

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета \_\_\_\_\_ А.В. Еремин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Теоретическая механика»

Направление подготовки 08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Профиль Автодорожные мосты и тоннели

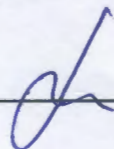
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

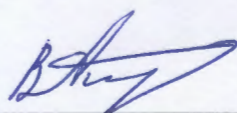
Форма обучения очная

Год начала подготовки 2016

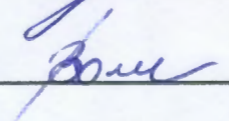
Автор программы

 \_\_\_\_\_ /Волков В.В./

Заведующий кафедрой  
Теоретической и  
прикладной механики

 \_\_\_\_\_ /Козлов В.А./

Руководитель ОПОП

 \_\_\_\_\_ /Волокитина О.А./

Воронеж 2017

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Теоретическая механика является одной из фундаментальных общенаучных дисциплин физико-математического цикла. Изучение теоретической механики должно также дать тот минимум фундаментальных знаний в области механического взаимодействия, равновесия и движения материальных тел, на базе которых строится большинство специальных дисциплин инженерно-технического образования. Кроме того, изучение теоретической механики способствует расширению научного кругозора и повышению общей культуры будущего специалиста, развитию его мышления и становлению его мировоззрения.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- Дать студенту первоначальные представления о постановке инженерных и технических задач, их формализации, выборе модели изучаемого механического явления.
- Привить навыки использования математического аппарата для решения инженерных задач в области механики.
- Освоить методы статического расчета конструкций и их элементов.
- Освоить основы кинематического и динамического исследования элементов строительных конструкций, строительных машин и механизмов.
- Развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач.

В итоге изучения курса теоретической механики студент должен знать основные понятия и законы механики и вытекающие из этих законов методы изучения равновесия и движения материальной точки, твердого тела и механической системы (в объеме основной части программы).

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Теоретическая механика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ОПК-2 - способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем
	владеть фундаментальными принципами и методами расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных
ОПК-2	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения
	владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теоретическая механика» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	36	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	54	18
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	з	э
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	90	90
зач.ед.	5	2,5	2,5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия, определения и теоремы статики.	Предмет механики. Статика, кинематика, динамика – разделы механики. Предмет статики. Основные понятия статики. Аксиомы статики. Виды связей, их реакции. Проекция силы на ось. Геометрический и аналитический способы сложения сил. Сходящиеся силы, их равнодействующая. Геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил, аналитические условия равновесия. Равновесие трех непараллельных сил. Момент силы относительно точки (центра) как вектор. Понятие о паре сил. Момент пары как вектор. Теорема об эквивалентности пар. Свойства пары сил. Теорема о приведении произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Векторные условия равновесия произвольной системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.	4	4	8	16
2	Система сил, расположенных в одной плоскости.	Алгебраическое значение момента силы и пары сил. Распределенная нагрузка. Аналитические условия равновесия параллельной и произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Статически определимые и статически неопределимые системы. Понятие о ферме. Леммы о нулевых стержнях. Определение усилий в стержнях плоской фермы способом вырезания узлов и способом сечений (Риттера). Равновесие при наличии сил трения. Трение скольжения при покое (сцепление) и при движении. Коэффициент трения. Трение качения; коэффициент трения качения.	4	11	15	30
3	Произвольная	Момент силы относительно оси;	4	3	7	14

	система сил. Центр тяжести твердых тел.	зависимость между моментами силы относительно центра и относительно оси, проходящей через этот центр. Вычисление главного вектора и главного момента произвольной системы сил. Частные случаи приведения произвольной системы сил; динамический винт. Аналитические условия равновесия произвольной пространственной системы сил, случай параллельных сил. Приведение системы параллельных сил к равнодействующей. Центр параллельных сил; его радиус-вектор и координаты. Центр тяжести твердого тела; центр тяжести объема, площади, линии. Способы определения положений центров тяжести тел.				
4	Кинематика точки.	Предмет кинематики. Задачи кинематики. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки. Вычисление кинематических характеристик точки при различных способах задания ее движения. Частные случаи движения точки.	2	1	3	6
5	Кинематика твердого тела.	Поступательное движение твердого тела, его свойства. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорость и ускорение точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Передаточные механизмы. Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела. Уравнения движения плоской фигуры. Теорема о сложении скоростей при плоском движении, следствие. Мгновенный центр скоростей, частные случаи определения его положения. Теорема о сложении ускорений при плоском движении тела.	4	3	7	14
6	Динамика точки.	Законы динамики. Дифференциальные уравнения движения точки в декартовых координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника. Две основные задачи динамики для материальной точки, их решения.	6	6	12	24

		<p>Количество движения материальной точки. Элементарный импульс силы. Импульс силы за конечный промежуток времени. Теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной и в конечной формах. Момент количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения точки. Сохранение момента количества движения точки в случае действия центральной силы. Элементарная работа силы; аналитическое выражение элементарной работы. Работа силы на конечном перемещении точки. Работа силы тяжести, упругости, трения. Мощность. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.</p>				
7	<p>Общие теоремы динамики механической системы. Динамика твердого тела.</p>	<p>Механическая система. Классификация сил, свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс; радиус-вектор и координаты центра масс. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения системы в дифференциальной и в конечной формах. Закон сохранения количества движения системы. Момент инерции системы и твердого тела относительно оси. Радиус инерции. Теорема о моментах инерции тела относительно параллельных осей. Осевые моменты инерции однородного тонкого стержня, тонкого круглого кольца, диска. Главный момент количества движения или кинетический момент механической системы относительно центра и относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Дифференциальное уравнение</p>	10	4	14	28

		<p>вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.</p> <p>Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси, сопротивление при качении.</p> <p>Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия твердого тела при поступательном, вращательном и плоском движении тела. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Равенство нулю суммы работ внутренних сил в твердом теле. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.</p>				
8	Принципы механики.	<p>Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции.</p> <p>Возможные перемещения системы. Число степеней свободы системы. Связи, их классификация. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера-Лагранжа; общее уравнение динамики.</p>	2	4	6	12
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации

оцениваются по следующей системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	отлично	хорошо	удовлет.	неудовл.	не аттест.
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено не менее 90%, наличие конспекта	Посещено не менее 75%, наличие конспекта	Посещено не менее 50%, наличие конспекта	Лекции посещены частично	Лекции не посещены, отсутствует конспект
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем	Посещение и работа на практических занятиях	Решены все текущие тестовые задачи	Решено не менее 75% из текущих тестовых задач	Решено не менее 50% из текущих тестовых задач	Решено менее половины из текущих тестовых задач	Практич. занятия не посещены, тестовые задачи не решены
	владеть фундаментальными принципами и методами расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено в срок, в полном объеме, получены верные ответы	РГЗ выполнено в срок, ход решения верный, неточные ответы	РГЗ выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГЗ выполнено неверно	РГЗ не выполнено
ОПК-2	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено не менее 90%, наличие конспекта	Посещено не менее 75%, наличие конспекта	Посещено не менее 50%, наличие конспекта	Лекции посещены частично	Лекции не посещены, отсутствует конспект
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения	Посещение и работа на практических занятиях	Решены все текущие тестовые задачи	Решено не менее 75% из текущих тестовых задач	Решено не менее 50% из текущих тестовых задач	Решено менее половины из текущих тестовых задач	Практич. занятия не посещены, тестовые задачи не решены
	владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено в срок, в полном объеме, получены верные ответы	РГЗ выполнено в срок, ход решения верный, неточные ответы	РГЗ выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГЗ выполнено неверно	РГЗ не выполнено

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2, 3 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе.

