

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета \_\_\_\_\_ А. И. Колосов  
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Механика»

**Направление подготовки** 21.03.01 НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО

**Профиль** «Проектирование, строительство и эксплуатация  
газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 5 лет

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2017

Автор программы

 / Козлов В.А./

Заведующий кафедрой  
Теоретической и  
прикладной механики

 /Ордян М.Г./

 // Козлов В.А.//

Руководитель ОПОП

 /Мелькумов В.Н./

Воронеж 2017

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Механика является одной из фундаментальных общенаучных дисциплин физико-математического цикла. Изучение 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 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.
- Развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач.

В итоге изучения курса 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 «Механика» относится к дисциплинам базовой части блока Б1. Она обеспечивает логическую связь, во-первых, между физикой и математикой, применяя математический аппарат к описанию и изучению физических явлений, во-вторых, между естественнонаучными и общетехническими дисциплинами.

Требования к входным знаниям, умениям и готовностям обучающегося.

Студент должен знать: физические основы механики, элементы векторной алгебры, аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления; владеть навыками решения задач векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления и уметь применять полученные знания математики к решению задач механики.

Дисциплина «Механика» является предшествующей для всех дисциплин профессионального цикла ОПОП. На материале курса механики базируются такие важные для общего инженерного образования дисциплины, как механика

сплошной среды, металлические конструкции, инженерная геология и механика грунтов, разработка резервуаров и проектирование нефтехранилищ.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Механика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать основные подходы к формализации и моделированию равновесия материальных тел и конструкций, постановку и методы решения задач о равновесии тел и элементов конструкций;
	уметь решать соответствующие конкретные задачи механики при равновесии тел и конструкций;
	владеть навыками составления и решения статических уравнений равновесия тел и конструкций.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Механика» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	108	54	54
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	144	90	54
Часы на контроль	72	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	324	180	144
зач.ед.	9	5	4

### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	24	14	10
В том числе:			
Лекции	12	6	6
Практические занятия (ПЗ)	12	8	4
<b>Самостоятельная работа</b>	282	155	127
Часы на контроль	18	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	0	178	146
зач.ед.	9	4.94	4.06

## 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.	6	8	18	32
2	Основные понятия, определения и теоремы статики.	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.	6	8	18	32
3	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. Равновесие при наличии сил трения. Трение скольжения при покое (сцепление) и при движении. Коэффициент трения. Трение качения; коэффициент трения качения.	4	8	18	30

4	Произвольная система сил. Центр тяжести твердых тел.	Момент силы относительно оси; 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	8	18	30
5	Основы расчетов элементов на прочность.	Метод сечений. Растяжение и сжатие. Расчет по допускаемым напряжениям и предельным состояниям. Сдвиг, срез, скалывание. Геометрические характеристики плоских сечений.	4	10	18	32
6	Основы расчетов элементов на прочность	Изгиб: изгибающий момент и поперечная сила, их эпюры; напряжения при изгибе прямого бруса; расчет балки на прочность при изгибе. Устойчивость центрально сжатых стержней, устойчивость деформированного состояния конструкций. Понятие о действии динамических и повторно-переменных нагрузок.	4	10	18	32
7	Введение в статику сооружений.	Задачи статики сооружений, основные допущения, классификация расчетных схем. Исследование геометрической изменяемости плоских стержневых систем. Понятие о ферме. Леммы о нулевых стержнях. Определение усилий в стержнях плоской фермы способом вырезания узлов и способом сечений (Риттера).	4	10	18	32
8	Введение в статику сооружений.	Расчет шарнирно-консольных балок. Аналитический расчет простых и трех шарнирных рам. Арки	4	10	18	32
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>	<b>252</b>

### заочная 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.	2	-	34	36
2	Основные	Момент силы относительно точки (центра) как	2	-	34	36

	понятия, определения и теоремы статики.	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.				
3	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. Равновесие при наличии сил трения. Трение скольжения при покое (сцепление) и при движении. Коэффициент трения. Трение качения; коэффициент трения качения.	2	2	34	38
4	Произвольная система сил. Центр тяжести твердых тел.	Момент силы относительно оси; 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.	2	2	36	40
5	Основы расчетов элементов на прочность.	Метод сечений. Растяжение и сжатие. Расчет по допускаемым напряжениям и предельным состояниям. Сдвиг, срез, скалывание. Геометрические характеристики плоских сечений.	2	2	36	40
6	Основы расчетов элементов на прочность	Изгиб: изгибающий момент и поперечная сила, их эпюры; напряжения при изгибе прямого бруса; расчет балки на прочность при изгибе. Устойчивость центрально сжатых стержней, устойчивость деформированного состояния конструкций. Понятие о действии динамических и повторно-переменных нагрузок.	2	2	36	40
7	Введение в статику сооружений.	Задачи статики сооружений, основные допущения, классификация расчетных схем. Исследование геометрической изменяемости плоских стержневых систем. Понятие о ферме. Леммы о нулевых стержнях. Определение усилий в стержнях плоской фермы способом вырезания узлов и способом сечений (Риттера).	-	2	36	38

