

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



ОПЦ.02 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
«общепрофессионального цикла»
программы подготовки специалистов среднего звена
специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Методические указания
для студентов заочной формы обучения

Магнитогорск, 2020

ОДОБРЕНО

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

Председатель  В.Д. Чашемова
Протокол №7 от 17.02.2020 г.

Методической комиссией МпК
Протокол №3 от 26.02.2020 г.

Составитель:

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК, Татьяна Михайловна Менакова

Методические указания по учебной дисциплине «Техническая механика» составлены в соответствии с требованиями к минимуму результатов освоения учебной дисциплины, изложенными в Федеральном государственном стандарте среднего профессионального образования по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. №2, и призваны помочь студентам заочной формы обучения в самостоятельной работе по изучению материалов учебной дисциплины.

Методические указания содержат рекомендации по изучению теоретического блока, задания и общие рекомендации по выполнению контрольной работы, а также включает вопросы и задания к экзамену.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «НАИМЕНОВАНИЕ»	5
2 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	7
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ..	13
4 ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	14
5 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЕТУ/ЭКЗАМЕНУ	48
ПРИЛОЖЕНИЕ А ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ..	51
ПРИЛОЖЕНИЕ ВОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МАРШРУТ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	52

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания для студентов заочной формы обучения по учебной дисциплине «Техническая механика» предназначены для реализации программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Самостоятельная работа при заочной форме обучения является основным видом учебной деятельности и предполагает следующее:

- самостоятельное изучение теоретического материала;
- выполнение контрольной работы;
- подготовку к промежуточной аттестации.

Настоящие методические указания составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины и включают варианты контрольной работы для студентов заочной формы

Цель методических указаний – помочь студентам при самостоятельном освоении программного материала и выполнении домашней контрольной работы.

Методические указания включают:

1. Общую характеристику учебной дисциплины.
2. Содержание тематического плана учебной дисциплины.
3. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы.
4. Варианты контрольной работы.
5. Задания для экзамена.
6. Образец оформления титульного листа контрольной работы.
7. Образец оформления содержания контрольной работы.
8. Образовательный маршрут обучающегося заочной формы по учебной дисциплине.

Наряду с настоящими методическими указаниями студенты заочной формы обучения должны использовать учебно-методическую документацию по учебной дисциплине, включающую рабочую программу; методические указания для практических занятий и лабораторных работ.

Перечень учебно-методического и информационного обеспечения реализации программы учебной дисциплины представлен в рабочей программе на образовательном портале.

Образовательный маршрут

Учебным планом для студентов заочной формы обучения предусматриваются теоретические, практические занятия и лабораторные работы, самостоятельная работа студентов.

Обзорные лекции проводятся по сложным для самостоятельного изучения темам программы и должны помочь студентам систематизировать результаты самостоятельных занятий.

Проведение практических занятий ориентировано на закрепление теоретических знаний, полученных при самостоятельном изучении и на обзорных лекциях, и приобретение необходимых компетенций по изучаемой дисциплине.

Обязательным условием освоения дисциплины является выполнение одной контрольной работы. Методические указания устанавливают единые требования к выполнению и оформлению контрольной работы.

По итогам изучения дисциплины проводится экзамен. Перечни вопросов и варианты заданий представлены в разделе 5.

Образовательный маршрут обучающегося заочной формы по учебной дисциплине представлен в приложении В.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

1.1 Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Учебная дисциплина «Техническая механика» относится к общепрофессиональному циклу. Освоению учебной дисциплины предшествует изучение учебных дисциплин ПД.01 Математика, ПД.03 Физика.

Дисциплина «Техническая механика» является предшествующей для изучения профессиональных модулей: ПМ01. Участие в проектировании зданий и сооружений.

1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению следующими общими и 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).

- 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.

<i>Код ПК/ ОК</i>	<i>Умения</i>	<i>Знания</i>
ПК 1.1.	У1. выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений; У2. определять аналитическим и графическим способами усилия, опорные реакции балок, ферм, рам;	31. законы механики деформируемого твердого тела, виды деформаций, основные расчеты; 32. определение направления реакции связи; 33. определение момента силы относительно точки, его свойства; 34. типы нагрузок и виды опор балок, ферм, рам;
ПК 1.2.	У3. определять усилия в стержнях ферм; У4. строить эпюры нормальных напряжений, изгибающих моментов и др.;	35. напряжения и деформации, возникающие в строительных элементах при работе под нагрузкой; 36. моменты инерции простых сечений элементов и др.;
ОК 01.	У01.2 анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; У01.3 определять этапы решения задачи;	301.3 основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; 301.4 структуру плана для решения задач;
ОК 02.	У02.4 структурировать получаемую информацию;	302.3 формат оформления результатов поиска информации

	У02.5 выделять наиболее значимое в перечне информации; У02.7 оформлять результаты поиска;	
ОК 03.	У03.2 применять современную научную профессиональную терминологию;	303.1 содержание актуальной нормативно-правовой документации; 303.2 современная научная и профессиональная терминология;
ОК 04.	У04.8 эффективно работать в команде	

1.3 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы (заочно)

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной программы	<i>102</i>
в том числе:	
лекции, уроки	<i>12</i>
лабораторные занятия	<i>Не предусмотрено</i>
практические занятия	<i>4</i>
курсовая работа (проект)	<i>Не предусмотрено</i>
консультации	
Самостоятельная работа	<i>80</i>
Промежуточная аттестация	<i>Экзамен</i>
в том числе:	
итоговая контрольная работа	<i>Не предусмотрено</i>
домашняя контрольная работа №1	<i>2 курс</i>

2 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1 Теоретическая механика

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

Основные понятия и термины по теме: статика, вектор, твердое тело, линия действия силы, система сил, внешняя сила, внутренняя сила, сосредоточенные и распределенные нагрузки, реакции связей, проекция силы, равнодействующая, сложение сил, аксиомы, уравнение равновесия.

План изучения темы:

1. Материальная точка, абсолютно твердое тело.
2. Сила. Система сил.
3. Равнодействующая и уравновешивающая силы. Аксиомы статики.
4. Связи и их реакции.
5. Система сходящихся сил. Определение равнодействующей геометрическим способом. Геометрическое условие равновесия.
6. Проекция силы на ось, правило знаков.
7. Аналитическое определение равнодействующей. Уравнения равновесия в аналитической форме.

Практические занятия

Практическая работа 1. Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил аналитически.

Практическая работа 2. Решение задач на определение реакции связей графически

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

Основные понятия и термины по теме: плечо силы, пара сил, момент пары сил, модуль пары сил, эквивалентность пар, плоская система пар, пространственная система пар, условия равновесия, уравнения равновесия, опоры, сосредоточенные и распределенные нагрузки, реакции связей, шарнирно-подвижная и шарнирно-неподвижная опоры, жесткая заделка, балка.

План изучения темы:

1. Пара сил. Момент пары. Момент силы относительно точки.
2. Приведение силы к данной точке.
3. Приведение плоской системы произвольно расположенных сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил и их свойства.
4. Равнодействующая главной системы произвольных сил. Теорема Вариньона.
5. Равновесие системы. Три вида уравнения равновесия.
6. Балочные системы. Точка классификации нагрузок: сосредоточенная сила, сосредоточенный момент, распределенная нагрузка. Виды опор.

Практические занятия

Практическая работа 3. Решение задач на определение реакций в шарнирах балочных систем.

Практическая работа 4. Решение задач на определение реакций жестко заземленных балок.

Тема 1.3. Пространственная система сил.

Основные понятия и термины по теме: условия равновесия, момент силы относительно оси, уравнения равновесия, приведение сил к заданному центру, зависимость между моментами относительно центра и относительно оси.

План изучения темы:

1. Разложение силы по трем осям координат
2. Пространственная система сходящихся сил, ее равновесие

3. Момент силы относительно оси
4. Пространственная система произвольно расположенных сил, ее равновесие.

Практические занятия

Практическая работа 5. Определение момента силы относительно оси пространственной системы произвольно расположенных сил.

Тема 1.4. Центр тяжести

Основные понятия и термины по теме: координаты центра тяжести, метод симметрии, метод отрицательных масс, метод разбиения, стандартные профили проката,.

План изучения темы:

1. Равнодействующая система параллельных сил. Центр системы параллельных сил. Центр тяжести тела.
2. Центр тяжести простых геометрических фигур. Центр тяжести. Определение положения центра тяжести плоской фигуры и фигуры, составленной из стандартных профилей проката

Практические занятия

Практическая работа 6. Определение центра тяжести плоских фигур и сечений, составленных из стандартных прокатных профилей.

Практическая работа 7. Определение центра тяжести сложных сечений, составленных из простых геометрических фигур.

РАЗДЕЛ 2 Сопротивление материалов

Тема 2.1 Основные положения сопромата. Растяжение и сжатие.

Основные понятия и термины по теме: прочность, жесткость, внешние нагрузки, деформации, допускаемые напряжения, допущения в сопротивлении материалов, механические свойства материалов, уравнения равновесия, брус, метод сечений, эпюра, коэффициент запаса прочности, растяжение, сжатие, участок сечения, характерные точки, кручение, изгиб, срез, смятие.

План изучения темы:

1. Задачи сопромата. Понятие о расчетах на прочность и устойчивость.
2. Деформации упругие и пластичные. Классификация нагрузок.
3. Основные виды деформации. Метод сечений.
4. Напряжения: полное, нормальное, касательное.
5. Продольные силы, их эпюры. Нормальные напряжения в поперечных сечениях, их эпюры. Продольные и поперечные деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.
6. Испытание материалов на растяжение и сжатие при статическом нагружении. Коэффициент запаса прочности.
7. Расчеты на прочность: проверочный, проектный, расчет допустимой нагрузки.
8. Растяжение и сжатие в элементах строительных конструкций.

Лабораторные работы/ Практические занятия

Практическая работа 8. Решение задач на построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений сечений бруса.

Лабораторная работа 1 Испытание образцов материалов на растяжение

Лабораторная работа 2 Испытание образцов материалов на сжатие

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

Основные понятия и термины по теме: равнодействующая усилий, площадь сечения, модуль упругости, срез, сдвиг, виды расчетов, напряжения смятия, поперечная сила, упругие

деформации, пластичные деформации, статический момент площади, момент инерции, радиус инерции, центр тяжести, внецентренное нагружение.

План изучения темы:

1. Срез, основные расчетные предпосылки, основные расчетные формулы, условие прочности.
2. Смятие, условности расчета, расчетные формулы, условия прочности. Примеры расчетов.
3. Статический момент площади сечения.
4. Осевой, полярный и центробежный моменты инерции.
5. Моменты инерции простейших сечений: прямоугольника, круга, кольца, определение главных центральных моментов инерции составных сечений.

Лабораторные работы

Лабораторная работа 3 Испытание стали на сдвиг (срез)

Тема 2.3. Кручение.

Основные понятия и термины по теме: кручение, касательные напряжения, эпюра, модуль упругости, полярный момент сопротивления, предел текучести, опасные участки, эпюра крутящих моментов, угол закручивания.

План изучения темы:

1. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модель сдвига. Внутренние силовые факторы при кручении. Эпюры крутящих моментов.
2. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Основные гипотезы
3. Напряжения в поперечном сечении. Угол закручивания.
4. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.

Практические занятия

Практическая работа 9. Решение задач на построение эпюр крутящих моментов, углов закручивания. Выполнение расчетов на прочность и жесткость при кручении

Тема 2.4. Сопротивление усталости. Прочность при динамических нагрузках

Основные понятия и термины по теме: динамические нагрузки, усталость материала, сопротивление усталости, цикл напряжений, период цикла, минимальное и максимальное напряжения, амплитуда цикла, коэффициент асимметрии цикла, подобный цикл, отнулевой цикл, циклическая долговечность, местные напряжения, теоретический коэффициент концентрации цикла, концентратор напряжений, колебание сооружений.

План изучения темы:

1. Циклы напряжений. Усталостное напряжение, его причины и характер. Кривая усталости, предел выносливости.
2. Факторы, влияющие на величину предела выносливости
3. Коэффициент запаса прочности
4. Понятие о динамических нагрузках. Силы инерции при расчете на прочность
5. Приближенный расчет на действие ударной нагрузки
6. Понятие о колебаниях сооружений

Тема 2.5. Изгиб

Основные понятия и термины по теме: изгиб, изменение кривизны оси бруса, чистый изгиб, поперечный изгиб, балка, плоскость изгиба, нормальные напряжения при изгибе, эпюра изгибающих моментов, момент сопротивления сечения изгибу, осевой момент сопротивления, нейтральная линия, линейные перемещения, угловые перемещения.