Зачет:

- «зачтено»
- «не зачтено»



Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем	Решение стандартных задач по индивидуальным вариантам на практических занятиях	Решены задачи по всем пройденным темам	Имеются темы, по которым задачи не решены
	владеть фундаментальными принципами и методами расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГЗ не выполнено или выполнено неверно
ОПК-2	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения	Решение стандартных задач по индивидуальным вариантам на практических занятиях	Решены задачи по всем пройденным темам	Имеются темы, по которым задачи не решены
	владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГЗ не выполнено или выполнено неверно

Экзамен:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	отлично	хорошо	удовл.	неудовл.
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем	Теоретич. вопросы в экзаменац. билете	3 верных ответа из 3	2 верных ответа из 3	1 верный ответ из 3	0 верных ответов из 3
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем	Решение стандартных практических задач из экзаменац. билета	Решено 9-10 стандартных задач из 10	Решено 7-8 стандартных задач из 10	Решено 5-6 стандартных задач из 10	Решено менее 5 задач из 10
	владеть фундаментальными принципами и	Выполнение расчетно-графических	РГЗ выполнено в срок, в	РГЗ выполнено в срок, в	РГЗ выполнено не в срок, ошибки	РГЗ выполнено неверно

	методами расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных	заданий (РГЗ)	полном объеме, получены верные ответы	неточности в ходе решения или ответах	в ходе решения и ответах исправлены	
ОПК-2	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям	Теоретич. вопросы в экзаменац. билете	3 верных ответа из 3	2 верных ответа из 3	1 верный ответ из 3	0 верных ответов из 3
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения	Решение стандартных практических задач из экзаменац. билета	Решено 9-10 стандартных задач из 10	Решено 7-8 стандартных задач из 10	Решено 5-6 стандартных задач из 10	Решено менее 5 задач из 10
	владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено в срок, в полном объеме, получены верные ответы	РГЗ выполнено в срок, неточности в ходе решения или ответах	РГЗ выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГЗ выполнено неверно

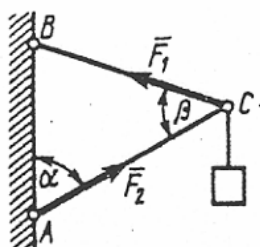
## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**  
Тестирование на знание теоретического материала проводится во время зачета и экзамена по вопросам, приведенным в п.п. 7.2.4, 7.2.5.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

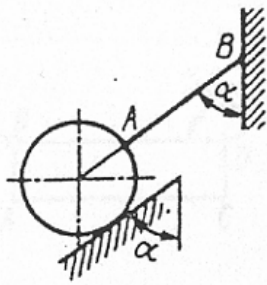
#### 2 семестр

##### 1. Равновесие плоской системы сходящихся сил



##### 1.2.5

Шарнирный трехзвенник  $ABC$  удерживает в равновесии груз, подвешенный к шарнирному болту  $C$ . Под действием груза стержень  $AC$  сжат силой  $F_2 = 25$  Н. Заданы углы  $\alpha = 60^\circ$  и  $\beta = 45^\circ$ . Считая стержни  $AC$  и  $BC$  невесомыми, определить усилие в стержне  $BC$ .

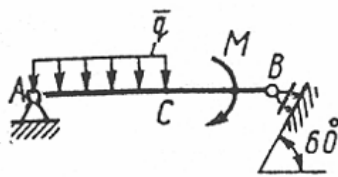


1.2.15

Однородный шар весом 12 Н удерживается в равновесии на гладкой наклонной плоскости с помощью веревки  $AB$ . Определить давление шара на плоскость, если угол  $\alpha = 60^\circ$ .

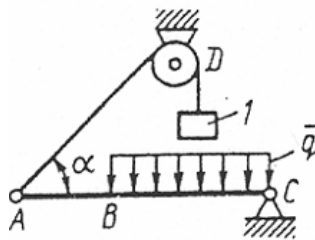
## 2. Равновесие произвольной плоской системы сил

2.4.4



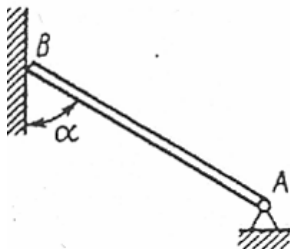
Определить момент  $M$  пары сил, при котором реакция опоры  $B$  равна 250 Н, если интенсивность распределенной нагрузки  $q = 150$  Н/м, размеры  $AC = CB = 2$  м.

2.4.10



Балка  $AC$  закреплена в шарнире  $C$  и поддерживается в горизонтальном положении веревкой  $AD$ , перекинутой через блок. Определить интенсивность распределенной нагрузки  $q$ , если длины  $BC = 5$  м,  $AC = 8$  м, угол  $\alpha = 45^\circ$ , а вес груза  $l$  равен 20 Н.

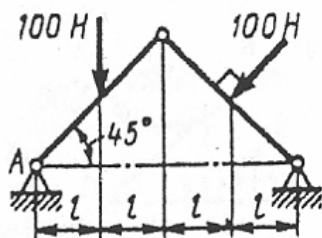
2.4.15



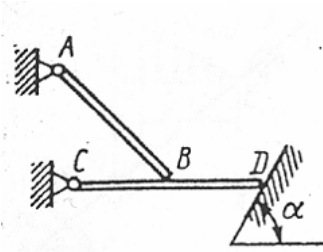
Конец  $B$  однородного бруса весом 100 кН, закрепленного в шарнире  $A$ , опирается на гладкую стену. Определить в кН давление бруса на стену, если угол  $\alpha = 60^\circ$ .

## 3. Равновесие составных конструкций

3.2.10



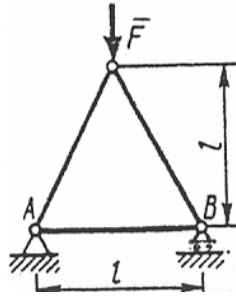
Определить вертикальную составляющую реакции в шарнире  $A$ .



3.2.21

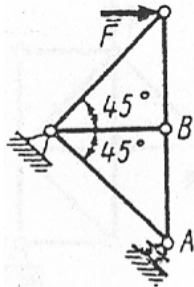
Однородная балка  $AB$ , вес которой  $200\text{ Н}$ , свободно опирается в точке  $B$  на горизонтальную балку  $CD$ . Определить, с какой силой балка  $CD$  действует на опорную плоскость в точке  $D$ , если расстояние  $CB = BD$ , угол  $\alpha = 60^\circ$ . Весом балки  $CD$  пренебречь.

#### 4. Расчет плоских ферм (метод вырезания узлов)



4.2.10

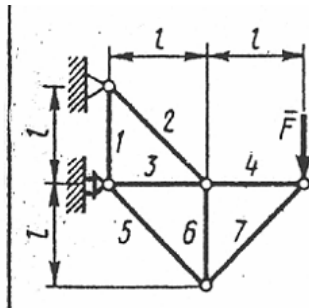
Определить усилие в стержне  $AB$ . Сила  $F = 400\text{ Н}$ .



