

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**по учебной дисциплине  
ОПЦ.02 Техническая механика**

**для студентов специальностей  
*08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.***

**ОДОБРЕНО:**

Предметно-цикловой комиссией  
«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Методической комиссией  
Протокол №5 от 21.02.2019 г

Председатель В.Д. Чашемова

Протокол № 6 от 20.02.2019

**Составитель:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК Т.М. Менакова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Техническая механика».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на формирование универсальных учебных действий, подготовку обучающихся к освоению программы подготовки специалистов среднего звена.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	6
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	8
Практическое занятие № 1 .....	8
Практическое занятие № 2 .....	10
Практическое занятие № 3 .....	12
Практическое занятие № 4 .....	14
Практическое занятие № 5 .....	15
Практическое занятие № 6 .....	16
Практическое занятие № 7 .....	17
Практическое занятие № 8 .....	19
Лабораторное занятие № 1 .....	20
Лабораторное занятие № 2 .....	22
Лабораторное занятие № 3 .....	24
Практическое занятие № 9 .....	25
Практическое занятие № 10 .....	27
Практическое занятие № 11 .....	28
Практическое занятие № 12 .....	30
Практическое занятие № 13 .....	31
Практическое занятие № 14 .....	32

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности).

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Техническая механика» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В рамках практического/лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических/лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У3. определять усилия в стержнях ферм;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1. Подбирать наиболее оптимальные решения из строительных конструкций и материалов, разрабатывать узлы и детали конструктивных элементов зданий и сооружений в соответствии с условиями эксплуатации и назначениями (ПК-1);

ПК 1.2. Выполнять расчеты и конструирование строительных конструкций (ПК-2)..

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие

ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Техническая механика» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
<b>Раздел 1. Теоретическая механика</b>			<b>ОК01-04/ПК1.3</b>
<b>Тема 1.1. Статика. Основные понятия и аксиомы. Плоская система сходящихся сил.</b>	Практическая работа 1. Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил аналитически.	2	У2, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, У04.8
	Практическая работа 2. Решение задач на определение реакции связей графически	2	
<b>Тема 1.2. Пара сил и момент силы относительно точки. Плоская система произвольно расположенных сил.</b>	Практическая работа 3. Решение задач на определение реакций в шарнирах балочных систем.	2	У2, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, У04.8
	Практическая работа 4. Решение задач на определение реакций жестко заземленных балок	2	
<b>Тема 1.3. Пространственная система сил</b>	Практическая работа 5. Определение момента силы относительно оси пространственной системы произвольно расположенных сил.	2	У2, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, У04.8
<b>Тема 1.4. Центр тяжести</b>	Практическая работа 6. Определение центра тяжести плоских фигур и сечений, составленных из стандартных прокатных профилей.	2	У1, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, У04.8
	Практическая работа 7. Определение центра тяжести сложных сечений, составленных из простых геометрических фигур.	2	
<b>Раздел 2. Сопротивление материалов</b>			
<b>Тема 2.1. Основные положения сопромата. Растяжение и сжатие.</b>	Практическая работа 8. Решение задач на построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений сечений бруса.	2	У1, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, У04.8
	Лабораторная работа 1 Испытание образцов материалов на растяжение	2	
	Лабораторная работа 2 Испытание образцов материалов на сжатие	2	
<b>Тема 2.2. Практические расчеты на срез и смятие. Геометрические характеристики плоских сечений.</b>	Лабораторная работа 3 Испытание стали на сдвиг (срез)	2	У1, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, У04.8

<b>Тема 2.3. Кручение.</b>	Практическая работа 9. Решение задач на построение эпюр крутящих моментов, углов закручивания. Выполнение расчетов на прочность и жесткость при кручении	2	У1, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2
<b>Тема 2.5. Изгиб</b>	Практическая работа 10. Решение задач на построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов	2	У1, У2, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, У04.8
	Практическая работа 11. Выбор рациональных сечений балки	2	
<b>Раздел 3. Статика сооружений</b>			
<b>Тема 3.3 Многопролетные статически определимые балки</b>	Практическая работа 12. Расчет многопролетной шарнирной балки	2	У2, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2
<b>Тема 3.5 Статически определимые плоские рамы</b>	Практическая работа 13. Расчет плоских рам	2	У2, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2
<b>Тема 3.6 Плоские статически определимые фермы</b>	Практическая работа 14. Определение усилий в стержнях статически определимых ферм аналитическим и графическим способами	2	У2, У3, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, У04.8
<b>ИТОГО</b>		<b>34</b>	

При заочной форме обучения лабораторные занятия №1, №2, №3 и практические занятия №5, №6, №7, №8, №9, №12, №13, прорабатываются обучающимися самостоятельно.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

#### Тема 1.1. Статика. Основные понятия и аксиомы. Плоская система сходящихся сил.

#### Практическое занятие № 1

#### Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил аналитически.