8	Введение в статику сооружений.	Расчет шарнирно-консольных балок. Аналитический расчет простых и трех шарнирных рам. Арки	-	2	36	38
<b>Итого</b>			<b>12</b>	<b>12</b>	<b>282</b>	<b>306</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:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать основные подходы к формализации и моделированию равновесия материальных тел и конструкций, постановку и методы решения задач о равновесии тел и элементов конструкций;	фундаментальные основы механики, включающей раздел «статика» теоретической механики, элементы сопротивления материалов и статики сооружений	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь решать соответствующие конкретные задачи механики при равновесии тел и конструкций;	решать соответствующие конкретные задачи механики при статическом расчете элементов строительных конструкций и сооружений	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками составления и решения статических уравнений равновесия тел и конструкций.	навыками составления и решения статических уравнений равновесия	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 4 семестре для очной формы обучения, 3, 4 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать основные подходы к формализации и моделированию равновесия материальных тел и конструкций, постановку и методы решения задач о равновесии тел и элементов конструкций;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь решать соответствующие конкретные задачи механики при равновесии тел и конструкций;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками составления и решения статических уравнений равновесия тел и конструкций.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

### 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

1. Связи и их реакции. Принцип освобожденности от связей.
2. Проекция силы на ось. Сложение сил.
3. Равновесие составных конструкций.
4. Условия равновесия системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей относительно центра и оси.
5. Координаты центра тяжести линии. Центр тяжести дуги окружности.
6. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука.

Коэффициент Пуассона.

7. Механические характеристики и испытания материалов.

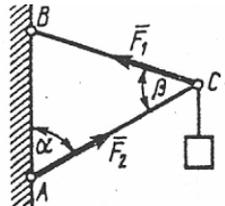
8. Сдвиг, срез, смятие.

9. Плоские фермы. Леммы о нулевых стержнях. Расчёт плоских ферм (метод вырезания узлов и метод сечений).

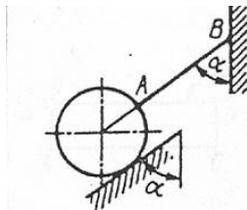
10. Статически определимые плоские рамы: построение эпюр поперечных и продольных сил, изгибающих моментов.

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

### 1. Равновесие системы сходящихся сил

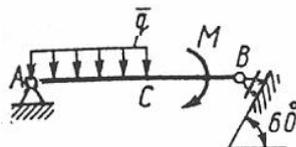


Шарнирный трехзвенник  $ABC$  удерживает в равновесии груз, подвешенный к шарнирному болту  $C$ . Под действием груза стержень  $AC$  сжат силой  $F_2 = 25$  Н. Заданы углы  $\alpha = 60^\circ$  и  $\beta = 45^\circ$ . Считая стержни  $AC$  и  $BC$  невесомыми, определить усилие в стержне  $BC$ .

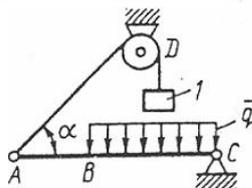


Однородный шар весом 12 Н удерживается в равновесии на гладкой наклонной плоскости с помощью веревки  $AB$ . Определить давление шара на плоскость, если угол  $\alpha = 60^\circ$ .

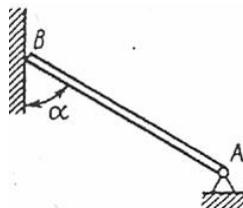
### 2. Равновесие произвольной плоской системы сил



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.

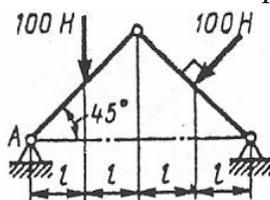


Балка  $AC$  закреплена в шарнире  $C$  и поддерживается в горизонтальном положении веревкой  $AD$ , перекинутой через блок. Определить интенсивность распределенной нагрузки  $q$ , если длины  $BC = 5$  м,  $AC = 8$  м, угол  $\alpha = 45^\circ$ , а вес груза  $1$  равен 20 Н.