4.2.19

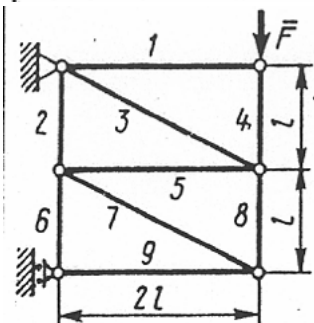
Определить усилие в стержне  $AB$ . Сила  $F = 400\text{ Н}$ .

#### 5. Расчет плоских ферм (метод сквозных сечений)



4.3.4

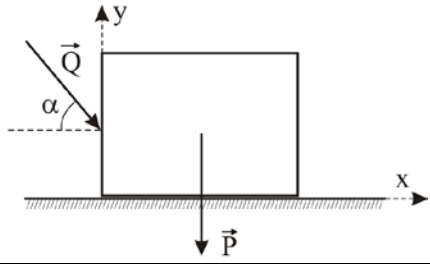
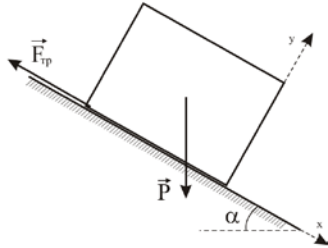
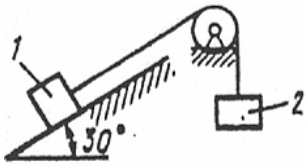
Определить усилие в стержне 3. Сила  $F = 460\text{ Н}$ .



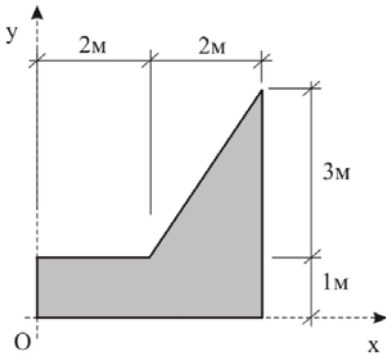
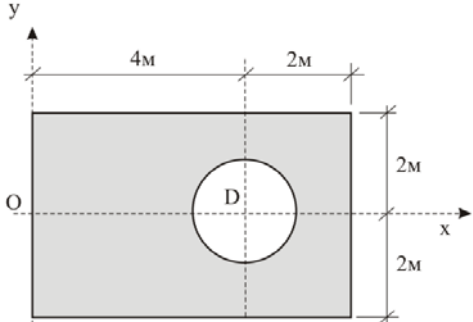
4.3.10

Определить усилие в стержне 8. Сила  $F = 260\text{ Н}$ .

#### 6. Трение скольжения

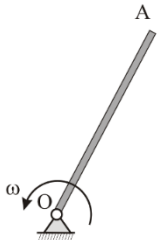
<p>Дано: <math>P = 10 \text{ кН}</math>; <math>Q = 2 \text{ кН}</math>; <math>\alpha = 30^\circ</math>; коэффициент трения <math>f = 0.2</math>. Будет ли тело находиться в равновесии? Сила трения равна...</p>	
<p>Дано: <math>P = 10 \text{ кН}</math>; <math>\alpha = 30^\circ</math>; коэффициент трения <math>f = 0.4</math>. Будет ли тело находиться в равновесии? Сила трения равна...</p>	
<p>Каким должен быть наибольший вес груза 2, для того, чтобы груз 1 весом 100 Н оставался в покое на наклонной плоскости, если коэффициент трения скольжения <math>f = 0,3</math>.</p>	

## 7. Центр тяжести плоских фигур

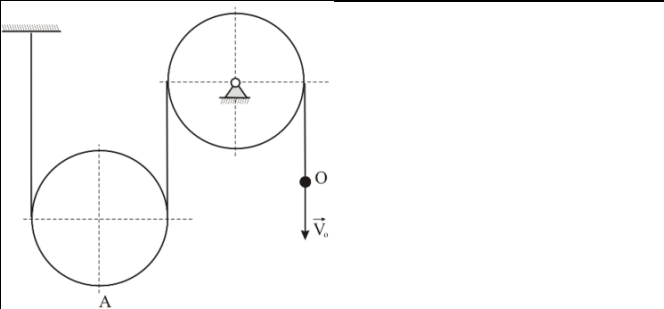
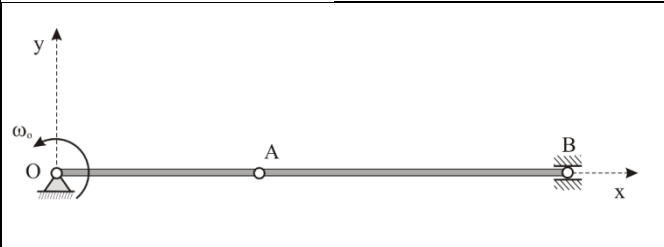
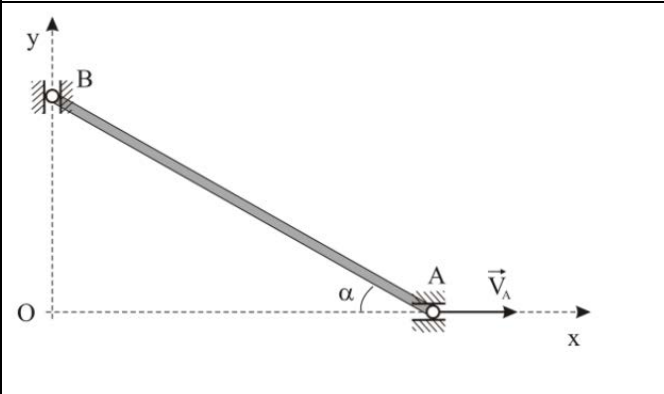
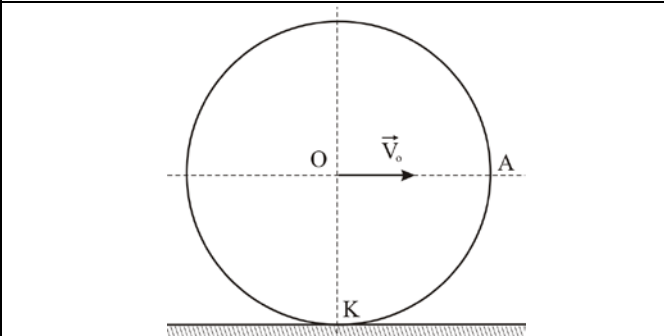
 <p>Координата <math>y_c</math> центра тяжести однородной пластины равна...</p>	 <p>Радиус круглого выреза равен <math>r = 1 \text{ м}</math>. Координата <math>x_c</math> центра тяжести однородной пластины равна...</p>
--	--

## 3 семестр

### 1. Вращательное движение твердого тела

	<p>Дано: <math>OA = 1 \text{ м}</math>. Угловая скорость кривошипа изменяется по закону <math>\omega = 2 \sin \frac{\pi t}{3}</math> (рад/с). Определить касательное ускорение точки A в момент времени <math>t_1 = 1 \text{ с}</math>.</p>
	<p>Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону <math>\varphi = 5t^2 - 3t</math>. Определить угловую скорость тела в момент времени <math>t_1 = 1 \text{ с}</math>.</p>

## 2. Плоское движение твердого тела

	<p>Подвижный блок радиуса <math>R = 2</math> м катится по тросу без скольжения. Скорость конца троса <math>V_o = 4</math> м/с. Определить скорость точки <math>A</math>.</p>
	<p>Кривошип длины <math>OA = 2</math> м имеет в данный момент времени угловую скорость <math>\omega_o = 4</math> рад/с, <math>AB = 6</math> м. Определить скорость ползуна <math>B</math>.</p>
	<p>Ползун <math>A</math> в данный момент времени имеет скорость <math>V_A = 4</math> м/с; <math>\alpha = 60^\circ</math>. Определить скорость ползуна <math>B</math>.</p>
	<p>Колесо радиуса <math>R = 2</math> м катится без скольжения. Скорость центра <math>V_o = 4</math> м/с. Определить скорость точки <math>A</math>.</p>

## 3. Первая задача динамики (криволинейное движение)

Материальная точка массой  $m = 14$  кг движется по окружности радиуса  $r = 7$  м с постоянным касательным ускорением  $a_\tau = 0,5$  м/с<sup>2</sup>. Определить модуль равнодействующих сил, действующих на точку, в момент времени  $t = 4$  с, если при  $t_0 = 0$  скорость  $v_0 = 0$ .