План изучения темы:

1. Основные понятия и определения. Классификация видов изгиба.
2. Внутренние силовые факторы при прямом изгибе. Эпюры поперечных сил изгибающих моментов. Нормальные напряжения при изгибе

3. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.
4. Расчеты на прочность при изгибе.
5. Рациональные формы поперечных сечений балок из пластичных и хрупких материалов
6. Понятие касательных напряжений при изгибе.
7. Линейные и угловые перемещения при изгибе, их определение. Расчеты на жесткость

Практические занятия

Практическая работа 10. Решение задач на построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

Практическая работа 11. Выбор рациональных сечений балки

РАЗДЕЛ 3. Статика сооружений

Тема 3.1 Основные понятия и расчетные схемы сооружений

Основные понятия и термины по теме: стержневые сооружения, тонкостенные сооружения, массивные сооружения, расчетная схема, плоские сооружения, пространственные сооружения, безраспорные сооружения, распорные сооружения.

План изучения темы:

1. Основные понятия.
2. Расчетная схема сооружений.
3. Классификация расчетных схем сооружений

Тема 3.2 Кинематический анализ плоских стержневых сооружений

Основные понятия и термины по теме: кинематический анализ, статическая изменяемость системы, геометрическая изменяемость системы, диск, шарнирный стержень, степень свободы, простой шарнир, кратный шарнир, узел, мгновенная изменяемость, жесткая связь.

План изучения темы:

1. Геометрически изменяемые и неизменяемые сооружения.
2. Степень свободы плоской системы.
3. Анализ геометрической структуры сооружений.
4. Мгновенная изменяемость системы

Тема 3.3 Многопролетные статически определимые балки

Основные понятия и термины по теме: поэтажная схема, основные элементы, передаточные элементы, подвесные элементы, необходимое число шарниров, эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

План изучения темы:

1. Виды многопролетных балок.
2. Условия неизменяемости.
3. Аналитический расчет многопролетных статически определимых балок.

Практические занятия

Практическая работа 12. Расчет многопролетной шарнирной балки

Тема 3.4 Трехшарнирные арки

Основные понятия и термины по теме: арка, пролет арки, подъем арки, ось арки, условия равновесия, распор, арочный изгибающий момент, балочный изгибающий момент, арка с затяжкой.

План изучения темы:

1. Общие сведения о трехшарнирных арках.

2. Аналитический расчет трехшарнирной арки.
3. Трехшарнирная арка с затяжкой.
4. Кривая давления.
5. Рациональная ось арки.

Тема 3.5 Статически определимые плоские рамы

Основные понятия и термины по теме: рама, стойка, ригель, эпюры продольных и поперечных сил, изгибающих моментов, равновесие узлов.

План изучения темы:

1. Общие сведения.
2. Аналитический расчет простых рам.
3. Аналитический расчет трехшарнирных рам.

Практические занятия

Практическая работа 13. Расчет плоских рам

Тема 3.6 Плоские статически определимые фермы

Основные понятия и термины по теме: ферма, пояс фермы, решетка фермы, панель, стойка, раскос, узел, фермы с треугольной решеткой, фермы с раскосой решеткой, шпренгельные фермы, балочные фермы, консольные фермы, балочно-консольные фермы, арочные фермы, нулевой стержень, диаграмма Максвелла-Кремоны, метод вырезания узлов.

План изучения темы:

1. Общие сведения.
2. Кинематический анализ фермы.
3. Аналитический способ расчета ферм.
4. Графический способ определения сил в стержнях ферм.
5. Понятия о расчете шпренгельных ферм.

Практические занятия

Практическая работа 14. Определение усилий в стержнях статически определимых ферм аналитическим и графическим способами

Тема 3.7 Линия влияния. Расчет сооружений на подвижные нагрузки

Основные понятия и термины по теме: подвижная нагрузка, линии влияния поперечной силы и момента, единичная сила, правые ветви ЛВ, левые ветви ЛВ, поверхность влияния, критический груз, расчетное положение подвижной нагрузки.

План изучения темы:

1. Общие сведения.
2. Статический способ определения линии влияния опорных реакций, M и Q в однопролетной балке.
3. Статический способ построения линии влияния M и Q в консольной балке.
4. Статический способ построения линии влияния в однопролетной балке с консолями.
5. Кинематический способ построения линии влияния.
6. Линии влияния при узловой передаче нагрузки.
7. Линии влияния продольных сил в стержнях фермы.
8. Определения сил по линиям влияния.
9. Нахождение расчетного положения подвижной нагрузки на сооружение.

Тема 3.8 Основные теоремы упругих систем. Определение перемещений

Основные понятия и термины по теме: интеграл Мора, единичное состояние, формула Верещагина, единичная эпюра, грузовое состояние, потенциальная энергия деформаций, обобщенная сила, обобщенное перемещение, теорема Клапейрона, теорема о взаимности перемещений, теорема о минимуме потенциальной энергии.

План изучения темы:

1. Общие сведения.
2. Работа внешних сил.
3. Работа внутренних сил.
4. Теоремы взаимности.
5. Зависимость между возможной работой внешних сил и внутренних.
6. Общая формула перемещений.
7. Правило Верещагина.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа является наиболее значимым элементом самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения. Выполнение контрольной работы помогает лучше изучить основные положения теоретической механики, сопротивления материалов и статики сооружений.

Особое внимание в контрольной работе отводится изучению законов механики деформируемого твердого тела, видов деформаций, определению направления реакции связи и момента силы относительно точки, типов нагрузок и видов опор балок, ферм, рам, напряжений и деформаций, возникающие в строительных элементах при работе под нагрузкой.

При написании контрольной работы студенты изучают значительный теоретический материал; знакомятся с основными понятиями и категориями учебной дисциплины; приобретают навыки работы с литературой; учатся анализировать теоретический материал; осваивают методы определения напряжений, возникающих в строительных конструкциях

Выполнение домашней контрольной работы определяет степень усвоения студентами изучаемого материала, умение анализировать, систематизировать теоретические положения и применять полученные знания при решении практических задач.

Предлагается 10 вариантов контрольных работ.

Каждый вариант включает:

- 1) два теоретических вопроса по разным темам учебного курса, чтобы при выполнении контрольной работы студенты могли наиболее полно изучить учебный материал;
- 2) шесть типовых практических заданий.

При выполнении контрольной работы необходимо воспользоваться литературой, список которой приводится в методических указаниях. В качестве дополнительной литературы рекомендуются стандарты ГОСТ 8240-97 и ГОСТ Р 57837-2017.

Обращаем Ваше внимание, что выполнение контрольных работ – обязательно. Своевременная сдача контрольных работ является условием допуска к промежуточной аттестации по дисциплине.

Студенты заочной формы обучения обязаны выполнить контрольную работу в письменном виде и представить ее ведущему преподавателю соответствующей дисциплины не позднее чем за 14 дней до начала сессии. Допускается отправка контрольных работ по почте.

Если домашняя контрольно-графическая работа выполнена не в полном объеме или не в соответствии с требованиями, то работа возвращается студенту на доработку с указанием в рецензии выявленных замечаний. Вариант с замечаниями необходимо приложить к исправленному варианту.

Номер варианта контрольной работы определяется по двум последним цифрам шифра (номер зачетки).

Получив вариант контрольной работы, обучающийся должен:

- 1) изучить настоящие методические указания для студентов заочной формы обучения;
- 2) внимательно ознакомиться с вопросами (теоретическими и практическими) варианта;
- 3) подобрать соответствующие учебно-методические пособия, изданные в колледже, учебную литературу, нормативные документы;
- 4) ознакомиться с подобранной информацией;
- 5) выполнить задания по теоретическим вопросам, составив, в зависимости от задания, конспект, таблицу или схему.
- 6) провести расчеты, решить задачи, предварительно изучив типовые образцы по теме, используя учебно-методические пособия, изданные в колледже.
- 7) оформить работу в соответствии с требованиями к оформлению.

Требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа выполняется на одной стороне белой нелинованной бумаги формата А4 печатным способом на печатающих устройствах вывода ЭВМ (компьютерная распечатка). Ответ на теоретический вопрос следует начинать с нового листа.

Текст контрольной работы следует выполнять, соблюдая размеры полей: левое – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, абзацный отступ – 10 мм.

Текст выполняется через 1,5 интервала, основной шрифт TimesNewRoman, предпочтительный размер шрифта 12-14, цвет – черный. Разрешается использование компьютерных возможностей акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры. Страницы должны быть пронумерованы.

Контрольная работа включает в себя следующие разделы:

- титульный лист,
- содержание,
- основная часть,
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей работы. Пример оформления титульного листа приводится в приложении А.

Содержание должно отражать все материалы, помещенные в контрольную работу. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка с прописной буквы симметрично тексту. В содержание включают наименование всех разделов (они соответствуют наименованию заданий) Пример оформления содержания приводится в приложении Б.

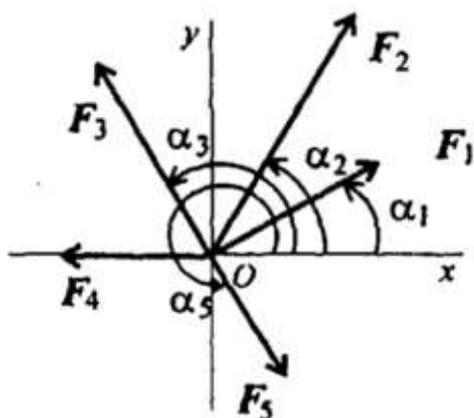
Содержание основной части работы должно соответствовать заданию в соответствии с вариантом методических указаний. Расчеты должны быть проведены по действующим методикам.

В конце работы приводится список литературы. Список использованной литературы должен содержать сведения обо всех источниках, использованных при выполнении работы. Заголовок «Список использованной литературы» записывают симметрично тексту с прописной буквы. Источники нумеруют арабскими цифрами в порядке их упоминания в контрольной работе либо в алфавитном порядке.

Далее представлены примеры выполнения типовых заданий.

Примеры выполнения типовых заданий

Задание 1

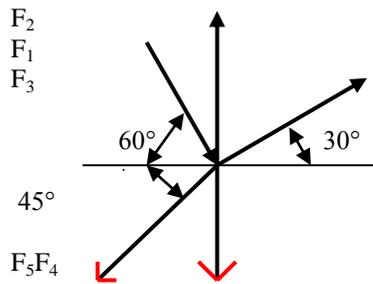


Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся силесли $F_1 = -2$ кН, $F_2 = 5$ кН, $F_3 = 3$ кН, $\alpha_1=120^\circ$, $\alpha_2=90^\circ$, $\alpha_3=30^\circ$, $\alpha_4=270^\circ$, $\alpha_5=225^\circ$,

Определить: F_4 и F_5

Решение:

1.1. Вычерчиваем условия задания согласно варианту.



1.2. Аналитический метод вычисления неизвестных сил из условия равновесия системы.

Направление неизвестных сил выбрать самостоятельно

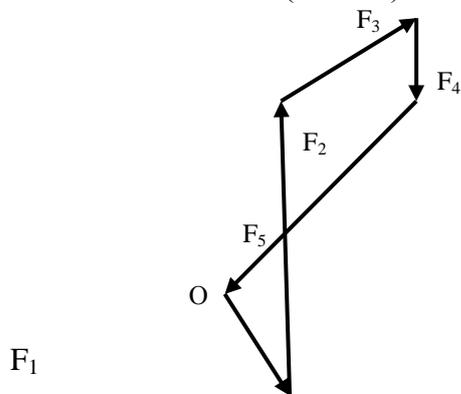
$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0, \quad F_1 \cos 60^\circ + F_3 \cos 30^\circ - F_5 \cos 45^\circ &= 0 \\ 2 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,86 &= F_5 \cdot 0,7 \\ F_5 &= 5,1 \text{ кН} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_y = 0. \quad - F_1 \cos 30^\circ + F_2 + F_3 \cos 60^\circ - F_4 - F_5 \cos 45^\circ &= 0 \\ F_4 &= - 2 \cdot 0,86 + 5 + 3 \cdot 0,5 - 5,1 \cdot 0,7 \\ F_4 &= 1,2 \text{ кН} \end{aligned}$$

1.3 Графический метод.

- Построение силового многоугольника, для проверки правильности решения задачи.
- Начало построения (т.0) должно совпадать с концом последнего вектора силы.

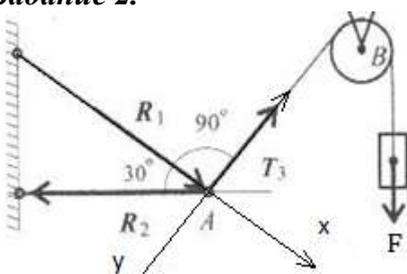
Масштаб: 1:1 (мм: кН)



Силовой многоугольник замкнут, следовательно, решение выполнено верно.

