

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Енин А.Е.
«16» февраля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Теоретическая и прикладная механика»

**Направление подготовки 07.03.02 Реконструкция и реставрация
архитектурного наследия**

Профиль Реконструкция и реставрация архитектурного наследия

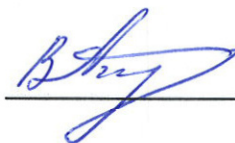
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 5 лет

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

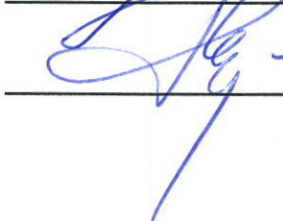
Автор программы

 /Козлов В. А./

Заведующий кафедрой
строительной механики

 /Козлов В. А./

Руководитель ОПОП

 /Чесноков Г. А./

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Теоретическая и прикладная 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 теоретической и прикладной 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 теоретической и прикладной 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 и прикладная механика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-4 - Способен применять методики определения технических параметров проектируемых объектов.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать постановку и методы решения задач механики при равновесии механических систем
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики

ОПК-4	при равновесии твердых тел и механических систем
	владеть фундаментальными принципами и методами статического расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных
	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 и прикладная механика» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

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	4	4	16	24

		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.				
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.	6	11	24	41
3	Произвольная система сил.	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. Аналитические условия равновесия произвольной пространственной системы сил, случай параллельных сил.	2	2	8	12
4	Центр тяжести твердых тел.	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	2	1	8	11

		тяжести тел.				
5	Кинематика точки и твердого тела.	Предмет кинематики. Задачи кинематики. Способы задания движения точки. Вычисление кинематических характеристик точки при различных способах задания ее движения. Частные случаи движения точки. 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.	2	-	8	10
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. Количество движения материальной точки. Элементарный импульс силы. Импульс силы за конечный промежуток времени. Теорема об изменении количества движения точки. Работа силы тяжести, упругости, трения. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.	2	-	8	10
Итого			18	18	72	108

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
УК-1	знать постановку и методы решения задач механики при равновесии механических систем	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено более 50%, наличие конспекта	Посещено менее 50%, отсутствует конспект
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии твердых тел и механических систем	Посещение и работа на практических занятиях	Посещено более 50%, решено более 60% из текущих тестовых задач	Посещено менее 50%, тестовые задачи не решены
	владеть фундаментальными принципами и методами статического расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГЗ)	Выполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-4	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено более 50%, наличие конспекта	Посещено менее 50%, отсутствует конспект
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения	Посещение и работа на практических занятиях	Посещено более 50%, решено более 60% из текущих тестовых задач	Посещено менее 50%, 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)	Выполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать постановку и методы решения задач механики при равновесии механических систем	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии 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 статического расчета выбранных конструктивных схем для	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГЗ не выполнено или выполнено неверно

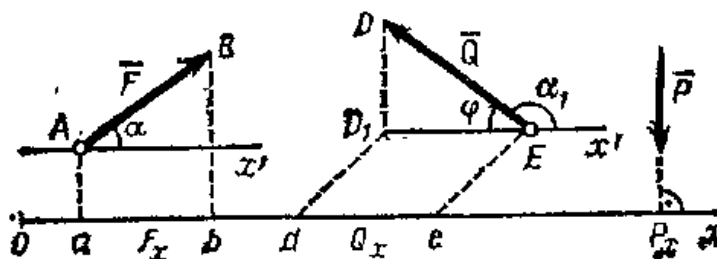
	механических систем, в том числе строительных			
ОПК-4	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	уметь выделять основные характеристики 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

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) Проекция силы на ось.

Проекция силы на ось есть алгебраическая величина, равная произведению модуля силы на косинус угла между силой и положительным направлением оси. Если этот угол острый – проекция положительна, если тупой – отрицательна, а если сила перпендикулярна оси, то ее проекция на ось равна нулю.



$$F_x = F \cos \alpha, \quad Q_x = Q \cos \alpha_1 = -Q \cos \varphi, \quad P_x = 0.$$

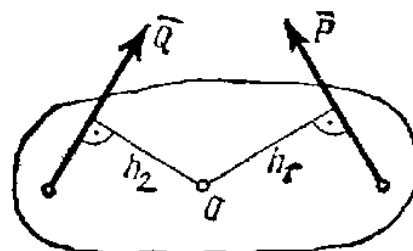
2) Алгебраический момент силы относительно центра.