Внутри гладкой трубки, изогнутой по окружности радиуса  $r = 2$  м, в горизонтальной плоскости из состояния покоя движется материальная точка массой  $m = 42$  кг под действием силы  $F = 21$  Н. Определить горизонтальную составляющую реакции трубки в момент времени  $t = 7$  с, если направление силы совпадает с вектором скорости.

Материальная точка движется по криволинейной траектории под действием силы  $F = 15\tau + 0,3m$ . Определить массу точки, если в момент времени  $t = 20$  с её ускорение  $a = 0,6$  м/с<sup>2</sup>.

#### 4. Вторая задача динамики (прямолинейное движение)

Тело массой  $m = 200$  кг из состояния покоя движется вверх по гладкой наклонной плоскости, образующей угол в  $30^\circ$  с горизонтальной поверхностью, под действием силы  $F = 1$  кН. Определить время, за которое тело переместится на расстояние 8 м.

Материальная точка массой  $m = 900$  кг движется по горизонтальной прямой под действием силы  $F = 270t$  Н, которая направлена по той же прямой. Определить скорость точки в момент времени  $t = 10$  с, если при  $t_0 = 0$  скорость  $v_0 = 10$  м/с.

#### 5. Теорема об изменении количества движения точки

Поезд движется по горизонтальному прямому участку пути. При торможении развивается сила сопротивления, равная 0,2 веса поезда. Через какое время поезд остановится, если его начальная скорость 20 м/с.

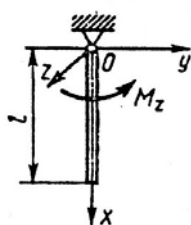
Телу сообщили вверх по гладкой наклонной плоскости, образующей угол  $30^\circ$  с горизонтом, начальную скорость  $v_0 = 4$  м/с. Определить, через какое время тело достигнет максимальной высоты подъема.

#### 6. Теорема об изменении кинетической энергии точки

Тело массой  $m = 100$  кг начинает движение из состояния покоя по горизонтальной шероховатой плоскости под действием постоянной силы  $F$ . Пройдя путь, равный 5 м, скорость точки становится равной 5 м/с. Определить модуль силы  $F$ , если модуль силы трения равен 20 Н.

Тело толкнули вверх по гладкой наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом, с начальной скоростью  $v_0 = 4\sqrt{g}$  м/с. Определить расстояние, пройденное телом до остановки.

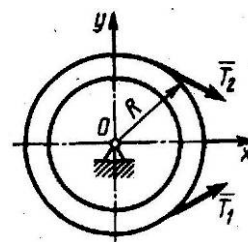
#### 7. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела



Однородный стержень, масса которого  $m = 8$  кг и длина  $l = 1,5$  м, вращается вокруг оси  $Oz$  под действием пары сил с моментом  $M_z = 12 \cdot \sin(3\pi t/4)$  Н·м. Определить угловое ускорение стержня в момент времени  $t = 2/3$  с.

Маховик в момент включения тормоза имеет угловую скорость  $\omega = 6$  рад/с. Тормозящий момент постоянный и равен  $M_{mp} = 10$  Н·м.

Момент инерции маховика относительно оси вращения равен  $I_z = 35$  кг·м<sup>2</sup>. Определить время до остановки маховика.



Определить радиус инерции шкива массой  $m = 5$  кг и радиуса  $r = 0,4$  м, если под действием сил натяжения ремня  $T_1 = 2T_2 = 10$  Н он вращается с угловой скоростью  $\omega = 10r$ .

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

#### 2 семестр

#### РГЗ №1. Статический расчёт плоской фермы с применением ЭВМ

Плоская ферма, расположенная в вертикальной плоскости, закреплена в точках  $A$  и  $B$ , причём в одной из них шарнирно-неподвижно, а в другой опирается на подвижный шарнир (рис. 0–9). На ферму действуют две силы,

величины, направления и точки приложения которых указаны в таблице 2 (например, в условии № 2 на ферму действуют сила под углом  $75^{\circ}$  к горизонтальной оси, приложенная в точке  $K$ , и сила под углом  $30^{\circ}$  к горизонтальной оси, приложенная в точке  $E$ ).

Определить опорные реакции в точках  $A$  и  $B$ , усилия в стержнях 1–8 методом вырезания узлов, и дополнительно в стержнях 5, 6, 7 – методом сквозных сечений (Риттера).

