

Министерство образования Республики Беларусь  
Филиал Учреждения образования «Брестский  
государственный технический университет»  
Политехнический колледж

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по учебной работе  
\_\_\_\_\_ С.В. Маркина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_

## ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашней контрольной работы №1  
для учащихся специальности  
2-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство (по направлениям)»  
(код и название специальности)

\_\_\_\_\_ заочная \_\_\_\_\_  
(форма обучения)

2017

Разработала: Омеленецкая Ж.П., преподаватель Филиала БрГТУ  
Политехнический колледж.

Методические указания разработаны на основании рабочей учебной  
программы, утвержденной директором филиала БрГТУ Политехнический  
колледж 20.06.2017г.

Методические указания обсуждены и рекомендованы к использованию на  
заседании цикловой комиссии общестроительных дисциплин.

31.08.2017 Протокол № 1

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_ Н.Ю.Бешанова  
(ф.и.о.)

## Содержание:

1. Пояснительная записка	4
2. Действующая типовая учебная программа дисциплины	5
3. Тематический план	18
4. Требования к выполнению и оформлению домашней контрольной работы	19
5. Методические указания по выполнению домашней контрольной работы	20
6. Пример выполнения домашней контрольной работы №1	21
7. Задания для домашней контрольной работы	26
8. Критерии оценки домашней контрольной работы	39
9. Список рекомендуемой литературы	40

## 1. Пояснительная записка

Успешному решению задачи улучшения качества выпускаемой продукции и повышения эффективности всех отраслей народного хозяйства республики способствует глубокое изучение будущими техниками общетехнических дисциплин и в том числе технической механики.

Назначение дисциплины – дать будущим специалистам основные сведения о равновесии материальных тел, о методах расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, о способах образования различного вида геометрически неизменяемых систем и методах их статического расчета.

Для специальности 2-70 02 01 дисциплина состоит из трех разделов: статика, сопротивление материалов и статика сооружений.

Базой для изучения дисциплины «Техническая механика» являются знания, полученные при изучении математики и физики. В свою очередь, знания, которые будут приобретены при изучении технической механики, являются в дальнейшем базой для изучения смежных специальных дисциплин.

В результате изучения программного материала учащиеся **должны знать на уровне представления:**

- основные понятия и аксиомы статики;
- плоскую и пространственную систему сил;

**на уровне понимания:**

- классификацию нагрузок;
- методику решения задач на равновесие плоской системы сил;
- формулы и порядок расчета на прочность сжатых, растянутых стержней и изгибаемых элементов конструкций;
- порядок расчета статически неопределимых систем;
- основные понятия о сопротивлении материалов и методах выбора расчетной схемы элемента и расчетной схемы элемента и расчетной схемы сечения;

**уметь:**

- определять опорные реакции конструкции;
- анализировать геометрическую структуру сооружений;
- отличать статически определимые системы от статически неопределимых;
- выполнять расчет статически неопределимых систем с помощью таблиц, справочников;
- выполнять проектные и проверочные расчеты на прочность, жесткость статически определимых брусков при прямом поперечном и при косом поперечном изгибах.

Для закрепления и углубления теоретических знаний и приобретения практических навыков и умений программой предмета предусматриваются практические занятия и лабораторные работы.

При решении задач, выполнении расчетов или экономической оценке полученных результатов рекомендуется использовать ЭВМ.

## 2. Действующая учебная программа

### ВВЕДЕНИЕ

Определение науки "Механика". История развития механики, ее роль в строительстве и других отраслях. Понятие о технической механике и ее разделах: теоретическая механика, сопротивление материалов, строительная механика.

### Раздел 1 СТАТИКА

#### *Тема 1.1 Основные понятия и аксиомы статики*

Теоретическая механика и ее разделы: статика, кинематика, динамика. Основные понятия статики: абсолютно твердое (недеформируемое) тело, сила и ее характеристики, единица силы в Международной системе единиц (СИ). Силы внешние и внутренние. Система сил ее равнодействующая, эквивалентные системы, уравновешенная система. Аксиомы статики. Основные типы связей и их реакции. Принцип освобождения от связей. Опорные связи и реакции опор.

#### *Тема 1.2 Плоская система сходящихся сил*

Система сходящихся сил. Силовой многоугольник. Геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.

Методика решения задач на равновесие плоской системы сходящихся сил с использованием геометрического условия равновесия. Проекция силы на ось. Правило знаков. Проекции силы на две взаимно перпендикулярные оси. Аналитическое определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил. Аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил (уравнения равновесия).

Методика решения задач на равновесие плоской системы сходящихся сил аналитическим способом. Рациональный выбор осей координат. Использование симметрии.

#### *Тема 1.3. Пара сил и момент силы относительно точки*

Понятие пары сил. Вращающее действие пары сил на тело. Момент пары сил, знаки и единицы измерения момента. Эквивалентность пар. Сложение пар. Условие равновесия плоской системы пар. Определение момента силы относительно точки.

#### *Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил*

Приведение силы к данному центру. Приведение системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент. Теорема Вариньона. Частные случаи приведения плоской системы сил. Равновесие плоской системы сил; аналитическое условие равновесия.

Уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил (три вида). Уравнения равновесия плоской системы параллельных сил (два вида). Основные виды опор балочных систем: цилиндрическая подвижная (шарнирно-подвижная) опора, цилиндрическая неподвижная (шарнирно-неподвижная), защемляющая неподвижная (жесткое защемление) - их реакции. Виды нагрузок - сосредоточенные силы, сосредоточенные пары сил (моменты), распределенные нагрузки и их интенсивность.

Методика решения задач на равновесие плоской системы произвольно расположенных и параллельных сил. Рациональный выбор координатных осей, центров моментов. Аналитическое определение опорных реакций балок. Проверка решения.

### ***Тема 1.5 Пространственная система сил***

Пространственная система сходящихся сил. Параллелепипед сил. Равнодействующая пространственной системы сходящихся сил. Проекция силы на три взаимно перпендикулярные оси. Равновесие пространственной системы сходящихся сил. Уравнение равновесия. Момент силы относительно оси, его знак и условия равенства нулю. Пространственная система произвольно расположенных сил. Уравнения равновесия такой системы (без вывода).

### ***Тема 1.6 Центр тяжести***

Центр параллельных сил, его свойства. Формулы для определения координат центра параллельных сил. Сила тяжести. Центр тяжести тела как центр параллельных сил. Координаты центра тяжести однородного тела. Координаты центра тяжести тонкой однородной пластинки. Статический момент площади плоской фигуры относительно оси - определение, единица измерения, способ нахождения, условие равенства нулю.

Положение центра тяжести фигур, имеющих ось и плоскость симметрии. Положение центров тяжести простых геометрических фигур: прямоугольника, треугольника, трапеции, полукруга, параболического треугольника.

Определение координат центра тяжести сложных сечений, представляющих собой совокупность простых геометрических фигур, и сечений, составленных из стандартных профилей проката.

### ***Тема 1.7 Устойчивость равновесия твердого тела***

Устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесия твердого тела. Условие равновесия тел, имеющего опорную плоскость. Момент опрокидывающий и момент удерживающий. Коэффициент устойчивости

## **Раздел 2 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

### ***Тема 2.1 Основные положения. Гипотезы и допущения.***

Цели и задачи раздела "Соппротивление материалов" и его связь с другими разделами технической механики и специальными предметами. Краткие сведения по истории развития сопротивления материалов. Понятие об упругих и пластических деформациях. Внешние силы (нагрузки), их классификация: объемные, поверхностные, статические, динамические.

Основные допущения и гипотезы, принятые сопротивлением материалов. Определение внутренних сил (метод сечений). Внутренние силы в поперечных сечениях бруса. Основные виды деформированного состояния бруса (виды нагружения). Напряжения: полное, нормальное и касательное.

### ***Тема 2.2 Растяжение и сжатие***

Продольная сила. Гипотеза плоских сечений (гипотеза Бернулли). Нормальное напряжение в поперечных сечениях бруса. Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений. Понятие о концентрации напряжений. Коэффициент концентрации напряжений. Продольная деформация

при растяжении (сжатии). Закон Гука. Модуль продольной упругости. Определение перемещений поперечных сечений. Жесткость сечения бруса при растяжении и сжатии. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона).

Механические испытания материалов. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов, их механические характеристики: предел пропорциональности; предел текучести (физический и условный); предел прочности. Характеристики пластических свойств: относительное остаточное удлинение при разрыве и относительное остаточное сужение. Допускаемое напряжение и коэффициент запаса прочности по пределу текучести и пределу прочности. Основные факторы, влияющие на выбор коэффициента запаса прочности.

Расчеты на прочность: проверочный расчет, проектный расчет, определение допускаемой нагрузки. Метод расчета по предельным состояниям. Предельные состояния и надежность строительных конструкций. Нормативные и расчетные нагрузки. Нормативные и расчетные сопротивления. Условие прочности при растяжении (сжатии). Простейшие расчеты на прочность по предельным состояниям.

Влияние собственной силы тяжести бруса на напряжения и деформации. Понятие о брусках равного сопротивления.

### ***Тема 2.3 Сдвиг (срез) смятие.***

Понятие о чистом сдвиге. Деформация сдвига. Модуль сдвига. Срез и смятие: внутренние силовые факторы и геометрические характеристики прочности. Условия прочности при срезе и смятии. Понятие о расчетах заклепочных, болтовых, сварных, клееных соединений, соединений на врубках.

### ***Тема 2.4 Геометрические характеристики плоских сечений***

Понятие о геометрических характеристиках плоских поперечных сечений бруса. Моменты инерции; осевой (экваториальный), полярный и центробежный. Осевые моменты инерции простейших сечений: прямоугольного, треугольного, кругового и кольцевого.

Зависимость между осевыми моментами инерции относительно параллельных осей. Главные оси и главные центральные моменты инерции. Определение главных центральных моментов инерции составных сечений, имеющих ось симметрии. Применение таблиц сортамента прокатных профилей.

### ***Тема 2.5 Изгиб***

Основные понятия и определения. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении бруса при прямом изгибе: поперечная сила и изгибающий момент. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Основные правила построения эпюр.

Нормальные напряжения при изгибе. Жесткость сечения. Распространение формул, полученных для чистого изгиба, на поперечный изгиб. Понятие об осевом моменте сопротивления сечения. Формула Журавского для касательных напряжений в поперечных сечениях балок. Эпюры касательных напряжений для балок прямоугольного и двутаврового сечений.

Расчет балок по предельным состояниям. Рациональные формы сечений

балок, применяемых в строительстве.

Примеры определения линейных и угловых перемещений сечений статически определимых балок. Расчет балок на жесткость с использованием готовых таблиц и формул.

### ***Тема 2.6 Сложное сопротивление***

Косой изгиб, основные понятия и определения. Силовые плоскости и линии. Нормальные напряжения в поперечном сечении бруса при косом изгибе. Уравнение нулевой линии. Построение эпюр нормальных напряжений. Расчет на прочность при косом изгибе по предельному состоянию. Определение прогибов.

Понятие о внецентренном сжатии (растяжении). Условия возникновения внецентренного сжатия (растяжения). Понятие об эксцентриситете. Внецентренное сжатие бруса большой жесткости (случай, когда точка приложения силы лежит на одной из главных осей инерции, и общий случай). Нормальные напряжения в поперечном сечении бруса. Уравнение нулевой линии. Построение эпюр нормальных напряжений. Ядро сечения и его свойства. Построение контура ядра простейших сечений (прямоугольного, кругового).

### ***Тема 2.7 Устойчивость центрально-сжатых стержней***

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия центрально-сжатых стержней. Явление продольного изгиба. Критическая сила. Критическое напряжение. Гибкость стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Предельная гибкость. Эмпирическая формула Ясинского.

Расчет центрально-сжатых стержней на устойчивость с применением коэффициента продольного изгиба. Рациональные формы поперечного сечения сжатых стержней.

### ***Тема 2.8 Кручение брусков круглого сечения***

Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Скручивающий и крутящий моменты. Построение эпюры крутящих моментов. Напряжение в поперечном сечении круглого бруса, угол закручивания. Полярный момент сопротивления для кругового и кольцевого сечений. Расчеты на прочность и жесткость.

### ***Тема 2.9 Понятие о действии динамических и повторно-переменных нагрузок***

Основные понятия о динамических задачах сопротивления материалов. Расчет при известных силах инерции. Приближенный расчет на удар. Динамический коэффициент. Понятие об усталости материала. Прочность при переменных напряжениях.

## **Раздел 3 СТАТИКА СООРУЖЕНИЙ**

### ***Тема 3.1 Основные положения***

Задачи строительной механики, ее связь с теоретической механикой, сопротивлением материалов и смежными специальными дисциплинами. Основные рабочие гипотезы: допущение идеальных шарниров и абсолютно-жесткого заземления. Замена действительных сооружений расчетными



схемами, расчленение пространственных систем на плоские, неизменяемость систем. Расчетная схема сооружения. Классификация расчетных схем сооружений. Краткий обзор развития строительной механики стержневых систем.

### ***Тема 3.2 Кинетический анализ расчетных схем сооружений.***

Геометрически неизменяемые и изменяемые системы. Степень свободы системы. Основные способы образования геометрически неизменяемых систем. Необходимое условие геометрической неизменяемости. Последовательность кинематического анализа.

### ***Тема 3.3 Статически определимые плоские фермы***

Общие сведения о фермах. Классификация ферм: по назначению, направлению опорных реакций, очертанию поясов, системе решетки. Образование простейших ферм. Условия геометрической неизменяемости и статической определимости ферм. Анализ геометрической структуры ферм. Аналитическое определение опорных реакций. Аналитическое определение сил в стержнях фермы методом вырезания узлов и сквозных сечений (способы моментных точек и проекций). Графическое определение сил в стержнях фермы путем построения диаграммы Максвелла-Кремоны

### ***Тема 3.4 Статически определимые составные балки***

Основные сведения о многопролетных статически определимых (шарнирных) балках. Условия статической определимости и геометрической неизменяемости. Анализ геометрической структуры. Типы шарнирных балок. Схемы взаимодействия (этажные схемы) элементов,; составляющих шарнирные балки. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Понятие о наиболее выгодном расположении шарниров в балке (равномоментные балки).

### ***Тема 3.5 Статически определимые плоские рамы***

Общие сведения о рамных конструкциях. Типы рам: однопролетные, многопролетные, одноярусные (одноэтажные), многоярусные (многоэтажные), составные и специального назначения. Аналитический расчет простых рам. Построение эпюр поперечных сил, изгибающих моментов и продольных сил. Проверка правильности построения эпюр по условиям равновесия жестких узлов и отсекаемых частей рамы (статическая проверка).