Алгебраический момент силы $\vec{F}$ относительно центра O равен взятому с соответствующим знаком произведению модуля силы на ее плечо, т. е.

$$m_O(\vec{F}) = \pm Fh.$$

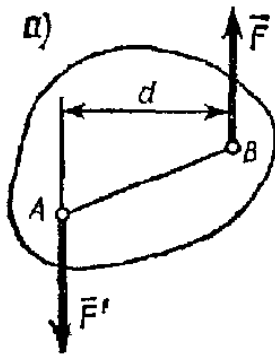
Плечо – это кратчайшее расстояние (длина перпендикуляра) от центра O до линии действия силы. Если линия действия пересекает центр, то ее момент относительно него равен нулю (плечо $h = 0$).

При этом в правой системе координат, принятой в механике, момент считается положительным, когда сила стремится



повернуть тело вокруг центра O против хода часовой стрелки, и отрицательным – когда по ходу часовой стрелки. Так, для сил, изображенных на рис.: $m_O(\bar{P}) = Ph_1$, $m_O(\bar{Q}) = -Qh_2$.

3) Пара сил. Алгебраический момент пары.



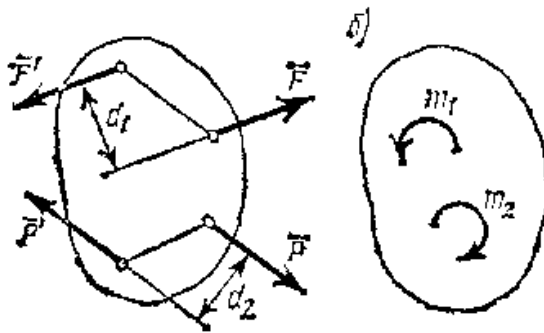
Парой сил называется система двух равных по модулю, параллельных и направленных в противоположные стороны сил, действующих на абсолютно твердое тело.

Пара сил не имеет равнодействующей, однако силы пары не уравниваются, т.к. они не направлены по одной прямой. Пара сил стремится произвести вращение твердого тела, к которому приложена.

Плоскость, проходящая через линии действия пары сил, называется плоскостью действия пары. Расстояние d между линиями действия сил пары называется плечом пары.

Алгебраический момент пары равен взятому с соответствующим знаком произведению модуля одной из сил пары на плечо пары:

$$m = \pm F \cdot d.$$



Правило знаков здесь такое же, как для момента силы. Так, для изображенной на рисунке пары $\bar{F}$, $\bar{F}'$ момент $m_1 = F \cdot d_1$, а для пары $\bar{P}$, $\bar{P}'$ момент $m_2 = -P \cdot d_2$. Поскольку пара сил характеризуется только ее моментом, то на рисунках пару изображают часто просто дуговой стрелкой, показывающей направление поворота пары.

Дуга стрелкой, показывающей направление поворота пары.

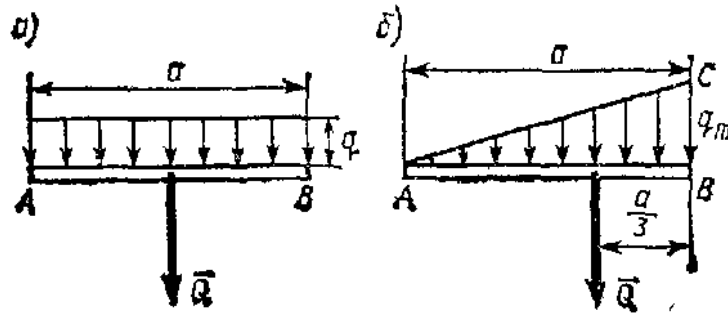
4) Уравнения равновесия для плоской системы сил.

Для равновесия произвольной плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух координатных осей и сумма их моментов относительно любого центра, лежащего в плоскости действия сил, были равны нулю.

$$R_x = \sum F_{kx} = 0, \quad R_y = \sum F_{ky} = 0, \quad M_O = \sum m_O(\bar{F}_k) = 0.$$

5) Распределенная нагрузка для плоской системы сил.