Ответ: $F_4 = 1,2 \text{ кН}$, $F_5 = 5,1 \text{ кН}$

Задание 2.

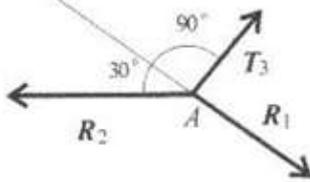


Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 45\text{кН}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 60^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

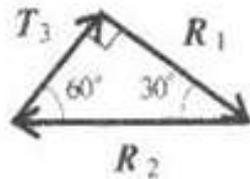
Решение:

1.1. Графический метод

Вычерчиваем расчетную схему, приводим к точке А все известные и неизвестные вектора.



При решении графическим способом строим силовой треугольник начиная с известных сил. Масштаб принимаем 1:1, т.е. 1кН = 1 мм. Вычерчиваем вектор $F = 45\text{кН}$, соблюдая заданные углы по транспортиру вычерчиваем неизвестные вектора. Замеряем по линейке неизвестные вектора R_1 , R_2 . Построение можно произвести с помощью систем автоматизированного проектирования (Копас-3D, AutoCAD и др).



1.2 Аналитический метод

Выбираем систему координат. Ось X провести через одну из неизвестных реакций связи R_2 , ось Y под углом 90° к оси X.

5. Составляем уравнения равновесия.

Сумма проекций на ось Y.

$$\sum F_y = 0, \quad T_3 \cdot \cos 30^\circ - R_1 \cdot \cos 60^\circ = 0$$

Выражаем неизвестную реакцию связи R_1 из составленного уравнения.

$$R_1 = \frac{T_3 \cos 30^\circ}{\cos 60^\circ} = \frac{45 \cdot 0.866}{0.5} = 77,94 \text{ кН}$$

Сумма проекций на ось X.

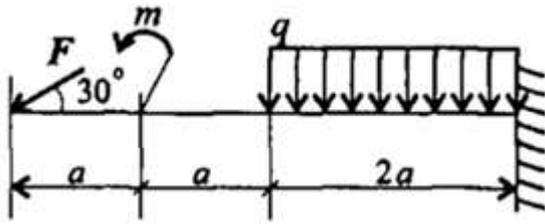
$$F_x = 0; \quad T_3 \cos 60^\circ + R_1 \cdot \cos 30^\circ - R_2 = 0$$

Выражаем неизвестную реакцию связи R_2 из составленного уравнения.

$$R_2 = T_3 \cos 60^\circ + R_1 \cdot \cos 30^\circ = 45 \cdot 0,5 + 77,94 \cdot 0,866 = 90 \text{ кН}$$

Ответ: $R_1 = 77,94 \text{ кН}; R_2 = 90 \text{ кН}$

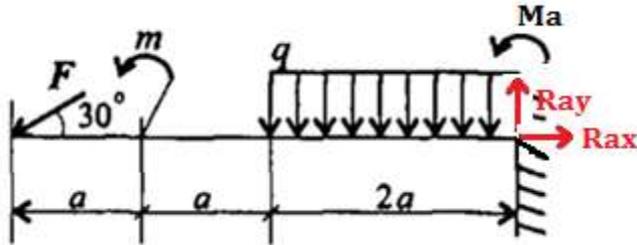
Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F=50\text{кН}$; $q= 2\text{кН/м}$; $m=30\text{ кН}\cdot\text{м}$; $a=4\text{ м}$

Решение

1.1 Вычертить по варианту расчетную схему. Указать на схеме искомые реакции связи R_{ax} , R_{ay} , M_a .



1.2 Определим величину сосредоточенной силы Q:

$$Q=q\cdot 2a=2\cdot 2\cdot 4=16\text{кН}$$

1.2 Составим систему уравнений равновесия:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M = 0 \end{cases}$$

Сумма сил на ось X:

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0; & -F\cdot\cos 30^\circ + R_{ax}=0; \\ & R_{ax}=F\cdot\cos 30^\circ; \\ & R_{ax}=43,3\text{ кН} \end{aligned}$$

Сумма сил на ось Y:

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0; & -F\cdot\cos 60^\circ - Q + R_{ay}=0; \\ & R_{ay}=F\cdot\cos 60^\circ + Q; \\ & R_{ay}=25+16=41\text{ кН} \end{aligned}$$

Сумма моментов относительно опоры

$$\begin{aligned} \sum M_a = 0; & -F\cdot\cos 60^\circ \cdot 4a - m - Q\cdot a - M_a=0; \\ & M_a=-F\cdot\cos 60^\circ \cdot 4a - m - Q\cdot a; \\ & M_a=-25\cdot 4\cdot 4 - 30 - 16\cdot 4=-400 - 30 - 64=-494\text{ кН}\cdot\text{м}. \end{aligned}$$

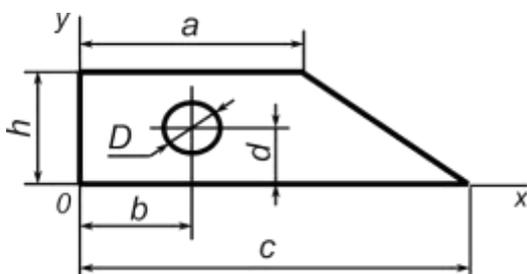
1.3 Выполняем проверку, определим сумму моментов относительно левого конца балки

$$\begin{aligned} \sum M_F = 0; & -m + Q\cdot 3a - M_a - R_{ay}\cdot 4a = 0; \\ & -30 + 16\cdot 3\cdot 4 - (-494) - 41\cdot 4\cdot 4 = 0; \\ & -30 + 192 + 494 - 656 = 0 \end{aligned}$$

Решение выполнено верно.

Ответ: $R_{ax}=43,3\text{ кН}$; $R_{ay}=41\text{ кН}$; $M_a=-494\text{ кН}\cdot\text{м}$.

Задание 4.



Определить положение центра тяжести фигуры с круглым отверстием, представленной на рисунке. Если $a=20\text{ см}$, $b=10\text{ см}$, $c=35\text{ см}$, $d=5\text{ см}$, $h=10\text{ см}$, $D=6\text{ см}$. Найти x_c и y_c ?

Решение:

Разбиваем фигуру на три части:

1. прямоугольник

$$A_1 = a \cdot h = 20 \cdot 10 = 200 \text{ см}^2;$$

2. треугольник

$$A_2 = (c - a) \cdot h / 2 = 15 \cdot 10 / 2 = 75 \text{ см}^2;$$

3. круг

$$A_3 = \pi \cdot D^2 / 4 = 3,14 \cdot 6^2 / 4 = 28,26 \text{ см}^2.$$

Центры тяжести частей фигуры имеют следующие координаты:

1. прямоугольник

$$x_1 = a/2 = 10 \text{ см}, y_1 = h/2 = 5 \text{ см};$$

2. треугольник

$$x_2 = a + (c - a)/3 = 25 \text{ см}, y_2 = h/3 = 3,33 \text{ см};$$

3. круг

$$x_3 = b = 10 \text{ см}, y_3 = d = 5 \text{ см}.$$

Определяем координаты центра тяжести фигуры:

$$x_c = \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 - A_3 \cdot x_3}{A_1 + A_2 - A_3};$$

$$y_c = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 - A_3 \cdot y_3}{A_1 + A_2 - A_3};$$

Примечание: значения для третьей части фигуры вычитаем, т.к. эта часть является отверстием.

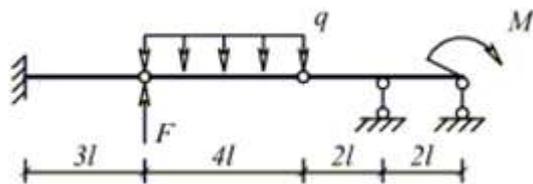
$$x_c = \frac{200 \cdot 10 + 75 \cdot 25 - 28,26 \cdot 10}{200 + 75 - 28,26} = 14,6 \text{ см};$$

$$y_c = \frac{200 \cdot 5 + 75 \cdot 3,3 - 28,26 \cdot 5}{200 + 75 - 28,26} = 4,5 \text{ см}.$$

Ответ: центр тяжести фигуры имеет следующие координаты $x_c = 14,6 \text{ см}$; $y_c = 4,5 \text{ см}$

Задание 5.

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, м$	4
$M, кН·м$	10
$F, кН$	5
$q, кН/м$	2

1.1 Кинематический анализ.

Степень свободы системы определяют по формуле:

$$W = 3 \cdot D - 2 \cdot Ш - Соп$$

Где D -количество дисков в системе;

$Ш$ - количество простых шарниров;

$Соп$ -количество опорных реакций.

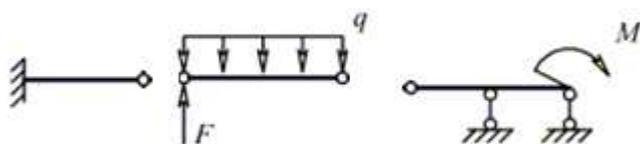


$W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 2 - 5 = 0$, следовательно, система геометрически неизменяемая и статически определимая.

1.2 Строим поэтажную схему.

При построении поэтажной схемы необходимо учитывать, что чем меньше опорных реакций, тем выше этаж.

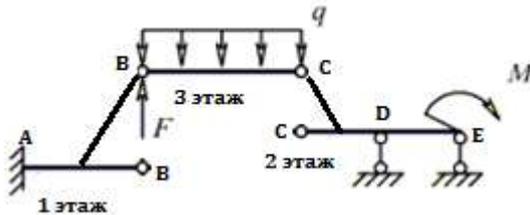
Разбиваем балку относительно шарниров:



Так как левая часть имеет три реакции опор (жесткая заделка) - она является первым этажом схемы.

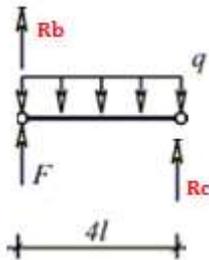
Правая часть имеет 2 реакции опор (2 шарнирно-подвижные опоры) - второй этаж.

Средняя часть не имеет опор - 3 этаж.



1.3 Определяем реакции в связях многопролетной статически определимой балки.

Расчет следует начинать с самого верхнего этажа. Заменяем шарниры, на реакции, возникающие между этажами.



Составив систему уравнений равновесия, получаем:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M = 0 \end{cases}$$

$$\sum F_x = 0;$$

$$\sum F_y = 0; R_b + R_c + F - q \cdot 4l = 0;$$

$$Q = q \cdot 4l$$

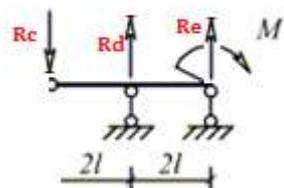
$$\sum M_b = 0; -R_c \cdot 4l + q \cdot 4l \cdot 2l = 0;$$

$$R_c = \frac{q \cdot 4l \cdot 2l}{4l} = 2 \cdot 2 \cdot 4 = 16 \text{ кН}$$

$$\sum M_c = 0; F \cdot 4l + R_b \cdot 4l - q \cdot 4l \cdot 2l = 0;$$

$$R_b = \frac{-F \cdot 4l + q \cdot 4l \cdot 2l}{4l} = \frac{-5 \cdot 4 \cdot 4 + 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 4}{4 \cdot 4} = 11 \text{ кН}$$

Переходим ко 2 этажу, заменяя опоры на реакции. Реакция в шарнире, от вышележащего этажа направляется в противоположную сторону(Rc давит от вышележащей конструкции на нижележащую).



Составив систему уравнений равновесия, получаем:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M = 0 \end{cases}$$

$$\sum F_x = 0;$$

$$\sum F_y = 0; R_d - R_c + R_e = 0;$$

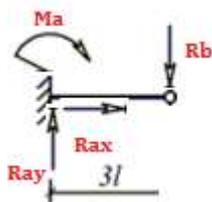
$$\sum M_d = 0; -R_c \cdot 2l + M - R_e \cdot 2l = 0;$$

$$R_e = \frac{-R_c \cdot 2l + M}{2l} = \frac{-16 \cdot 2 \cdot 4 + 10}{2 \cdot 4} = -14,75 \text{ кН}$$

$$\sum M_e = 0; -R_c \cdot 4l + R_d \cdot 2l + M = 0;$$

$$R_d = \frac{R_c \cdot 4l - M}{2l} = \frac{16 \cdot 4 \cdot 4 - 10}{2 \cdot 4} = 30,75 \text{ кН}$$

Переходим к 1 этажу: заменяя жесткую опору на реакции и реакцию в шарнире, от вышележащего этажа направив Rb в противоположную сторону (давит на нижележащий этаж).