### ***Тема 3.6 Трехшарнирные арки***

Общие сведения о трехшарнирных системах и их типах. Типы арок (бесшарнирные, двухшарнирные, трехшарнирные и арки с затяжками) и их элементы. Аналитический способ расчета трехшарнирных арок. Определение опорных реакций, изгибающего момента, поперечной и продольной сил в произвольном сечении арки.

### ***Тема 3.7 Определение перемещений в плоских статически определимых системах***

Деформации и перемещения. Общий принцип обозначения перемещений. Формула Мора для элемента сооружения, испытывающего совместную деформацию изгиба с растяжением (сжатием). Примеры определения перемещений в статически определимых плоских системах (рамах) методом Мора с применением правила Верещагина.

## **Тема 3.8 Основы расчета статически неопределимых систем методом сил**

Деформации и перемещения. Общий принцип обозначения перемещений. Формула Мора для элемента сооружения, испытывающего совместную деформацию изгиба с растяжением (сжатием). Примеры определения перемещений в статически определимых плоских системах (рамах) методом Мора с применением правила Верещагина.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

#### **К введению**

1. Что изучает техническая механика? 2. Что такое материя? 3. Что такое движение материи, какие формы движения вы знаете, что такое механическое движение? 4. Что понимается под равновесием? 5. Что изучается в теоретической механике и ее разделах: статике, кинематике, динамике?

#### **К теме 1.1**

1.1 Какое тело называется абсолютно твердым? 2. Что называется материальной точкой? 3. Что такое сила и какова ее единица? Какими тремя факторами определяется сила, действующая на твердое тело? 4. Что называется системой сил? 5. Какие две системы называются эквивалентными? 6. Какая сила называется равнодействующей данной системы сил? 7. Чем отличается равнодействующая данной системы сил от силы, уравнивающей эту систему? 8. Что такое аксиомы статики, как они формулируются? 9. Какое тело называется несвободным? 10. Что называется реакцией связи, как направлены реакции наиболее распространенных типов связей?

#### **К теме 1.2**

1. Какие силы называются сходящимися? 2. По какой формуле определяется величина равнодействующей двух сходящихся сил? 3. Как геометрически определяется равнодействующая системы сходящихся сил, влияет ли порядок сложения сил на величину и направление равнодействующей? 4. В чем состоит геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил? 5. Сформулируйте теорему о равновесии трех непараллельных сил. 6. Что называется проекцией силы на ось, как определяется знак проекции? 7. Известно, что сумма проекций всех сил, приложенных к телу на одну из двух взаимно перпендикулярных осей, равна нулю, на другую – не равна нулю. Как направлена равнодействующая такой системы сил? Чему равна проекция этой равнодействующей на другую ось? 8. Как формулируются аналитические условия равновесия системы сходящихся сил?

#### **К теме 1.3**

1. Что называется парой сил? 2. Какое движение совершает свободное твердое тело под действием пары сил? 3. Что называется моментом пары и как определяется знак момента? Какова единица момента? 4. Каким образом можно уравновесить действие на тело пары сил? 5. Какие пары сил называют эквивалентными? 6. Какими свойствами обладают пары? 7. В чем состоит условие равновесия пар, лежащих в одной плоскости?

#### **К теме 1.4**

1. Что называется моментом силы относительно данной точки? 2. Как выбирается знак момента? 3. Что такое плечо силы? 4. Изменится ли момент силы относительно данной точки при переносе силы по линии ее действия? 5. В каком случае момент силы относительно точки равен нулю? 6. Что значит привести силу к данному центру? 7. Что называется присоединенной парой? Чему равен ее момент? 8. Что называется главным вектором и главным моментом плоской системы сил и как они определяются? 9. Чем отличается главный вектор от равнодействующей данной системы? 10. Изменится ли главный момент и главный вектор при перенесении центра приведения? 11. В каких случаях плоская система сил приводится к одной силе или к одной паре? 12. В чем состоит теорема Вариньона? 13. Как с помощью теоремы Вариньона найти точку, через которую проходит линия действия равнодействующей плоской системы параллельных сил? 14. Каковы графические условия равновесия сил, расположенных как угодно на плоскости? 15. Сформулируйте условия равновесия плоской системы произвольно расположенных сил, напишите уравнения равновесия для системы сил (три вида). 16. Напишите уравнения равновесия для плоской системы параллельных сил (два вида). Что называется трением скольжения? Сформулируйте законы трения скольжения. 17. Какая существует зависимость между коэффициентом трения и углом трения?

#### **К теме 1.5**

1. Какая система сил называется пространственной? 2. Что называется пространственной системой сходящихся сил? 3. Сформулируйте правило параллелепипеда сил? 4. Как определяют проекции пространственной силы на координатные оси и плоскости? 5. Является ли проекция силы на плоскость векторной величиной? 6. В чем состоят графическое и аналитическое условия равновесия пространственной системы сходящихся сил? 7. Что называется моментом силы относительно данной оси? Как выбирается знак момента? В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю? 8. Как приводятся силы, произвольно расположенные в пространстве, к данному центру? 9. Напишите уравнения равновесия системы сил, произвольно расположенных в пространстве, и объясните их смысл. 10. Напишите уравнения равновесия пространственной системы параллельных сил и объясните их смысл.

#### **К теме 1.6**

1. Дайте определение центра параллельных сил и укажите его свойство: напишите формулы для определения координат центра параллельных сил. 2. Что называется центром тяжести тела? 3. Напишите формулы для определения координат центров тяжести однородного тела и тонкой однородной пластинки. 4. Что называется статическим моментом площади плоской фигуры? Какова его единица? В каком случае он равен нулю? 5. Как определяется положение центра тяжести плоской фигуры сложной формы? 6. Как определяется центр тяжести сечений, составленных из стандартных профилей проката?

## **К теме 1.7**

1. Какое равновесие твердого тела называется устойчивым, неустойчивым и безразличным? 2. При каком условии равновесие твердого тела, имеющего точку опоры или ось вращения, устойчивое, при каком – неустойчивое и при каком – безразличное? Приведите примеры. 3. Сформулируйте условие равновесия для тела, опирающегося на плоскость. 4. Что такое коэффициент устойчивости тела, имеющего плоскость опоры? Каким он должен быть – больше или меньше единицы?

## **К теме 2.1**

1. Каковы основные задачи науки о сопротивлении материалов? 2. Что называется прочностью, жесткостью и устойчивостью элемента конструкции? 3. Какие деформации называются упругими и пластическими (остаточными)? 4. Что называется упругостью? 5. Как классифицируются нагрузки, действующие на сооружения? 6. Сформулируйте основные гипотезы и допущения, принимаемые в сопротивлении материалов. 7. Что такое брус, пластинка (оболочка) и массивное тело? 8. В чем сущность метода сечений? 9. Охарактеризуйте внутренние силовые факторы (внутренние силы и моменты, которые могут возникнуть в поперечном сечении бруса. 10. Что называется напряжением в данной точке сечения? Какова его единица? 11. Что такое нормальное и касательное напряжение? Как они действуют в рассматриваемых сечениях твердого тела? 12. В чем состоит задача расчета на прочность? на жесткость? на устойчивость?

## **К теме 2.2**

1. Какой вид нагружения бруса называется растяжением и какой сжатием? 2. Что такое продольная и поперечная деформация бруса при растяжении (сжатии) и какова зависимость между ними? 3. Что называется продольной силой в сечении бруса? 4. Что такое эпюры продольных сил и нормальных напряжений? Как они строятся? 5. Как записывается и как формулируется закон Гука при растяжении (сжатии)? 6. Что такое модуль продольной упругости материала? Как он определяется? В каких единицах выражается? Что называется жесткостью сечения бруса при растяжении (сжатии)? 7. Какой вид имеет диаграмма растяжения образца малоуглеродистой стали? 8. Что называется пределами: пропорциональности, текучести, прочности? Объясните физический смысл предела текучести. 9. Что такое условный предел текучести? Для каких материалов он определяется и почему? 10. В чем различие между условной и истинной диаграммой растяжения материалов? 11. Какими показателями характеризуется степень пластичности материала? 12. В чем сущность закона разгрузки и повторного нагружения? Что называется наклепом? 13. Чем отличается диаграмма растяжения пластичной стали от диаграммы растяжения хрупкой стали? 14. Что называется допускаемым напряжением материала? Каково его значение в вопросе прочности материала? Как оно выбирается для пластичных и хрупких материалов? 15. Почему допускаемое напряжение должно быть ниже предела пропорциональности данного материал. 16. Что называется коэффициентом запаса прочности? 17. Какие факторы

вливают на выбор допускаемого напряжения и коэффициента запаса прочности? 18. Напишите расчетное уравнение прочное на растяжение и сжатие по допускаемому напряжению. Объясни его смысл. 19. Напишите расчетное уравнение прочности на растяжение и сжатие по предельному состоянию. 20. Какие коэффициенты применяются при расчете по предельным состояниям и что они учитывают? 21. Что называется нормативным сопротивлением материала и что расчетным сопротивлением? 22. В чем сущность метода расчета по предельным состояниям? 23. Охарактеризуйте две группы предельных состояний, установленные. 24. Напишите расчетную формулу проверки несущей способности конструкции при растяжении, сжатии. 25. Что называется опасным сечением бруса? Напишите формулы, по которым: а) проверяется действительное напряжение в сечении бруса; б) подбирается площадь поперечного сечения; в) определяется допускаемая нагрузка при заданном сечении бруса. 26. Напишите расчетное уравнение прочности бруса при растяжении и сжатии с учетом его собственной силы тяжести. 27. Что называется брусом равного сопротивления? 28. Какие задачи на растяжение и сжатие называются статически неопределимыми и в чем состоит сущность их решения?

### **К теме 2.3**

1. Что такое чистый сдвиг? 2. Что называется абсолютным и относительным сдвигом? 3. Напишите формулу, выражающую закон Гука при сдвиге. 4. Что такое модуль сдвига? 5. Напишите формулу зависимости между модулем продольной упругости, модулем сдвига и коэффициентом Пуассона. 6. Как происходят срез и смятие? 7. Как рассчитывают односрезные и двухсрезные заклепочные соединения? 8. Из каких условий определяется количество заклепок, толщина и ширина фасонного листа и другие размеры заклепочного соединения? 9. Назовите основные типы сварных соединений. 10. Как рассчитывают каждый из них? 11. Как определяется длина фланговых сварных швов? 12. Почему при расчете прочности сварного шва его толщина умножается на коэффициент 0,7? 13. Как проверить несущую способность заклепочного соединения, сварного соединения?

### **К теме 2.4**

1. Что называется осевым, полярным и центробежным моментами инерции сечения? Каковы их единицы? 2. Какие моменты инерции всегда положительны, какие могут принимать отрицательны, значения и равные нулю? почему? 3. Какова зависимость между осевыми моментами инерции относительно двух взаимно перпендикулярных осей, с одной стороны, и полярным моментом инерции относительно точки пересечения этих осей - с другой? 4. Какова зависимость между моментами инерции относительно двух параллельных осей, из которых одна центральная? 5. Что такое главные и что такое главные центральные моменты инерции? 6. Какие оси называются главными и какие главными центральными? 7. В каких случаях можно без вычисления установить положения главных осей? 8. Напишите формулы для определения главных центральных моментов инерции прямоугольника, круга, кольца, равнобедренного треугольника. 9. Как определить положение

главных центральных осей составного сечения, имеющего ось симметрии?

### **К теме 2.5**

1. Что такое прямой изгиб? 2. Что такое чистый и поперечный изгиб? 3. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях балки при поперечном изгибе? 4. Как вычисляют изгибающий момент в поперечном сечении бруса и каково правило знаков при этом? 5. Как вычисляют поперечную силу в поперечном сечении балки и каково правило знаков при этом? 6. Как формулируются и записываются дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределения нагрузки? 7. Что такое эпюры поперечных сил и изгибающих моментов? Как и для чего они строятся? 8. Как изменяется поперечная сила в сечении, соответствующем точке приложения внешней сосредоточенной силы? Изменяется ли изгибающий момент в этом сечении? 9. Как изменяется изгибающий момент в сечении, в котором к балке приложен внешний сосредоточенный момент? Изменяется ли значение поперечной силы в этом сечении? 10. Как вычислить изгибающий момент в любом сечении балки по построенной для нее эпюре поперечных сил? 11. Чему равна поперечная сила в сечениях бруса, в которых изгибающий момент достигает экстремальных (максимального или минимального) значений? 12. Как определяют экстремальное значение изгибающего момента? 13. В чем заключается проверка правильности эпюр поперечных сил и изгибающих моментов? 14. Сформулируйте гипотезу плоских сечений. 15. Что такое нейтральный слой и нейтральная ось и как они расположены? 16. Чему равна кривизна оси балки при чистом изгибе? 17. По какой формуле определяют нормальные напряжения в поперечном сечении балки при изгибе и как они меняются по высоте балки? 18. Что называется жесткостью сечения при изгибе? 19. Что такое осевой момент сопротивления сечения? Каковы его физическая сущность и единица? 20. Напишите условие прочности при изгибе по предельному состоянию. 21. Какие задачи можно решить по этому условию? 22. В чем сущность проверки несущей способности балочных конструкций? 23. По каким формулам определяют осевые моменты сопротивления прямоугольника, квадрата, круга, кругового кольца? 24. Напишите формулу Журавского для определения касательных напряжений при изгибе. 25. В каких случаях следует производить проверку прочности балок по наибольшим касательным напряжениям, возникающим в поперечных сечениях? Как производится эта проверка? 26. В каких случаях и как производится проверка прочности балок по главным и эквивалентным напряжениям? 27. Как определяют перемещения по формуле Мора? 28. Как вычисляют интеграл Мора по правилу Верещагина? Как рассчитывают балки на жесткость?

### **К теме 2.6**

1. Какой случай нагружения называется косым изгибом? 2. Какие элементы строительных конструкций работают на косой изгиб? 3. Может ли балка круглого сечения находиться в состоянии косоугольного изгиба? 4. Как определяют нормальные напряжения в сечениях балки при косом изгибе? 5. Как определяют перемещения сечений балки при косом изгибе? 6. Напишите

условия прочности при косом изгибе по предельному состоянию. Какие задачи могут быть решены с помощью этого условия? 7. Какой случай нагружения называется внецентральным сжатием (растяжением)? 8. По каким формулам определяют нормальные напряжения в поперечных сечениях внецентренно нагруженного бруса большой жесткости? Какой вид имеет эпюра этих напряжений? 9. Как определяют положение нейтральной оси при внецентренном сжатии или растяжении? 10. Что такое ядро сечения? Как оно строится и в каких случаях нужно его построение?