Плоская система распределенных сил характеризуется ее интенсивностью q , т. е. значением силы, приходящейся на единицу длины нагруженного отрезка. Измеряется интенсивность в ньютонах, деленных на метр (Н/м).



а) Силы,
равномерно

распределенные вдоль отрезка прямой (рис а). Для такой системы сил интенсивность q имеет постоянное значение. При статических расчетах эту систему сил можно заменить равнодействующей $\bar{Q}$, приложенной в середине отрезка AB , и по модулю равной $Q = q \cdot a$.

б) Силы, распределенные вдоль отрезка прямой по линейному закону (рис. б). Для этих сил интенсивность q является величиной переменной, растущей от нуля до максимального значения q_m . Равнодействующая $\bar{Q}$ таких сил определяется аналогично равнодействующей сил тяжести, действующих на однородную треугольную пластину ABC . Так как вес однородной пластины пропорционален ее площади, то, по модулю, $Q = 0,5 \cdot a \cdot q_m$.

б) Плоские фермы.

Фермой называется жесткая конструкция из прямолинейных стержней, соединенных на концах шарнирами. Если все стержни фермы лежат в одной плоскости, ферму называют плоской. Места соединения стержней фермы называют узлами. Все внешние нагрузки к ферме прикладываются только в узлах.



Стержни плоской фермы, расположенные по верхнему контуру, образуют верхний пояс, а расположенные по нижнему контуру – нижний пояс фермы. Вертикальные стержни называют стойками, а наклонные – раскосами.

При расчете фермы трением в узлах и весом стержней пренебрегают или распределяют веса стержней по узлам. Тогда на каждый из

стержней фермы будут действовать две силы, приложенные к его концам, которые при равновесии могут быть направлены только вдоль стержня. Следовательно, можно считать, что стержни фермы работают только на растяжение или на сжатие.

7) Расчет плоских ферм.

Расчет фермы сводится к определению опорных реакций и усилий в ее стержнях. Причем, опорные реакции можно найти обычными методами статики, рассматривая ферму как твердое тело. Усилия в стержнях определяются с помощью метода вырезания узлов или метода Риттера (сечений).

Метод вырезания узлов. При этом методе мысленно вырезают узлы фермы и прикладывают к ним соответствующие внешние силы и реакции стержней и составляют уравнения равновесия сходящихся сил, приложенных к каждому узлу ($\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$). Условно предполагают, что все стержни растянуты, т.е. реакция стержней направлены от узлов. Если в результате вычислений получают ответ со знаком минус, то это значит, что соответствующий стержень сжат. Последовательность рассмотрения узлов определяется обычно условием, что число неизвестных сил, приложенных к узлу, не должно превышать числа уравнений равновесия, т.е. двум. Если вычисления правильные, то многоугольники сил, приложенных к узлам, должны быть замкнутыми.

Метод Риттера (сечений). Этим методом удобно пользоваться для определения усилий в отдельных стержнях фермы, в частности для проверочных расчетов. Идея метода состоит в том, что ферму разделяют на две части сечением, проходящим через три стержня, в которых (или в одном из которых) требуется определить усилия, и рассматривают равновесие одной из этих частей. Действие отброшенной части заменяют соответствующими силами, направляя их вдоль разрезанных стержней от узлов. Затем составляют уравнения моментов сил, действующих на рассматриваемую часть фермы, относительно точки пересечения двух рассеченных стержней, усилия в которых на данном этапе не определяются. Это точка пересечения называется точкой Риттера. Если точка Риттера находится в бесконечности, т.е. стержни параллельны, то составляют уравнение проекций сил, приложенных к рассматриваемой части фермы, на ось перпендикулярную этим параллельным стержням.

8) Трение скольжения.

При стремлении сдвинуть одно тело по поверхности другого или при скольжении сила трения направлена в сторону, противоположную движению, и равна произведению коэффициента трения на нормальное давление:

$$F_{\text{тр}} = f \cdot N.$$

Коэффициент трения скольжения f является величиной безразмерной и определяется опытным путем.

При аналитическом решении задач с учетом силы трения реакцию шероховатой связи изображают двумя ее составляющими $\bar{N}$ и $\bar{F}_{\text{тр}}$. Затем составляют обычные уравнения равновесия и присоединяют к ним равенство $F_{\text{тр}} = f N$, из этой системы и определяют искомые величины.

9) Уравнения равновесия для пространственной системы сил.