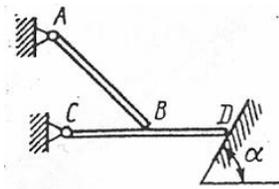


Конец  $B$  однородного бруса весом 100 кН, закрепленного в шарнире  $A$ , опирается на гладкую стену. Определить в кН давление бруса на стену, если угол  $\alpha = 60^\circ$ .

### 3. Равновесие составных конструкций

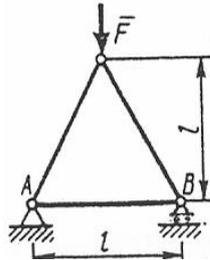


Определить вертикальную составляющую реакции в шарнире  $A$ .



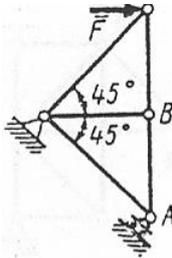
Однородная балка  $AB$ , вес которой  $200\text{ Н}$ , свободно опирается в точке  $B$  на горизонтальную балку  $CD$ . Определить, с какой силой балка  $CD$  действует на опорную плоскость в точке  $D$ , если расстояние  $CB = BD$ , угол  $\alpha = 60^\circ$ . Весом балки  $CD$  пренебречь.

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



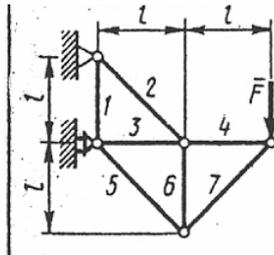
4.2.10

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

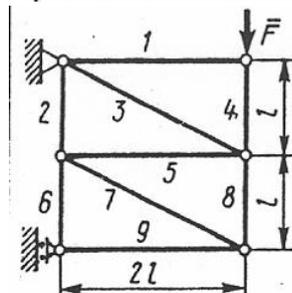


Определить усилие в стержне  $AB$ . Сила  $F = 400\text{ Н}$ .

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



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

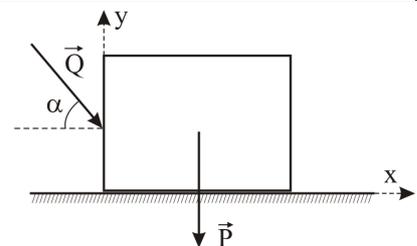


4.3.10

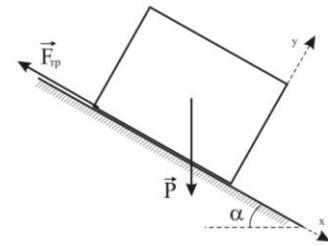
Определить усилие в стержне 8. Сила  $F = 260\text{ Н}$ .

#### 6. Трение скольжения

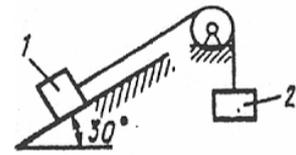
Дано:  $P = 10\text{ кН}$ ;  $Q = 2\text{ кН}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  
коэффициент трения  $f = 0.2$ .  
Будет ли тело находиться в равновесии?  
Сила трения равна...



Дано:  $P = 10 \text{ кН}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  
 коэффициент трения  $f = 0.4$ .  
 Будет ли тело находиться в  
 равновесии?  
 Сила трения равна...

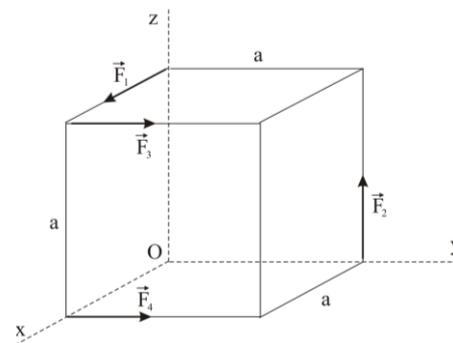


Каким должен быть наибольший вес груза 2,  
 для того, чтобы груз 1 весом 100 Н оставался в  
 покое на наклонной плоскости, если  
 коэффициент трения скольжения  $f = 0,3$ .