### **Рисунки**

*(последняя цифра в номере зачетной книжки)*



Рис. 0

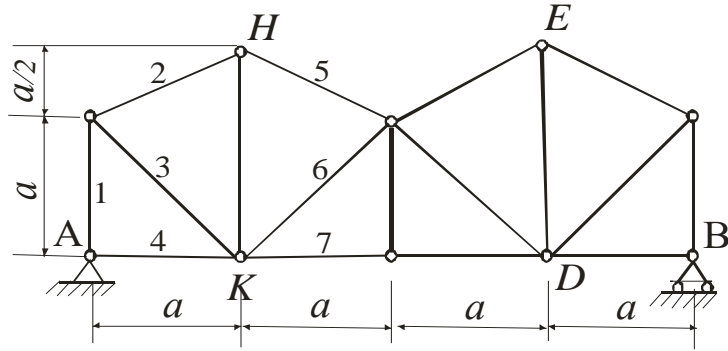


Рис. 1

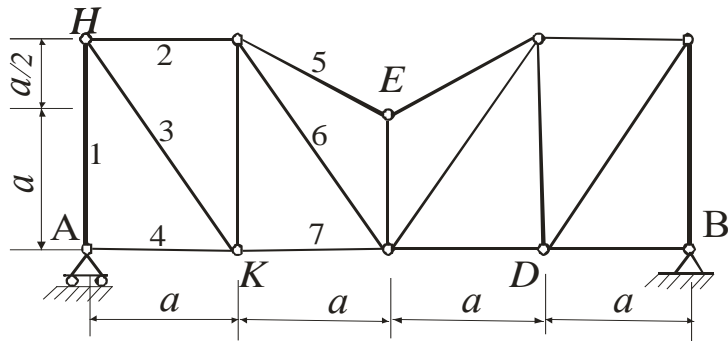


Рис. 2

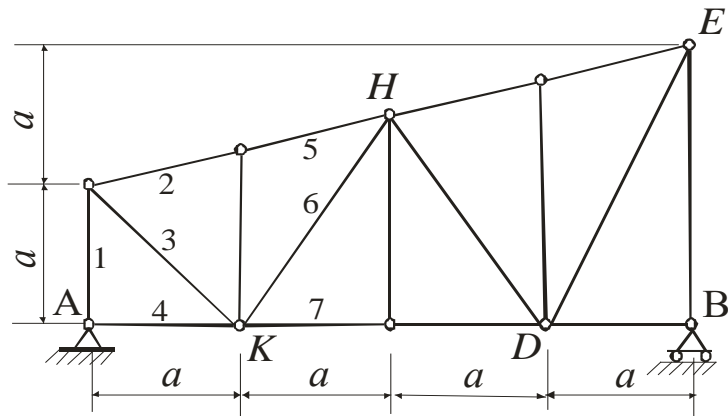


Рис. 3

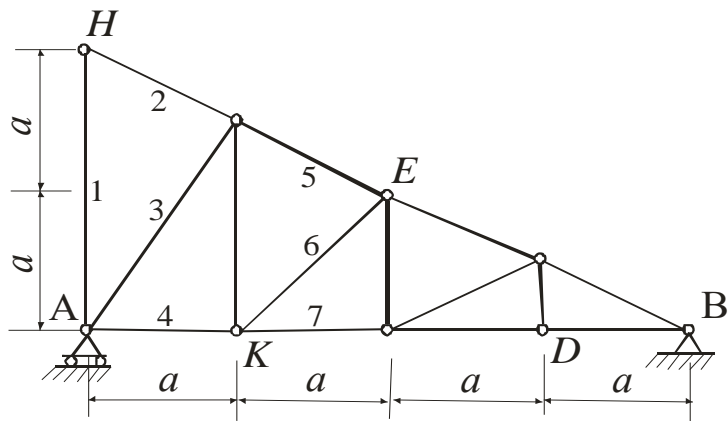


Рис. 4

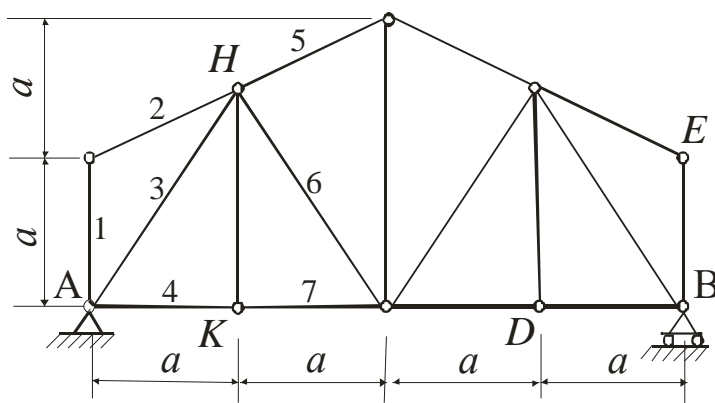


Рис. 5

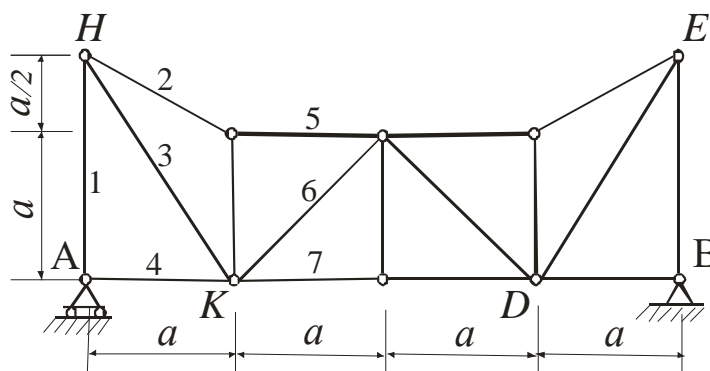


Рис. 6

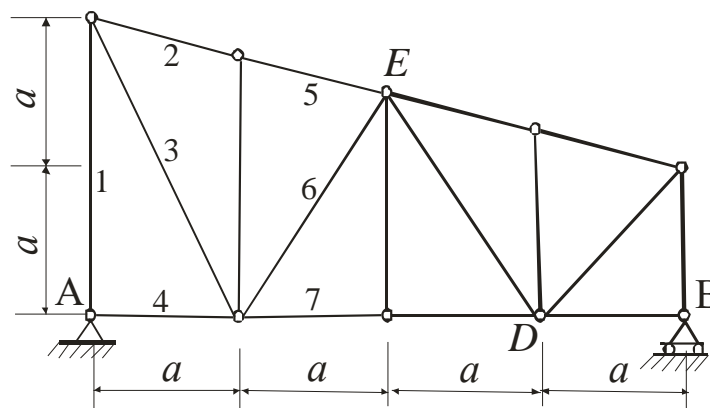


Рис. 7

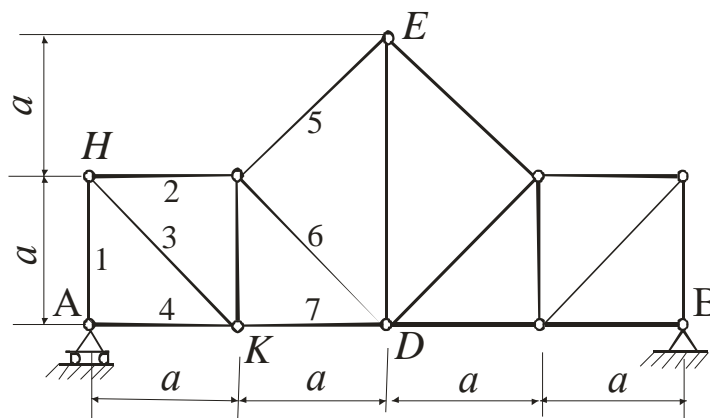


Рис. 8

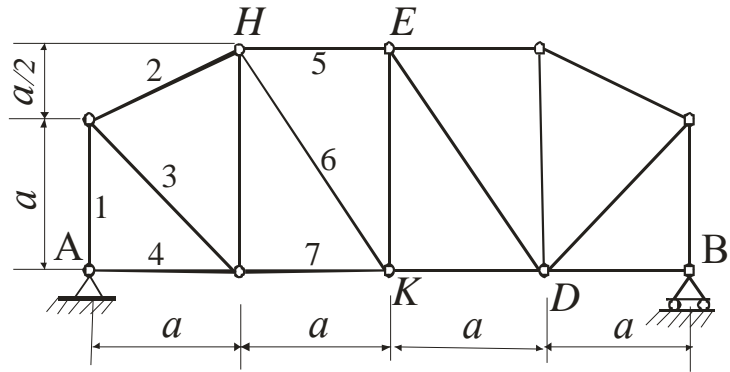
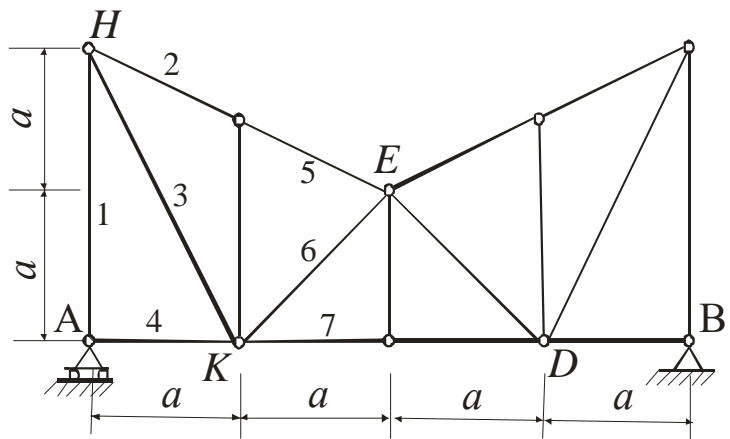