### **К теме 2.7**

1. Что называется скручивающим моментом? 2. Какой случай нагружения бруса круглого поперечного сечения называется кручением? 3. Что называется относительным углом закручивания и полным углом закручивания? 4. Какие основные допущения приняты при изучении теории кручения бруса круглого сечения? 5. Что такое крутящий момент и чему он равен в произвольном сечении скручиваемого бруса? 6. Как строится эпюра крутящих моментов? 7. Что называется жесткостью сечения бруса при кручении? 8. Напишите формулы для определения полного угла закручивания. 9. Какие напряжения возникают в поперечном сечении скручиваемого цилиндрического бруса и как они распределяются по этому сечению? 10. Каковы преимущества полого вала перед сплошным? 11. Как производят расчет валов на прочность? на жесткость?

### **К теме 2.8**

1. В чем сущность явления продольного изгиба? 2. Что называется критической силой и критическим напряжением? 3. Какой вид имеет формула Эйлера для определения критической силы сжатого стержня с шарнирного закрепленными концами? 4. Как записывается формула Эйлера для определения критической силы сжатого стержня в общем случае? 5. Как влияет жесткость  $EI$  поперечного сечения и длина  $l$  стержня на критическую силу? 6. Какой момент инерции обычно входит в формулу Эйлера? 7. Что называется приведенной длиной стержня? 8. Что называется коэффициентом приведения длины стержня? Укажите его значение для четырех основных случаев закрепления стоек. 9. Что такое гибкость стержня? 10. Укажите пределы применимости формулы Эйлера. 11. В каких случаях при расчете сжатых стержней применяют эмпирические формулы? 12. Как рассчитывают продольно сжатые стержни с применением коэффициента продольного изгиба по предельному состоянию и по допускаемому напряжению? 13. Какие формы поперечных сечений сжатых стержней являются рациональными?

### **К теме 2.9**

1. Какие нагрузки называются динамическими? 2. Приведите примеры динамического действия нагрузки. 3. Какое существует правило при расчете элементов конструкций, подверженных динамическим нагрузкам? 4. Как выражается динамическое напряжение через статическое? 5. Что называется динамическим коэффициентом? 6. Какое явление называется ударом и результатом чего оно является? 7. Какие допущения приняты при

расчете элементов конструкций ударную нагрузку? 8. Что называется повторно-переменной, или циклической, нагрузкой? 9. Приведите примеры элементов конструкций, испытывающих циклические нагрузки. 10. Что называется усталостью материала? 11. Что называется циклом напряжений? 12. Что такое симметричный, от нулевой и асимметричный цикл? Приведите примеры. 13. Что называется коэффициентом асимметрии цикла? 14. Что называется пределом выносливости? От каких факторов он зависит?

### **К теме 3.1**

Каковы задачи статики сооружений? 2. Что такое расчетная **схема** сооружения? От чего зависит ее выбор? 3. Как классифицируются сооружения? Каковы основные особенности расчетных схем каждого вида сооружений? 4. Как классифицируются опоры? Какие опорные реакции могут возникнуть в каждом их типе? 5. Какие существуют виды нагрузок? 6. Как определяются расчетные нагрузки? 7. Укажите роль отечественных ученых в развитии строительной механики.

### **К теме 3.2**

1. Какие системы называются геометрически изменяемыми и мгновенно изменяемыми? 2. Каковы основные признаки геометрически неизменяемых систем? 3. Как выявляется геометрическая неизменяемость систем? 4. Каковы признаки мгновенной изменяемости систем? 5. Приведите примеры геометрически неизменяемой, изменяемой и мгновенно изменяемой систем. Произведите анализ их геометрической структуры. 6. Можно ли применять в строительстве изменяемые, мгновенно изменяемые и почти мгновенно изменяемые системы? Если нельзя, то почему? 7. Каково различие между статистически определимыми и неопределимыми системами? 8. Какие связи называют необходимыми и какие лишними?

### **К теме 3.3**

1. Из каких элементов состоят фермы? 2. Каковы преимущества фермы по сравнению с балкой? 3. Приведите пример геометрически неизменяемой статически определимой фермы. Образуйте из нее геометрически изменяемую систему, оставив то же количество стержней. 4. Какого рода деформации испытывают стержни шарнирной фермы при узловой и внеузловой передаче нагрузки? 5. В чем сущность определения сил в стержнях ферм способами вырезания узлов, моментных точек и проекций? 6. Каковы принцип и порядок построения диаграммы Максвелла—Кремоны? 7. Как с помощью диаграммы Максвелла — Кремоны определить значение и знак силы стержне? 8. Как определяют узловые нагрузки от снега и ветра? Как определяют расчетные силы в стержнях ферм от действия постоянных и временных нагрузок?

### **К теме 3.5**

1. Чем отличаются многопролетные определимые балки от неразрезных? 2. Какие требования предъявляются к количеству и размещению промежуточных шарниров? 3. Какие существуют основные типы шарнирных балок и из каких элементов они состоят? Приведите возможные варианты размещения промежуточных шарниров для получения



шарнирных статически определимых балок неразрезной пятипролетной балки с шарнирными опорами и из неразрезной пятипролетной балки с одним защемленным концом. Составьте схемы взаимодействия элементов шарнирных балок. 5. Каковы порядок расчета и последовательность монтажа элементов шарнирных балок? 6. Охарактеризуйте методы расчета шарнирных балок с составлением без составления схемы взаимодействия элементов? Каковы достоинства и недостатки каждого из методов? 7. В чем достоинства равномоментных шарнирных балок?

### **К теме 3.6**

1. Назовите особенности рамных конструкций. 2. Каково различие в определении опорных реакций статически определимых рам, не имеющих промежуточных шарниров, и рам с промежуточными шарнирами? 3. Как определяются знаки поперечных сил, изгибающих моментов и продольных сил при расчете рам? 4. Как строятся эпюры  $Q_x$ ,  $M_x$  и  $N$  для рам? 5. Как проверить правильности построения эпюр  $Q_x$ ,  $M_x$  и  $N$  для статически определимых рам?

### **К теме 3.7**

1. В чем отличие распорной системы от безраспорной? 2. Каково назначение затяжки (в случае устройства арки с затяжкой)? 3. Как определяется сила в затяжке? 4. По каким правилам определяют поперечные силы, изгибающие моменты и продольные силы и сечения арки? 5. Почему для построения эпюр  $Q_x$ ,  $M_x$  и  $N$  при действии на арку сосредоточенных сил недостаточно определить значения этих внутренних силовых факторов в начале и конце каждого участка, чего, как известно, достаточно для построения эпюр для балок с прямой осью? 6. Каков порядок и принцип построения многоугольника и кривой давлений? 7. Что такое рациональное очертание оси арки? 8. Что называется сводом? 9. В чем сходство расчета арки и свода?

### **К теме 3.8**

1. Какими буквами принято обозначать перемещения? Что означают индексы, ставящиеся при этих буквах? 2. Напишите общую формулу для определения перемещений (формулу Мора). Что означают входящие в нее величины? 3. Каков порядок вычисления перемещений по формуле Мора? 4. Назовите основные виды перемещений в плоских стержневых системах. Какая единичная сила, прикладываемая по направлению искомого перемещения, соответствует каждому из названных перемещений? 5. На что указывает положительный и на что отрицательный результат вычисленного перемещения? 6. Приведите пример на определение перемещения с применением правила Верещагина, в котором при перемножении эпюр площадь одной из них придется разбивать на простые формулы. Вычислите это перемещение. 7. Когда при перемножении эпюр ставят знак плюс и когда знак минус? 8. Сформулируйте теорему Максвелла о взаимности перемещений.

### **К теме 3.9**

1. Какие системы называют статически неопределимыми? 2. В чем их

преимущества и в чем недостатки? 3. Как определяется степень статической неопределимости различного вида систем? 4. Каков смысл понятия «лишние связи»? 5. В чем сущность расчета статически неопределимых систем методом сил? 6. Какую мысль выражает то или иное каноническое уравнение метода сил? . Как записывают канонические уравнения? 8. Какие требования предъявляются к выбору основной системы? 9. Какие способы, упрощающие расчет, можно применить к симметричной статически неопределимой раме и в чем их сущность? 10. В чем заключаются упрощения в результате использования рациональной опорной системы?

### 3. Тематический план

Раздел и тема	Количество часов	
	всего	в т.ч. на лаб. и практ. работы
Введение	1	
<b>Раздел 1. Основы теоретической механики</b>	<b>37</b>	<b>12</b>
1.1. Статика. Основные понятия и аксиомы статики	3	
1.2. Плоская система сходящихся сил	8	2
1.3. Пара сил и момент силы относительно точки	2	
1.4. Плоская система произвольно расположенных сил	10	4
1.5. Пространственная система сил	1	
<b>Обязательная контрольная работа № 1</b>	1	
1.6. Центр тяжести	10	6
1.7. Устойчивость равновесия твердого тела	2	
<b>Раздел 2. Сопротивление материалов</b>	<b>72</b>	<b>22</b>
2.1. Основные положения. Гипотезы и допущения.	2	
2.2. Растяжение и сжатие	18	6
2.3. Сдвиг (срез) и смятие	4	2
2.4. Геометрические характеристики плоских сечений	10	4
2.5. Изгиб	25	8
<b>Обязательная контрольная работа № 2</b>	1	
2.6. Сложное сопротивление	4	
2.7. Устойчивость прямолинейных стержней	6	2
2.8. Кручение брусков круглого поперечного сечения	1	
2.9. Действие динамических и повторно-переменных нагрузок	1	
<b>Раздел 3. Основы строительной механики</b>	<b>36</b>	<b>10</b>

<b>стержневых систем</b>		
3.1. Основные положения	2	
3.2. Кинематический анализ расчетных схем сооружений	2	
3.3. Статически определимые плоские фермы	10	4
3.4. Статически определимые составные балки	8	4
3.5. Статически определимые плоские рамы	6	2
3.6. Трехшарнирные системы	2	
3.7. Определение перемещений плоских статически определимых систем	2	
3.8. Основы расчета статически неопределимых систем методом сил	4	
<b>ИТОГО:</b>	<b>146</b>	<b>44</b>

#### **4. Требования к выполнению и оформлению домашней контрольной работы**

При выполнении контрольных работ необходимо соблюдать следующие требования:

1. Контрольные работы выполнять строго в соответствии с вариантом учащегося. В противном случае они не зачитываются и возвращаются для переделки в соответствии с данным требованием.

2. Каждую контрольную работу выполнять на стандартных листах А4 (210 x 297 мм) сброшюрованных в тетрадь с титульным листом.

3. На титульном листе указывать фамилию, имя, отчество, номер шифра, наименование дисциплины, номер контрольной работы, дату отправления, точный почтовый адрес учащегося; на последнем листе выполненной контрольной работы писать полное наименование и год издания методического пособия, из которого взято задание.

4. Работы выполнять четко и аккуратно. Для пометок и замечаний преподавателя соблюдать достаточный интервал между строчками и оставлять на листах поля шириной примерно 20 мм. Каждую задачу начинать с новой страницы. В конце контрольной работы оставлять чистый лист для рецензии.

5. Тексты условий задач переписывать обязательно.

6. Решения задач пояснять аккуратно выполняемыми схемами (эскизами), подзаголовками (с указанием, что определяется, что рассматривается и т.п.) и ссылками на теоремы, законы, правила, методы справочные данные и источники, из которых они заимствованы.

Рекомендуется задачи решать в общем виде, а затем, подставляя числовые значения величин, вычислять результат. Перед чистовым оформлением следует тщательно проверить все действия, правильность подстановки величин, соблюдение размерности, правдоподобность полученных результатов. Если возможно, проверить правильность ответа, решив задачу вторично каким-либо иным путем.

Выполненную контрольную работу необходимо своевременно (согласно учебному графику) выслать в колледж.

После получения зачетной работы учащийся должен внимательно изучить рецензию и все замечания преподавателя, обратить внимание на допущенные ошибки, доработать материал.

Незачтенная работа или выполняется заново, или переделывается частично по указанию преподавателя.

Для допуска к экзамену учащемуся необходимо выполнить все контрольные работы, сделать все необходимые исправления, указанные преподавателем в рецензиях и защитить упомянутые работы, т.е. в процессе опроса по ним показать хорошую осведомленность и самостоятельность выполнения.

## **5. Методические указания по выполнению домашней контрольной работы**

Изучать курс технической механики необходимо в строгом порядке, предусмотренном программой. Это обеспечит систематичность получаемых знаний и логическую связь между различными разделами и темами дисциплины.

Ведение конспекта обязательно. Только в этом случае можно получить прочные знания и навыки расчетов по всем разделам курса и успешно выполнять контрольные работы и сдать экзамены.

Работать с учебником рекомендуется в следующей последовательности:

1. Прочитать по учебнику материал всей темы.
2. Затем при вторичном чтении внимательно разобрать каждый узловый вопрос.
3. Записать основные определения, доказательства, правила и формулы, иллюстрируя выписки необходимыми схемами и рисунками.

Нет необходимости записывать вывод формул, достаточно указать принцип, на котором этот вывод основан.

После усвоения каждой темы, в целях приобретения навыков, запоминания теорем, основных, расчетных формул или уравнений законов, необходимо разобрать примеры и задачи, которые помещены в учебнике, а затем решить ряд задач.

В качестве примеров записать решение двух, трех задач в конспект.

В процессе изучения предмета каждый учащийся должен выполнить две контрольные работы.

Выполнять контрольную работу необходимо только после того, как изучена тема и получены навыки решения задач. Задачи контрольной работы даны в последовательности тем программы и должны решаться по мере изучения материала, постепенно.

Каждый учащийся выполняет семь задач в первой контрольной работе и пять задач во второй контрольной работе.

Вариант контрольной работы определяется по двум последним цифрам шифра (номера личного дела) учащегося. Например, учащийся, имеющий шифр

114 выполняет вариант 14, имеющий шифр 103 – вариант 03. Если номер личного дела однозначный (1,2,3...9), то для получения варианта перед номером следует поставить цифру 0. Например, при шифре 2 учащийся выполняет вариант 02.

