системы сил в аналитической форме.
16. Аналитические выражения главного вектора и главного векторного момента в декартовой системе координат.
17. Пространственная система сил. Момент силы относительно центра как вектор.
18. Определение скорости любой точки плоской фигуры при плоско- параллельном движении.
19. Частные случаи определения мгновенного центра скоростей плоской фигуры при плоско- параллельном движении.
20. Центр масс механической системы . Теорема о движении центра масс механической системы.
21. Момент силы относительно оси и точки.
22. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
23. Условия равновесия произвольно плоской системы сил.
24. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.

25. Работа постоянной силы.
26. Теорема о параллельном переносе силы. (Лемма Пуансо)
27. Свободное и несвободное твёрдое тело. Реакции связи.
28. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
29. Условия равновесия произвольно плоской системы сил.
30. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.
31. Работа переменной силы.
32. Механическая система. Внешние и внутренние силы.
33. Аналитическое и геометрическое условия равновесия системы сходящихся сил.
34. Приведение пространственной системы сил к данному центру.
35. Количество движения материальной точки.
36. Вращательное движение твёрдого тела. Угловая скорость и угловое ускорение.
37. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
38. Ускорение при плоско-параллельном движении твёрдого тела.
39. Закон сохранения движения центра масс механической системы.
40. Геометрические и аналитические условия равновесия сходящихся систем сил.
41. Скорость и ускорение материальной точки при векторном способе задания движения.
42. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела при плоско-параллельном движении.
43. Касательное и нормальное ускорения точки.
44. Момент количества движения механической системы.
45. Прямая и обратная задачи динамики.
46. Дифференциальные уравнения движения материальной точки на естественные оси координат

Образец билета к зачету

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
имени академика М.Д.Миллионщикова

**БИЛЕТ № 2**

**По дисциплине: «Механика»**

1. Аналитическое определение равнодействующей сходящихся системы сил .

2. Момент силы относительно точки и оси. Пара сил.

3. Задача: Заданы уравнения движения точки  $x = 3t$ ,  $y = t^2$ .

Определить скорость, ускорение, траекторию движения точки, а также расстояние точки от начала координат в момент времени  $t = 2c$ .

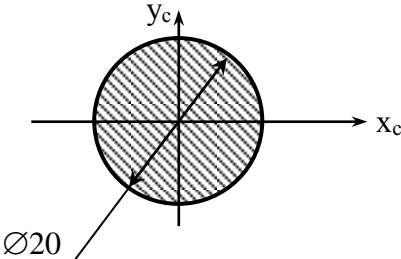
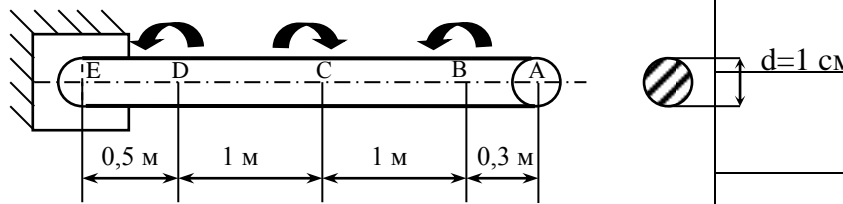
Составитель : Махматхаджиева Р.С.