Рис. 9



**Таблица**

(предпоследняя цифра в номере зачетной книжки)

№ условия	Силы $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 10 \text{ кН}$							
	Точка приложения	$\alpha_1$	Точка приложения	$\alpha_2$	Точка приложения	$\alpha_3$	Точка приложения	$\alpha_4$
0	H	30	-	-	-	-	K	60
1	-	-	D	15	E	60	-	-
2	K	75	-	-	-	-	E	30
3	-	-	K	60	H	30	-	-
4	D	30	-	-	-	-	E	60
5	-	-	H	30	-	-	D	75
6	E	60	-	-	K	15	-	-
7	-	-	D	60	-	-	H	15
8	H	60	-	-	D	30	-	-
9	-	-	E	75	K	30	-	-

К заданию даётся 10 рисунков и таблица, содержащая дополнительные к тексту задачи условия. Студент во всех задачах выбирает номер рисунка по последней цифре номера своей зачётной книжки, а номер условия в таблице – по предпоследней. Например, если номер зачётной книжки оканчивается числом 57, то берутся рис.7 и условие №5 из таблицы для каждой из задач. Рисунки даны без соблюдения масштаба, на них все линии, параллельные строкам, считаются горизонтальными, а перпендикулярные строкам – вертикальными.

Задание выполняется на листах формата А4. Вначале выполняется чертёж (можно карандашом) и записывается, что в задаче дано и что требуется определить (текст задачи не переписывается). Чертёж выполняется с учётом условий решаемого варианта задачи и должен быть аккуратным и наглядным; на нём все углы, действующие силы и их расположение на чертеже должны соответствовать этим условиям.

#### *Инструкция к пользованию программой для расчета фермы на ПЭВМ*

Программу для проверки полученных результатов можно скачать на сайте <http://vuz.exponenta.ru/> (**Download** → **Образование** → **Расчет плоской статически определимой балочной фермы**), нажав на «exe, Delphi».

1. В скачанной папке «Ферма б» выбрать «fermb» и нажать «Enter».
2. Ввести данные по своему варианту:  
*число панелей ( $N$ )* – для данных ферм равно 4;  
*длина панелей ( $a$ )* – задаётся одинаковая длина для каждой из панелей фермы;  
*ввод высот узлов нижнего пояса ( $h_1$ )* – все значения «0»;  
*ввод высот стоек ( $h_2$ )* – задать пять значений высот вертикальных стержней слева направо;  
*раскосы* – задать направления наклона раскосов, нажимая на них на рисунке;  
*опоры* – задать номер узла, закреплённого шарнирно-неподвижно ( $A$ ) и шарнирно-подвижно ( $B$ ) (нумерация узлов фермы по нижнему поясу слева направо от 1 до 5, по верхнему поясу слева направо от 6 до 10);  
*число нагрузок ( $N_p$ )* – 2;  
*нагрузки* – указать величину силы, номер узла, к которому она приложена и угол с положительным направлением оси  $x$  (откладывать против часовой стрелки).

Получить ответ, нажимая на «**Solve**».

3. В файле «FERMA (текстовый документ)» находятся исходные данные для рассчитываемой фермы и результаты счета. Эти данные распечатать и приложить к РГЗ.

4. В файле «Truss (JPEG – рисунок)» сохраняется рисунок рассчитываемой фермы.

*Примечание:* При запуске при появлении окошка information «Нет файла tm.kod!» нажать «Ok».

### 3 семестр

#### РГЗ №2. Динамика точки

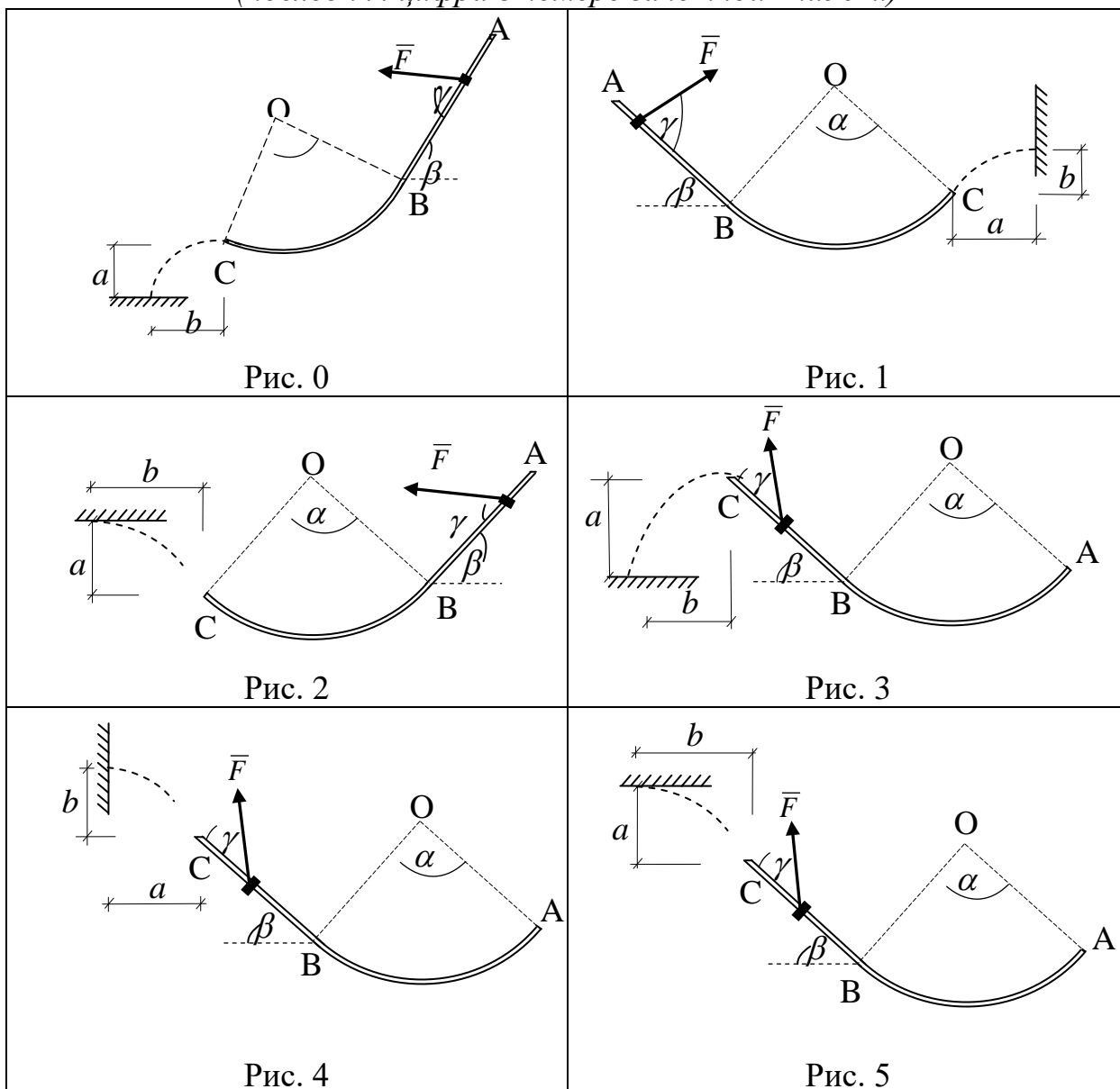
Тяжелая шайба массой  $m$ , имея в точке  $A$  начальную скорость  $v_0$ , скользит по изогнутой оси и, сорвавшись с неё в точке  $C$ , находится некоторое время в свободном полете, а затем ударяется о преграду. На прямолинейном участке пути шайба разгоняется в течение  $t = t_1$  переменной силой  $\vec{F}$ , направленной под углом  $\gamma$  к перемещению. На криволинейном участке оси, изогнутой по дуге окружности радиуса  $r = 4$  м (геометрический центр в точке  $O$ ), действует постоянная сила сопротивления (трения)  $\vec{R}$ . Участки оси сопрягаются в точке  $B$  без излома, вся траектория находится в вертикальной плоскости.