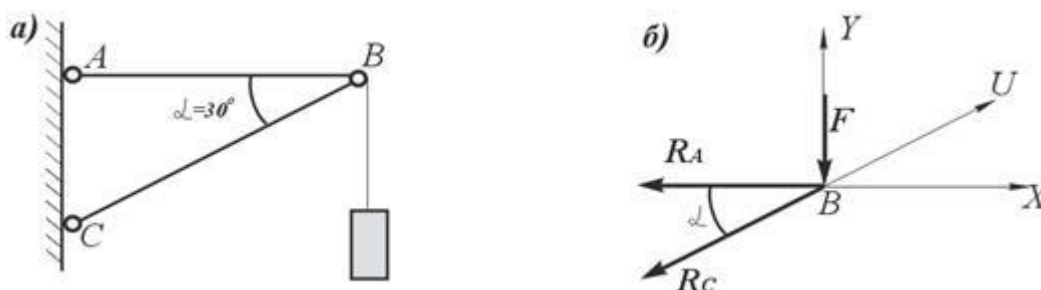
Лабораторные и практические работы, предусмотренные учебными планами заочного обучения, выполняются в периоды лабораторно-экзаменационных сессий.

## 6. Пример выполнения домашней контрольной работы №1

### К ЗАДАЧЕ 1.

К кронштейну, изображенному на рисунке 1, а, в узле  $B$  подвешен груз весом 36 кН. Соединения элементов кронштейна шарнирные. Определить усилия, возникающие в стержнях  $AB$  и  $BC$ , считая их невесомыми.

*Решение.* Рассмотрим равновесие узла  $B$ , в котором сходятся стержни  $AB$  и  $BC$ . Узел  $B$  представляет собой точку на чертеже. Так как груз подвешен к узлу  $B$ , то в точке  $B$  прикладываем силу  $F$ , равную весу подвешенного груза. Стержни  $BA$  и  $BC$ , шарнирно соединенные в узле  $B$ , ограничивают возможность любого его линейного перемещения в вертикальной плоскости, т.е. являются связями по отношению к узлу  $B$ .



**Рисунок 1- Расчетная схема кронштейна:  
а – расчетная схема; б – система сил в узле B**

Мысленно отбрасываем связи и заменяем их действия силами - реакциями связей  $R_A$  и  $R_C$ . Так как стержни невесомые, то реакции этих стержней (усилия в стержнях) направлены вдоль оси стержней. Предположим, что оба стержня растянуты, т.е. их реакции направлены от шарнира внутрь стержней. Тогда, если после расчета реакция получится со знаком минус, то это будет означать, что на самом деле реакция направлена в сторону, противоположную указанной на чертеже, т.е. стержень будет сжат.

На (рисунке 1, б) показано, что в точке  $B$  приложены активная сила  $F$  и реакции связей  $R_A$  и  $R_C$ . Видно, что изображенная система сил представляет плоскую систему сил, сходящихся в одной точке. Выбираем произвольно оси координат  $OX$  и  $OY$  и составляем уравнения равновесия вида:

$$\Sigma F_x = 0; -R_A - R_C \cos \alpha = 0;$$

$$\Sigma F_y = 0; -F - R_C \sin \alpha = 0.$$

из второго уравнения находим

$$R_c = -F/\sin\alpha = -36/0,5 = -72 \text{ кН.}$$

Подставив значение  $R_c$  в первое уравнение, получим

$$R_a = -R_c \cos\alpha = -(-72) \cdot 0,866 = 62,35 \text{ кН.}$$

Таким образом, стержень  $AB$  - растянут, а стержень  $BC$  - сжат.

Для проверки правильности найденных усилий в стержнях спроектируем все силы на любую ось, не совпадающую с осями  $X$  и  $Y$ , например, ось  $U$ :

$$\Sigma F_u = 0; -R_c - R_a \cos\alpha - F \cos(90 - \alpha) = 0.$$

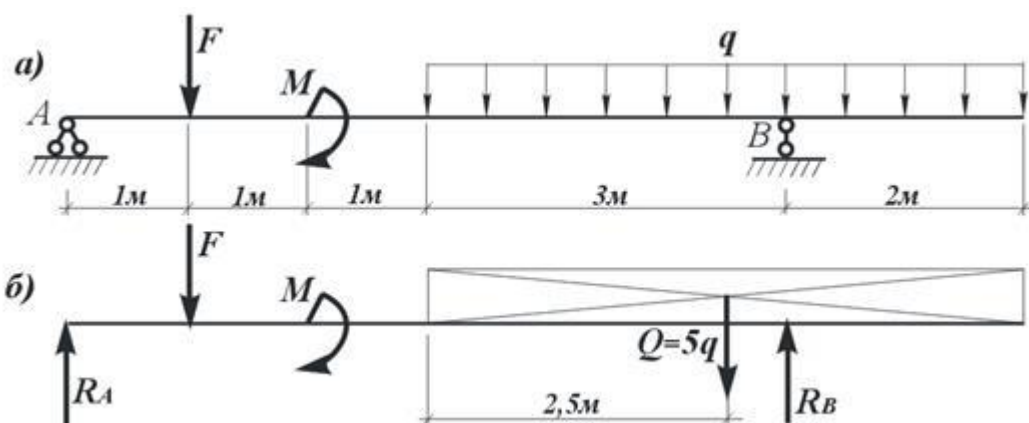
После подстановки значений найденных усилий в стержнях (размерность в килоньютонах) получим

$$-(-72) - 62,35 \cdot 0,866 - 36 \cdot 0,5 = 0; \quad 0 = 0.$$

Условие равновесия выполняется, таким образом, найденные усилия в стержнях верны.

## К ЗАДАЧЕ 2

Для балки, изображенной на рисунке 2, а, требуется определить опорные реакции. Дано:  $F = 60 \text{ кН}$ ,  $q = 24 \text{ кН/м}$ ,  $M = 28 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .



**Рисунок 2- Расчетная схема и размеры балки:  
а – расчетная схема; б – объект равновесия**

*Решение.* Рассмотрим равновесие балки. Балка загружена активной нагрузкой в виде плоской системы параллельных вертикальных сил, состоящих из сосредоточенной силы  $F$ , равномерно распределенной нагрузки интенсивностью  $q$  с равнодействующей  $Q$ , приложенной в центре тяжести грузовой площади (рисунок 2, б), и сосредоточенного момента  $M$ , который можно представить в виде пары сил.

Связями в данной балке являются шарнирно-неподвижная опора  $A$  и шарнирно-подвижная опора  $B$ . Выделим объект равновесия, для этого отбросим опорные связи и заменим их действия реакциями в этих связях (рисунок 2, б). Реакция подвижной опоры  $R_B$  направлена вертикально, а реакция шарнирно-неподвижной опоры  $R_A$  будет параллельна активной системе действующих сил и направлена также вертикально. Предположим, что они направлены вверх. Равнодействующая распределенной нагрузки  $F_q = 5 \cdot q = 120 \text{ кН}$  приложена в центре симметрии грузовой площади.

При определении опорных реакций в балках необходимо стремиться так составлять уравнения равновесия, чтобы в каждое из них входило только одно неизвестное. Этому можно добиться, составляя два уравнения моментов относительно опорных точек. Проверку опорных реакций обычно проводят, составляя уравнение в виде суммы проекций всех сил на ось, перпендикулярную оси элемента.

Примем условно направление вращения момента опорных реакций вокруг моментных точек за положительное, тогда противоположное направление вращения сил будем считать отрицательным.

Необходимым и достаточным условием равновесия в данном случае является равенство нулю независимых условий равновесия в виде:

$$\sum M_A = 0; \quad M_A = F \cdot 1 + m + 5q \cdot (1+1+1+\frac{3+2}{2}) - R_B(1+1+1+3) = 0$$

$$R_B = \frac{F \cdot 1 + m + 5q \cdot (1+1+1+\frac{3+2}{2})}{6} = \frac{60+28+120 \cdot 5.5}{6} = 124.67 \text{ kH}$$

$$\sum M_B = 0; \quad M_B = -F \cdot (1+1+3) + m - 5q \cdot (\frac{3+2}{2} - 2) + R_A(1+1+1+3) = 0$$

$$R_A = \frac{F \cdot (1+1+3) - m + 5q \cdot (\frac{3+2}{2} - 2)}{6} = \frac{60 \cdot 5 - 28 + 120 \cdot 0.5}{6} = 55.33 \text{ kH}$$

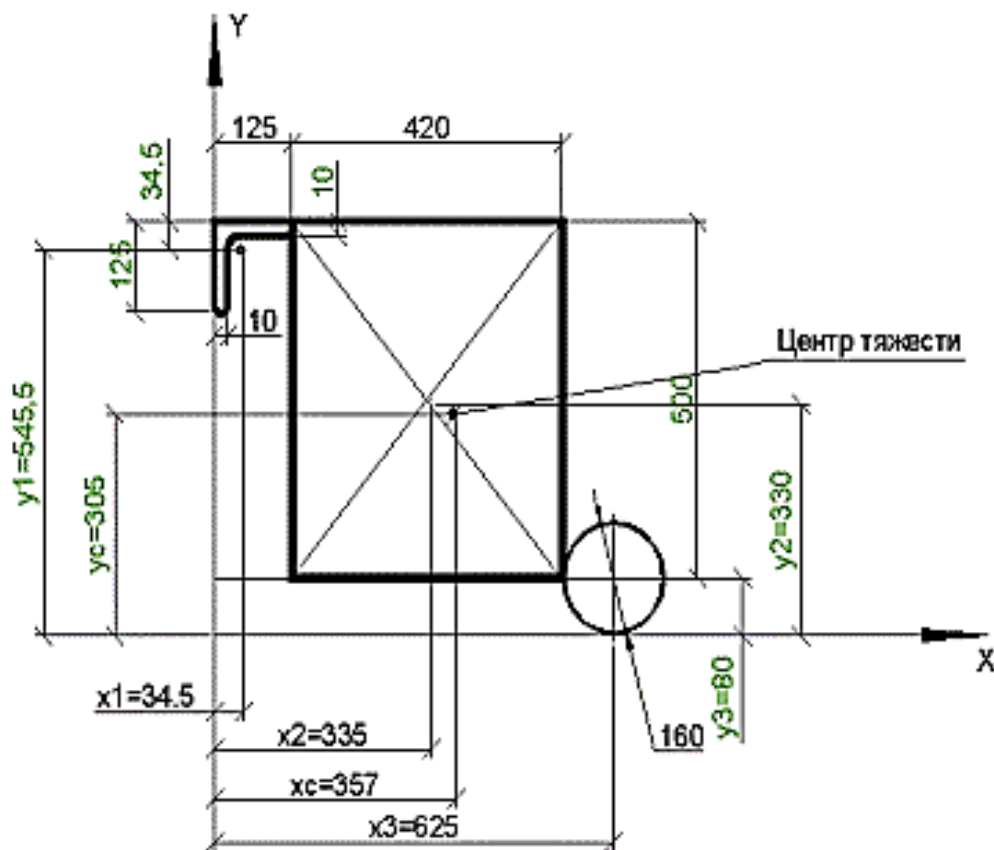
Для проверки правильности найденных реакций используем условие равновесия в виде:

$$\sum Y = 0; \quad -F - 5q + R_A + R_B = 0$$

После подстановки численных значений в это уравнение получаем тождество типа  $0=0$ . Отсюда делаем выводы, что расчет выполнен верно и реакции на обеих опорах направлены вверх.

### К ЗАДАЧЕ 3

Имеется сложное сечение, которое легко разбивается на ряд простых фигур: уголок, прямоугольник, круг. Размеры даны на рисунке 3.



**Рисунок 3- Сложное сечение**

*Решение.*

Центр тяжести сложного сечения определяется из условия:

$$y_c = \frac{S_x}{A} = \frac{\sum A_i \times y_{ci}}{\sum A_i}, \quad x_c = \frac{S_y}{A} = \frac{\sum A_i \times x_i}{\sum A_i},$$

где:  $x_c, y_c$  – координаты центра тяжести;

$S_x$  – статический момент площади сечения относительно оси  $x$ ;

$S_y$  – статический момент площади сечения относительно оси  $y$ ;

$A$  – площадь сечения фигуры;

$x_i$  – расстояние от центра тяжести до оси  $Y$  простой фигуры, на которые мы разбивали наше сложное сечение;

$y_i$  – расстояние от центра тяжести до оси  $x$  простой фигуры;

$A_i$  – площадь сечения простой фигуры.

Центр тяжести сложного сечения определяется по следующей схеме:

1) проводятся оси координат по грани сложного сечения;

2) сложное сечение разбивается на ряд простых (в данном случае уголок, прямоугольник, круг);

3) определяется центр тяжести каждой фигуры (центр тяжести уголка берется по ГОСТ 8509-86, центр тяжести прямоугольника находится в точке пересечения диагоналей, центр круга находится в точке пересечения диаметров);



4) определяется площадь сечения каждой фигуры  
уголка (125'10 берется по ГОСТ 8509-86).

$$A_1 = 24,3 \text{ см}^2,$$

Прямоугольник

$$A_2 = 42 \times 50 = 2100 \text{ см}^2,$$

Круг

$$A_3 = \pi r^2 = 3,14 \times 8^2 = 200,96 \text{ см}^2).$$

5) определяется расстояние от центра тяжести каждой фигуры до оси X и оси Y

уголок

$$x_1 = 3,45 \text{ см};$$

$$y_1 = 8 + 50 - 3,45 = 54,55 \text{ см};$$

Прямоугольник

$$x_2 = 12,5 + (42/2) = 33,5 \text{ см};$$

$$y_2 = 8 + 50/2 = 33 \text{ см};$$

Круг

$$x_3 = 12,5 + 42 + 8 = 62,5 \text{ см};$$

$$y_3 = 8 \text{ см}$$

Отсюда следует:

$$x_c = \frac{A_1 \times X_1 + A_2 \times X_2 + A_3 \times X_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{24,3 \times 3,45 + 2100 \times 33,5 + 200,96 \times 62,5}{24,3 + 2100 + 200,96} =$$
$$= \frac{83,835 + 70350 + 12560,0}{2325,26} = \frac{82993,835}{2325,26} = 35,7$$
$$y_c = \frac{A_1 \times Y_1 + A_2 \times Y_2 + A_3 \times Y_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{24,3 \times 54,55 + 2100 \times 33 + 200,96 \times 8}{24,3 + 2100 + 200,96} = \frac{1325,565 + 69300 + 1607,68}{2325,26} =$$
$$\frac{72233,245}{2325,26} = 31,06$$

ордината  $y_c$  и абсцисса  $x_c$  откладываются от оси x и оси y (рисунок 3).

Расчеты ординаты  $y_c$  и абсциссы  $x_c$  ведутся в сантиметрах, на сложном сечении (рисунок 3) размеры задаются в мм.

## 7. Задания для домашней контрольной работы

### ЗАДАНИЕ 1

Для кронштейнов найти усилия в опорных стержнях. Вес груза  $G = 10$  кН, стержни, блоки и тросы невесомы.