## Вопросы к I рубежной аттестации (5 семестр)

1. Дифференциальные зависимости распределённой нагрузки , поперечной силы и изгибающего момента при изгибе балки.
2. Гипотеза Бернулли. Вывод формулы нормального напряжения в точке сечения при изгибе балки.
3. Уравнение Лапласа используемой при расчёте тонкостенных сосудов.
4. Вывод закона парности касательных напряжений при сдвиге.
5. Методика расчёта валов при совместном действии изгиба с кручением.
6. Расчёт на прочность толстостенных цилиндров.
7. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба.
8. Распределённые и сосредоточенные нагрузки
9. Чистый и поперечный изгиб.
10. Основные гипотезы сопротивления материалов.
11. Потенциальная энергия при растяжении (сжатии) стержня.
12. Изгиб с кручением круглых валов.
13. Определение продольных сил при растяжении и сжатии.
14. Напряжения возникающие в оболочке сферических толстостенных сосудов.
15. Определение внутренних усилий в поперечных сечениях балки при изгибе.
16. Основные механические характеристики и свойства материалов.
17. Определение внутренних крутящих моментов при кручении и построение эпюр
18. Задачи и методы расчётов в курсе сопротивления материалов.
19. Моменты инерций плоских сечений.
20. Расчёты на прочность и жёсткость круглых валов.
21. Формула проверочного расчёта на прочность вала по опасному сечению, при совместном действии изгиба с кручением
22. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.
23. Особенности построения эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов при расчёте консольной балки на изгиб.
24. Статические моменты сечения.
25. Продольная и поперечная деформация. Коэффициент Пуассона.
26. Расчётные модели (схемы) . Механическое напряжение.
27. Деформация сдвига. Закон Гука при сдвиге.
28. Понятия прочности, жёсткости и устойчивости .
29. Формула определения углов закручивания при кручении вала.
30. Деформация. Типы деформаций.
31. Третья и четвёртая теории прочности.
32. Напряжения при изгибе и расчёт брусев на прочность.
33. Закон Р.Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений.
34. Кручение. Расчёт на прочность вала при кручении.
35. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.
36. Виды напряжённого состояния .
37. Правило знаков при определении поперечных сил и изгибающих моментов в теории изгиба.
38. Условие прочности растяжения (сжатия) стержня. Задачи решаемые на прочность стержня.
39. Вывод формулы касательного напряжения в точке сечения вала при кручении.
40. Зависимости напряжений и внутренних усилий в точке сечения тела при объёмном напряжённом состоянии

№ п/п	Вопросы	Ответы	Код
1	<p>Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса</p>	A	1
		B	2
		C	3
		D	4
2	<p>Для бруса из вопроса 1 определить наибольшую продольную силу, возникающую в поперечном сечении.</p>	-16	1
		-38	2
		70	3
		-54	4
3	<p>Определить нормальное напряжение в сечении С-С бруса из вопроса 1.</p>	-38 МПа	1
		-22 МПа	2
		16 МПа	3
		21 МПа	4
4	<p>Чему равен коэффициент запаса прочности в сечении С-С бруса, если механические характеристики материала: <math>\sigma_T=220</math> МПа; <math>\sigma_B=400</math> МПа? Использовать результаты, полученные при ответе на вопрос 3.</p>	18,2	1
		10	2
		4,2	3
		7,4	4
5	<p>Определить удлинение стального стержня длиной 3 м, нагруженного силой 240 кН; площадь поперечного сечения 10,9 см<sup>2</sup>. Модуль упругости материала <math>2 \cdot 10^5</math> МПа.</p>	3,5 мм	1
		3,3 мм	2
		$12 \cdot 10^{-4}$ мм	3
		$12 \cdot 10^{-3}$ мм	4
6	<p>Какой отрезок диаграммы растяжения соответствует зоне упругости материала.</p>	AB	1
		BC	2
		OA	3
		AC	4
7	<p>Способность элемента конструкции сопротивляться внешним воздействиям не разрушаясь.</p>	жесткость	1
		прочность	2
		упругость	3
		устойчивость	4
8	<p>Закон Гука гласит: 1) Свойства материала не зависят от формы и размеров тела и одинаковы во всех его точках; 2) Упругие свойства материала во всех направлениях одинаковы, т.е. материал тела обладает упругой изотропией; 3) Тело считается абсолютно упругим; 4) Деформация материала конструкции в каждой его точке прямо</p>	1	1
		2	2



	пропорциональны напряжениям в этой точке.	3	3
		4	4
9	Выбрать точную запись условия прочности при растяжении (сжатии)	$\sigma = \frac{N}{F} \geq [\sigma]$	1
		$\sigma = \frac{N}{F} \leq [\sigma]$	2
		$\sigma \leq \frac{N}{F} = [\sigma]$	3
		$\sigma = [\sigma]$	4
10	Определить полярный момент сопротивления круглого поперечного сечения относительно осей $x_c$ и $y_c$ .	1467 мм <sup>3</sup>	1
		1570 мм <sup>3</sup>	2
		1234 мм <sup>3</sup>	3
		860 мм <sup>3</sup>	4
11	Определить максимальный крутящий момент в сечениях стального вала круглого поперечного сечения. 1 кН 4 кН 3 кН	8 кН	1
		1 кН	2
		4 кН	3
		3 кН	4
12	3. По схеме показанной в задании 1 определить максимальные касательные напряжения, возникающие в поперечных сечениях вала. Ответы даны в МПа	1530	1
		153	2
		15,3	3
		1,53	4