**Цель:** определить равнодействующую плоской системы сходящихся сил аналитическим способом.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

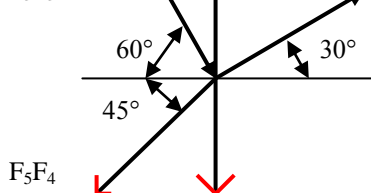
**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**

$F_1 F_2 F_3 = 2 \text{ кН}$

$F_2 = 5 \text{ кН}$

$F_3 F_4 = 3 \text{ кН}$



$F_4 = F_5 = 7 \text{ кН}$

1. Начертить плоскую систему сходящихся сил. Модули сил, выходящих из начала координат, и образующие с положительным направлением оси  $x$  углы  $\alpha$  указанные в задании.
2. Определить равнодействующую плоской системы сходящихся сил аналитическим способом.

**Порядок выполнения работы:**

1. Вычертить задание в тетради для практических и лабораторных работ
2. Спроецировать все силы на ось  $Ox$   $\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + F_{4x} + F_{5x}$ ;
3. Спроецировать все силы на ось  $Oy$   $\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + F_{4y} + F_{5y}$ ;
4. Определить равнодействующую  $\sum F = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2}$ .

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - верно выполнены и оформлены 5 задач.



«Хорошо» - безошибочно выполнены 4 задачи;

«Удовлетворительно»- верно выполнены и оформлены 3 задачи, или выполнены и оформлены 5 задач с допущением незначительных ошибок.

«Неудовлетворительно»- верно выполнено менее трех задач.

## Тема 1.1. Статика. Основные понятия и аксиомы. Плоская система сходящихся сил.

### Практическое занятие № 2

#### Решение задач на определение реакции связей графически

**Цель:** определить равнодействующую плоской системы сходящихся сил аналитическим способом.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

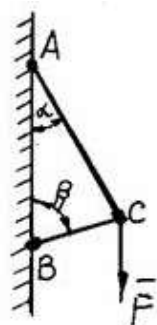
У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде. **Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**



1. Вычертить задание в масштабе.
2. Определить равнодействующую плоской системы сходящихся сил аналитическим способом.

**Порядок выполнения работы:**

1. Освободимся от связей и заменим их действие силами реакций
2. Определить возможное направление реакций связей.
3. Выбрать масштаб силы F (например,  $10 \text{ Н} = 1 \text{ мм}$ )
4. Вычертить многоугольник сил системы, начиная с известных сил в некотором масштабе. Многоугольник должен быть замкнут, все векторы слагаемые направлены в одну сторону по обходу контура.
5. Измерив длины неизвестных векторов и умножив их значения на масштаб, определим значения усилий.
6. Для проверки найденных значений проведем аналитическое решение, составив для этого уравнения равновесия.

Для уточнения решения рекомендуется определить величины векторов (сторон многоугольника) с помощью геометрических зависимостей. Для треугольника сил можно воспользоваться теоремой синусов: отношение сторон треугольника к синусу противоположного угла – величина постоянная:

$$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma} = \text{const.}$$

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - верно выполнены и оформлены 5 задач.

«Хорошо» - безошибочно выполнены 4 задачи;

«Удовлетворительно»- верно выполнены и оформлены 3 задачи, или выполнены и оформлены 5 задач с допущением незначительных ошибок.

«Неудовлетворительно»- верно выполнено менее трех задач.

## Тема 1.2. Пара сил и момент силы относительно точки. Плоская система произвольно расположенных сил.

### Практическое занятие № 3

#### Решение задач на определение реакций в шарнирах балочных систем.

**Цель:** составить уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил в 2х опорной балке и определить реакции в опорах.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**

1. Определить реакции в опорах балочных систем.

2. Произвести проверку правильности решения.

**Краткие теоретические сведения:**

Для решения задач на равновесие плоской системы сил можно пользоваться любой формой уравнений равновесия. Целесообразно составлять уравнения так, чтобы они были решены наиболее просто и быстро. Каждое из уравнений равновесия должно содержать одну неизвестную.