Таблица 1- Исходные данные

Шифр	Номер схемы (рис.4)	Шифр	Номер схемы (рис.4)	Шифр	Номер схемы (рис.4)	Шифр	Номер схемы (рис.4)	Шифр	Номер схемы (рис.4)
01	1	21	21	41	11	61	1	81	21
02	2	22	22	42	12	62	2	82	22
03	3	23	23	43	13	63	3	83	23
04	4	24	24	44	14	64	4	84	24
05	5	25	25	45	15	65	5	85	25
06	6	26	26	46	16	66	6	86	26
07	7	27	27	47	17	67	7	87	27
08	8	28	28	48	18	68	8	88	28
09	9	29	29	49	19	69	9	89	29
10	10	30	30	50	20	70	10	90	30
11	11	31	1	51	21	71	11	91	1
12	12	32	2	52	22	72	12	92	2
13	13	33	3	53	23	73	13	93	3
14	14	34	4	54	24	74	14	94	4
15	15	35	5	55	25	75	15	95	5
16	16	36	6	56	26	76	16	96	6
17	17	37	7	57	27	77	17	97	7
18	18	38	8	58	28	78	18	98	8
19	19	39	9	59	29	79	19	99	9
20	20	40	10	60	30	80	20	00	10

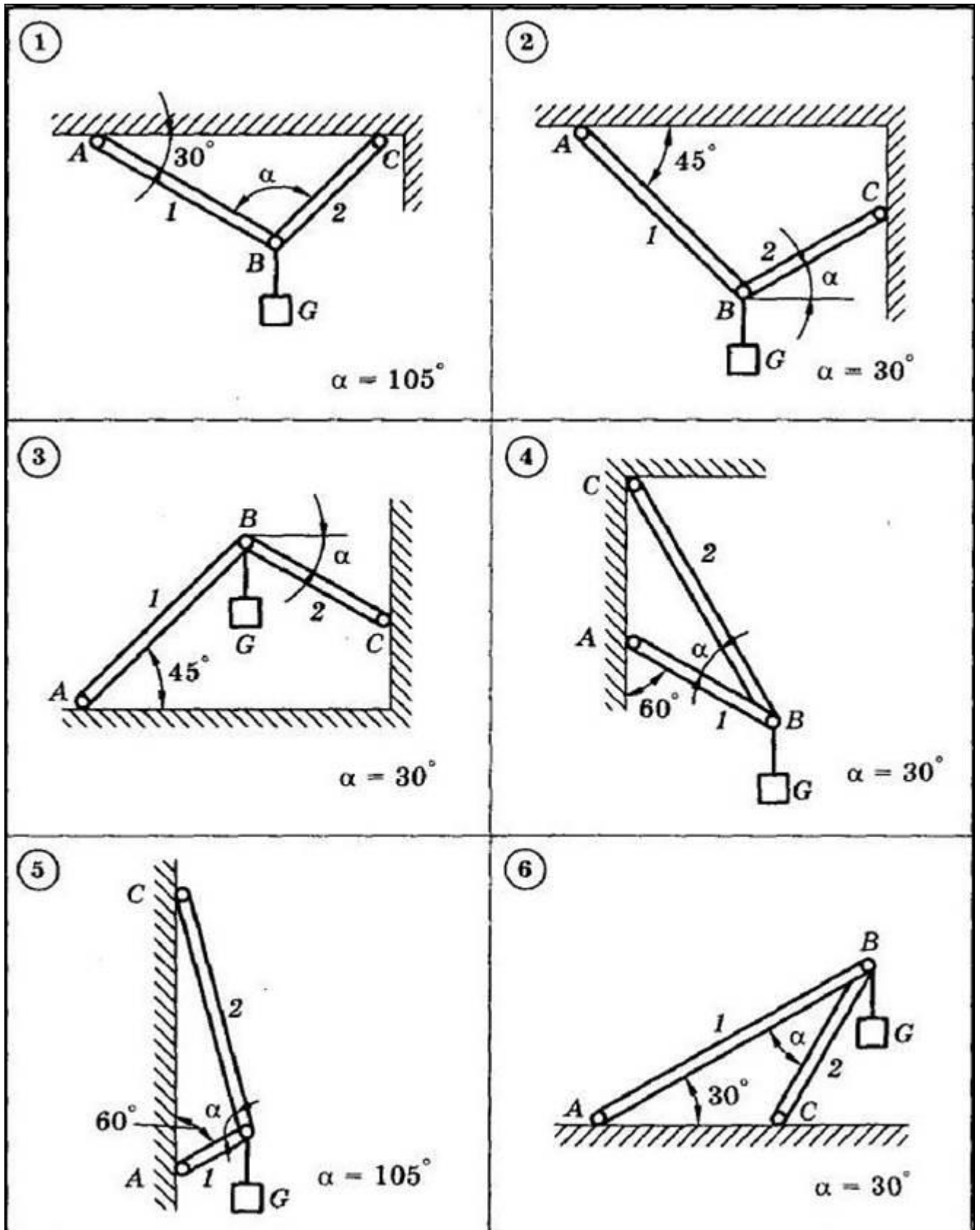
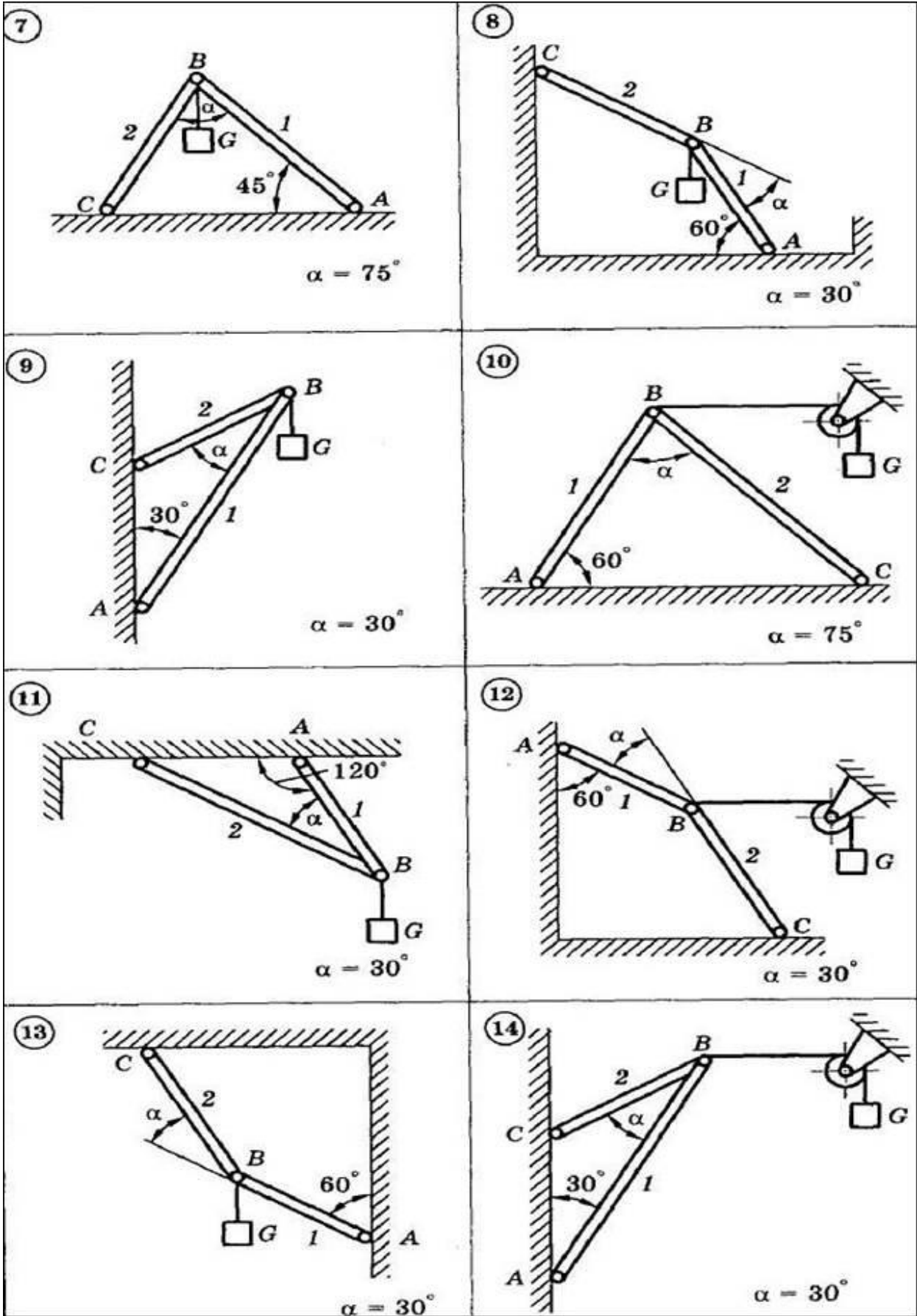
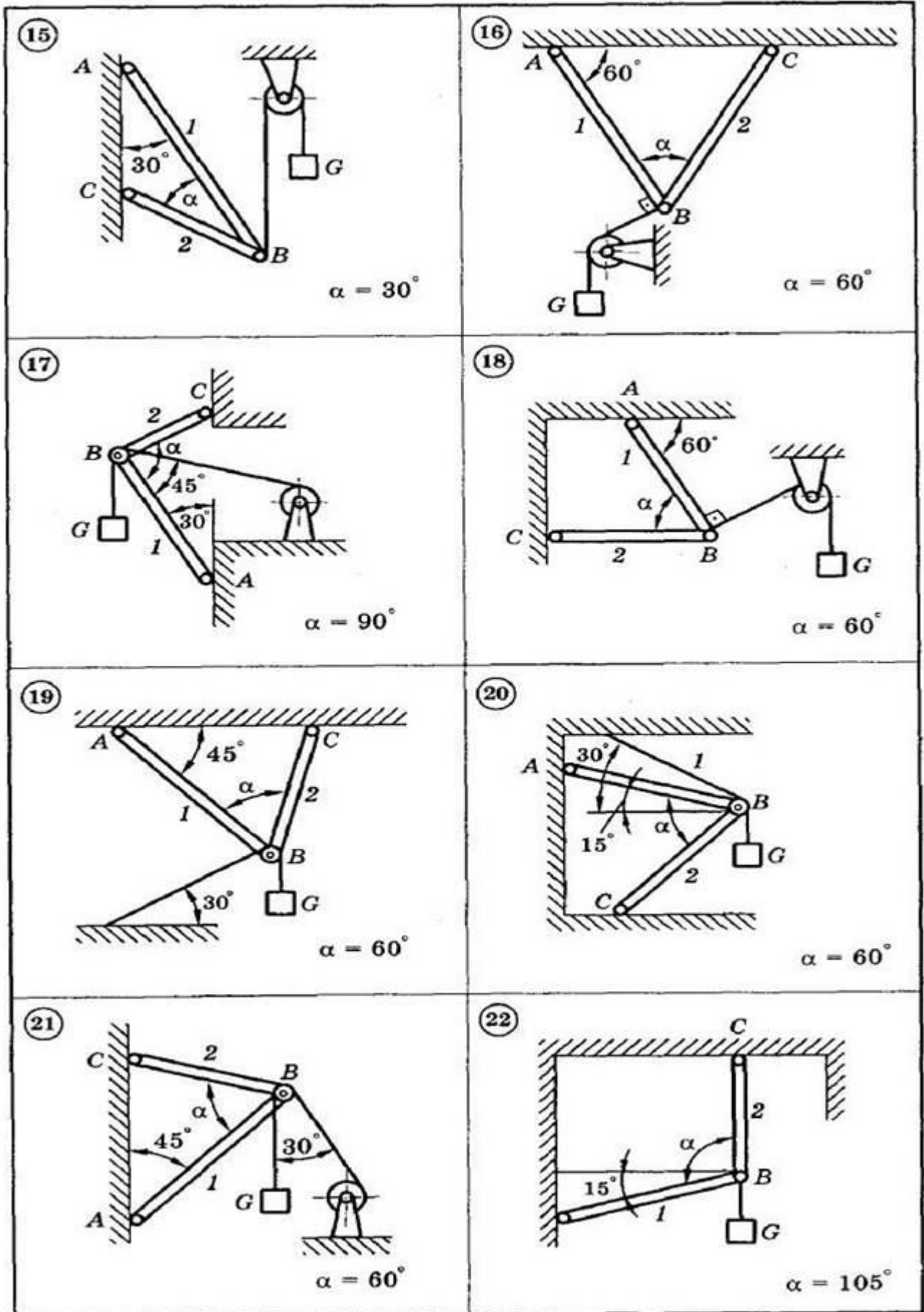
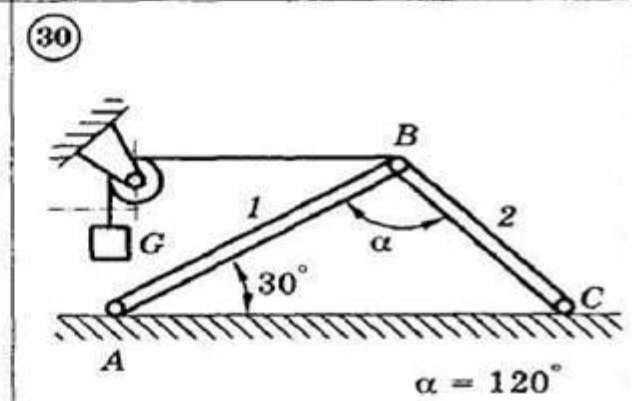
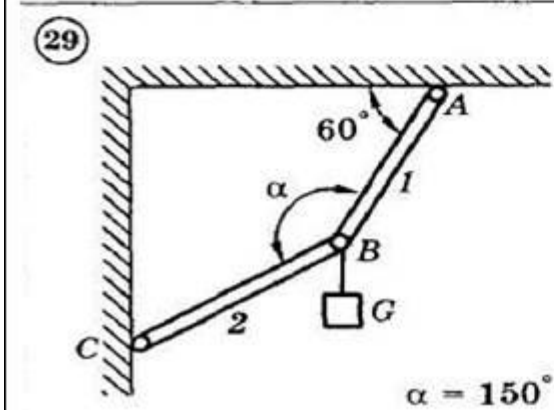
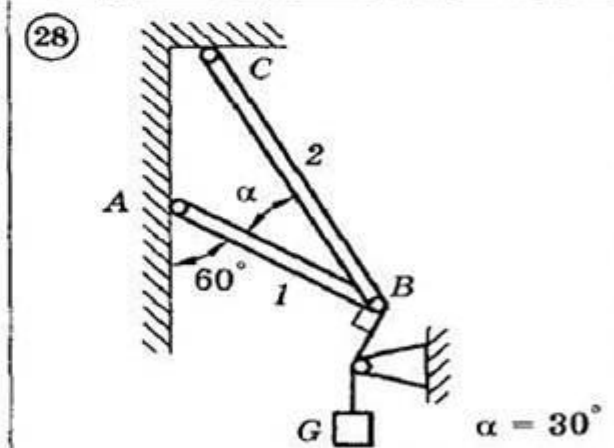
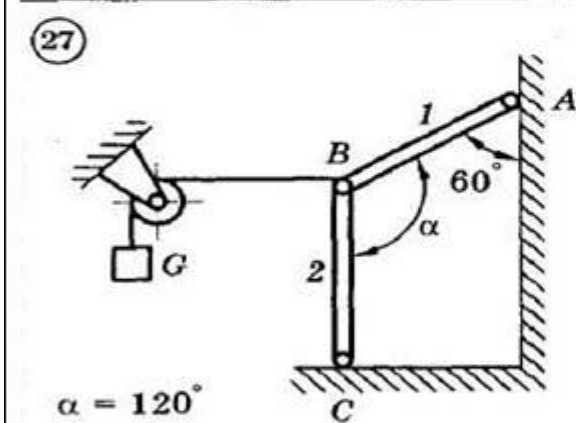
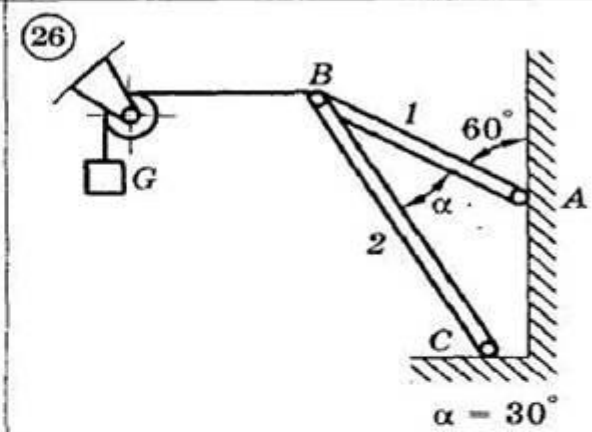
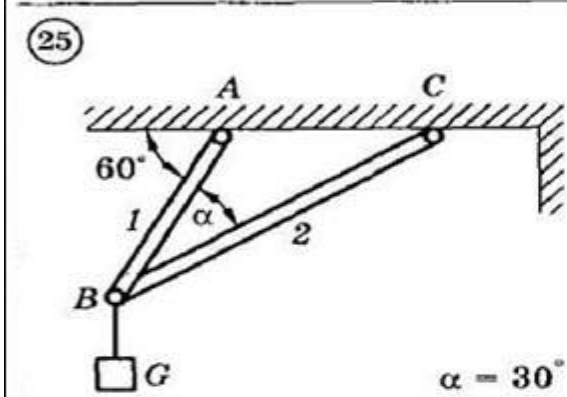
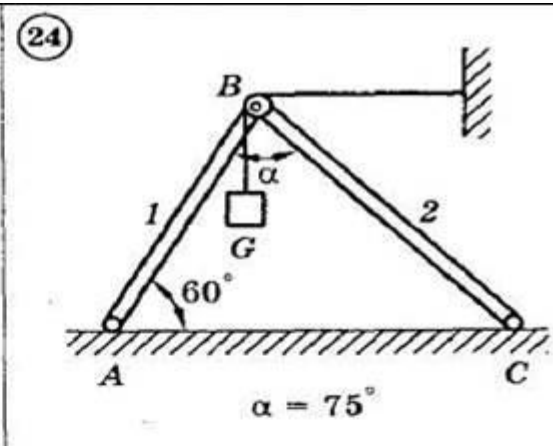
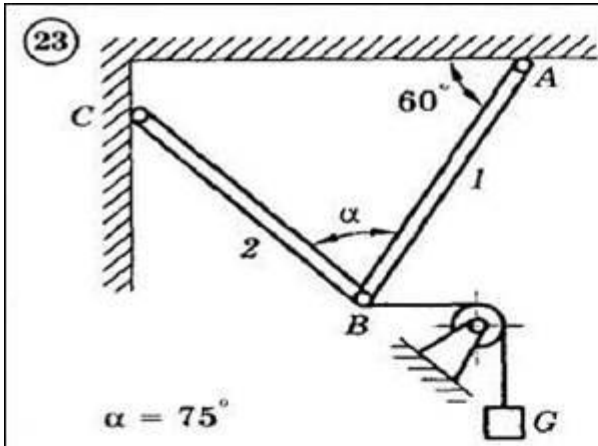