## Вопросы к II рубежной аттестации (5 семестр)

1. К какой группе, в зависимости от принципа действия, относятся зубчатые передачи?
2. Какие две основные характеристики необходимы для выполнения проектного расчёта любой передачи?
3. Определить межосевое расстояние цилиндрической прямозубой зубчатой передачи, если известно, что модуль зубьев и суммарное число зубьев.
4. Определить расчетную длину ремня клиноременной передачи, если известны диаметры большого и малого шкивов. Высота ремня задана.
5. При каком значении передаточного числа происходит процесс редуцирования?
6. Определить межосевое расстояние зубчатой передачи, если известны передаточное число и диаметр делительной окружности колеса.
7. Определить фактическое межосевое расстояние клиноременной передачи, если известны диаметры большого и малого шкивов. Высота ремня задана.
8. К каким передачам, в зависимости от способа соединения, относятся червячные передачи?
9. Определить передаточное число четырёхступенчатой передачи, если известно передаточные числа ступеней.
10. Определить зону упругого скольжения ременной передачи, пользуясь кривыми скольжения.
11. Определить диаметр выходного конца ведущего вала (под подшипники) конического прямозубого колеса. Известна мощность, передаваемая колесом и частота вращения. Материал вала задан.
12. Как называются закрытые механические передачи, понижающие угловые скорости?
13. Привод конвейера состоит из цепной, зубчатой и ременной передач, к.п.д которых известны. Определить общий к.п.д привода.
14. Определить расчётную динамическую грузоподъёмность шарикового подшипника, если известна требуемая долговечность, приведенная (эквивалентная) динамическая нагрузка и угловая скорость вала.
15. При каком значении коэффициента асимметрии цикла имеет место симметричный цикл напряжений?
16. Какие условные обозначения используют для обозначения твердости материалов по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу?
17. Определить величину силы, действующую на валы от воздействия ремней клиноременной передачи, если сила предварительного натяжения ремней равна 980 Н, угол обхвата ремнём малого шкива  $120^\circ$ .
18. Определить передаточное число конической зубчатой передачи, если известен угол делительного конуса колеса.
19. Определить число передач и число ступеней редуктора по его маркировке.
20. Определить угол подъёма, если известен ход резьбы и средний диаметр.
21. Рассчитать минимальное межосевое расстояние клиноременной передачи для привода от двигателя к ленточному транспортёру. Известны мощность двигателя, частота вращения его вала и передаточное число ременной передачи.
22. Определить радиальную силу, возникающую в точке зацепления пары цилиндрических прямозубых зубчатых колёс, если известен момент на колесе и делительный диаметр колеса.
23. Сколько градусов составляет угол профиля метрической резьбы?
24. Как называется лекальная кривая, которую описывает точка прямой перекачиваемой по окружности без скольжения?

25. Известен окружной шаг зубьев колеса.  
Определить модуль зубьев для пары зацепляющихся колёс.
26. Выберите тип подшипника для опор вала конической шестерни редуктора транспортёра,  
если известна эквивалентная динамическая радиальная нагрузка и угловая скорость вала.  
Ресурс подшипника задан.
27. Сколько градусов составляет угол профиля дюймовой резьбы?
28. Какой фактор наиболее благоприятно влияет на долговечность ременной передачи?
29. Подобрать сечение клинового ремня, если известна частота вращения шкива и передаваемая мощность.
30. Определить осевую силу, возникающую в зацеплении пары цилиндрических косозубых колёс, если известны момент на колесе и диаметр колеса. Угол наклона линии зубьев известен.
31. Как называют систему тел, предназначенную для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемое движение других тел?
32. Определить предел прочности материала болта по классу прочности.
33. Укажите зону частичного буксования ременной передачи по кривым скольжения.
34. Определить передаточное число конической зубчатой передачи, если известен угол делительного конуса шестерни.
35. Какие изделия относятся к механизмам?
36. Подобрать длину ремня для клиноременной передачи, если известны диаметры большого малого шкивов. Высота ремня задана.
37. Определить передаточное число червячной передачи. Известны число витков червяка и число зубьев колеса.
38. Определить предел текучести материала болта по классу прочности.
39. По какому признаку классифицируют все детали?
40. Какой элемент не входит в конструкцию подшипника качения?
41. Определить осевую силу, возникающую в зацеплении пары цилиндрических косозубых колёс, если известен момент на колесе и диаметр колеса. Угол наклона линии зубьев считать известным.
42. Как называют часть машины, изготовленную без сборочных операций?
43. Как называется элемент подшипника качения удерживающий тела качения на определённом расстоянии друг от друга?
44. Определить общее число зубьев пары цилиндрических зубчатых колёс, если известны межосевое расстояние и модуль.
45. Как называют конструкцию, которая характерна минимальными затратами при производстве и эксплуатации?
46. Определить окружной шаг зубчатых колёс, если известен модуль зубьев.
47. Наибольшее напряжение, при котором деталь может сопротивляться без разрушения неограниченно долго, называется пределом ....?
48. Как называется основной элемент подшипника скольжения?
49. Как называют расчёт, определяющий размер детали по формулам соответствующим главному критерию работоспособности?
50. Укажите зону полного буксования ременной передачи по кривым скольжения.
51. Как называется способность детали сопротивляться изменению формы и размеров под действием приложенной нагрузки?
52. Определить из зависимости интенсивности отказов от времени период нормальной эксплуатации изделия.
53. Как называется способность детали противостоять разрушению или