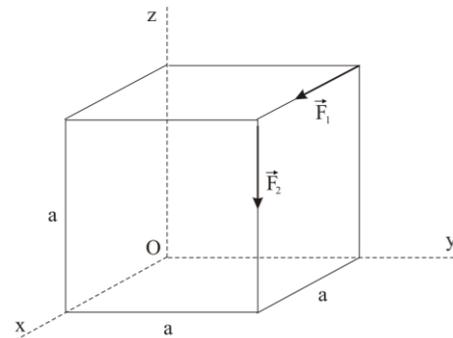


### 7. Приведение системы сил к центру

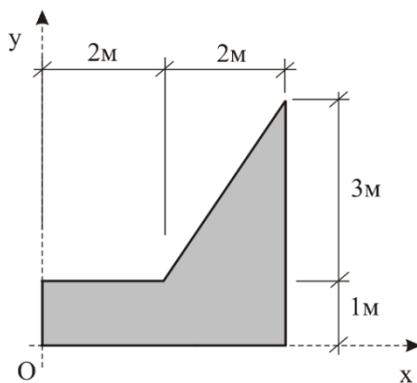
К кубу с ребром  $a$   
 приложена система  
 четырёх одинаковых по  
 модулю сил  
 $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = |\vec{F}_3| = |\vec{F}_4| = P$ .  
 Определить проекции на  
 оси главного вектора и его  
 модуль.



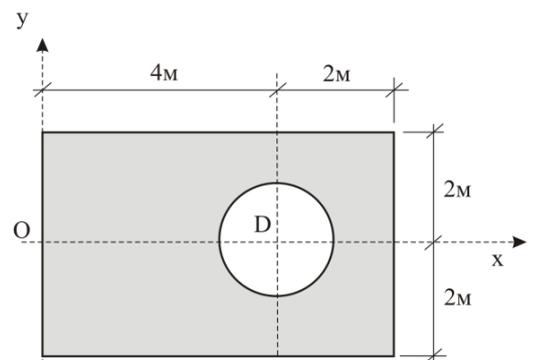
К кубу с ребром  $a$   
 приложена система двух  
 одинаковых по модулю  
 сил  $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = P$ .  
 Определить проекции на  
 оси координат главного  
 момента относительно  
 начала координат  $O$  и  
 его модуль.



### 8. Центр тяжести плоских фигур



Координата  $y_c$  центра тяжести однородной  
 пластины равна...



Радиус круглого выреза равен  $r = 1$   
 Координата  $x_c$  центра тяжести однородн  
 пластины равна...

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Схема фермы, все действующие нагрузки и размеры показаны на рис. 1.1

Дано:  $P=10$  кН,  $F=30$  кН.

Определить опорные реакции и усилия в стержнях 1 – 4 методом вырезания узлов, 5 – 7 – методом сквозных сечений.