Рисунок 4- Схемы кронштейнов.







## ЗАДАНИЕ 2

Для однопролетной балки определить опорные реакции. Исходные данные берутся из таблицы 2.

**Таблица 2- Исходные данные.**

Шифр	Номер схемы (рис 5)	a (м)	b (м)	c (м)	d (м)	g <sub>1</sub> (кН/м)	g <sub>2</sub> кН М	М кН М	F <sub>1</sub> кН	F <sub>2</sub> кН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
00	1	1	3	0,5		30		20	25	
01	2	1	3	1		25		15	20	
02	3	2	4	1,5		20		10	15	
03	4	1	5	1	2	15		5	10	
04	5	3	1	0,5		30		20	25	
05	6	1	4	1		25		15	20	
06	7	4	2	1,5		20		10	15	
07	8	5	2	1	1	15		5	10	
08	9	2	3	1		25	10	15	20	
09	10	3	3	1,5		10	20	10	15	
10	11	1	4	0,5		30		25	20	
11	12		6,5	1		25		20	15	
12	13	2	6	1,5		20		15	10	
13	14	2,5	7	2		15		20	5	5
14	15	1	3	1	0,5	30		20	25	
15	16	1,5	2	3	1	25		15	20	
16	17	2	1	5	1,5	20		10	15	
17	18	2,5	5	2	2	15		20	10	10
18	19	1,5	5	1		10	25	15	20	
19	20	2	3	3	1,5	20	5	10	15	
20	21	2	6	1		15		5	10	
21	22	1,5	4	2		20		10	15	
22	23	1	4	1		25		15	20	
23	24	0,5	1	2	1	30		20	25	
24	25	2	1	6		15		5	10	
25	26	1,5	5	1		20		10	15	
26	27	1	2	3		25		15	20	
27	28	0,5	0,5	3	1	30		20	25	
28	29	1	4	2		5	20	10	15	
29	30	1,5	2,5	2,5		30	10	15	20	
30	31	1,5	2,5	2,5		30		15	20	
31	32	1,5	2,5	2,5		30		15	20	
32	1	2	4	1		25		15	20	
33	2	2	4	0,5		30		20	25	

**Продолжение таблицы 2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
34	3	1	3	2,5		25		15	20	
35	4	2	4	2	1	20		10	15	
36	5	2	2	1		25		15	20	
37	6	0,5	5	0,5		30		20	25	
38	7	6	1	2		25		15	20	
39	8	6	2	0,5	0,5	20		10	15	
40	9	1	4	1		15	20	15	25	
61	10	2	2	1,5		15	25	5	20	
62	11	3	3	1,5		25		10	15	
63	12		5	0,5		30		25	20	
64	13	1	5	1,5		25		20	15	
65	14	3	6	1		20		15	10	5
66	15	2	4	2	1,5	25		15	20	
67	16	2	2	1,5	0,5	30		10	15	
68	17	3	2	4	0,5	15		15	20	
69	18	3	6	2	2		30	10	15	10
70	19	2	6	0,5		15	10	5	15	
71	20	1	2	2	1	15	10	15	20	
72	21	3	5	1,5		20		10	5	
73	22	2	5	1		15		5	10	
74	23	0,5	5	0,5		30		10	20	
75	24	1	0,5	3	0,5	25		15	30	
76	25	3	2	2	5	20		10	15	
77	26	2	6	1		15		5	10	
78	27	0,5	3	4		20		20	25	
79	28	1	1	4	0,5	25		15	20	
80	29	0,5	5	3		4	15	15	20	
81	30	2	3	3		25	15	20	25	
82	31	2	3	3		25		20	25	
83	32	2	3	3		25		20	25	
84	1	2	3	0,5		20		20	10	
85	2	2	3	1		30		15	11	
86	3	3	4	1,5		20		10	12	
87	4	2	5	1	2	25		5	13	
88	5	3	1	0,5		23		20	14	
89	6	5	4	1		21		15	15	
90	7	2	2	1,5		20		10	20	
91	8	1	2	1	1	30		5	20	
92	9	2	3	1		10	10	15	20	
93	10	3	3	1,5		1	20	10	15	
94	11	2	4	0,5		5		25	16	



Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
95	12		6,5	1		25		20	14	
96	13	2	6	1,5		30		15	12	
97	14	2,5	7	2		17		20	20	5
98	15	1	3	1	0,5	18		20	23	
99	16	1,5	2	3	1	19		15	26	

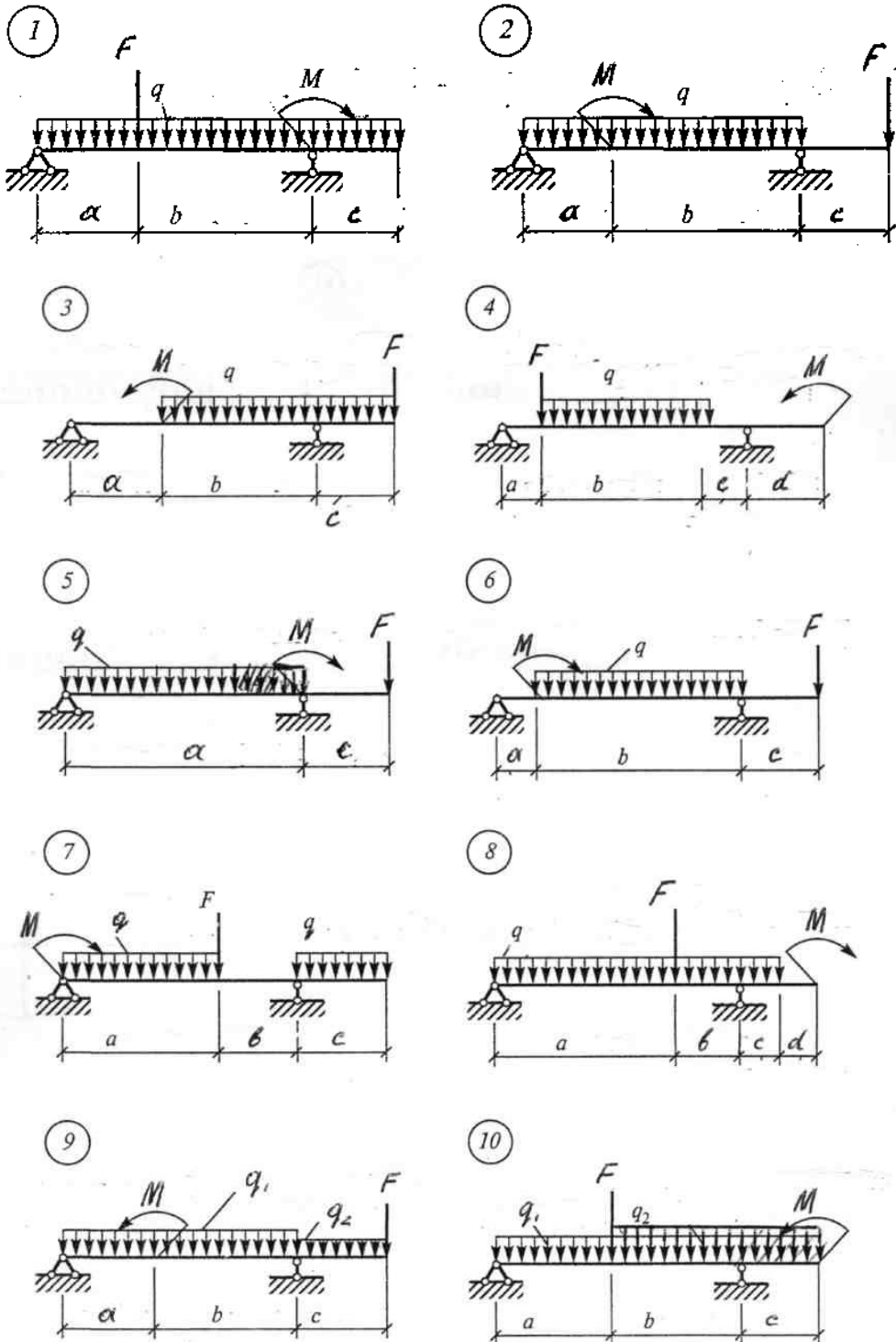
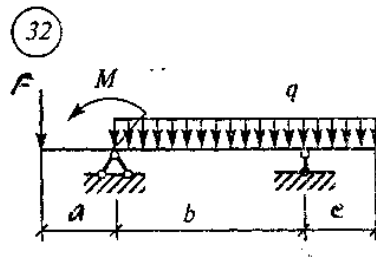
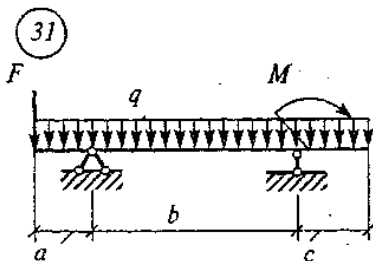
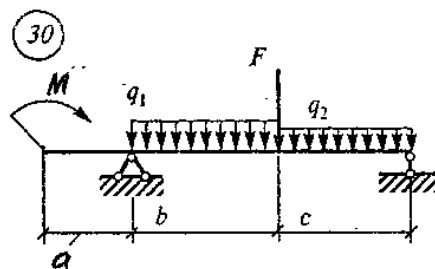
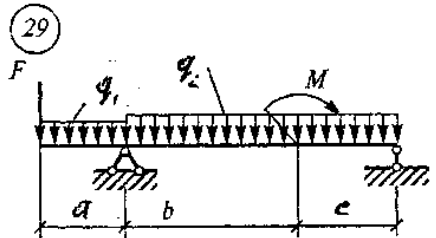
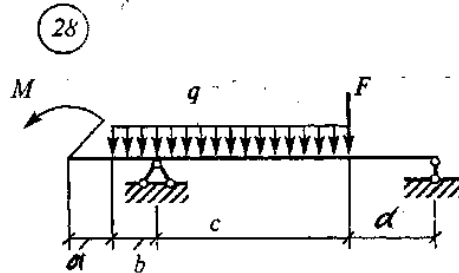
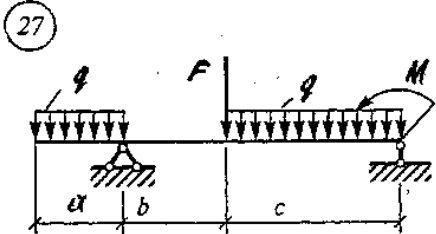
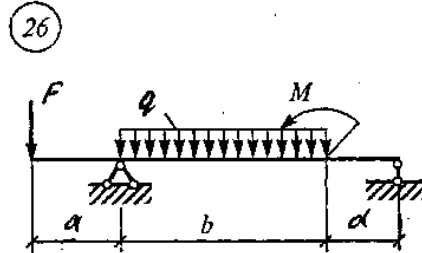
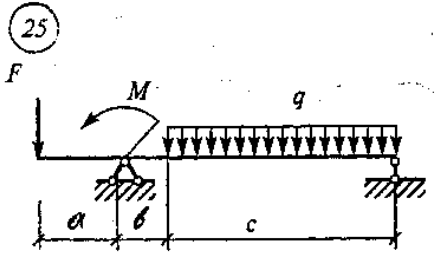
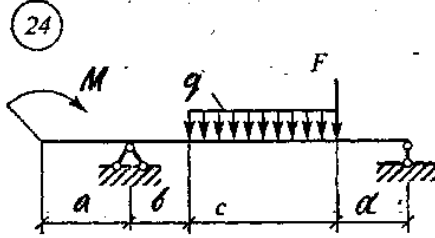
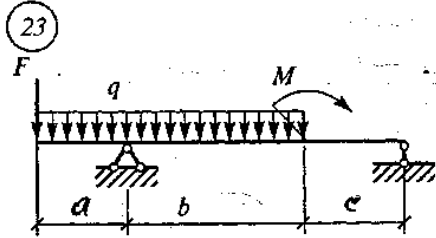
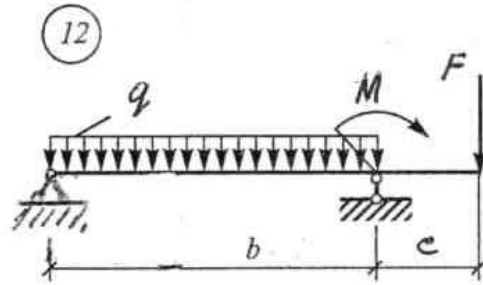
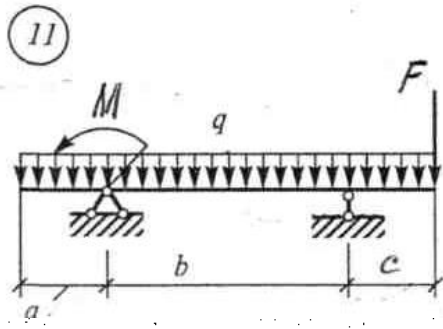