Для равновесия произвольной пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из трех координатных осей и суммы их моментов относительно этих осей были равны нулю:

$$1) \sum F_{kx} = 0, 2) \sum F_{ky} = 0, 3) \sum F_{kz} = 0;$$

$$4) \sum m_x(\bar{F}_k) = 0, 5) \sum m_y(\bar{F}_k) = 0, 6) \sum m_z(\bar{F}_k) = 0.$$

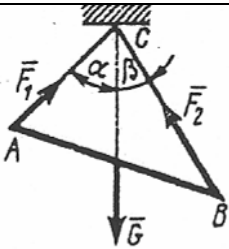
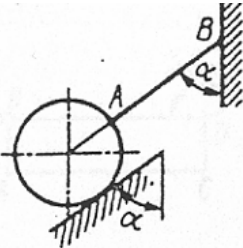
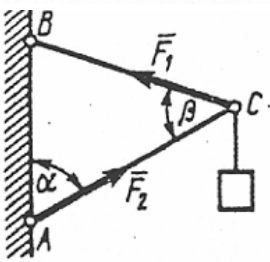
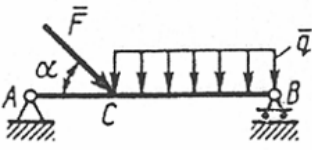
10) Координаты центра тяжести плоской фигуры.

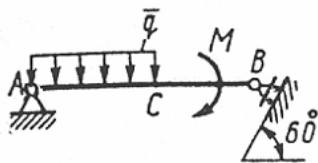
Координаты центра тяжести для плоской фигуры:

$$x_C = \frac{1}{S} \sum s_k x_k, \quad y_C = \frac{1}{S} \sum s_k y_k,$$

где S – площадь всей пластины; s_k – площади ее частей. При этом точку C называют центром тяжести площади S .

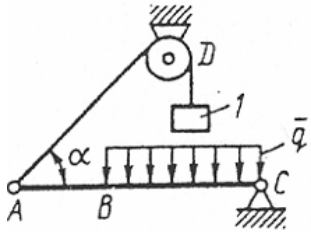
7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Равновесие системы сходящихся сил	
	Определить вес балки AB, если известны силы натяжения веревок $F_1 = 120 \text{ Н}$ и $F_2 = 80 \text{ Н}$. Заданы углы $\alpha = 45^\circ$ и $\beta = 30^\circ$ между вертикалью и веревками AC и BC соответственно. (154 Н)
	Однородный шар весом 12 Н удерживается в равновесии на гладкой наклонной плоскости с помощью веревки AB. Определить давление шара на плоскость, если угол $\alpha = 60^\circ$. (10,4 Н)
	Шарнирный трехзвенник ABC удерживает в равновесии груз, подвешенный к шарнирному болту C. Под действием груза стержень AC сжат силой $F_2 = 25 \text{ Н}$. Заданы углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Считая стержни AC и BC невесомыми, определить усилие в стержне BC. (22,4 Н)
Равновесие произвольной плоской системы сил	
	На балку AB действуют распределенная нагрузка интенсивностью $q = 2 \text{ Н/м}$ и сила $F = 6 \text{ Н}$. Определить реакцию опоры B, если длина $AC = \frac{1}{3} AB$, угол $\alpha = 45^\circ$. $AB = 3 \text{ м}$. (4,08 Н)



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.

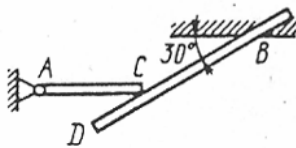
(200 Н)



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.

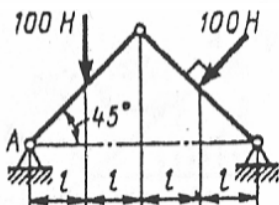
(9,05 Н/м)

Равновесие составных конструкций



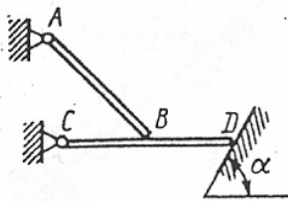
Однородный горизонтальный стержень AC , вес которого равен 180 Н, свободно опирается в точке C на балку BD . Определить реакцию балки BD на стержень AC .

(104 Н)



Определить вертикальную составляющую реакции в шарнире A .