Составив систему уравнений равновесия, получаем:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M = 0 \end{cases}$$

$$\sum F_x = 0; R_{ax}=0.$$

$$\sum F_y = 0; R_{ay}-R_b=0; R_{ay}=R_b; R_{ay}=11 \text{ кН}$$

$$\sum M_a = 0; M_a+R_b \cdot 3l=0; M_a=-R_b \cdot 3l; M_a=-11 \cdot 3 \cdot 4=-132 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

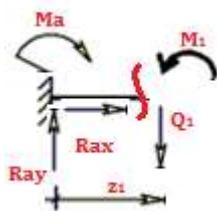
Проверяем всю систему:

$$\sum F_y = 0; R_{ay}+F \cdot q \cdot 4l+R_d+R_e =0; 11+5 \cdot 2 \cdot 4+30,75-14,75=0$$

Реакции в опорах найдены верно.

1.4 Определим внутренние силовые факторы, возникающие в многопролетной балке.

Начиная с левого участка, рассмотрим всю схему используя метод сечений



$$\sum F_y = 0; -Q_1+R_{ay} =0$$

$$\sum M = 0; -M_1+M_a+R_{ay} \cdot z_1 =0$$

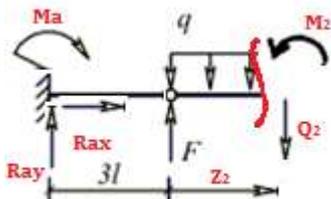
Тогда $Q_1=R_{ay}=11 \text{ кН}$

$$M_1=M_a+R_{ay} \cdot z_1$$

$$0 \leq z_1 \leq 3l$$

$$M_1 (\text{при } z_1=0) = -132+11 \cdot 0 = -132 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_1 (\text{при } z_1=12) = -132+11 \cdot 12 = 0 \text{ кН}\cdot\text{м}$$



$$\sum F_y = 0; -Q_2+F-q \cdot z_2+R_{ay} =0$$

$$\sum M = 0; -M_2+M_a+R_{ay} \cdot (3l+z_2)+F \cdot z_2-q \cdot \frac{z_2^2}{2}=0$$

Тогда $Q_2 = F - q \cdot Z_2 + R_{Ay}$

$$M_2 = M_a + R_{Ay} \cdot (3l + Z_2) + F \cdot Z_2 - q \cdot \frac{Z_2^2}{2}$$

$$0 \leq Z_2 \leq 4l$$

$$Q_2 \text{ (при } Z_2=0) = 5 - 2 \cdot 0 + 11 = 16 \text{ кН}$$

$$Q_2 \text{ (при } Z_2=16) = 5 - 2 \cdot 16 + 11 = -16$$

Определим точку экстремума:

$$Q_2 = F - q \cdot Z_2 + R_{Ay}; 0 = 5 - 2 \cdot Z_2 + 11$$

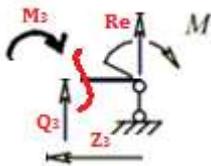
$$Z_2 = (5 + 11) / 2 = 8$$

$$M_2 \text{ (при } z_2=0) = -132 + 11 \cdot (3 \cdot 4 + 0) + 5 \cdot 0 - 2 \cdot \frac{0^2}{2} = 0 \text{ кНм}$$

$$M_2 \text{ (при } z_2=8) = -132 + 11 \cdot (3 \cdot 4 + 8) + 5 \cdot 8 - 2 \cdot \frac{8^2}{2} = -132 + 220 + 40 - 64 = 64 \text{ кНм}$$

$$M_2 \text{ (при } z_2=16) = -132 + 11 \cdot (3 \cdot 4 + 16) + 5 \cdot 16 - 2 \cdot \frac{16^2}{2} = -132 + 308 + 80 - 256 = 0 \text{ кНм}$$

Рассмотри балку с правой стороны используя метод сечений



$$\sum F_y = 0; Q_3 + R_e = 0$$

$$\sum M = 0; M_3 + M - R_e \cdot Z_3 = 0$$

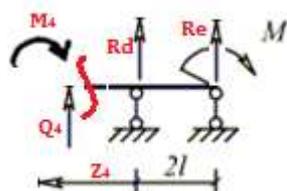
Тогда $Q_3 = -R_e = 14,75 \text{ кН}$

$$M_3 = -M + R_e \cdot Z_3$$

$$0 \leq Z_3 \leq 2l$$

$$M_3 \text{ (при } z_3=0) = -10 - 14,75 \cdot 0 = -10 \text{ кНм}$$

$$M_3 \text{ (при } z_3=8) = -10 - 14,75 \cdot 8 = -128 \text{ кНм}$$



$$\sum F_y = 0; Q_4 + R_e + R_d = 0$$

$$\sum M = 0; M_4 + M - R_e \cdot (2l + Z_4) - R_d \cdot Z_4 = 0$$

Тогда $Q_4 = -R_e - R_d = -16 \text{ кН}$

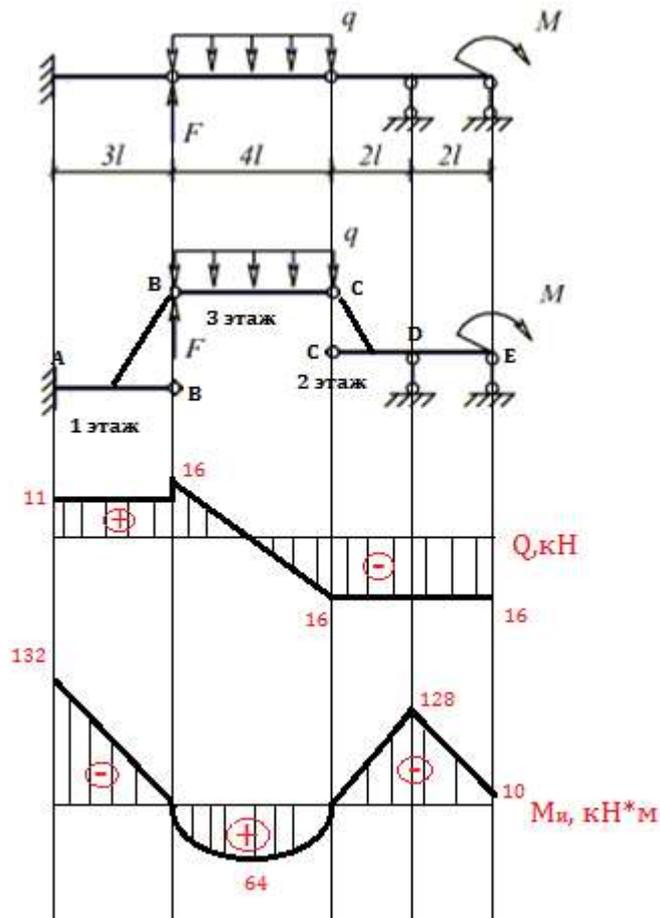
$M_4 = -M + R_e \cdot (2l + Z_4) + R_d \cdot Z_4$

$0 \leq Z_4 \leq 2l$

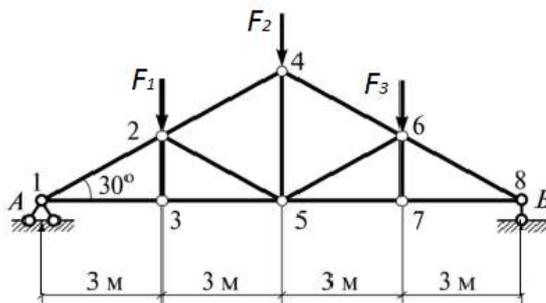
M_3 (при $z_4=0$) = $-10 - 14,75 \cdot (2 \cdot 4 + 0) + 30,75 \cdot 0 = -128 \text{ кН} \cdot \text{м}$

M_3 (при $z_4=8$) = $-10 - 14,75 \cdot (2 \cdot 4 + 8) + 30,75 \cdot 8 = -10 - 236 + 246 = 0 \text{ кН} \cdot \text{м}$

1.5 По полученным результатам построим эпюры поперечных сил и изгибающих моментов



Задание 6.



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной несколькими сосредоточенными силами, если $F_1=10 \text{ кН}$, $F_2=20 \text{ кН}$, $F_3=10 \text{ кН}$.

1.1 Произвести кинематический анализ:

$$W=3 \cdot D - 2 \cdot III - C_{оп}$$

$$W=3 \cdot 13 - 2 \cdot 18 - 3 = 0$$

Система статически определима и геометрически неизменяема.

1.2 Определить опорные реакции:

Составим систему уравнений равновесия:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M = 0 \end{cases}$$

Сумма сил на ось X:

$$\sum F_x = 0; R_{ax} = 0;$$

Сумма сил на ось Y:

$$\sum F_y = 0; -F_1 - F_2 - F_3 + R_{ay} + R_{by} = 0;$$

Сумма моментов относительно опоры A

$$\begin{aligned} \sum M_a = 0; F_1 \cdot 3 + F_2 \cdot 6 + F_3 \cdot 9 - R_{by} \cdot 12 = 0; \\ R_{by} = \frac{F_1 \cdot 3 + F_2 \cdot 6 + F_3 \cdot 9}{12} = \frac{30 + 120 + 90}{12} = 20 \text{ кН}; \end{aligned}$$

Сумма моментов относительно опоры A

$$\begin{aligned} \sum M_a = 0; -F_1 \cdot 9 - F_2 \cdot 6 - F_3 \cdot 3 + R_{ay} \cdot 12 = 0; \\ R_{ay} = \frac{F_1 \cdot 9 + F_2 \cdot 6 + F_3 \cdot 3}{12} = \frac{90 + 120 + 30}{12} = 20 \text{ кН}; \end{aligned}$$

Проверка:

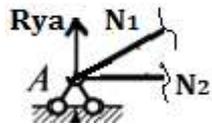
Сумма сил на ось Y:

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0; -F_1 - F_2 - F_3 + R_{ay} + R_{by} = 0; \\ -10 - 20 - 10 + 20 + 20 = 0 \end{aligned}$$

Реакции найдены верно.

1.3 Определить усилия во всех стержнях:

Для определения усилий в стержнях воспользуемся методом вырезания узлов. Начинать следует с узлов, в которых сходятся не более двух стержней с неизвестными усилиями.

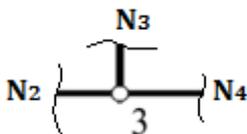


$$\sum F_y = 0; R_{ay} + N_1 \cdot \cos 60^\circ = 0;$$

$$N_1 = \frac{-R_{ay}}{\cos 60^\circ} = -40 \text{ кН}$$

$$\sum F_x = 0; N_1 \cdot \cos 30^\circ + N_2 = 0;$$

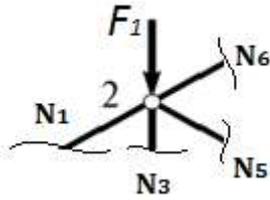
$$N_2 = -N_1 \cdot \cos 30^\circ = 34,64 \text{ кН}$$



$$\sum F_y = 0; N_3 = 0;$$

$$\sum F_x = 0; N_4 - N_2 = 0;$$

$$N_4 = N_2 = 34,64 \text{ kH.}$$

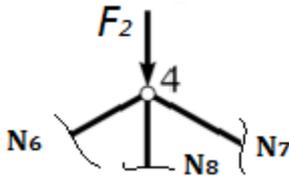


$$\sum F_y = 0; -F_1 \cdot \cos 30^\circ - N_5 \cdot \cos 30^\circ = 0;$$

$$N_5 = -10 \text{ kH}$$

$$\sum F_x = 0; N_6 - N_1 - F_1 \cdot \cos 60^\circ + N_5 \cdot \cos 60^\circ = 0;$$

$$N_6 = N_1 + F_1 \cdot \cos 60^\circ - N_5 \cdot \cos 60^\circ = -30 \text{ kH.}$$

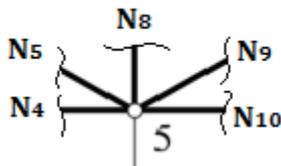


$$\sum F_x = 0; -N_6 \cdot \cos 30^\circ + N_7 \cdot \cos 30^\circ = 0;$$

$$N_7 = N_6 = -30 \text{ kH.}$$

$$\sum F_y = 0; -F_2 - N_8 - N_7 \cdot \cos 60^\circ - N_6 \cdot \cos 60^\circ = 0;$$

$$N_8 = -F_2 - N_7 \cdot \cos 60^\circ - N_6 \cdot \cos 60^\circ = -20 + 15 + 15 = 10 \text{ kH}$$