Рисунок 5- Однопролетная балка



### ЗАДАНИЕ 3

Определить координаты центра тяжести сложного сечения, составленного из простых фигур и профилей проката. Исходные данные берутся из таблицы 3.

**Таблица 3- Исходные данные**

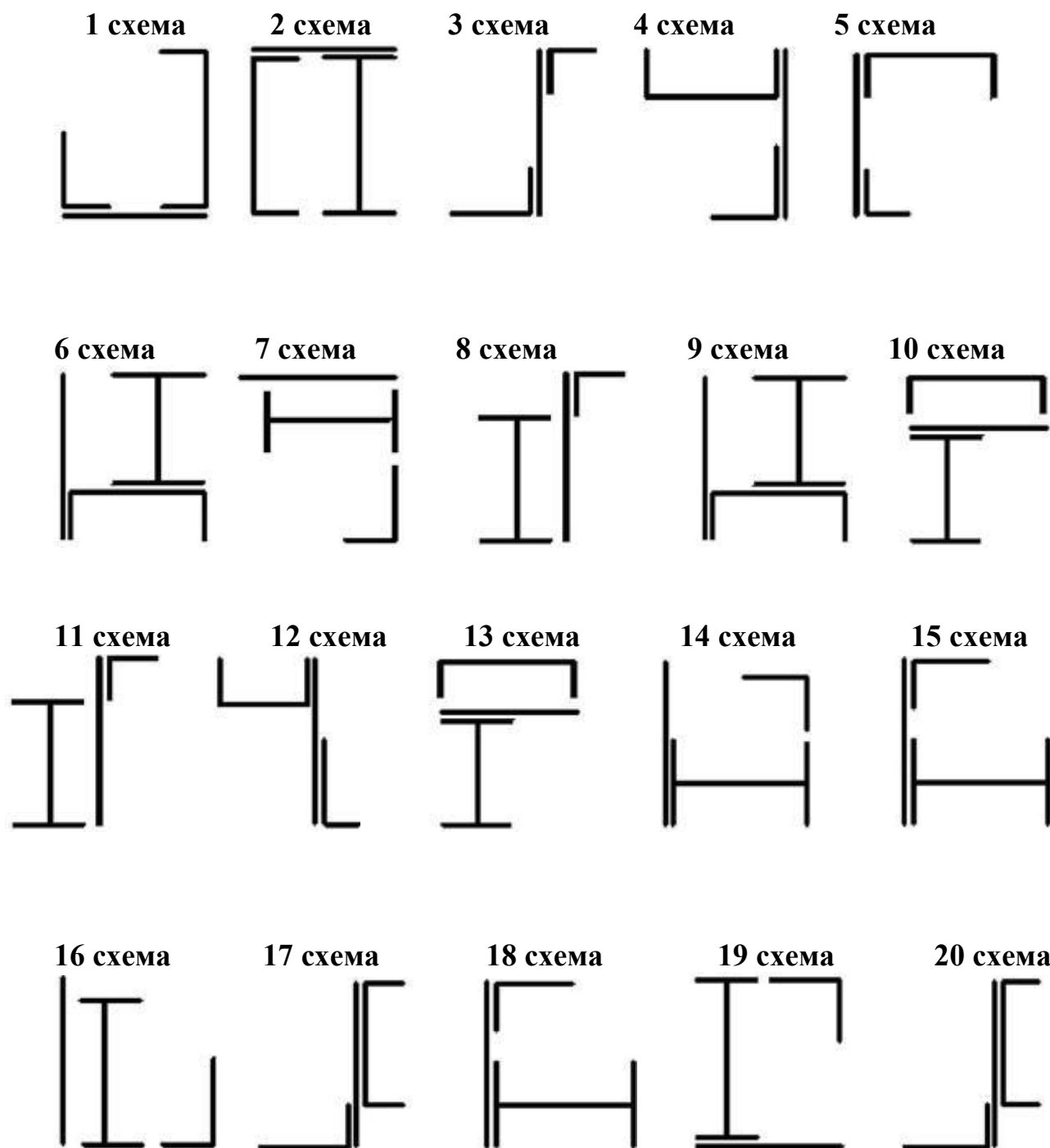
Шифр	Номер схемы (рис 6)	Номер двутавра	Номер швеллера	Неравнобокий уголок, мм	Равнобокий уголок, мм	Пластина, мм
1	2	3	4	5	6	7
00	01		10	63x40x5		100x8
01	02	12	12			120x8
02	03			75x45x6	63x63x5	160x10
03	04		14 а		70x70x5	160x10
04	05		16		70x70x8	220x10
05	06	20	16 а			250x12
06	07	20 а		100x63x8		250x12
07	08	22			80x80x6	260x12
08	09	22 а	20			260x14
09	10	24	20 а			300x14
10	11	24 а			110x110x7	300x14
11	12		12	140x90x8		300x14
12	13	27 а	22 а			280x12
13	14	30			125x125x14	350x16
14	15	30 а		160x100x10		350x16
15	16	33		160x100x16		360x16
16	17		27	140x90x10		360x16
17	18	40		160x100x10		400x16
18	19	45			160x160x20	500x30
19	20		36	180x110x12		500x30
20	21		33	200x125x11		600x40
21	22	60			180x180x12	700x45
22	23	65		180x110x10		700x40
23	24	70	36			800x40
24	25		40		200x200x20	850x45
25	26	70 б		250x160x20		900x45
26	27	27	24			300x20
27	28	30	27			300x20
28	29	33			125x125x10	400x20
29	30	40	33			500x30
30	01		12	140x90x8		300x14
31	02	14	14			140x8
32	03			75x45x6	70x70x5	100x10
33	04		12		70x70x5	140x10

**Продолжение таблицы 3**

1	2	3	4	5	6	7
34	05		14		80x80x6	220x10
35	06	18	16 a			260x12
36	07	18		140x90x8		250x12
37	08	20			125x125x10	260x12
38	09	18	18			260x14
39	10	24	20 a			200x14
40	11	24 a			110x110x7	280x14
61	12		12	140x90x10		300x14
62	13	27 a	22			220x12
63	14	24			70x70x5	350x16
64	15	30 a		180x110x12		350x16
65	16	33		200x125x11		360x16
66	17		22	140x90x10		360x16
67	18	30		140x90x10		400x16
68	19	32			160x160x20	500x30
69	20		24	180x110x12		500x30
70	21		33	200x125x11		600x40
71	22	30			180x180x12	360x16
72	23	32		180x110x10		360x16
73	24	70	12			350x16
74	25		22		200x200x20	350x16
75	26	20		250x160x20		220x10
76	27	20 a	33			260x12
77	28	30	10			250x12
78	29	33			110x110x7	260x12
79	30	40	33			260x14
80	01		10	63x40x5		200x14
81	02	18	12			280x14
82	03			140x90x8	63x63x5	300x14
83	04		14 a		70x70x5	220x12
84	05		16		70x70x8	220x10
85	06	22	16 a			250x12
86	07	20 a		100x63x8		250x12
87	08	24			80x80x6	260x12
88	09	22 a	20			220x10
89	10	24	20 a			260x12
90	11	24 a			110x110x7	250x12
91	12		12	140x90x8		260x12
92	13	27 a	22 a			260x14
93	14	30			125x125x14	200x14
94	15	30 a		160x100x10		280x14

**Окончание таблицы 3**

1	2	3	4	5	6	7
95	16	33		63x40x5		300x14
96	17		27	75x45x6		220x12
97	18	24		63x40x5		400x16
98	19	27			160x160x20	500x30
99	20		22	140x90x8		500x30

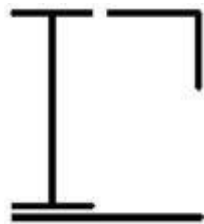


**Рисунок 6- Составное сечение**

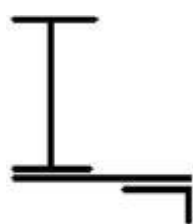
21 схема



22 схема



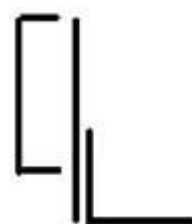
23 схема



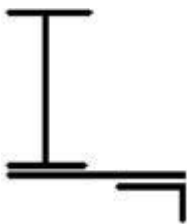
24 схема



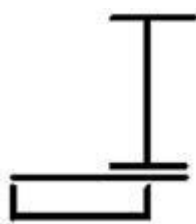
25 схема



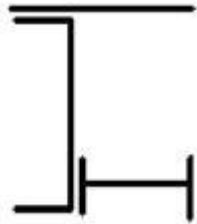
26 схема



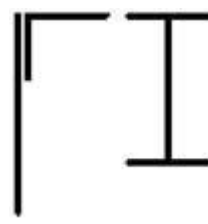
27 схема



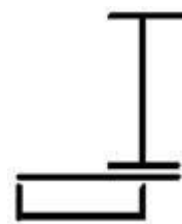
28 схема



29 схема



30 схема



## 8. Критерии оценки домашней контрольной работы №1

Отметка	Показатели оценки
Не зачтено	Несоответствие варианту ДКР, воспроизведение части программного учебного материала (фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения), наличие грубых существенных ошибок, нарушение методических указаний в оформлении ДКР, отсутствие списка использованных источников.
Зачтено	Расчеты в задачах выполнены верно, последовательно с указанием единиц измерения и верными проверками при необходимости. Отсутствие существенных ошибок и нарушений методических указаний в оформлении ДКР.

## 9. Список рекомендуемой литературы

**Аркуша А.И.**, Техническая механика. – М., В.ш. 2002

**Аркуша А.И.** Руководство к решению задач по теоретической механике. – М., 1976

**Бычков Д. В., Мирон М. О.** Теоретическая механика. – М., 1976

**Михайлов А.М.** Основы расчета элементов строительных конструкций в примерах. – М., 1986

**Михайлов А.М.** Соппротивление материалов. – М., 1989

**Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г.** Основы технической механики.– Л., 1982

**Мухин Н. В.** Статика сооружений в примерах. – М., 1979

**Мухин Н. В., Першин А. Н., Шишман Б.А.** Статика сооружений. – М., 1989

**Портаев В.Л., Портаев Л.П., Петраков А.А.** Техническая механика. - М.,1987

**Рубашкин А.Г., Чернилевский Д.В.** Лабораторные работы по технической механике. – М., 1975

**Рудеиок Е.Н., Соколовская В.П.** Техническая механика: Сборник заданий. – Мн., 1990

**Сетков В.И.** Сборник задач для расчетно-графических работ по технической механике. – М., 1982

**Улитин Н.С., Першин А.Н., Лауенбург Л.В.** Сборник задач по технической механике. – М., 1978

**Эрдеди А.А.** Техническая механика. – М.; Вш. 2002

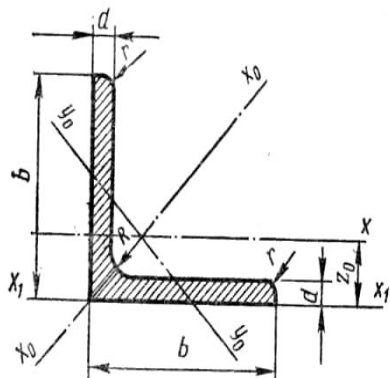
**СНиП II.23–81** Стальные конструкции.

**СНиП 2.01.07–85** Нагрузки и воздействия.

**СНБ 5.03.01–02** Конструкции бетонные и железобетонные



**Приложение А**  
**СОРТАМЕНТ ПРОКАТНОЙ СТАЛИ**  
 Сталь прокатная угловая равнополочная (по ГОСТ 8509–72)  
 Обозначения:



$b$  – ширина полки;  
 $d$  – толщина полки;  
 $R$  – радиус внутреннего закругления;  
 $r$  – радиус закругления полки;  
 $I$  – момент инерции;  
 $i$  – радиус инерции;  
 $z_0$  – расстояние от центра тяжести до полки.