В качестве центров моментов рекомендуется выбирать точку опоры, так как уравнение моментов относительно этой точки содержит одну неизвестную. Направление координатных осей следует выбирать так, чтобы одна из осей была перпендикулярна некоторым неизвестным силам, а при проектировании этих сил на эту ось в уравнение они не войдут.

**Порядок выполнения работы:**

1 Вычертить задание

2 Составить расчетную схему, заменив опоры реакциями связей.

3 Записать систему уравнений равновесия

4 Определить неизвестные реакции

5 Выполнить проверку

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

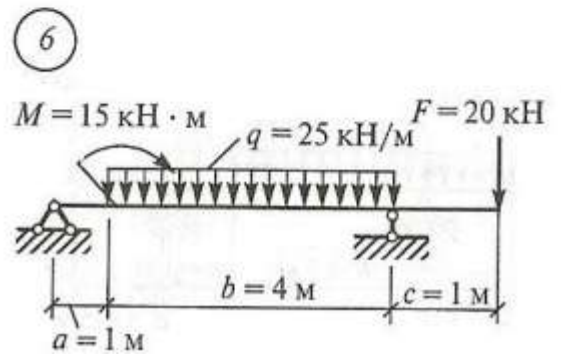
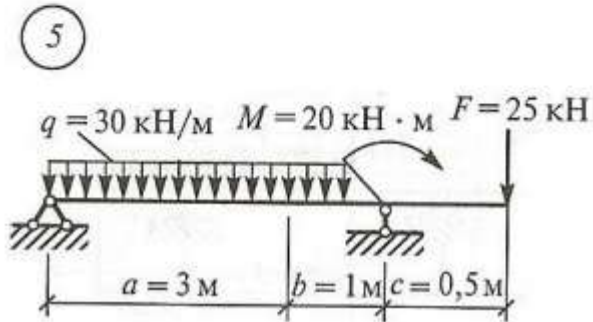
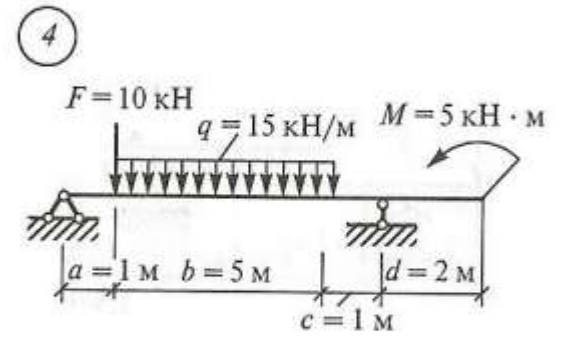
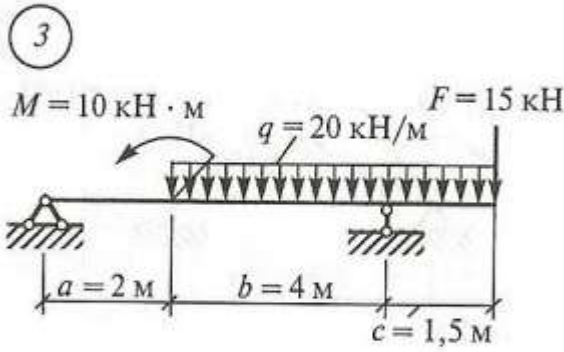
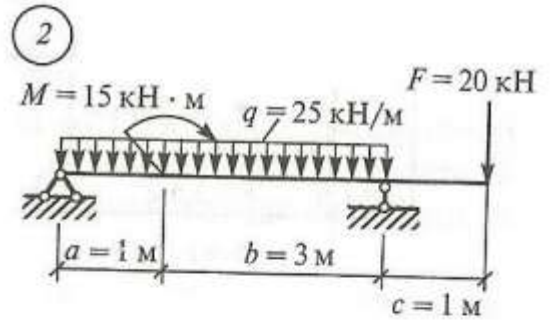
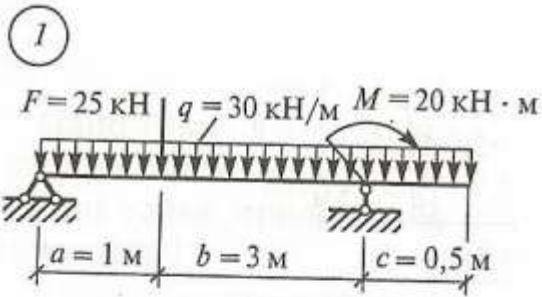
**Критерии оценки:**

«Отлично» - верно выполнены и оформлены не менее 5 задач.