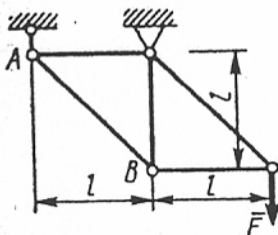
(110 Н)



Однородная балка AB , вес которой 200 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.

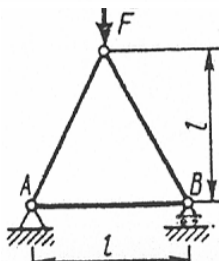
(100 Н)

Расчет плоских ферм (метод вырезания узлов)



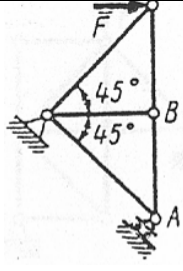
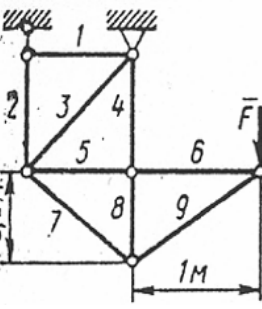
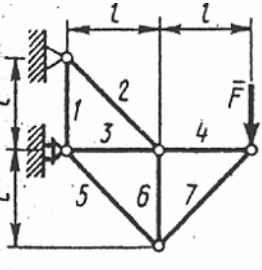
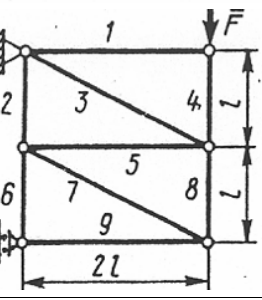
Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 300$ Н.

(-424 Н)



Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 400$ Н.

(100 Н)

	Определить усилие в стержне AB. Сила $F = 400 \text{ Н}$. (-400 Н)
Расчет плоских ферм (метод сквозных сечений)	
	Определить усилие в стержне 5. Сила $F = 480 \text{ Н}$. (800 Н)
	Определить усилие в стержне 3. Сила $F = 460 \text{ Н}$. (-460 Н)
	4.3.10 Определить усилие в стержне 8. Сила $F = 260 \text{ Н}$. (-130 Н)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

РГЗ. 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° к горизонтальной оси, приложенная в точке K , и сила под углом 30° 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).

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.

Рисунки

(последняя цифра в номере зачетной книжки)