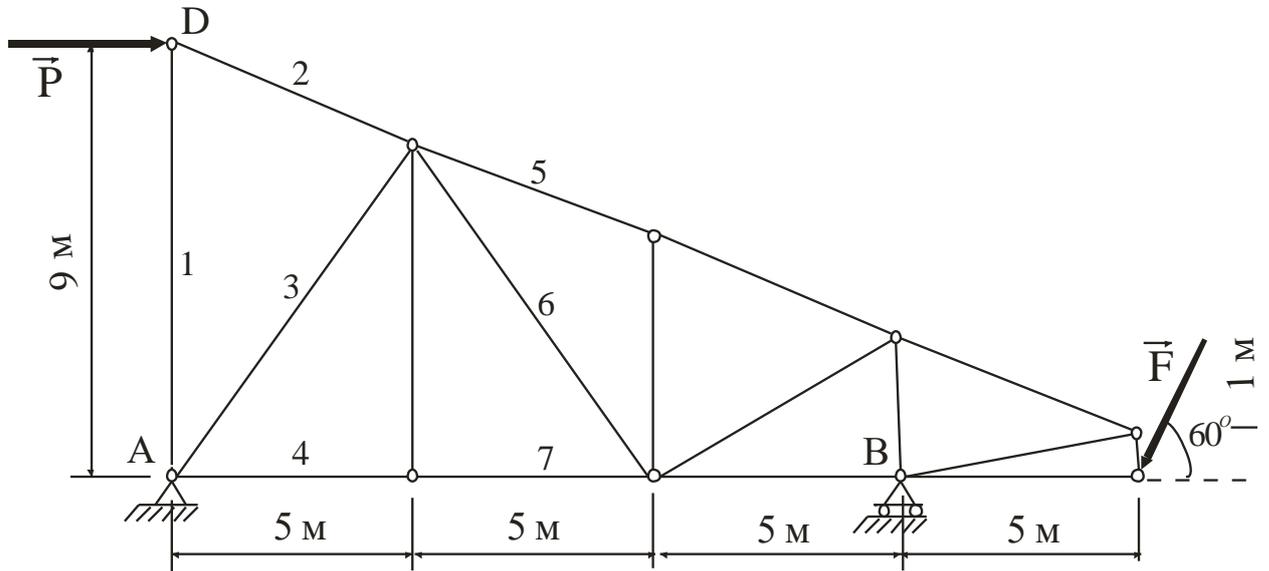


Рис. 1.1

**Решение.** При определении опорных реакций ферма рассматривается как твёрдое тело. Опоры в узлах A и B мысленно отбрасываются и заменяются соответствующими реакциями: составляющие  $\vec{X}_A, \vec{Y}_A$  в узле A,  $\vec{R}_B$  в узле B (рис. 1.2).

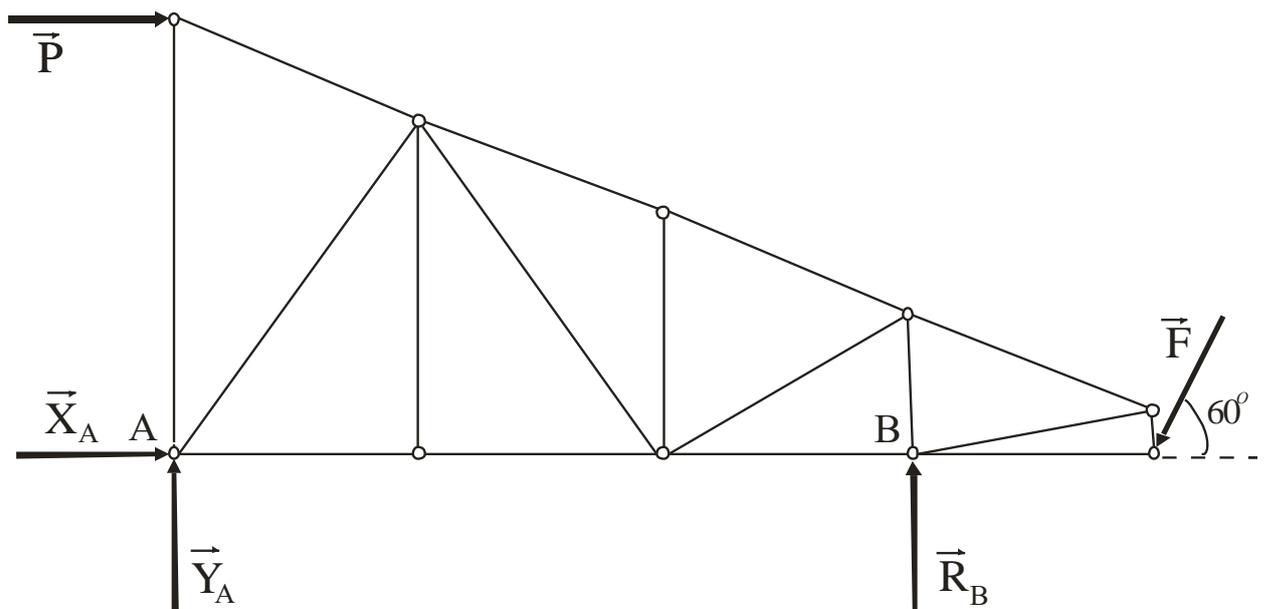


Рис. 1.2

Составляются три уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0: \quad X_A + P - F \cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = 0: \quad Y_A + R_B - F \sin 60^\circ = 0;$$

$$\sum m_{kA} = 0: \quad -P \cdot 9 + R_B \cdot 15 - F \sin 60^\circ \cdot 20 = 0.$$

Из первого уравнения  $X_A = 5$  кН, из третьего  $R_B = 6 + 20\sqrt{3} \approx 40,64$  кН, из второго  $Y_A = -(6 + 5\sqrt{3}) \approx -14,66$  кН; знак «-» показывает, что истинное направление  $\vec{Y}_A$  противоположно изображённому на рис. 1.2.

Проверка:

$$\sum m_{kB} = -Y_A \cdot 15 - P \cdot 9 - F \cdot \sin 60^\circ \cdot 5 = (6 + 5\sqrt{3}) \cdot 15 - 90 - 75\sqrt{3} = 0.$$

При определении усилий в стержнях 1 – 4 методом вырезания узлов сначала мысленно вырезается узел D (в нём сходятся два стержня, усилия в которых неизвестны), и изображаются все приложенные к нему силы и реакции (рис. 1.3).