«Хорошо» - безошибочно выполнены 4 задачи;

«Удовлетворительно»- верно выполнены и оформлены 3 задачи, или выполнены и оформлены 6 задач с допущением незначительных ошибок.

«Неудовлетворительно»- верно выполнено менее трех задач.



**Тема 1.2. Пара сил и момент силы относительно точки. Плоская система произвольно расположенных сил.  
Практическое занятие № 4  
Решение задач на определение реакций жестко заземленных балок**

**Цель:** составить уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил в одноопорной балке и определить реакции в опоре

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

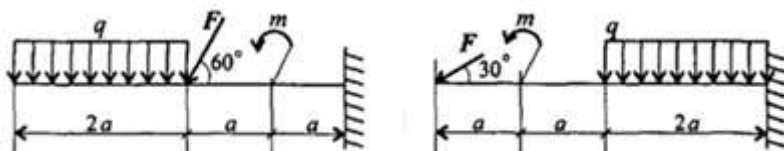
У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**

1. Определить реакции в опорах балочных систем.
2. Произвести проверку правильности решения.

**Задание:**



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки.

Провести проверку решения.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Вычертить задание
- 2 Составить расчетную схему, заменив опору реакциями связей.
- 3 Записать систему уравнений равновесия
- 4 Определить неизвестные реакции
- 5 Выполнить проверку

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - верно выполнены и оформлены не менее 5 задач.

«Хорошо» - безошибочно выполнены 4 задачи;

«Удовлетворительно»- верно выполнены и оформлены 3 задачи, или выполнены и оформлены 6 задач с допущением незначительных ошибок.

«Неудовлетворительно»- верно выполнено менее трех задач.

### Тема 1.3. Пространственная система сил

#### Практическое занятие № 5

#### Определение момента силы относительно оси пространственной системы произвольно расположенных сил.

**Цель:** определить моменты сил относительно осей пространственной системы произвольно расположенных сил

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

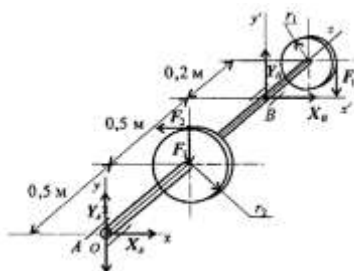
У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**



На горизонтальном валу закреплены два колеса,  $r_1 = 0,5$  м;  $r_2 = 1$  м. К колесу 1 приложена сила  $F_1$ , к колесу 2 — силы  $F_2 = 15$  кН,  $F_3 = 5$  кН. Определить силу  $F_1$  и реакции в шарнирах А и В в состоянии равновесия.

**Порядок выполнения работы:**

1. Определяем силу  $F_1$ , составив уравнение моментов сил относительно оси  $Oz$ .

2. Определяем реакции в опоре А. На опоре действуют две составляющие реакции ( $Y_A$ ;  $X_A$ ).

3. Определяем реакции в опоре В. На опоре действуют две составляющие реакции ( $Y_B$ ;  $X_B$ ).

4. Выполняем проверку используя уравнения проекций.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - верно определены все силы и реакции.

«Хорошо» - ошибка допущена в определении одной силы или реакции.

«Удовлетворительно»- допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно»- более двух ошибок допущено в решении задач.

## Тема 1.4. Центр тяжести Практическое занятие № 6

### Определение центра тяжести плоских фигур и сечений, составленных из стандартных прокатных профилей.

**Цель:** определить положение центра тяжести плоских фигур и сечений, составленных из стандартных прокатных профилей

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

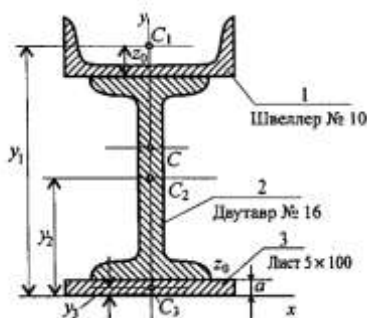
У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**

Определить положение центра тяжести фигуры состоящей из листа 5x100 и прокатных профилей: швеллер № 10 и двутавр № 16.