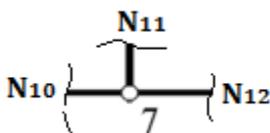


$$\sum F_y = 0; +N_5 \cdot \cos 60^\circ + N_9 \cdot \cos 60^\circ + N_8 = 0;$$

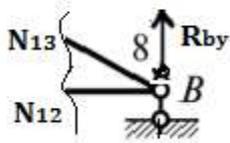
$$N_9 = \frac{-N_5 \cdot \cos 60^\circ - N_8}{\cos 60^\circ} = \frac{10 \cdot 0,5 - 10}{0,5} = -10 \text{ kH}$$

$$\sum F_x = 0; N_{10} - N_4 - N_5 \cdot \cos 30^\circ + N_9 \cdot \cos 30^\circ = 0;$$

$$N_{10} = N_4 = 34,64 \text{ kH.}$$

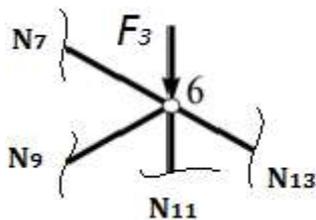


$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0; N_{11} = 0; \\ \sum F_x &= 0; N_{12} - N_{10} = 0; \\ N_{12} &= N_{10} = 34,64 \text{ кН}.\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0; R_{by} + N_{13} \cdot \cos 60^\circ = 0; \\ N_{13} &= \frac{-R_{by}}{\cos 60^\circ} = -40 \text{ кН} \\ \sum F_x &= 0; N_{13} \cdot \cos 30^\circ + N_{12} = 0; \\ N_{12} &= -N_{13} \cdot \cos 30^\circ = 34,64 \text{ кН}\end{aligned}$$

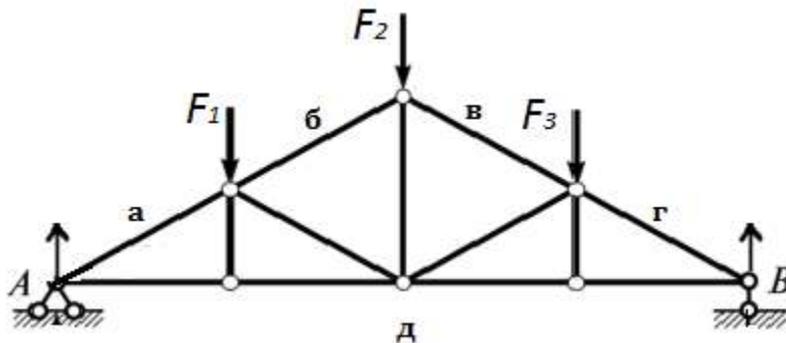
1.4 Произвести проверку правильности определения усилий.



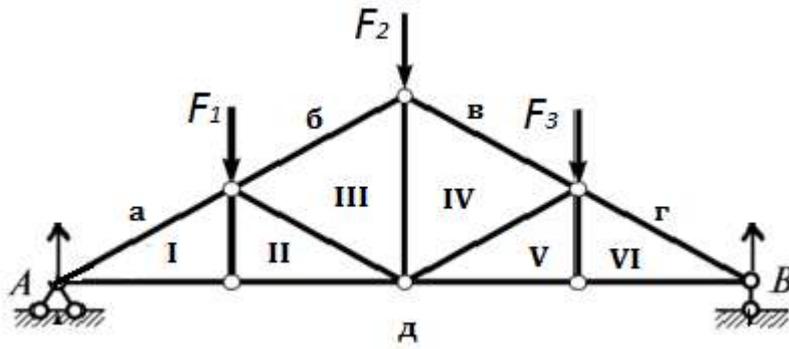
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0; -F_3 - N_{13} \cdot \cos 60^\circ - N_9 \cdot \cos 60^\circ + N_7 \cdot \cos 60^\circ - N_{11} = 0; \\ -10 - (-40) \cdot 0,5 - (-10) \cdot 0,5 + (-30) \cdot 0,5 - 0 &= 0\end{aligned}$$

Усилия в стержнях определены верно.

1.5 Определить усилия во всех стержнях путем построения диаграммы Масквелла-Кремоны. Определяем ход фермы и размечаем внешние поля (часть плоскости ограниченная стержнем фермы и внешней нагрузкой).



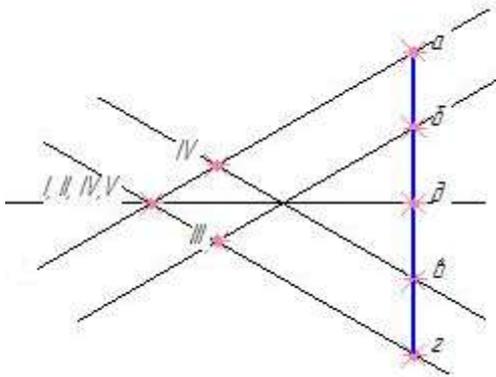
Размечаем внутренние поля.



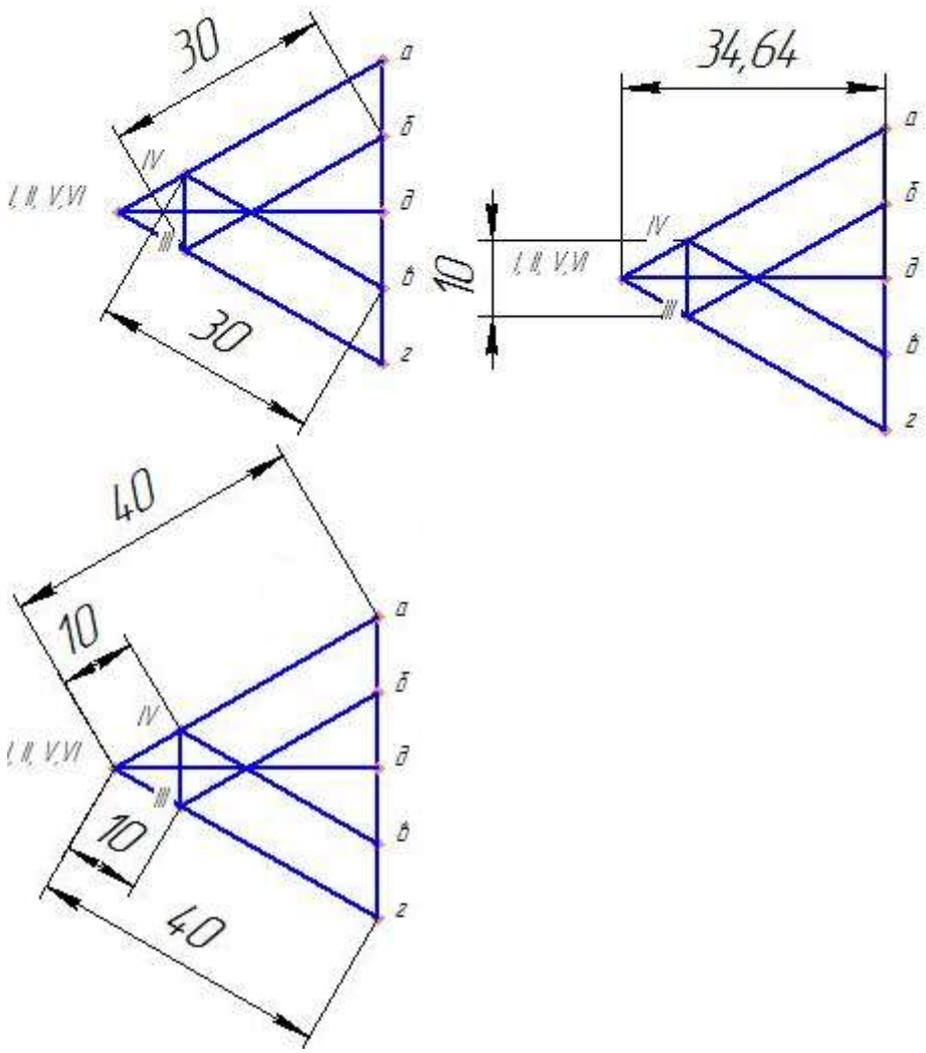
Строим в масштабе многоугольник внешних сил-он должен быть замкнут.



Размечаем внутренние поля –выстраивая многоугольник сил, проводя линии параллельно стержням фермы из границей внешних и внутренних полей.



Замеряем стержни граничащие между соответствующими полями



1.6 Сравнить результаты аналитического и графического способов.

	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7	N_8	N_9	N_{10}	N_{11}	N_{12}	N_{13}
Аналитический	-40	34.64	0	34.64	-10	-30	-30	10	-10	34.64	0	34.64	-40
Графический	40	34.64	0	34.64	10	30	30	10	10	34.64	0	34.64	40

4ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

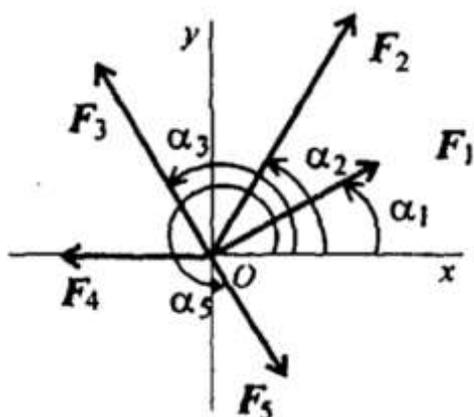
1 вариант

Теоретические вопросы

1. Статически определимые плоские рамы.
2. Основные расчетные предпосылки и формулы при расчете на срез и смятие

Практические задания

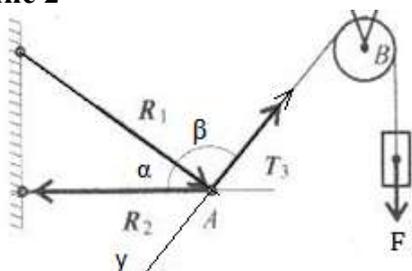
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил если $F_1 = 10$ кН, $F_2 = 11$ кН, $F_3 = 6$ кН, $\alpha_1 = 0^\circ$, $\alpha_2 = 45^\circ$, $\alpha_3 = 15^\circ$, $\alpha_4 = 120^\circ$, $\alpha_5 = 270^\circ$,

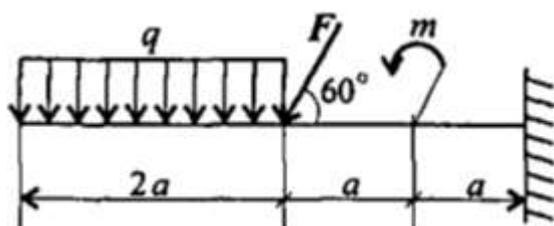
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



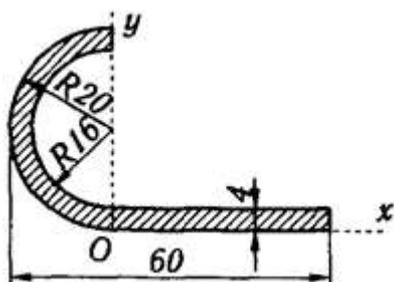
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 45$ кН, $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 45^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F = 40$ кН; $q = 2$ кН/м; $m = 50$ кН·м; $a = 3$ м

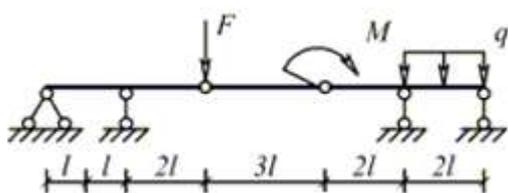
Задание 4



Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c –
? y_c – ?

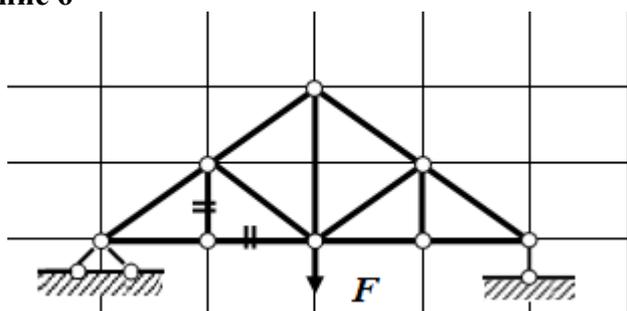
Задание 5

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, м$	2
$M, кН·м$	50
$F, кН$	5
$q, кН/м$	2

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=30$ кН, шаг сетки 5 м.