Рис. 0

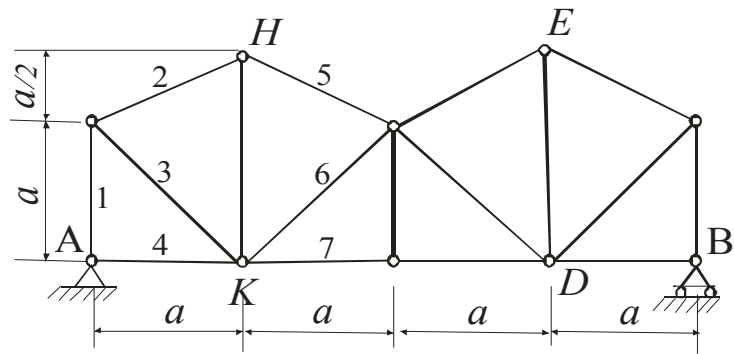


Рис. 1

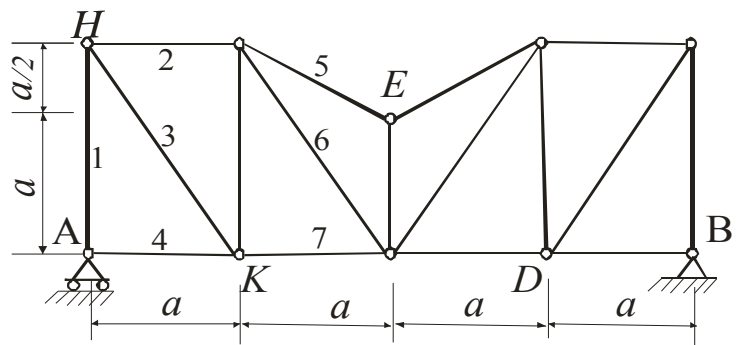


Рис. 2

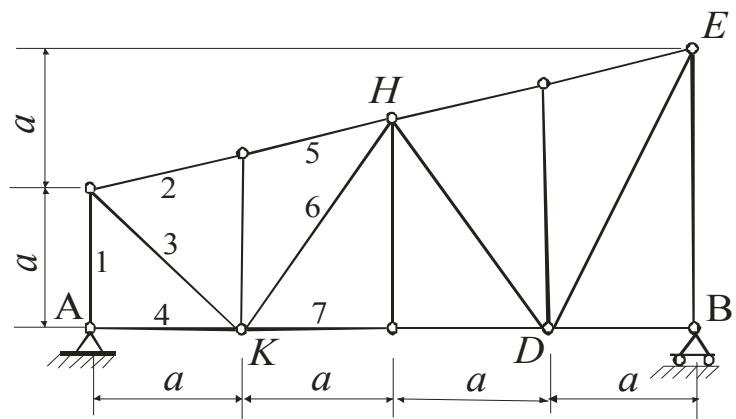


Рис. 3

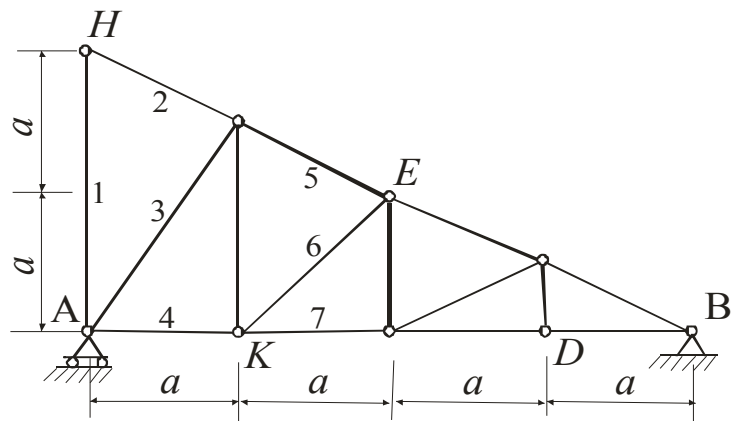


Рис. 4

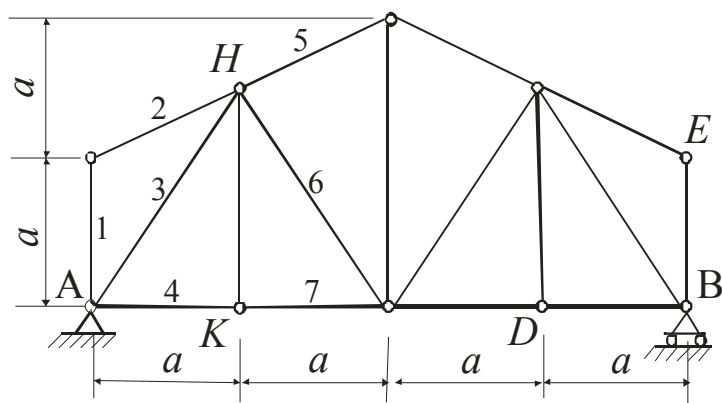


Рис. 5

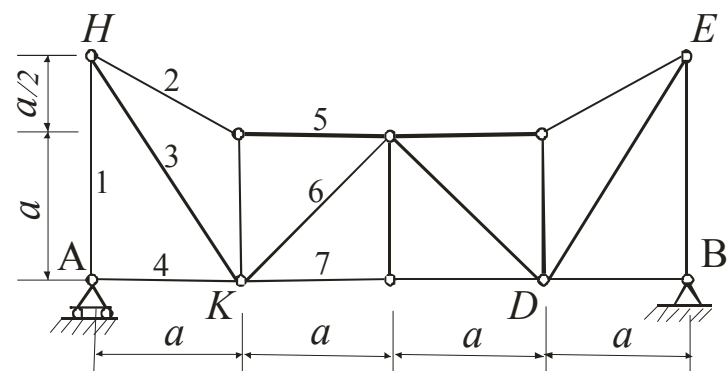


Рис. 6

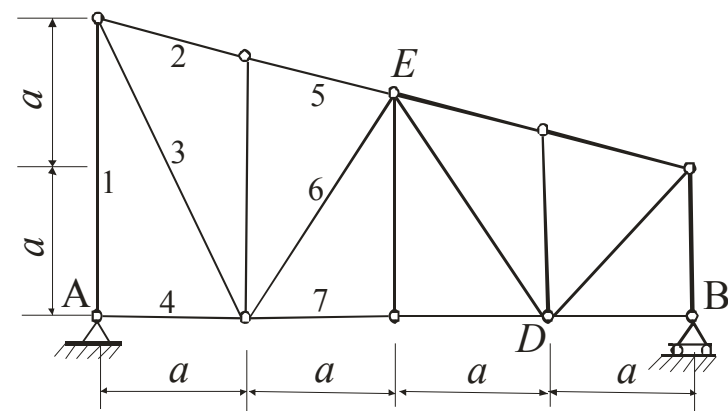


Рис. 7

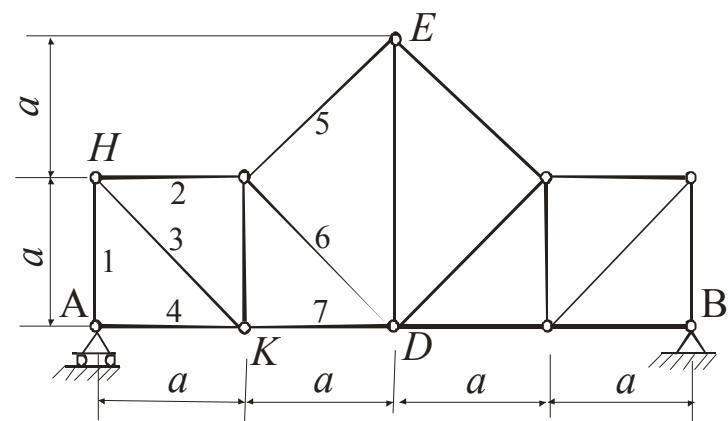


Рис. 8

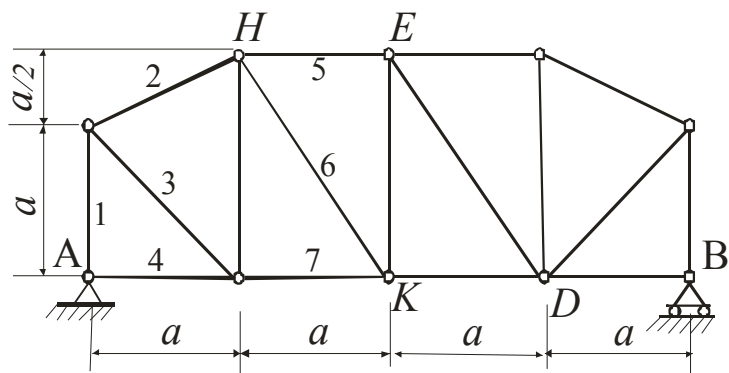