- образованию остаточных деформаций определенной величины?
54. Как называют напряжение представляющее собой полусумму максимального и минимального напряжений?
55. Что может представлять собой подшипник качения?
56. Какой вид скольжения ремня неизбежно возникает в ременной передаче?
57. Как называют напряжение представляющее собой полуразность максимального и минимального напряжений?
58. Как называют соединение, в котором промежуточный съёмный элемент соединяет вал и ступицу и при нагрузке передаёт вращающий момент от одной части соединения другой?
59. Как называют отношение скоростей ведущего и ведомого звеньев?

### ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ № 1

к 2-ой аттестации по дисциплине – «Прикладная механика»

№	Вопрос	Вариант ответа
1	Определить общее число зубьев пары цилиндрических зубчатых колёс, межосевое расстояние которых 240 мм, а модуль 5 мм.	1) 48 2) 96 3) 144
2	Назовите две основные кинематические характеристики механической передачи?	1) $P$ ; $w$ . 2) $v$ ; $T$ . 3) $n$ ; $F$ .
3	Определить межосевое расстояние цилиндрической прямозубой зубчатой передачи, если известно, что модуль зубьев 0,003 м, а суммарное число зубьев 180 штук.	1) 240 мм; 2) 270 мм; 3) 300 мм;
р4	Какой вид первоначального контактного напряжения возникает при сжатии двух цилиндров, с перпендикулярно расположенными осями?	1) по окружности 2) по линии 3) в точке
5	Чему равна окружная сила на ободке ведомого шкива, если натяжение ведомой ветви равно 3200 Н, а ведущей 1600 Н?	1) 1600 Н 2) 3200 Н 3) 4800 Н

### Вопросы к экзамену

1. Дифференциальные зависимости распределённой нагрузки, поперечной силы и изгибающего момента при изгибе балки.
2. Гипотеза Бернулли. Вывод формулы нормального напряжения в точке сечения при изгибе балки.
3. Уравнение Лапласа используемой при расчёте тонкостенных сосудов.
4. Вывод закона парности касательных напряжений при сдвиге.
5. Методика расчёта валов при совместном действии изгиба с кручением.
6. Расчёт на прочность толстостенных цилиндров.
7. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба.
8. Распределённые и сосредоточенные нагрузки
9. Чистый и поперечный изгиб.
10. Основные гипотезы сопротивления материалов.
11. Потенциальная энергия при растяжении (сжатии) стержня.
12. Изгиб с кручением круглых валов.
13. Определение продольных сил при растяжении и сжатии.
14. Напряжения возникающие в оболочке сферических толстостенных сосудов.
15. Определение внутренних усилий в поперечных сечениях балки при изгибе.
16. Основные механические характеристики и свойства материалов.
17. Определение внутренних крутящих моментов при кручении и построение эпюр
18. Задачи и методы расчётов в курсе сопротивления материалов.
19. Моменты инерций плоских сечений.
20. Расчёты на прочность и жёсткость круглых валов.
21. Формула проверочного расчёта на прочность вала по опасному сечению, при совместном действии изгиба с кручением
22. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.
23. Особенности построения эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов при расчёте консольной балки на изгиб.
24. Статические моменты сечения.
25. Продольная и поперечная деформация. Коэффициент Пуассона.
26. Расчётные модели (схемы). Механическое напряжение.
27. Деформация сдвига. Закон Гука при сдвиге.
28. Понятия прочности, жёсткости и устойчивости.
29. Формула определения углов закручивания при кручении вала.
30. Деформация. Типы деформаций.
31. Третья и четвёртая теории прочности.
32. Напряжения при изгибе и расчёт брусьев на прочность.
33. Закон Р. Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений.
34. Кручение. Расчёт на прочность вала при кручении.
35. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.
36. Виды напряжённого состояния.
37. Правило знаков при определении поперечных сил и изгибающих моментов в теории изгиба.
38. Условие прочности растяжения (сжатия) стержня. Задачи решаемые на прочность стержня.
39. Вывод формулы касательного напряжения в точке сечения вала при кручении.
40. Зависимости напряжений и внутренних усилий в точке сечения тела при объёмном напряжённом состоянии.
41. Механические передачи. Общие сведения о передачах. Назначение передач в машинах.
42. Ременные передачи. Общие сведения.
43. Цилиндрическая прямозубая передача. Передаточное отношение. Основные геометрические соотношения