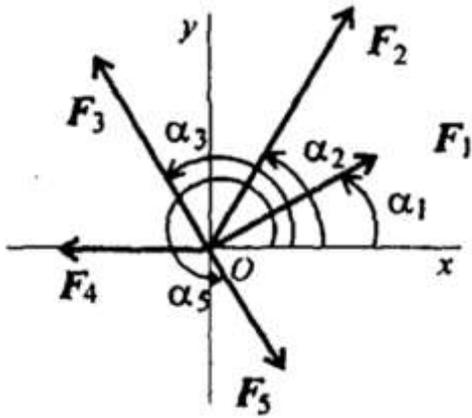
2 вариант

Теоретические вопросы

1. Прямой изгиб, чистый и поперечный
2. Частные случаи приведения плоской системы сил к точке. Условие равновесия

Практические задания

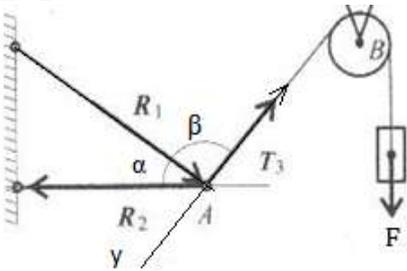
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил: $F_1 = 7 \text{ кН}$, $F_2 = 13 \text{ кН}$, $F_3 = 3 \text{ кН}$, $\alpha_1 = 15^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$, $\alpha_3 = 0^\circ$, $\alpha_4 = 270^\circ$, $\alpha_5 = 220^\circ$,

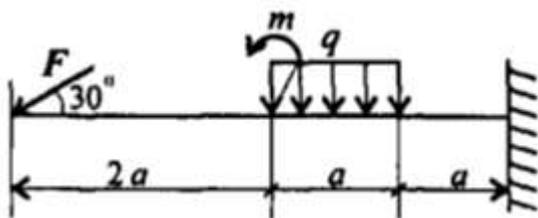
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



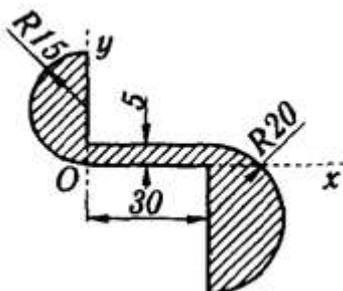
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 20 \text{ кН}$, $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 30^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F = 40 \text{ кН}$; $q = 2 \text{ кН/м}$; $m = 50 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $a = 3 \text{ м}$

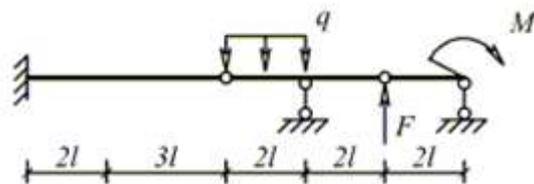
Задание 4



Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c –
 y_c – ?

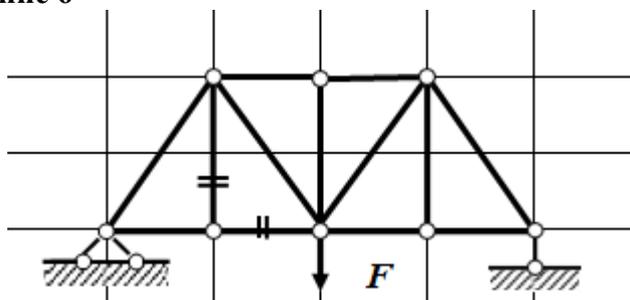
Задание 5

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, \text{м}$	2
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	50
$F, \text{кН}$	5
$q, \text{кН/м}$	2

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=30$ кН, шаг сетки 5 м.

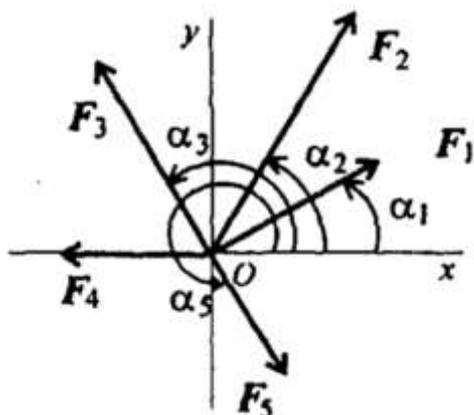
3 вариант

Теоретические вопросы

1. Приведение к точке плоской системы произвольно расположенных сил
2. Определение координат центра тяжести плоских фигур

Практические задания

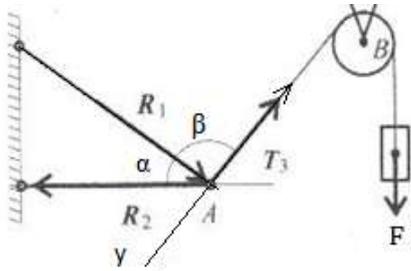
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил: $F_1 = 13 \text{ кН}$, $F_2 = 14 \text{ кН}$, $F_3 = 14 \text{ кН}$, $\alpha_1 = 15^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$, $\alpha_3 = 0^\circ$, $\alpha_4 = 150^\circ$, $\alpha_5 = 270^\circ$,

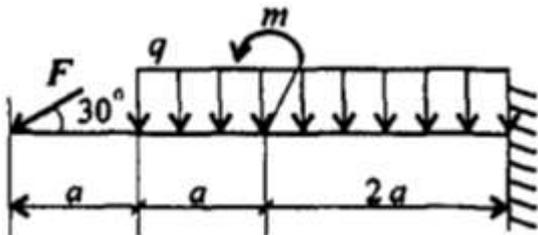
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



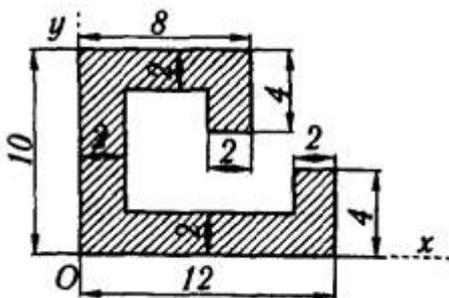
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 30 \text{ кН}$, $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 70^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F = 40 \text{ кН}$; $q = 2 \text{ кН/м}$; $m = 50 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $a = 3 \text{ м}$

Задание 4

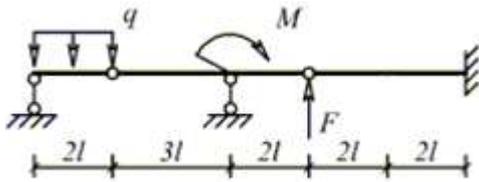


Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c и y_c - ?

Задание 5

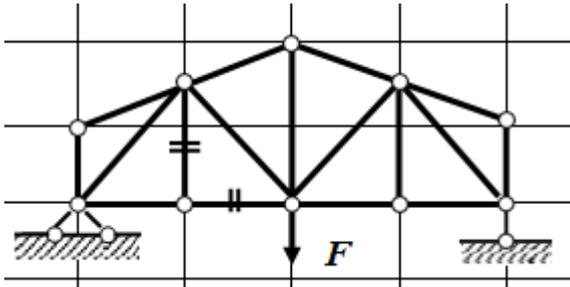
Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.

$l, \text{м}$	2
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	40



F, кН	20
q, кН/м	2

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=10$ кН, шаг сетки 5 м.

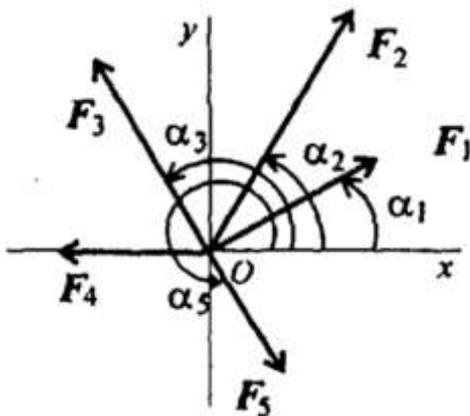
4 вариант

Теоретические вопросы

1. Момент силы относительно оси.
2. Расчетная схема сооружений. Опорные связи. Геометрически изменяемые и неизменяемые сооружения. Степень свободы плоской системы.

Практические задания

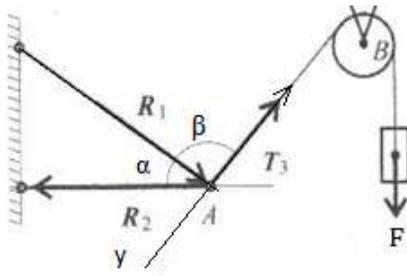
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил, если $F_1 = 12$ кН, $F_2 = 10$ кН, $F_3 = 4$ кН, $\alpha_1=90^\circ$, $\alpha_2=260^\circ$, $\alpha_3=270^\circ$, $\alpha_4=30^\circ$, $\alpha_5=90^\circ$,

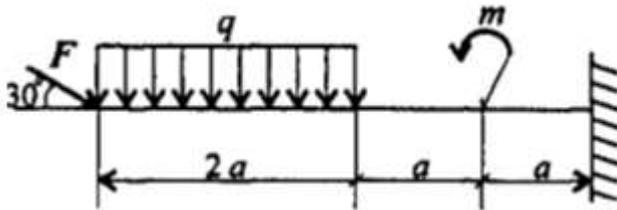
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



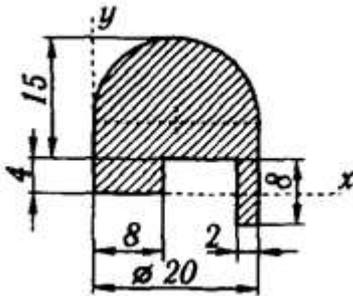
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 15\text{кН}$, $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 75^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F=20\text{кН}$; $q= 5\text{кН/м}$; $m=30\text{кН}\cdot\text{м}$; $a=2\text{ м}$

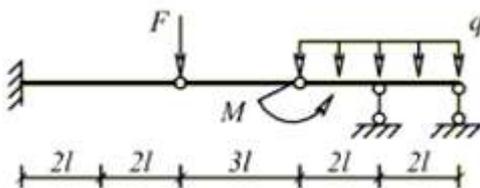
Задание 4



Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c –
? y_c – ?

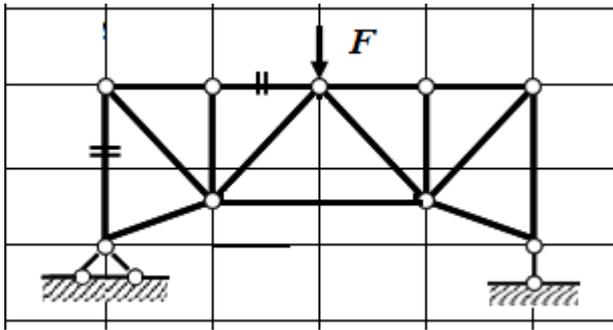
Задание 5

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, \text{м}$	2
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	40
$F, \text{кН}$	20
$q, \text{кН/м}$	2

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=10$ кН, шаг сетки 5 м.

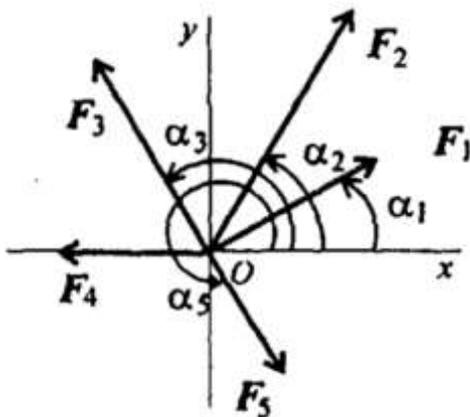
5 вариант

Теоретические вопросы

1. Свойства главного вектора и главного момента
2. Геометрические характеристики плоских сечений: моменты инерции сечений

Практические задания

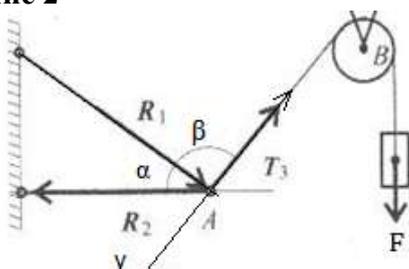
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил если $F_1 = 10$ кН, $F_2 = 20$ кН, $F_3 = 5$ кН, $\alpha_1=220^\circ$, $\alpha_2=260^\circ$, $\alpha_3=150^\circ$, $\alpha_4=30^\circ$, $\alpha_5=0^\circ$,

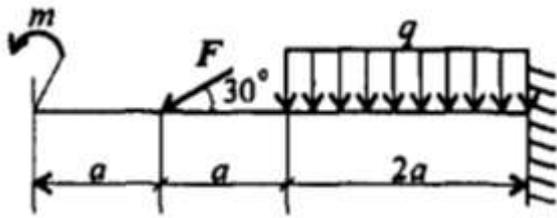
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



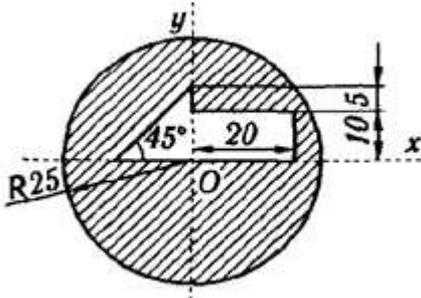
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 20$ кН, $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 45^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F=20\text{кН}$; $q=4\text{кН/м}$; $m=20\text{кН}\cdot\text{м}$; $a=5\text{ м}$

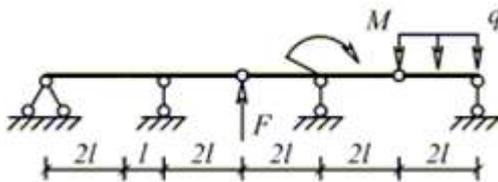
Задание 4



Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c – ? y_c – ?