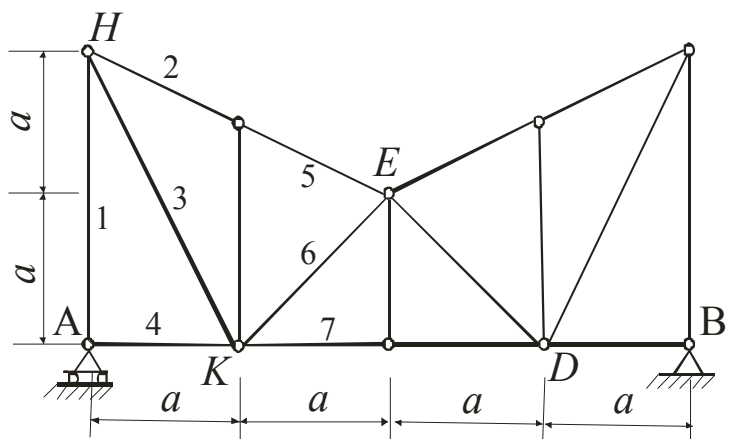


Рис. 9



Таблица

(предпоследняя цифра в номере зачетной книжки)

№ условия	Силы $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 10 \text{ кН}$							
	Точка приложения	α_1	Точка приложения	α_2	Точка приложения	α_3	Точка приложения	α_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	-	-

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 6» выбрать «ferm6» 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».