44. Валы и оси. Конструктивные элементы валов и осей.  
Проектировочный и проверочный расчёт валов.
45. Последовательность расчёта конических зубчатых передач.
46. Подшипники скольжения. Подшипники качения. Конструкции подшипников.  
Достоинства и недостатки. Виды разрушения. Материалы.
47. Шпоночные соединения. Разновидности шпоночных соединений.  
Материалы и допускаемые напряжения. Проверочный расчёт шпоночных соединений.
48. Расчёт подшипников скольжения.
50. Последовательность расчёта цилиндрических зубчатых передач.
51. Образование эвольвентного зацепления.  
Основные элементы и характеристики эвольвентного зацепления.
52. Напряжения в ремне. Кривые скольжения. Допускаемая удельная окружная сила.
53. Червячные передачи. Геометрические параметры и способы изготовления передач.
54. Классификация деталей, узлов и механизмов
55. Материалы и термообработка зубчатых колёс
56. Классификация резьб. Основные параметры резьбы.
57. Принцип работы и краткая классификация механических передач
58. Требования к машинам и деталям, надёжность машин
59. Циклы напряжений в деталях машин
60. Контактные напряжения и контактная прочность деталей машин
61. Критерии работоспособности и расчёта деталей машин.
62. Фрикционные передачи и вариаторы.
63. Надёжность, долговечность и работоспособность деталей.
64. Назначение и классификация муфт приводов.
65. Материалы, применяемые для изготовления червячных колёс.

### Образец экзаменационного билета

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д.Миллионщикова  
БИЛЕТ № 4**

**По дисциплине: «Прикладная механика»**

1. Проектировочный и проверочный расчёт валов.
2. Закон Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений.
3. Задача:

Заданы уравнения движения точки  $x = 3t$ ,  $y = t^2$ . Определить скорость, ускорение, траекторию движения точки, а также расстояние точки от начала координат в момент времени  $t = 2c$ .

Утверждено на заседании кафедры:

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.      Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## Образец задания контрольной работы

### Карточка 1

**Задача 1.** Сила направлена вдоль прямой, по которой движется точка.

Дано:  $F=40\text{Н}$ ,  $m=8\text{кг}$ ,  $t=0$ ,  $x_0=-1\text{м}$ ,  $v_0=6\text{м/с}$ . Найти  $x$  при  $v=8\text{м/с}$ .

**Задача 2.** К телу массой  $0,3\text{ кг}$ , лежащему на столе, привязана нить, другой конец которой держат в руке, Какое минимальное ускорение надо сообщить телу, поднимая его вверх по вертикали, чтобы нить оборвалась, если она рвется при натяжении  $4,2\text{Н}$ ?