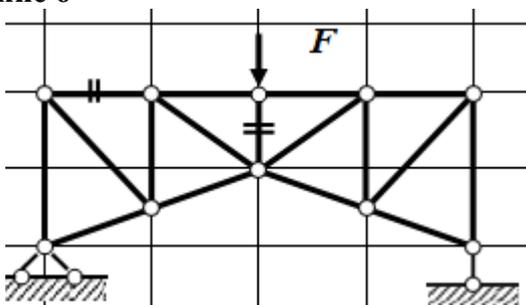
Задание 5

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, \text{м}$	2
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	100
$F, \text{кН}$	50
$q, \text{кН/м}$	5

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=10\text{ кН}$, шаг сетки 5 м.

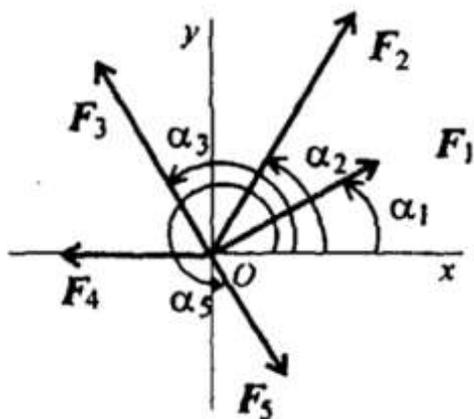
6 вариант

Теоретические вопросы

1. Центр параллельных сил. Центр тяжести тела
2. Многопролетные статически определимые (шарнирные) балки.

Практические задания

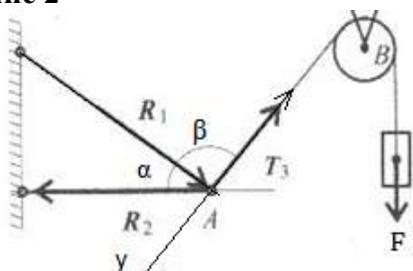
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил если $F_1 = 20$ кН, $F_2 = 10$ кН, $F_3 = 15$ кН, $\alpha_1 = 120^\circ$, $\alpha_2 = 300^\circ$, $\alpha_3 = 150^\circ$, $\alpha_4 = 90^\circ$, $\alpha_5 = 220^\circ$,

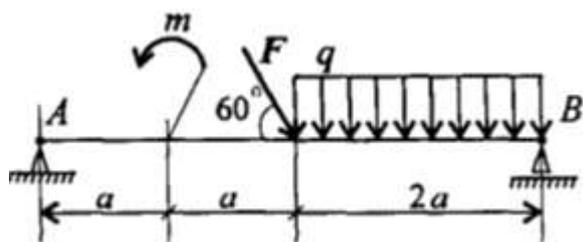
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



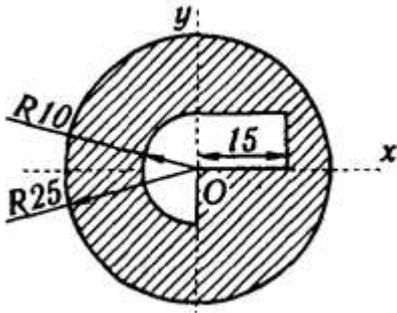
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 40$ кН, $\alpha = 35^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 55^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F = 20$ кН; $q = 4$ кН/м; $m = 20$ кН·м; $a = 5$ м

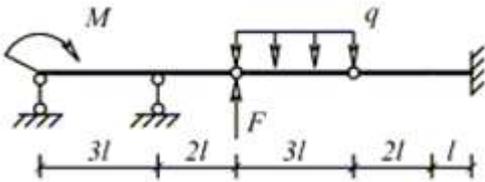
Задание 4



Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c –
 y_c – ?

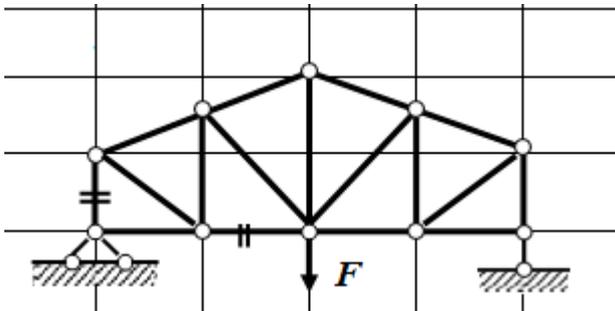
Задание 5

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, \text{м}$	4
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	100
$F, \text{кН}$	20
$q, \text{кН/м}$	3

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=10 \text{ кН}$, шаг сетки 5 м.

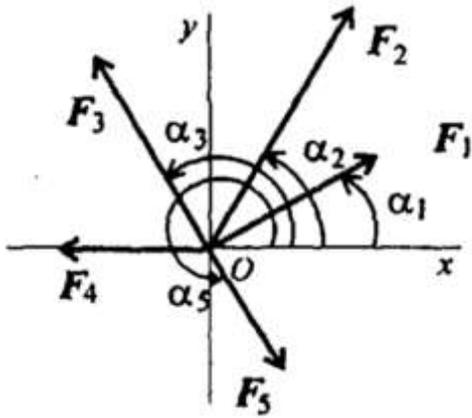
7 вариант

Теоретические вопросы

1. Плоская система произвольно расположенных сил. Приведение силы к точке
2. Перемещения и деформации. Закон Гука.
- 3.

Практические задания

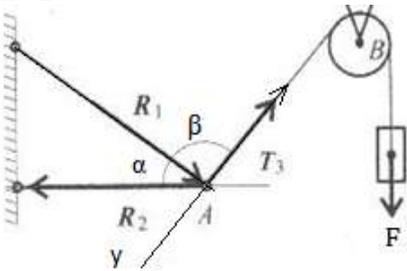
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил: $F_1 = 12 \text{ кН}$, $F_2 = 14 \text{ кН}$, $F_3 = 6 \text{ кН}$, $\alpha_1 = 150^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$, $\alpha_3 = 220^\circ$, $\alpha_4 = 90^\circ$, $\alpha_5 = 250^\circ$,

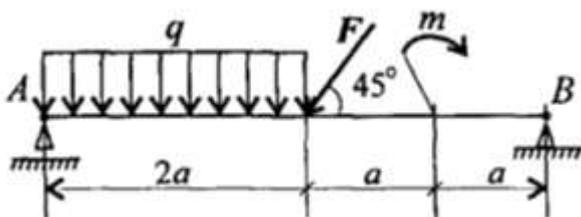
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



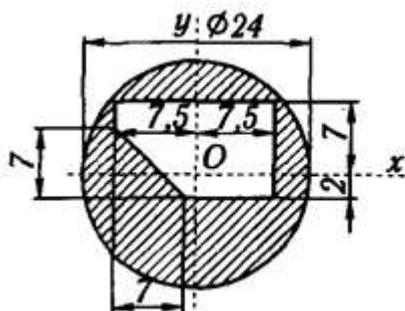
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 70 \text{ кН}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 80^\circ$, $\gamma = 70^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F = 10 \text{ кН}$; $q = 2 \text{ кН/м}$; $m = 50 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $a = 2 \text{ м}$

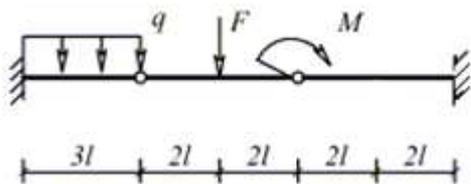
Задание 4



Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c –
 y_c – ?

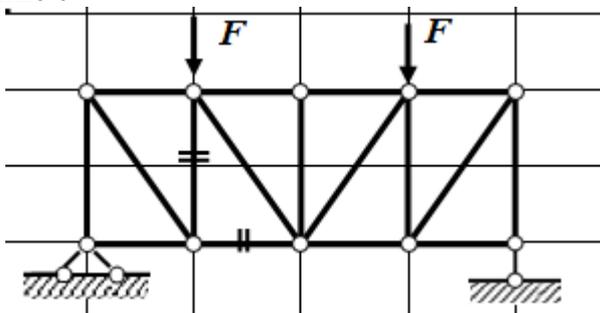
Задание 5

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, \text{м}$	2
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	70
$F, \text{кН}$	10
$q, \text{кН/м}$	2

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=10$ кН, шаг сетки 5 м.

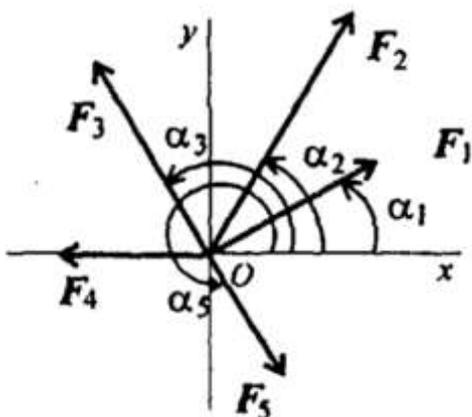
8 вариант

Теоретические вопросы

1. Крутящий момент построение эпюр
2. Общие сведения о фермах. Применение ферм.

Практические задания

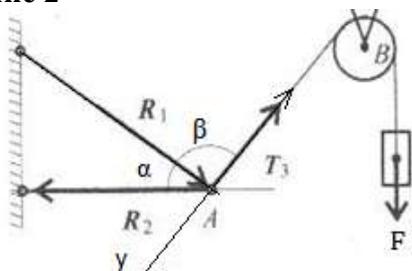
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил если $F_1 = 16 \text{ кН}$, $F_2 = 16 \text{ кН}$, $F_3 = 6 \text{ кН}$, $\alpha_1=30^\circ$, $\alpha_2=150^\circ$, $\alpha_3=220^\circ$, $\alpha_4=270^\circ$, $\alpha_5=60^\circ$,

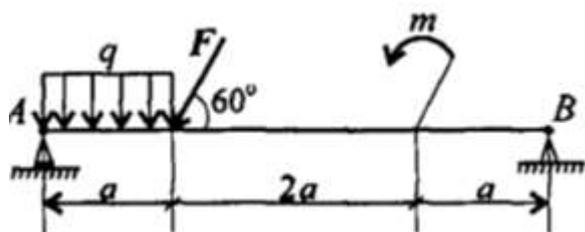
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



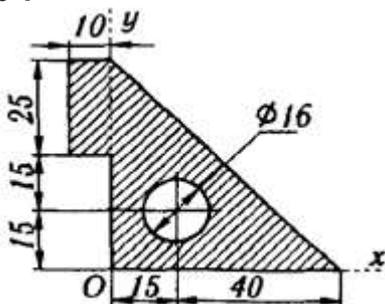
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 100 \text{ кН}$, $\alpha = 40^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 50^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F=10\text{кН}$; $q=2\text{кН/м}$; $m=50 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $a=2 \text{ м}$

Задание 4

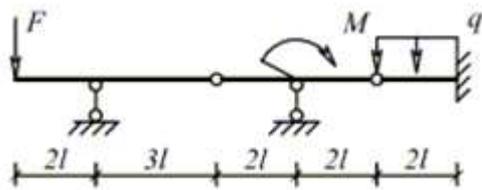


Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c –
 y_c – ?

Задание 5

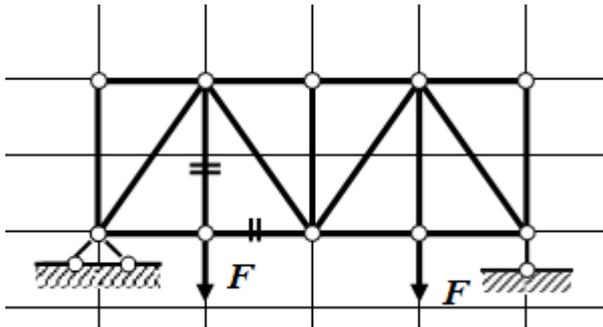
Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.

$l, \text{м}$	5
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	50



F, кН	20
q, кН/м	2

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=10$ кН, шаг сетки 5 м.

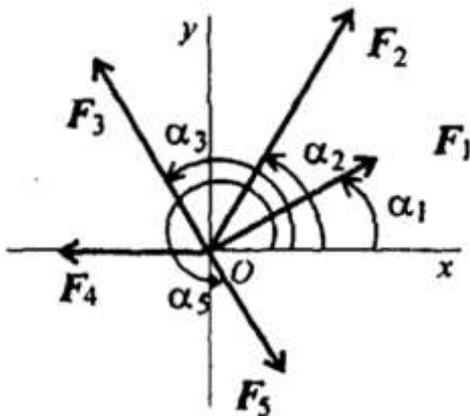
9 вариант

Теоретические вопросы

1. Общие сведения об арках. Типы арок и их элементы.
2. Связи и их реакции. Принцип освобождения от связей.