#### Порядок выполнения работы

- 1 Разбейте сечение на составные профили проката.
2. Положение координатных осей примите следующим образом: ось  $y$  совместите с осью симметрии сечения, следовательно, координата  $X_c = 0$ .  
Ось  $X$  проведите через основание фигуры.
3. Выпишите из стандартов площади профилей и, используя размеры, найдите абсциссы их центров тяжести.
4. Определите координату центра тяжести  $U_c$ :

#### Форма представления результата:

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

#### Критерии оценки:

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно»- допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно»- более двух ошибок допущено в решении задачи.



**Тема 1.4. Центр тяжести**  
**Практическое занятие № 7**

**Определение центра тяжести сложных сечений, составленных из простых геометрических фигур**

**Цель:** определить центр тяжести сложного сечения

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

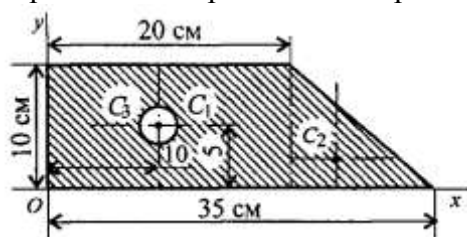
У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**

Определить координаты центра тяжести плоской фигуры



**Порядок выполнения работы:**

1. Разбиваем фигуру на несколько стандартных фигур.
2. Указываем центр тяжести каждой фигуры, и обозначаем их  $C_1, C_2, C_3$ .
3. Выбираем систему координат. Если фигура симметрична, то одну из осей следует располагать вдоль оси симметрии.
4. Определяем площадь и координаты центра тяжести каждой составной фигуры.
5. Составляем формулы для определения координат центра тяжести сечения.

$$x_c = \sum \frac{S_k * x_k}{S};$$
$$y_c = \sum \frac{S_k * y_k}{S}$$

где  $S_k$  – площади частей сечения,

$x_k, y_k$  – координаты ЦТ частей сечения,

$S$  – суммарная площадь сечения

6. Указываем положение центра тяжести фигуры на рисунке.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно»- более двух ошибок допущено в решении задачи.

## Тема 2.1. Основные положения сопромата. Растяжение и сжатие.

### Практическое занятие № 8

Решение задач на построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений сечений бруса.

**Цель:** построить эпюры продольных сил в зависимости от участков нагружения, построить эпюру нормальных напряжений в зависимости от изменения площади, определить относительное удлинение бруса.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

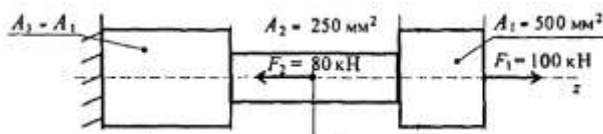
У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**



Ступенчатый брус нагружен вдоль оси двумя силами, построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений и определить перемещение свободного конца.  $L_1=0,5$  м,  $L_2=1,5$  м,  $L_3=1$  м.

**Порядок выполнения работы:**

1 Определить участки нагружения.

2 Определить продольную силу в сечениях на каждом участке нагружения.

3 Построить эпюру.

4 Сопоставляя участки нагружения с границами изменения площади определить нормальные напряжения

5 Построить эпюру нормальных напряжений в выбранном масштабе.

6 На каждом участке определить абсолютное удлинение. Результаты алгебраически ссуммировать.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно»- допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно»- более двух ошибок допущено в решении задачи.

## Тема 2.1. Основные положения сопромата. Растяжение и сжатие.

### Лабораторное занятие № 1

#### Испытание образцов материалов на растяжение

**Цель:** получение диаграммы растяжения стального образца для вычисления механических характеристик материала.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** машина учебная испытательная МИ-40У с компьютером; прибор ДП – 6А для испытания пружин; штангенциркули, конспект лекций, линейка, карандаш, ластик

**Задание:**

1. Изучить диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов;

2. Проверить образец на растяжение до разрушения, построить диаграмму растяжения стали.

3. Определить основные механические характеристики и материал образца по ГОСТ Р МЭК 1047-98 (2003г).

**Порядок выполнения работы.**

1. Изучить правила техники безопасности при проведении работы.

2. Установку и снятие образца производить при выключенном входном рубильнике и пускателе.

3. При проведении испытаний не стоять возле рычага с грузом.

4. Проверить затяжку гаек у приспособления.

5. Вычертить образец до разрушения и определить его размеры:

$$d_0 = \text{мм}, \quad L_0 = \text{мм}, \quad A_0 = \text{мм}^2$$

6. Установить образец в машину и нагрузить его до разрушения, включив машину.