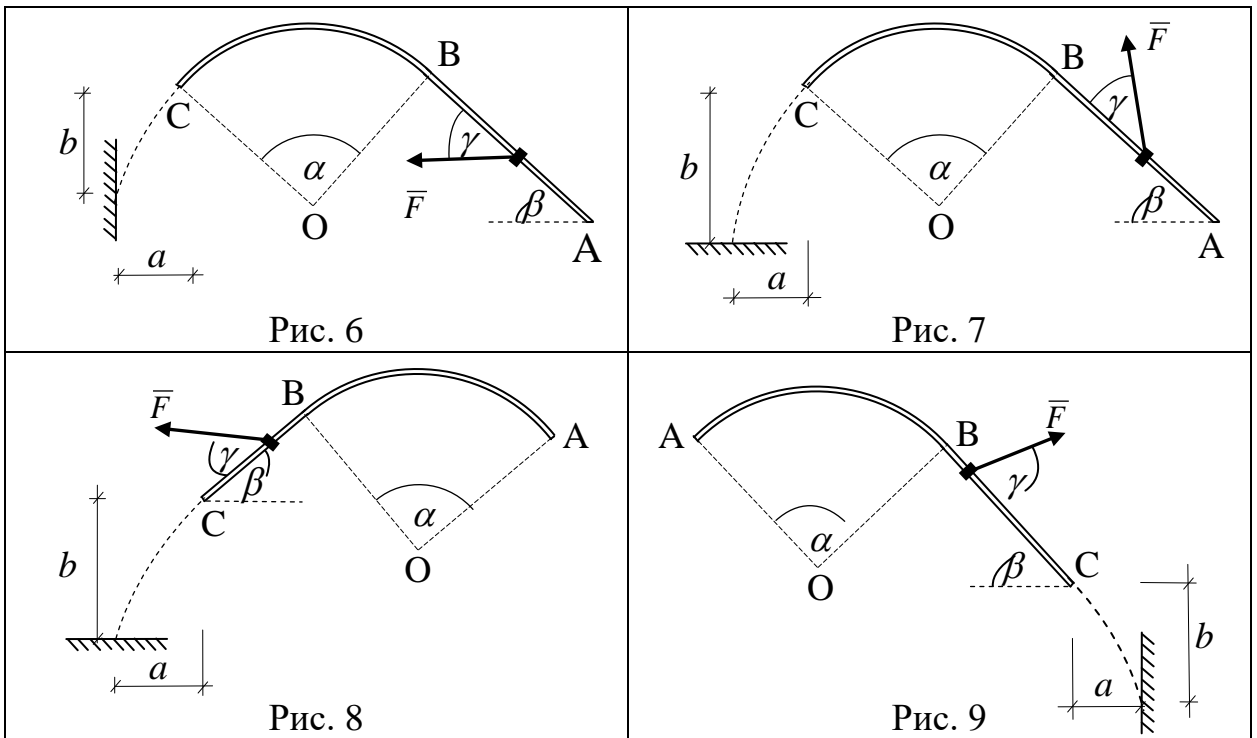
В каком месте шайба ударится о преграду? ( $b$  –?)

Найти давление шайбы на криволинейный участок оси в точке  $C$  (рис. 0, 1, 2, 6, 7) или в точке  $B$  (рис. 3, 4, 5, 8, 9).

#### Рисунки

(последняя цифра в номере зачетной книжки)





**Таблица**

(предпоследняя цифра в номере зачетной книжки)

№ условия	$F$	$R$	$v_0$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$m$	$t_1$	$a$
	$H$	$H$	$м/с$	$град$	$град$	$град$	$кг$	$с$	$м$
0	$3 \cdot t^2 + t$	5	15	60	45	60	0,5	4	5
1	$0,2 \exp(t/4) + 4$	9	10	75	60	75	0,2	3	2
2	$21 + 3t^2$	13	12	45	30	45	0,9	2	7
3	$0,4 \exp(t/2) + 4$	14	16	30	15	30	0,4	5	6
4	$3 + 6t^3$	10	14	90	75	15	0,3	3	9
5	$0,4 \exp(t/5) + 4t$	7	11	60	30	60	0,6	4	8
6	$3 + 0,4 \cdot t^3$	11	17	45	15	30	0,8	3	4
7	$\pi/3 + 0,6 \cdot t^3$	8	20	75	45	45	0,5	5	10
8	$2\pi t + 0,3 \cdot t^2$	6	14	60	45	15	0,4	3	6
9	$0,4 \exp(t/2) + t$	15	13	90	60	75	0,3	6	3

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия статики.
2. Аксиомы статики.
3. Связи и их реакции. Принцип освобождения от связей.
4. Проекция силы на ось.
5. Сложение сил.
6. Равновесие системы сходящихся сил.

7. Теорема о трёх силах.
8. Плоская система сил. Алгебраические моменты силы и пары.
9. Распределённая нагрузка.
10. Уравнения равновесия плоской системы сил (3 формы).
11. Трение скольжения.
12. Трение качения.
13. Равновесие составных конструкций.
14. Плоские фермы. Леммы о нулевых стержнях.
15. Расчёт плоских ферм (метод вырезания узлов и метод сечений).
16. Момент силы относительно центра (как вектор) и относительно оси.
17. Момент пары (как вектор). Теорема о сложении пар. Теорема об эквивалентности пар, вытекающие свойства пары.
18. Теорема Пуансо о параллельном переносе силы.
19. Теорема о приведении системы сил к центру.
20. Условия равновесия системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей относительно центра и оси.
21. Аналитические формулы для момента силы относительно осей.
22. Вычисление главного вектора и главного момента пространственной системы сил.
23. Уравнения равновесия пространственной системы сил. Случай параллельных сил.
24. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду.
25. Центр тяжести твёрдого тела. Координаты центра тяжести для объёмных тел.
26. Координаты центра тяжести линии. Центр тяжести дуги окружности.
27. Координаты центра тяжести плоской фигуры. Центр тяжести треугольника, сектора круга.
28. Методы нахождения центра тяжести твёрдых тел. Статический момент площади плоской фигуры.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Способы задания движения точки.
2. Скорость и ускорение точки при векторном и координатном способах задания её движения.
3. Скорость и ускорение точки при естественном способе задания её движения.
4. Частные случаи движения точки.
5. Поступательное движение твёрдого тела, его свойства.
6. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси.
7. Частные случаи вращения твёрдого тела.
8. Скорости и ускорения точек вращающегося твёрдого тела.
9. Передаточные механизмы.
10. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.
11. Теорема о сложении скоростей при плоском движении твёрдого тела.
12. Следствие (теорема о проекции скоростей двух точек твёрдого тела).