Практические задания

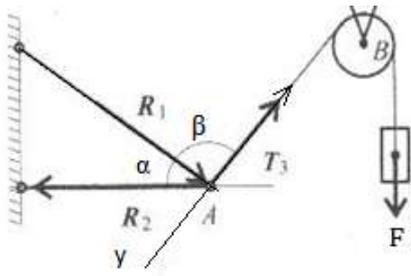
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил, если $F_1 = 13$ кН, $F_2 = 12$ кН, $F_3 = 6$ кН, $\alpha_1=150^\circ$, $\alpha_2=30^\circ$, $\alpha_3=220^\circ$, $\alpha_4=270^\circ$, $\alpha_5=60^\circ$,

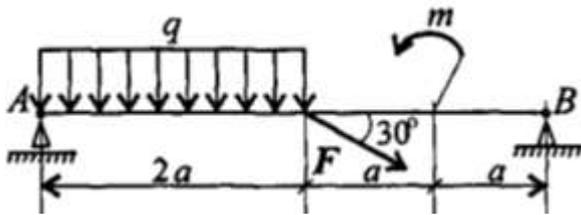
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



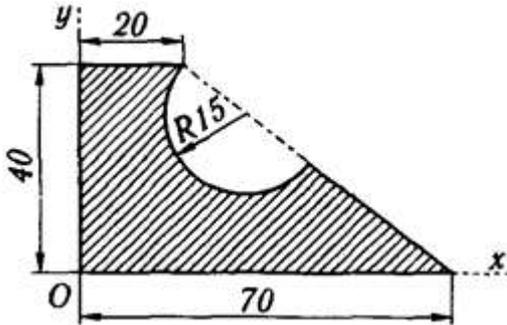
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 100 \text{ кН}$, $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $\gamma = 70^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F=10\text{кН}$; $q=2\text{кН/м}$; $m=50 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $a=2 \text{ м}$

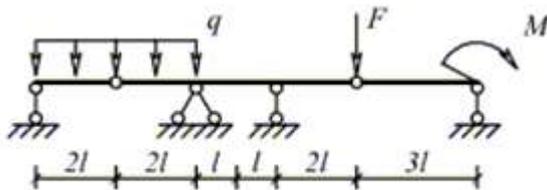
Задание 4



Определить положение центра тяжести фигуры, представленной нарисунке. Найти x_c –
? y_c – ?

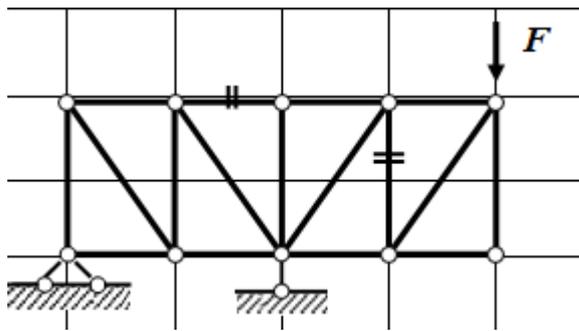
Задание 5

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, \text{м}$	5
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	50
$F, \text{кН}$	20
$q, \text{кН/м}$	2

Задание 6



Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=10$ кН, шаг сетки 5 м.

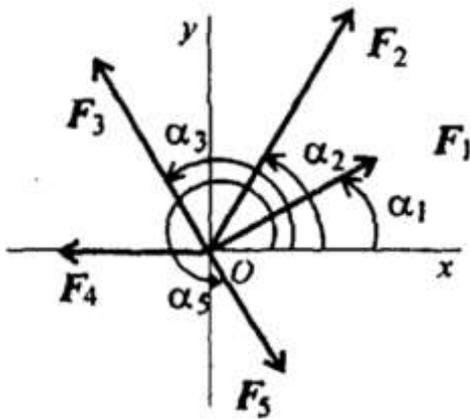
10 вариант

Теоретические вопросы

1. Понятие о линейных и угловых перемещениях при изгибе
2. Сложение плоской системы сходящихся сил. Геометрическое условие равновесия.

Практические задания

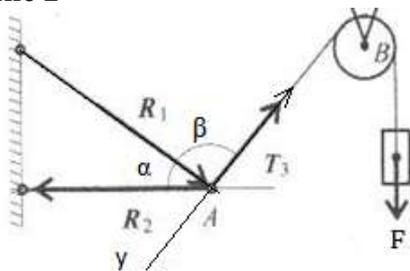
Задание 1



Определить аналитическим и графическим методами неизвестные силы из условия равновесия плоской системы сходящихся сил если $F_1 = 10$ кН, $F_2 = 20$ кН, $F_3 = 15$ кН, $\alpha_1=60^\circ$, $\alpha_2=120^\circ$, $\alpha_3=220^\circ$, $\alpha_4=270^\circ$, $\alpha_5=45^\circ$,

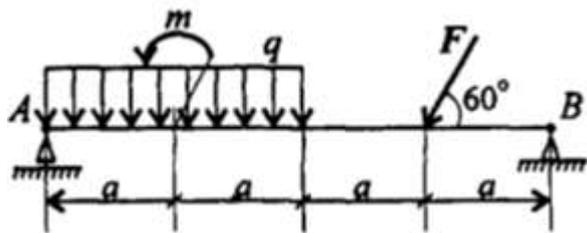
Определить: F_4 и F_5

Задание 2



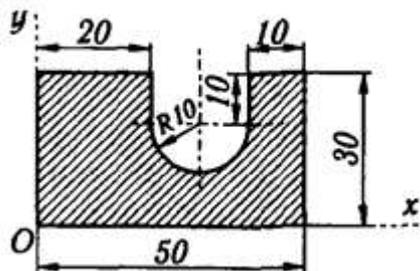
Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии, определить реакции связи в стержнях графически и аналитически. $F = 50$ кН, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 70^\circ$, $\gamma = 80^\circ$. Найти: R_1 и R_2 .

Задание 3



Определить величины реакций в жесткой заделке одноопорной балки. Провести проверку решения, если $F=10\text{кН}$; $q=2\text{кН/м}$; $m=50\text{кН}\cdot\text{м}$; $a=2\text{ м}$

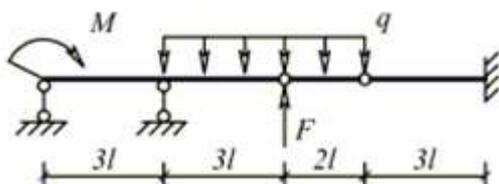
Задание 4



Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рисунке. Найти x_c –
? y_c – ?

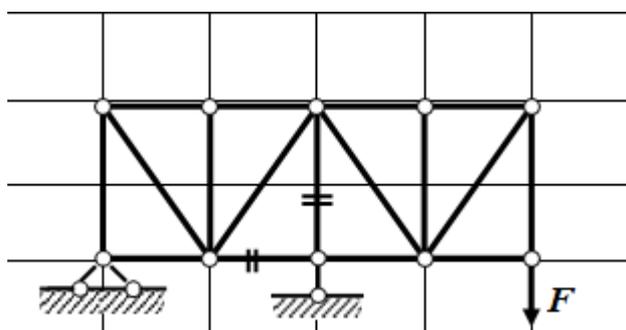
Задание 5

Построить эпюры внутренних усилий M и Q для заданной статически определимой многопролетной балки.



$l, \text{м}$	5
$M, \text{кН}\cdot\text{м}$	50
$F, \text{кН}$	20
$q, \text{кН/м}$	2

Задание 6



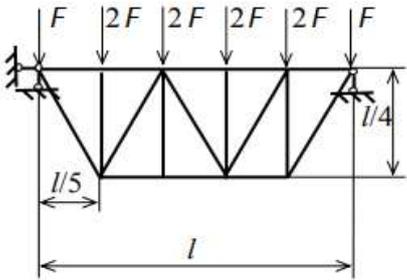
Определить усилия в стержнях фермы, нагруженной сосредоточенной силой, если $F=10\text{кН}$, шаг сетки 5 м.

5 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется по завершении изучения дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине «Техническая механика» - экзамен.

Результаты обучения	Оценочные средства для промежуточной аттестации
Экзаменационный билет по дисциплине содержит один теоретический вопрос по курсу «Техническая механика» и два типовых практических задания.	
31, 32, 33, 34, 35, 36, 301.4, 303.2.	<p><i>Экзаменационные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретическая механика и ее разделы: статика, кинематика, динамика. 2. Силы: внутренние и внешние. Равнодействующая и уравнивающая системы сил. 3. Аксиомы статики. 4. Связи. Реакции связей. 5. Система сходящихся сил. Силовой многоугольник. 6. Геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил 7. Аналитические уравнения равновесия системы сходящихся сил. 8. Пара сил. Свойства пар. Условие равновесия пары сил. 9. Момент пары сил, величина, знак. 10. Приведенные силы и системы сил к данному центру. 11. Главный вектор и главный момент. 12. Классификация нагрузок – сосредоточенные силы, моменты, равномерно-распределенные нагрузки и их интенсивность 13. Центр тяжести тела 20. Основные допущения и гипотезы о свойствах материалов и характере. 21. Сопротивление материалов Нагрузки и их классификация. 22. Метод сечений. 23. Растяжение и сжатие. 24. Срез и смятие: основные расчетные предпосылки и расчетные формулы, условности расчета. 25. Внутренние силовые факторы при изгибе. 26. Геометрически изменяемые и неизменяемые системы. Степень свободы. 27. Многопролетные статически определимые (шарнирные) балки. 28. Статически определимые плоские рамы. 29. Трехшарнирные арки. 30. Статически определимые плоские фермы. 31. Статический момент площади сечения. 32. Осевой, полярный и центробежный моменты инерции. 33. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. 34. Линии влияния продольных сил в стержнях фермы.

	<p>35. Зависимость между возможной работой внешних сил и внутренних. 36. Формула перемещений. 37. Правило Верещагина.</p>
<p>$У1, У2, У3, У4, У01.2, У01.3, У02.5, У03.2.$</p>	<p><i>Типовое практическое задание:</i></p> <p>1. Определить опорные реакции и усилия в стрелках фермы, если $q=2 \text{ кН*м}$, $F=10 \text{ кН}$, $l=20 \text{ м}$.</p>  <p>2. Стальная балка из двутавра загружена внешней нагрузкой (F, M, q). Модуль упругости $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допустимое напряжение на изгиб $[\sigma_{и}] = 210 \text{ МПа}$.</p> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Найти опорные реакции. 2. Рассчитать и построить эпюры внутренних усилий M, Q, N. Найти опасные сечения. 3. Из условия прочности при изгибе подобрать номер профиля двутавра.

Критерии оценки экзамена

–«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

–«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

–«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

–«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Приложение А
Образец оформления титульного листа контрольной работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова»

Многопрофильный колледж

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

Вариант _____

Выполнил (а) _____

Специальность: 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Группа _____

Шифр _____

Преподаватель _____

Магнитогорск, 20__ г.

Приложение Б
Образец оформления содержания контрольной работы

Содержание

1	Теоретический вопрос 1..... <i>(текст вопроса)</i>	8
2	Теоретический вопрос 2..... <i>(текст вопроса)</i>	10
3	Практические задания	11 13

Приложение В
Образовательный маршрут обучающегося заочной формы по учебной дисциплине

Контрольная точка	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Контролируемые результаты	Оценочные средства	
№1	Раздел 1. Теоретическая механика	У2, У1, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2 32, 33, 34, 301.3, 301.4, 302.3, 303.2	Портфолио	1. Практические работы
№2	Раздел 2. Сопротивление материалов	У1, У2, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, 31, 32, 33, 34, 35, 301.3, 301.4, 302.3, 303.1, 303.2	Портфолио	1. Практические работы
№3	Раздел 3. Статика сооружений	У2, У3, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.5, У02.7, У03.2, 31, 32, 33, 34, 35, 301.3, 301.4, 302.3, 303.1, 303.2	Портфолио	1. Практические работы
№4	Допуск к экзамену	У1, У2, У3, У4, У01.2, У01.3, У02.4, У02.7, У03.2, 31, 32, 33, 34, 35, 301.3, 301.4, 302.3, 303.1, 303.2	Контрольная работа	1. Теоретические вопросы 2. Типовые практические задания
Промежуточная аттестация	Экзамен	31, 32, 33, 34, 35, 36, 301.4, 303.2. У1, У2, У3, У4, У01.2, У01.3, У02.5, У03.2.	Экзаменационные билеты	1 Теоретические вопросы по содержанию курса 2. Типовые практические задания