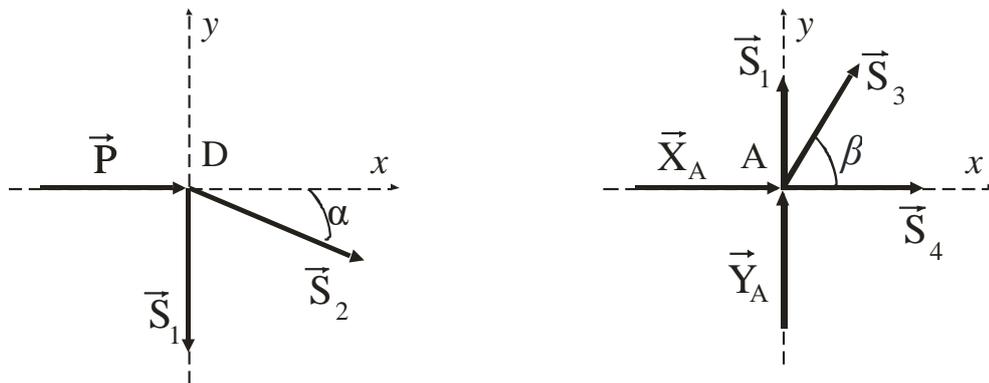


Рис.

1.3

Рис. 1.4

По геометрическим размерам фермы (рис. 1.5)  $\operatorname{tg} \alpha = 9/22,5 = 0,4$ , следовательно,  $\sin \alpha = 0,3714$ ,  $\cos \alpha = 0,9285$ . Уравнения равновесия имеют вид

$$\sum F_{kx} = 0: \quad P + S_2 \cos \alpha = 0; \quad S_2 = -10,77 \text{ кН.}$$

$$\sum F_{ky} = 0: \quad -S_2 \sin \alpha - S_1 = 0; \quad S_1 = 4 \text{ кН.}$$

Затем вырезается узел A (рис. 1.4), здесь неизвестны усилия  $\vec{S}_3, \vec{S}_4$ ;  $\operatorname{tg} \beta = 7/5 = 1,4$ ;  $\sin \beta = 0,8137$ ;  $\cos \beta = 0,5812$ .

$$\sum F_{ky} = 0: \quad Y_A + S_1 + S_3 \sin \beta = 0; \quad S_3 = 13,1 \text{ кН.}$$

$$\sum F_{kx} = 0: \quad X_A + S_3 \cos \beta + S_4 = 0; \quad S_4 = -12,61 \text{ кН.}$$

При определении усилий в стержнях 5 – 7 методом Риттера ферма рассекается по этим трём стержням на две части. Одна из частей вместе с приложенными к ней нагрузками мысленно отбрасывается, а её действие на

оставиющаяся часть заменяется усилиями  $\vec{S}_5, \vec{S}_6, \vec{S}_7$ , которые направлены вдоль соответствующих стержней в сторону отброшенной части (рис. 1.5). Для определения  $\vec{S}_5$  составляется уравнение моментов от сил, приложенных к оставшейся части фермы, относительно точки пересечения двух остальных разрезанных стержней (точка L).

$$\sum m_{kL} = 0: \quad -Y_A \cdot 10 - P \cdot 9 - S_5 \cos \alpha \cdot 7 + S_5 \sin \alpha \cdot 5 = 0; \quad S_5 = 12,19 \text{ кН.}$$