13. Мгновенный центр скоростей, его существование и единственность. Частные случаи определения МЦС.
14. Теорема о сложении ускорений при плоском движении твёрдого тела.
15. Законы динамики. Системы единиц.
16. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки. Две задачи динамики.
17. Количество движения точки. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки.
18. Работа силы. Мощность. Работа силы тяжести, трения, упругости.
19. Кинетическая энергия точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
20. Система материальных точек (определение, классификация сил, масса, центр масс). Дифференциальные уравнения движения механической системы.
21. Теорема о движении центра масс. Следствия.
22. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения механической системы. Следствия.
23. Моменты инерции твёрдого тела. Примеры.
24. Теорема о моменте инерции твёрдого тела относительно параллельных осей.
25. Дифференциальное уравнение вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Работа вращающего момента. Сопротивление при вращении.
26. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движениях тела. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
27. Принцип Даламбера для точки и механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции.
28. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

При проведении зачета, если в течение семестра студент решил стандартные задачи по всем пройденным темам, то проводится устный опрос по вопросам п.7.2.4. Для зачета должно быть не менее 60% верных ответов. Если имеются темы, по которым стандартные задачи по индивидуальным вариантам не решены, то эти задачи решаются до устного опроса.

При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 80 минут на выполнение заданий в экзаменационном билете. Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 10 задач по темам, которые обучающиеся отчитывали в течение всего курса теоретической механики в виде самостоятельного решения тестовых задач в аудитории, и 3 теоретических вопроса. Каждая задача и теоретический вопрос оценивается 1 баллом.

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 7 баллов.



2. Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 7-9 баллов.
3. Оценка «хорошо» ставится в случае, если студент набрал 10-11 баллов.
4. Оценка «отлично» ставится в случае, если студент набрал 12-13 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия, определения и теоремы статики.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы для зачета.
2	Система сил, расположенных в одной плоскости.		Стандартные задачи на практических занятиях; РГЗ № 1.
3	Произвольная система сил. Центр тяжести твердых тел.		Стандартные задачи на практических занятиях.
4	Введение в кинематику. Кинематика точки.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы экзаменационного билета.
5	Кинематика твердого тела.		Теоретические вопросы экзаменационного билета; стандартные задачи на практических занятиях и в экзаменационном билете.
6	Введение в динамику. Динамика точки.		Теоретические вопросы экзаменационного билета; стандартные задачи на практических занятиях и в экзаменационном билете.
7	Общие теоремы динамики механической системы. Динамика твердого тела.		Теоретические вопросы экзаменационного билета; стандартные задачи на практических занятиях и в экзаменационном билете; РГЗ № 2.
8	Принципы механики.		Теоретические вопросы экзаменационного билета; стандартные задачи на практических занятиях; контрольная работа.

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Решение стандартных задач проводится в аудитории на практических занятиях в рамках самостоятельной работы под контролем преподавателя в виде решения индивидуальных тестовых задач по пройденным темам разделов теоретической механики (статика, кинематика, динамика). На решение задачи отводится 15 – 20 минут, при верном ответе студенту выставляется «зачет» по данной теме.

Решение расчетно-графических заданий выполняется студентами самостоятельно по индивидуальным вариантам, выдаваемым преподавателем. При сдаче РГЗ обучающийся «защищает» работу, решая в присутствии преподавателя короткие тестовые задачи и отвечая на теоретические вопросы

по данной теме.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для вузов / С. М. Тарг. – 20-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2010. – 416 с.

Режим доступа: [1klasov.ru](http://1klasov.ru)>...kratkij...teoreticheskoy-mehaniki-targ...

2. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: Учеб. пособие для вузов / И.В. Мещерский; под ред. В.В. Пальмова, Д.Д. Меркина. – 50-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2010. – 448 с.

Режим доступа: [alleng.org](http://alleng.org)>d/phys/phys387.htm

3. Теоретическая механика. Расчетно-графические задания: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения / сост.: В. А. Козлов, В. В. Волков, В. Н. Горячев, М. Г. Ордян, под общей ред. В.А. Козлова; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. – 106 с.

Библ. ВГТУ, 320 экз.

4. Кепе О.Э и др. Сборник коротких задач по теоретической механике: учеб. пособие для вузов / О.Э. Кепе, Я.А. Виба, О.П. Грапис, под ред. О.Э. Кепе. – 5-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2017. – 368 с.

Режим доступа: [chamo.lib.tsu.ru](http://chamo.lib.tsu.ru)>lib/item?id=chamo:548268...system

5. Бать М.И. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1. Статика и кинематика: учеб. пособие / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. – 11-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2010. – 667 с.

Режим доступа:

[eqworld.ipmnet.ru](http://eqworld.ipmnet.ru)>Начальная стр>Библиотека>.../theoretical.htm

6. Бать М.И. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2. Динамика: учеб. пособие. / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. – 9-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2010. – 638 с.

Режим доступа:

[eqworld.ipmnet.ru](http://eqworld.ipmnet.ru)>Начальная стр>Библиотека>.../theoretical.htm

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Перечень лицензионного программного обеспечения: Internet Explorer, Microsoft Word, для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader для Windows и DjVuBrowserPlugin.

Для работы в сети рекомендуется использовать сайты (базы данных,

информационно-справочные и поисковые системы):

<http://elibrary.ru>

<http://www.knigafund.ru>

<http://www.fepo.ru>

<http://encycl.yandex.ru> (энциклопедии и словари).

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных занятий требуется поточная аудитория на 6 групп с доской и оснащенная презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

Для обеспечения практических занятий требуется обычная аудитория вместимостью на 1 учебную группу с доской.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Теоретическая механика» читаются лекции, проводятся практические занятия, в объемах часов самостоятельной работы выполняются расчетно-графические задания.

В качестве основной используется традиционная технология изучения материала, предполагающая живое общение преподавателя и студента на лекционных и практических занятиях.

В процессе самостоятельной работы студент закрепляет полученные знания и навыки, выполняя домашние задания по каждой теме модуля. Изучение статики и динамики сопровождается выполнением соответствующего расчетно-графического задания (РГЗ). При защите выполненного РГЗ студент должен продемонстрировать как знание теоретических вопросов данного блока, так и навыки решения соответствующих задач. Выполнение самостоятельных работ и защита РГЗ являются формой текущего контроля знаний по данному разделу.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета статического и динамического расчета конструкций и их элементов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории. Курс разделен на три традиционных раздела – статика, кинематика и динамика, каждый из которых, в свою очередь, разделяется на модули, соответствующие основным разделам дисциплины. По каждому модулю в аудитории проводится самостоятельная работа по индивидуальным вариантам тестовых задач.

В качестве промежуточного контроля знаний по курсу теоретической механики в 3-м семестрах для очной формы обучения 2-м для заочной предусмотрен экзамен по билетам, содержащим стандартные задачи и теоретические вопросы по изученным разделам пройденного курса.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Решение задач по рассматриваемой теме из рекомендуемого задачника, решение стандартных задач по индивидуальным вариантам. Выполнение примерного варианта расчетно-графических заданий.
Самостоятельная работа	Преследует цель закрепить, углубить и расширить знания, полученные студентами в ходе аудиторных занятий, а также сформировать навыки работы с научной, учебной и учебно-методической литературой, развивать творческое, продуктивное мышление обучающихся, их креативные качества, формирование общепрофессиональных компетенций. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - решение задач домашнего задания; - выполнение расчетно-графических заданий аналогично разобранным на практических занятиях примерам; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях. Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.