7. Вычертить диаграмму растяжения стали и определить нагрузки в основных точках:

$$F_y = \text{Н}, \quad F_T = \text{Н}, \quad F_{MAX} = \text{Н}, \quad F_K = \text{Н}$$

8. Вычертить образец после разрушения и определить его размеры:

$$d_K = \text{мм}, \quad L_K = \text{мм}, \quad A_K = \text{мм}^2, \quad \Delta L = \text{мм}$$

9. Определить напряжения в основных точках:

$$\sigma_y = F_y / A_0 = \text{Н/мм}^2$$

$$\sigma_T = F_T / A_0 = \text{Н/мм}^2$$

$$\sigma_{MAX} = F_{MAX} / A_0 = \text{Н/мм}^2$$

$$\sigma_K = F_K / A_0 = \text{Н/мм}^2$$

10. Определить относительное сужение и относительное растяжение:

$$\psi = (A_0 - A_K) \cdot 100\% / A_0 = \%$$

$$\varepsilon = \Delta L \cdot 100\% / L_0 = \quad \%$$

11. По таблице ГОСТ Р МЭК 1047-98 (2003г) определить марку стали, выбранной для образца.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, отсутствуют ошибки в расчетах, сделаны выводы по работе.

«Хорошо» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, сделаны выводы по работе, допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

«Неудовлетворительно» - работа не оформлена в соответствии с заданием, не верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

## Тема 2.1. Основные положения сопромата. Растяжение и сжатие.

### Лабораторное занятие № 2 Испытание образцов материалов на сжатие

**Цель:** Получение диаграммы сжатия для разных материалов для вычисления механических характеристик материалов.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

##### **уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** машина учебная испытательная МИ-40У с компьютером; прибор ДП – 6А для испытания пружин; штангенциркули, конспект лекций, линейка, карандаш, ластик

##### **Задание:**

1. Изучить диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов;

2. Проверить образец на сжатие до разрушения, построить диаграмму сжатия.

##### **Порядок выполнения работы:**

Для образца, испытываемого на сжатие вдоль волокон и для образца, испытываемого на сжатие поперек волокон, выполнить:

1. Замерить размеры образцов  $a$ ,  $b$ ,  $h$  до испытания с точностью до 0,1 мм. При сжатии вдоль волокон, волокна направлены вдоль размера  $h$ , а при сжатии поперек волокон, волокна перпендикулярны направлению размера  $h$ .

2. Вставить образец между захватами машины и произвести испытание образца на сжатие. Постепенно увеличивая нагрузку, довести образец до разрушения или до появления трещин, образец из пластического материала до заметного сплющивания. Не допускать при этом перегрузки машин. Записать величину разрушающей нагрузки  $F_B$  с точностью до величины минимального деления шкалы силоизмерителя.

3. Построить диаграмму сжатия

4. Определить сопротивление разрушению.

##### **Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

##### **Критерии оценки:**

«Отлично» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, отсутствуют ошибки в расчетах, сделаны выводы по работе.

«Хорошо» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, сделаны выводы по работе, допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

«Неудовлетворительно» - работа не оформлена в соответствии с заданием, не верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

## Тема 2.2. Практические расчеты на срез и смятие. Геометрические характеристики плоских сечений.

### Лабораторное занятие № 3

#### Испытание стали на сдвиг (срез)

**Цель:** изучить характер разрушения стальных образцов и определить предел прочности при срезе.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** стенд лабораторный по сопротивлению материалов СМ 2; штангенциркули, конспект лекций, линейка, карандаш, ластик

**Задание:**

Определить предел прочности образца на срез и сравнить с пределом прочности на растяжение.

**Порядок выполнения работы:**

1. Установить приспособление для испытаний образцов на срез в машину.

2. Дать нагрузку до среза образца. Снять показание нагрузки.

3. Определить предел прочности материала образца на срез.

4. Определить соотношение между пределами прочности материала на срез и на растяжение.

5. Сделать выводы.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, отсутствуют ошибки в расчетах, сделаны выводы по работе.

«Хорошо» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, сделаны выводы по работе, допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - работа оформлена в соответствии с заданием, верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.

«Неудовлетворительно» - работа не оформлена в соответствии с заданием, не верно определена марка образца, есть ошибки в расчетах, не сделаны выводы по работе.



## Тема 2.3. Кручение. Практическое занятие № 9

Решение задач на построение эпюр крутящих моментов, углов закручивания.