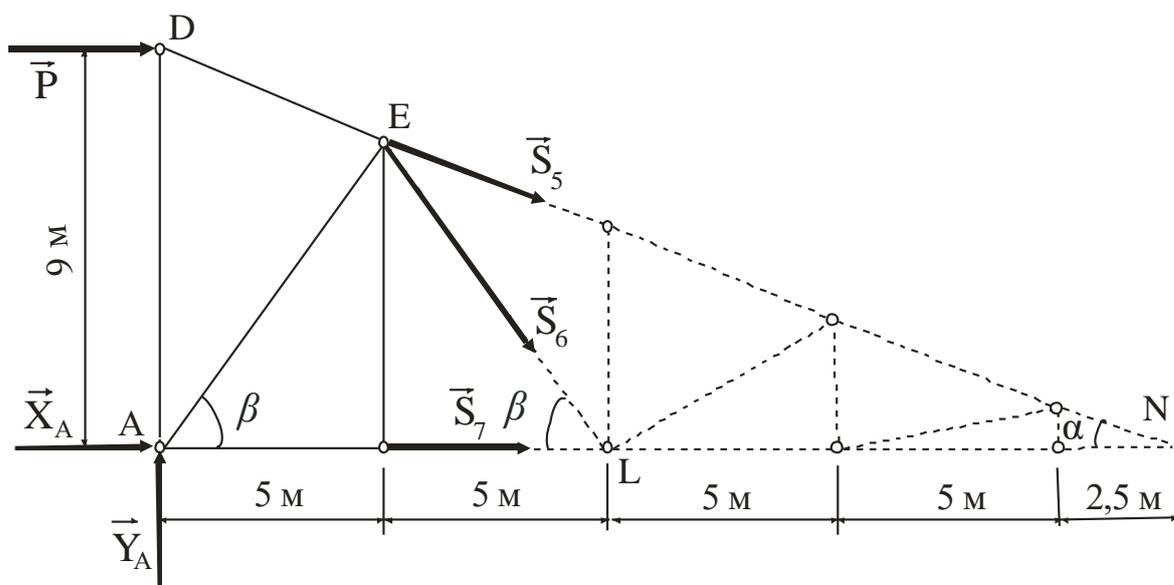


Рис. 1.5

Для определения  $\vec{S}_6$  составляется уравнение моментов относительно точки N.

$$\sum m_{kN} = 0: \quad -Y_A \cdot 22,5 - P \cdot 9 - S_6 \cos \beta \cdot 7 + S_6 \sin \beta \cdot 17,5 = 0; \quad S_6 = -23,58 \text{ кН.}$$

При определении  $\vec{S}_7$  составляется уравнение моментов относительно точки E.

$$\sum m_{kE} = 0: \quad -Y_A \cdot 5 + X_A \cdot 7 - P \cdot 2 + S_7 \cdot 7 = 0; \quad S_7 = -12,61 \text{ кН.}$$

Результат  $S_4 = S_7$  согласуется с леммой 2 о нулевых стержнях [1, §12], что является дополнительной проверкой результатов счёта.

**Ответ:**  $X_A = 5 \text{ кН}$ ;  $Y_A = -14,66 \text{ кН}$ ;  $R_B = 40,64 \text{ кН}$ ;  $S_1 = 4 \text{ кН}$ ;  $S_2 = -10,77 \text{ кН}$ ;  $S_3 = 13,1 \text{ кН}$ ;  $S_4 = -12,61 \text{ кН}$ ;  $S_5 = 12,19 \text{ кН}$ ;  $S_6 = -23,58 \text{ кН}$ ;  $S_7 = -12,61 \text{ кН}$ . Знаки указывают, что сила  $\vec{Y}_A$  направлена противоположно показанному на рис. 1.2, стержни 2,4,6,7 – сжаты, 1,3,5 – растянуты.

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Аксиомы статики.
2. Связи и их реакции. Принцип освобождаемости от связей.
3. Проекция силы на ось. Сложение сил.
4. Равновесие системы сходящихся сил. Теорема о трёх силах.
5. Плоская система сил. Алгебраические моменты силы и пары. Распределённая нагрузка.
6. Уравнения равновесия плоской системы сил (3 формы).
7. Трение скольжения, трение качения.
8. Равновесие составных конструкций.
9. Момент силы относительно центра (как вектор) и относительно оси.
10. Момент пары (как вектор). Теорема о сложении пар. Теорема об эквивалентности пар, вытекающие свойства пары.
11. Теорема Пуансо о параллельном переносе силы. Теорема о приведении системы сил к центру.
12. Условия равновесия системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей относительно центра и оси.
13. Аналитические формулы для момента силы относительно осей.
14. Вычисление главного вектора и главного момента пространственной системы сил.
15. Уравнения равновесия пространственной системы сил. Случай параллельных сил.
16. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду.
17. Центр тяжести твёрдого тела. Координаты центра тяжести для объёмных тел.
18. Координаты центра тяжести линии. Центр тяжести дуги окружности.
19. Координаты центра тяжести плоской фигуры. Центр тяжести треугольника, сектора круга.
20. Методы нахождения центра тяжести твёрдых тел. Статический момент площади плоской фигуры.
21. Виды элементов конструкций и нагрузок. Деформации, внутренние силы упругости.
22. Метод сечений. Виды деформаций и напряжений.
23. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.
24. Механические характеристики и испытания материалов.
25. Допускаемые напряжения. Расчет на прочность при растяжении.
26. Сдвиг, срез, смятие.
27. Геометрические характеристики плоских сечений.
28. Внутренние усилия при изгибе. Поперечная сила и изгибающий момент в сечении балки.