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия статики.
2. Аксиомы статики.
3. Связи и их реакции. Принцип освобождаемости от связей.
4. Проекция силы на ось.
5. Равновесие системы сходящихся сил.
6. Теорема о трёх силах.
7. Плоская система сил. Алгебраические моменты силы и пары.
8. Распределённая нагрузка.
9. Уравнения равновесия плоской системы сил (3 формы).
10. Трение скольжения.
11. Равновесие составных конструкций.
12. Плоские фермы. Леммы о нулевых стержнях.
13. Расчёт плоских ферм (метод вырезания узлов и метод сечений).

14. Момент силы относительно центра (как вектор) и относительно оси.
15. Момент пары (как вектор). Теорема о сложении пар. Теорема об эквивалентности пар, вытекающие свойства пары.
16. Теорема Пуансо о параллельном переносе силы.
17. Теорема о приведении системы сил к центру.
18. Условия равновесия системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей относительно центра и оси.
19. Вычисление главного вектора и главного момента пространственной системы сил.
20. Уравнения равновесия пространственной системы сил.
21. Центр тяжести твёрдого тела. Координаты центра тяжести для объёмных тел.
22. Координаты центра тяжести плоской фигуры.
23. Методы нахождения центра тяжести твёрдых тел.
24. Способы задания движения точки.
25. Скорость и ускорение точки при векторном и координатном способах задания её движения.
26. Поступательное движение твёрдого тела, его свойства.
27. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси.
28. Скорости и ускорения точек вращающегося твёрдого тела.
29. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки.
30. Две задачи динамики.
31. Теорема об изменении количества движения точки.
32. Работа силы тяжести, трения.
33. Теорема об изменении кинетической энергии точки.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом.

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 и верно выполнил свой вариант расчетно-графического задания (РГЗ), 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 или не выполнено РГЗ, то эти задачи решаются до устного опроса.

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.	УК-1, ОПК-4	Теоретические вопросы для зачета.
2	Система сил, расположенных в одной плоскости.	УК-1, ОПК-4	Теоретические вопросы для зачета. Стандартные задачи на практических занятиях; выполнение

			РГЗ.
3	Произвольная система сил.	УК-1, ОПК-4	Теоретические вопросы для зачета.
4	Центр тяжести твердых тел.	УК-1, ОПК-4	Теоретические вопросы для зачета. Стандартные задачи на практических занятиях.
5	Кинематика точки и твердого тела.	УК-1, ОПК-4	Теоретические вопросы для зачета.
6	Динамика точки.	УК-1, ОПК-4	Теоретические вопросы для зачета.

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. 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.

Оценка при проведении промежуточной аттестации может проводиться по итогам текущей успеваемости, выполнения тестовых заданий и сдачи РГЗ.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Бабанов В.В. Теоретическая механика для архитекторов: учебник в 2 т.: доп. МО РФ. Т. 1. – М.: Академия, 2008. – 247 с. – (Высшее профессиональное образование).

Режим доступа: основное книгохранилище, ул. 20-летия Октября, 84, корп. 5, к. 5104. (121 экз.)

2. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: Учеб. пособие. – 52-е изд., стер. / Под ред. В.А. Пальмова, Д.Р. Меркина. – СПб.: издательство «Лань», 2019. – 448 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

Режим доступа: ЭБС «Лань».

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. – 107 с. (300 экз.)

Режим доступа: основное книгохранилище, ул. 20-летия Октября, 84, корп. 5, к. 5104. (300 экз.)

Электронный код доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93296.html>

4. Сборник коротких задач по теоретической механике: учеб. пособие / Под ред. О.Э. Кепе. – 7-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2020. – 368 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

Режим доступа: ЭБС «Лань».

5. Бать М.И., Джанилидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1. Статика и кинематика: учеб. пособие. 12-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2021. – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

Режим доступа: ЭБС «Лань».

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 аудитория 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 и прикладная механика» читаются лекции, проводятся практические занятия, в объемах часов самостоятельной работы выполняется расчетно-графическое задание.

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 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 расчета конструкций и их элементов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории. Курс посвящен подробному изучению раздела статика и носит ознакомительный характер по кинематике и динамике. По статике в аудитории проводится самостоятельная работа по индивидуальным вариантам тестовых задач.

В качестве промежуточного контроля знаний по курсу теоретической и прикладной механики в третьем семестре для очной формы обучения предусмотрен зачет.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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-графического задания.
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-графического задания аналогично разобранным примеру на практических занятиях; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиадах; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	При подготовке к зачету 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.