Выполнение расчетов на прочность и жесткость при кручении

**Цель:** с помощью метода сечений построить эпюры крутящих моментов, выполнить проверочные расчеты круглого бруса.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

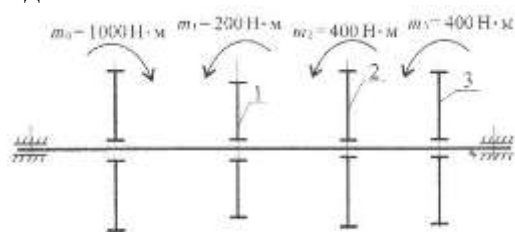
У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**



Определить из условия прочности диаметры вала по сечениям и спроектировать вал. Допускаемое напряжение кручения  $[\tau] = 25 \text{ МПа}$ . Провести проверку по условию жесткости, если модуль упругости  $9 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ , допускаемый угол закручивания  $[\varphi_0] = 0,01 \text{ рад/м}$ .

**Порядок выполнения работы:**

1. Разбиваем вал на участки.
2. Находим крутящий момент на каждом участке.
3. Определяем диаметры валов на каждом участке, исходя из условия прочности и экономичности
4. Вычерчиваем рациональную форму вала
5. Проверяем вал на прочность и экономичность. Определяем касательное напряжение на каждом участке.
6. Делаем вывод о прочности вала.
7. Расставляем характерные точки в местах приложения моментов, начиная с закреплённой стороны вала.
8. Проверяем жесткость вала: определяем углы закручивания на каждом участке.
9. Строим эпюру
10. Делаем вывод о жесткости.
11. Даем рекомендации по эксплуатации.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно»- допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно»- более двух ошибок допущено в решении задачи.

## Тема 2.5. Изгиб Практическое занятие № 10

Решение задач на построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

**Цель:** строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

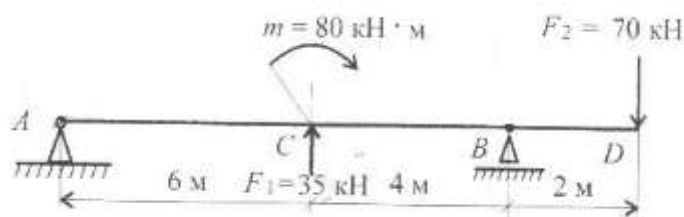
У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**



Построить эпюры изгибающих моментов и поперечной силы. Определить опасное сечение.

**Порядок выполнения работы**

1. Показываем реакции в опорах и определяем их значение.

2. Строим эпюру  $Q$ , начиная с наименее загруженной стороны

3. Расставляем характерные точки в местах приложения сил и моментов.

4. Определяем изгибающиеся моменты относительно данных точек, начиная с наименее загруженной стороны балки, рассматривая каждую силу отдельно.

8. Строим эпюру  $M_{и}$

9. Делаем вывод о нахождении опасного сечения балки  $-M_{\max}$  без учета знака.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно» - более двух ошибок допущено в решении задачи.

## Тема 2.4. Изгиб

### Практическое занятие № 11 Выбор рациональных сечений балки

**Цель:** определить рациональное сечение балки из условия прочности

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений;

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

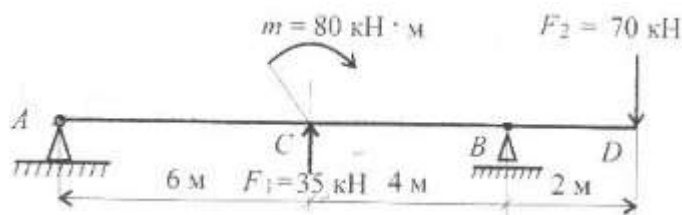
У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**



Определить рациональное поперечное сечение балки, допустимое напряжение  $[\sigma] = 160 \text{ Мпа}$ , отношение высоты к ширине в прямоугольном сечении 2,5, отношение внутреннего диаметра к внешнему при кольцевом сечении 0,8.

**Порядок выполнения работы:**

1. Показываем реакции в опорах и определяем их значение.
2. Строим эпюру Q, начиная с наименее загруженной стороны
3. Расставляем характерные точки в местах приложения сил и моментов.
4. Определяем изгибающиеся моменты относительно данных точек, начиная с наименее загруженной стороны балки, рассматривая каждую силу отдельно.
8. Строим эпюру  $M_{\text{и}}$
9. Делаем вывод о нахождении опасного сечения балки  $-M_{\text{max}}$  без учета знака.
10. Проверяем опасное сечение на прочность.
11. Подобрать сечение балки из условия прочности.
12. Сделать вывод о прочности и экономичности выбранного сечения

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно»- более двух ошибок допущено в решении задачи.