29. Напряжения при изгибе. Расчет на прочность по нормальным напряжениям.
30. Теории прочности.
31. Устойчивость центрально сжатых стержней.
32. Понятие о действии динамических и повторно-временных нагрузок.
33. Классификация задач статики сооружений.
34. Методы расчета сооружений. Разрешающие уравнения строительной механики.
35. Аналитические и кинематические признаки геометрической неизменяемости систем.
36. Плоские фермы. Леммы о нулевых стержнях. Расчет плоских ферм (метод вырезания узлов и метод сечений).
37. Порядок расчета многопролетных статически определимых балок.
38. Статически определимые плоские рамы: построение эпюр поперечных и продольных сил, изгибающих моментов.
39. Статический расчет трех шарнирной арки.
40. Основы расчета статически неопределимых рам методом сил.

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

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 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-2	Тест, контрольная работа, ....
2	Система сил, расположенных в одной плоскости.	ОПК-2	Тест, контрольная работа, ....
3	Произвольная система сил. Центр тяжести твердых тел.	ОПК-2	Тест, контрольная работа, ....

4	Основы расчетов элементов на прочность.	ОПК-2	Тест, контрольная работа, ....
5	Введение в статику сооружений.	ОПК-2	Тест, контрольная работа, ....

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Основная литература:

1. Голубева, О. А.

Техническая механика: методические рекомендации по дисциплине «Техническая механика» : методические рекомендации. 1 : Кинематика / О.А. Голубева; Министерство образования и науки Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный архитектурно-художественный университет» (УрГАХУ). - Екатеринбург : УрГАХУ, 2018. - 56 с. : ил.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498293>

2. Техническая механика в анализе архитектурных форм сооружений [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Р. А. Каюмов [и др.]. - Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 346 с. - ISBN 2227-8397.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/73322.html>

3. Молотников, В. Я.

Техническая механика [Электронный ресурс] / Молотников В. Я., - 1-е изд. - : Лань, 2017. - 476 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2403-0.

URL: <https://e.lanbook.com/book/91295>

Дополнительная литература:

1. Муморцев, А. Н.

Техническая механика : учебно-методическое пособие / А.Н. Муморцев; М.А. Кальмова; З.Ф. Васильчикова. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. - 177 с. - ISBN 978-5-9585-0623-1.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438371>

2. Беликов, Г. И.

Техническая механика. Сопротивление материалов : Обучающие модули; учебное пособие / Г.И. Беликов. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 26 с. - ISBN 978-5-98276-665-6.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434815>

3. Техническая механика. Сопротивление материалов : (теория и практика); учебное пособие / А.М. Бахолдин. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. - 173 с. - ISBN 978-5-89448-966-7.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255878>

**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:**

#### **Лицензионное программное обеспечение**

- Microsoft Office Word 2013/2007;
- Microsoft Office Excel 2013/2007;
- Microsoft Office Power Point 2013/2007;
- Гранд-Смета;
- Acrobat Professional 11.0 MLP;
- Maple v18;
- AutoCAD;
- 7zip;
- PDF24 Creator;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»

#### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- Российское образование. Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, Вузы, ... код доступа: <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ, код доступа: <https://old.education.cchgeu.ru>

### **Информационные справочные системы**

- Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам», код доступа: <http://window.edu.ru/>;
- ВГТУ: wiki, код доступа: <https://wiki.cchgeu.ru/>;
- Университетская библиотека онлайн, код доступа: <http://biblioclub.ru/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>

### **Современные профессиональные базы данных**

- East View, код доступа: <https://dlib.eastview.com/>
- Academic Search Complete, код доступа: <http://search.ebscohost.com/>
- Нефтегаз.ру, код доступа: <https://neftegaz.ru/>
- «Геологическая библиотека» – интернет-портал специализированной литературы, код доступа: <http://www.geokniga.org/maps/1296>
- Электронная библиотека «Горное дело», код доступа: <http://www.bibl.gorobr.ru/>
- «ГОРНОПРОМЫШЛЕННИК» – международный отраслевой ресурс, код доступа: <http://www.gornoprom.ru/>
- MINING INTELLIGENCE & TECHNOLOGY – Информационно-аналитический портал, код доступа: <http://www.infomine.com/>

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

Материально-техническая база включает:

- Специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном.
- Учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием. Аудитории для проведения практических занятий, оборудованные проекторами, стационарными экранами и интерактивными досками.
- Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет".
- Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в образовательный портал ВГТУ.

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

По дисциплине «Механика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета равновесия материальных тел и конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	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, экзаменом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	