### Образец задач

**Задача 1.** Заданы уравнения движения точки  $x = 1 + 2 \sin 0,1t$ ,  $y = 3t$ . Определить координату  $x$  точки в момент времени, когда ее координата  $y=12\text{м}$ . (1,78)

**Задача 2.** Задано уравнение движения точки  $\vec{r} = 3t\vec{i} + 4t\vec{j}$ . Определить координату  $y$  точки в момент времени, когда  $r=5\text{м}$ . (4)

**Задача 3.** Заданы уравнения движения точки  $x = 2t$ ,  $y = 1 - 2 \sin 0,1t$ . Определить ближайший момент времени, когда точка пересечет ось  $Ox$ . (5,24)

**Задача 4.** Задано уравнение движения точки  $\vec{r} = t^2\vec{i} + 2t\vec{j} + 3\vec{k}$ . Определить модуль скорости точки в момент времени  $t=2\text{с}$ . (4,47)

**Задача 5.** Даны уравнения движения точки  $x = t^2$ ,  $y = \sin \pi t$ ,  $z = \cos \pi t$ . Определить модуль скорости точки в момент времени  $t=1\text{с}$ . (3,72)

**Задача 6.** Скорость движения точки  $\vec{v} = 2t\vec{i} + 3\vec{j}$ . Определить угол в градусах между векторами скорости и осью  $Ox$  в момент времени  $t=4\text{с}$ . (20,6)

**Задача 7.** Проекция скорости точки  $v_x = 2 \cos \pi t$ . Определить координату  $x$  точки в момент времени  $t=1\text{с}$ , если при  $t_0 = 0$  координата  $x_0=0$ . (0)

**Задача 8.** Дано уравнение движения точки  $x = \sin \pi t$ . Определить скорость в ближайший после начала движения в момент времени  $t$ , когда координата  $x=0,5\text{м}$ . (2,72)

**Задача 9.** Точка движется по прямой с ускорением  $a = 0,5\text{м/с}^2$ . Определить, за какое время будет пройдено расстояние  $9\text{м}$ , если при  $t_0=0$  скорость  $v_0 = 0$ . (6)

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

### **а) основная литература**

1 Цывильский В.Л.. Теоретическая механика. –М.: Высш. шк., 2001.- 319с.-**Имеется в библиотеке.**

2. 2. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. 11-е изд. – Спб., 2009.- 477 с. - **Имеется в библиотеки.**

3.Александров А.В., Потапов В.Д. Сопротивление материалов.–М.: Высш. шк., 2002.- 400с.-**Имеется в библиотеке.**

4.Миролюбов Н.Н., Алмаметов Ф.З. Сопротивление материалов пособие по решению задач.. – Спб., 2004.- 512 с. - **Имеется в библиотеке**

4.Гуян Н.В а, Клоков В.Г «Детали машин» .–М.: 2004.- 288с.– **Имеется в библиотеке**

### **б) дополнительная литература**

1. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С.. Теоретическая механика в примерах и задачах. 9-е изд., стер.. – Спб., 2010.

2. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. 46-е изд. – Спб.,М.,Краснодар., 2006.-448с.

1.Ицкович Г.М., Сопротивление материалов.–М.: Высш. шк., 2001.- 368с.

– **Имеется в библиотеке.**

2.Ицкович Г.М., Минин Л. С., Винокуров А. И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов.–М.: Высш. шк., 2001.- 592с.-**Имеется в библиотеке.**

3.Чернавский А.А., Боков К.Н.. «Курсовое проектирование деталей машин» .–М.: 2005.- 288с.– **Имеется в библиотеке.**

4.Эрдеди С.А.и, Н.А. Эрдеди Н.А. «Детали машин» .–М.: 2003.- 288с.

– **Имеется в библиотеке.**

### **в) программное и коммуникационное обеспечение**

1. Интернет-библиотека

2. Наборы диапозитивов (фолий) для лекционных занятий.

3. Набор плакатов.

4.Электронный конспект лекций

5.Тесты для компьютерного тестирования

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

1.Поточные лекционные аудитории, оснащенные современными техническими средствами обучения (ТСО). Видеокласс с видеопроектором. Компьютерный класс. Специализированная лаборатория.



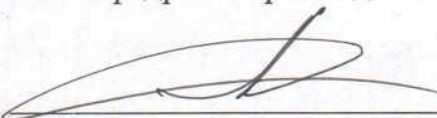
**Составитель:**

Ст. преподаватель кафедры «Прикладная механика и инженерная графика»

  
\_\_\_\_\_ Р.С.Махматхаджиева

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав.кафедрой «Прикладная механика и инженерная графика»

  
\_\_\_\_\_ М.А.Саидов

Зав. выпускающей каф. «Химическая технология нефти и газа»

  
\_\_\_\_\_ Л.Ш. Махмудова

Директор ДУМР

  
\_\_\_\_\_ М.А. Магомаева