**Тема 3.3**  
**Многопролетные статически определимые балки**  
**Практическое занятие № 12**

Расчет многопролетной шарнирной балки

**Цель:** определить реакции в опорах и построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для многопролетной шарнирной балки

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

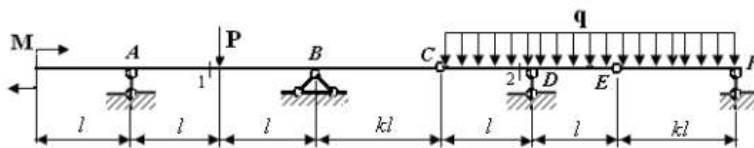
У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов в поперечных сечениях балки.



$M=100$  кНм,  $P=10$  кН,  $q=5$  кН/м,  $l=4$  м,  $k=2$

**Порядок выполнения работы:**

1. Произвести кинематический анализ системы.
2. Построить поэтажную схему.
3. Определить реакции в связях многопролетной статически определимой балки.
4. Построить эпюры внутренних силовых факторов и изгибающих моментов для многопролетной балки.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно»- допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно»- более двух ошибок допущено в решении задачи.

**Тема 3.5**  
**Статически определимые плоские рамы**  
**Практическое занятие № 13**  
**Расчет плоских рам**

**Цель:** построить эпюры продольных и поперечных сил, изгибающих моментов для плоской рамы.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

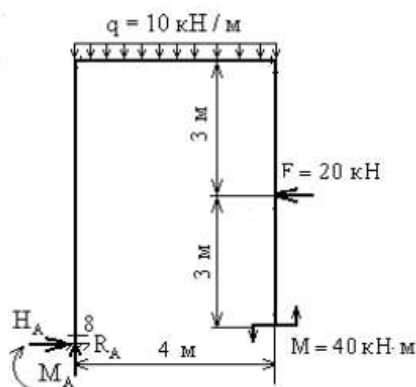
У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**



Определить усилия возникающие в стержнях фермы.

**Порядок выполнения работы:**

1. Произвести кинематический анализ.
2. Определить реакции в опорах.
3. Построить эпюру продольных
4. Построить эпюру поперечных сил.
5. Построить эпюру изгибающих моментов
6. Выполнить проверку

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно» - более двух ошибок допущено в решении задачи.

### Тема 3.6

## Плоские статически определимые фермы Практическое занятие № 14

### Определение усилий в стержнях статически определимых ферм аналитическим и графическим способами

**Цель:** определить усилия в стержнях статически определимых ферм.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;

У3. определять усилия в стержнях ферм;

У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;

У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;

У01.3 определять этапы решения задачи;

У02.4 структурировать получаемую информацию;

У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации;

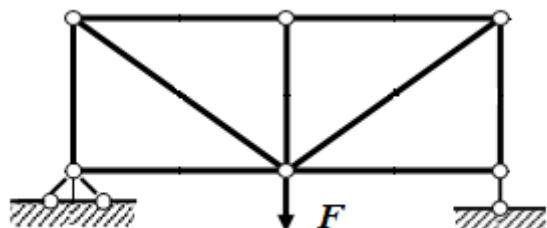
У02.7 оформлять результаты поиска;

У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;

У04.8 эффективно работать в команде.

**Материальное обеспечение:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; конспект лекций, интернет-ресурсы, линейка, транспортир, карандаш, ластик.

**Задание:**



Определить усилия в отмеченных стержнях от заданной нагрузки аналитическим и графическим способами  $F = 20$  кН.

**Порядок выполнения работы:** (

1. Вычертить в масштабе заданную схему фермы.
2. Загрузить ферму в узлах от заданной нагрузки.
3. Определить аналитически усилия во всех стержнях фермы.
4. Составить таблицу значений.
5. Определить графически усилия во всех стержнях фермы (Диаграмма Максвелла-Кремоны).
6. Составить таблицу.
7. Сравнить полученные значения, сделать вывод.

**Форма представления результата:**

Оформленная работа предоставляется преподавателю на проверку в тетради, или по средствам использования образовательного портала МГТУ.

**Критерии оценки:**

«Отлично» - в решении отсутствуют ошибки и неточности.

«Хорошо» - допущено несколько неточностей, отсутствуют грубые ошибки.

«Удовлетворительно» - допущено не более двух ошибок.

«Неудовлетворительно» - более двух ошибок допущено в решении задачи.