Номер профиля	Размеры		Площадь сечения $A$	Масса $l$ м длины	Справочные величины для осей							
	$b$	$d$			$x-x$		$x_0-x_0$		$y_0-y_0$		$x_1-x_1$	
					$I_x$	$i_x$	$I_{x0max}$	$i_{x0max}$	$I_{y0min}$	$i_{y0min}$	$I_{x1}$	$z_0$
	мм	мм			см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см
2	20	3	1,13	0,89	0,40	0,59	0,63	0,75	0,17	0,39	0,81	0,60
		4	1,46	1,15	0,50	0,58	0,78	0,73	0,22	0,38	1,09	0,64
2,5	25	3	1,43	1,12	0,81	0,75	1,29	0,95	0,34	0,49	1,57	0,73
		4	1,86	1,46	1,03	0,74	1,62	0,93	0,44	0,48	2,11	0,76
2,8	28	3	1,62	1,27	1,16	0,85	0,84	1,07	0,48	0,55	2,20	0,80
3,2	32	3	1,86	1,46	1,77	0,97	2,80	1,23	0,74	0,63	3,26	0,89
		4	2,43	1,91	2,26	0,96	3,58	1,21	0,94	0,62	4,39	0,94
3,6	36	3	2,10	1,65	2,56	1,10	4,06	1,39	1,06	0,71	4,64	0,99
		4	2,75	2,16	3,29	1,09	5,21	1,38	1,36	0,70	6,24	1,04
4	40	3	2,35	1,85	3,55	1,23	5,63	1,55	1,47	0,79	6,35	1,09
		4	3,08	2,42	4,58	1,22	7,26	1,53	1,90	0,78	8,53	1,13
4,5	45	3	2,65	2,08	5,13	1,39	8,13	1,75	2,12	0,89	9,04	1,21
		4	3,48	2,73	6,63	1,38	10,5	1,74	2,74	0,89	12,1	1,26
		5	4,29	3,37	8,03	1,37	12,7	1,72	3,33	0,88	15,3	1,30
5	50	3	2,96	2,32	7,11	1,55	11,3	1,95	2,95	1,00	12,40	1,33
		4	3,89	3,05	9,21	1,54	14,6	1,94	3,80	0,99	16,6	1,38
		5	4,80	3,77	11,2	1,53	17,8	1,92	4,63	0,98	20,9	1,42
5,6	56	4	4,38	3,44	13,1	1,73	20,8	2,18	5,41	1,11	23,3	1,52
		5	5,41	4,25	16,0	1,72	25,4	2,16	6,59	1,10	29,2	1,57
6,3	63	4	4,96	3,90	18,9	1,95	29,9	2,05	7,81	1,25	33,1	1,69
		5	6,13	4,81	23,1	1,94	36,6	2,44	9,52	1,25	41,5	1,74
		6	7,28	5,72	27,1	1,93	42,9	2,43	11,2	1,24	50,0	1,78
7	70	4,5	6,20	4,87	29,0	2,16	46,0	2,72	12,0	1,39	51,0	1,88
		5	6,86	5,38	31,9	2,16	50,7	2,72	13,2	1,39	56,7	1,90
		6	8,15	6,39	37,6	2,15	59,6	2,71	15,5	1,38	68,4	1,94
		7	9,42	7,39	43,0	2,14	68,2	2,69	17,8	1,37	80,1	1,99
		8	10,7	8,37	48,2	2,13	76,4	2,68	20,0	1,37	91,9	2,02
7,5	75	5	7,39	5,80	39,5	2,31	62,6	2,91	16,4	1,49	69,6	2,02
		6	8,78	6,89	46,6	2,30	73,9	2,90	19,3	1,48	83,9	2,06
		7	10,1	7,96	53,3	2,29	84,6	2,89	22,1	1,48	98,3	2,10
		8	11,5	9,02	59,8	2,28	94,9	2,87	24,8	1,47	113	2,15
		9	12,8	10,1	66,1	2,27	105	2,86	27,5	1,46	127	2,18

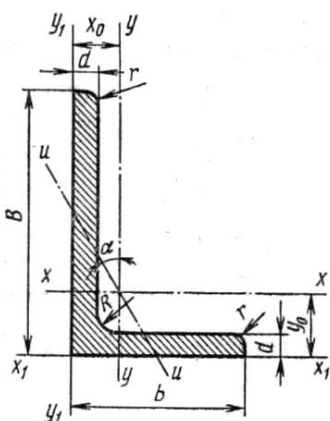
Продолжение приложения А

Номер профиля	Размеры		Площадь сечения $A$	Масса 1 м длины	Справочные величины для осей							
	$b$	$d$			$x-x_0$		$x_0-x_0$		$y_0-y_0$		$x_I-x_I$	$z_0$
					$I_x$	$i_x$	$I_{x0max}$	$i_{x0max}$	$I_{y0min}$	$i_{y0min}$	$I_{xI}$	
	мм	мм			см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см
8	80	5,5	8,63	6,78	52,7	2,47	83,6	3,11	21,8	1,59	93,2	2,17
		6	9,38	7,36	57,0	2,47	90,4	3,11	23,5	1,58	102	2,19
		7	10,8	8,51	65,3	2,45	104	3,09	27,0	1,58	119	2,23
		8	12,3	9,65	73,4	2,44	116	3,08	30,3	1,57	137	2,27
9	90	6	10,6	8,33	82,1	2,78	130	3,50	34,0	1,79	145	2,43
		7	12,3	9,64	94,3	2,77	150	3,49	38,9	1,78	169	2,47
		8	13,9	10,9	106	2,79	168	3,48	43,8	1,77	194	2,51
		9	15,6	12,2	118	2,75	186	3,46	48,6	1,77	219	2,55
10	100	6,5	12,8	10,1	122	3,09	193	3,88	50,7	1,99	214	2,68
		7	13,8	10,8	131	3,08	207	3,88	54,2	1,98	231	2,71
		8										
		10	15,6	12,2	147	3,07	233	3,87	60,9	1,98	256	2,75
		12	19,2	15,1	179	3,05	284	3,84	74,1	1,96	332	2,83
			22,8	17,9	209	3,03	331	3,81	86,9	1,95	402	2,91
10	100	14	26,3	20,6	237	3,00	375	3,78	99,3	1,94	472	2,99
		16	29,7	23,3	264	2,98	416	3,74	112	1,94	542	3,06
11	110	7	15,2	11,9	176	3,40	2,79	4,29	72,7	2,19	308	2,96
		8	17,2	13,5	198	3,39	315	4,28	81,8	2,18	353	3,00

## Приложение Б

### СТАЛЬ ПРОКАТНАЯ УГЛОВАЯ НЕРАВНОПОЛОЧНАЯ (по ГОСТ 8510–72)

Обозначения:



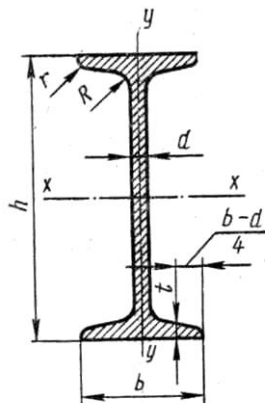
- $b$  – ширина полки;
- $d$  – толщина полки;
- $R$  – радиус внутреннего закругления;
- $r$  – радиус закругления полки;
- $I$  – момент инерции;
- $i$  – радиус инерции;
- $z_0$  – расстояние от центра тяжести до полки.

Номер профиля	Размеры					Площадь сечения $A$	Масса 1м длины	Справочные величины для осей										Угол наклона оси $\text{tg } \alpha$
	$B$	$b$	$d$	$R$	$r$			$x-x$		$y-y$		$x_1-x_1$		$y_1-y_1$		$u-u$		
								$I_x$	$i_x$	$I_y$	$i_y$	$I_{x1}$	$y_0$	$I_{y1}$	$x_0$	$I_{umin}$	$i_{umin}$	
мм						см <sup>2</sup>	кг	см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см	см <sup>4</sup>	см	
5,6/3,6	56	36	4	6	2	3,58	2,81	11,4	1,78	3,70	1,02	23,2	1,82	6,25	0,84	2,19	0,78	0,506
			5	0	0	4,41	3,46	13,8	1,77	4,48	1,01	29,2	1,86	7,91	0,88	2,66	0,78	0,404
6,3/4,0	63	40	4	7	2	4,04	3,17	16,3	2,01	5,16	1,13	33,0	2,03	8,51	0,91	3,07	0,87	0,397
			5	0	3	4,98	3,91	19,9	2,00	6,26	1,12	41,4	2,08	10,8	0,95	3,73	0,86	0,396
			6			5,90	4,63	23,3	1,99	7,28	1,11	49,9	2,12	13,1	0,99	4,36	0,86	0,393
			8			7,68	6,03	29,6	1,96	9,15	1,09	66,9	2,20	17,9	1,07	5,58	0,95	0,386
7/4,5	70	45	5	7,5	2,5	5,59	4,39	27,8	2,23	9,05	1,27	56,7	2,28	15,2	1,05	5,34	0,98	0,406
7,5/5	75	50	5	8	2,7	6,11	4,79	34,8	2,39	12,5	1,47	69,7	2,39	20,8	1,17	7,24	1,09	0,436
			7,25			5,69	40,9	2,38	14,6	1,42	83,9	2,44	25,2	1,21	8,48	1,08	0,435	
			8			9,47	7,43	52,4	2,35	18,5	1,40	112	2,52	34,2	1,29	10,9	1,07	0,430
			5	8	2,7	6,36	4,99	41,6	2,56	12,7	1,41	84,6	2,6	20,8	1,13	7,58	1,09	0,387
6			7,55			5,92	49,0	2,55	14,8	1,40	102	2,65	26,2	1,17	8,88	1,08	0,386	
9/5,6	90	56	5,5	9	3	7,86	6,17	65,3	2,88	19,7	1,58	132	2,92	32,2	1,26	11,8	1,22	0,384
			6					8,54	6,70	70,6	2,88	21,2	1,58	145	2,95	35,2	1,28	12,7
			8			11,18	8,77	90,9	2,85	27,1	1,56	194	3,04	47,8	1,36	16,3	1,21	0,380
			6	10	3,3	9,59	7,53	98,3	3,2	30,6	1,79	198	3,23	49,9	1,42	18,2	1,38	0,393
7			11,1			8,70	113	3,19	35,0	1,78	232	3,28	58,7	1,46	20,8	1,37	0,392	
10/6,3	100	63	8			12,6	9,87	123	3,18	39,2	1,77	266	3,32	67,6	1,50	23,4	1,36	0,391
			10			15,5	12,1	154	3,15	47,1	1,75	333	3,40	85,8	1,58	28,3	1,35	0,387
11/7	110	70	6,5	10	3,3	11,4	8,98	142	3,53	45,6	2	286	3,55	74,3	1,58	26,9	1,53	0,402
			8					13,9	10,9	172	3,51	54,6	1,98	353	3,61	92,3	1,64	32,3
			7	11	3,7	14,1	11	227	4,01	73,7	2,29	452	4,01	119	1,8	43,4	1,76	0,407
			8					16	12,5	256	4	83,0	2,28	518	4,05	137	1,84	48,8
12,5/8	125	80	10			19,7	15,5	312	3,98	100	2,26	649	4,14	173	1,92	59,3	1,74	0,404
			12			23,4	18,3	365	3,95	117	2,24	781	4,22	210	2	69,5	1,72	0,400
14/9	140	90	8	12	4	18	14,1	364	4,49	120	2,58	727	4,49	194	2,03	70,3	1,98	0,411
			10					22,2	17,5	444	4,47	146	2,56	911	4,58	245	2,12	85,5

## Приложение В

### СТАЛЬ ПРОКАТНАЯ – БАЛКИ ДВУТАВРОВЫЕ (по ГОСТ 8239–72)

Обозначения:



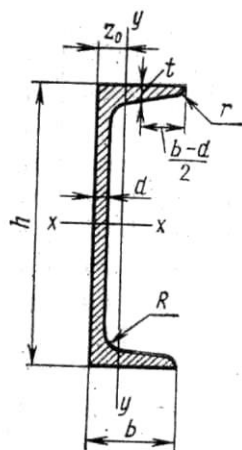
$h$  – высота балки  
 $b$  – ширина полки;  
 $d$  – толщина полки;  
 $t$  – средняя толщина полки;  
 $R$  – радиус внутреннего закругления;  
 $r$  – радиус закругления полки;  
 $I$  – момент инерции;  
 $W$  – момент сопротивления;  
 $S$  – статический момент полусечения;  
 $i$  – радиус инерции;

Ном ер про филя	Мас- са 1м длин ы	Размеры						Пло- щадь сече- ния $A$	Справочные величины для осей						
		$h$	$b$	$d$	$t$	$R$	$r$		$x-x$				$y-y$		
									$I_x$	$W_x$	$i_x$	$S_x$	$I_y$	$W_y$	$i_y$
кг	Мм	Мм	Мм	Мм	Мм	Мм	см <sup>2</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	
10	9,46	100	55	4,5	7,2	7	2,5	12,0	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	11,5	120	64	4,8	7,3	7,5	3	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	13,7	140	73	4,9	7,5	8	3	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	15,9	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,70
18	18,4	180	90	5,1	8,1	9	3,5	23,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
18a	19,9	180	100	5,1	8,3	9	3,5	25,4	1430	159	7,51	89,8	114	22,8	2,12
20	21,0	200	100	5,2	8,4	9,5	4	26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
20a	22,7	200	110	5,2	8,6	9,5	4	28,9	2030	203	8,37	114	155	28,2	2,32
22	24,0	220	110	5,4	8,7	10	4	30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
22a	25,8	220	120	5,4	8,9	10	4	32,8	2790	254	9,22	143	206	34,3	2,50
24	27,3	240	115	5,6	9,5	10,5	4	34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
24a	29,4	240	125	5,6	9,8	10,5	4	37,5	3800	317	10,1	178	260	41,6	2,63
27	31,5	270	125	6,0	9,8	11	4,5	40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
27a	33,9	270	135	6,0	10,2	11	4,5	43,2	5500	407	11,3	229	337	50,0	2,80
30	36,5	300	135	6,5	10,2	12	5	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
30a	39,2	300	145	6,5	10,7	12	5	49,9	7780	518	12,5	292	436	60,1	2,95
33	42,2	330	140	7,0	11,2	13	5	53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	48,6	360	145	7,5	12,8	14	6	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	57	400	155	8,3	13,0	15	6	72,6	19062	953	16,20	545	667	86,1	3,03
45	66,5	450	160	9,0	14,2	16	7	84,7	27696	1231	18,10	708	808	101	3,09
50	78,5	500	170	1,24	15,2	17	7	100	39727	1589	19,90	919	1043	123	3,23
55	92,6	550	180	11,0	16,5	18	7	118	55962	2035	21,80	1181	1356	151	3,39
60	108	600	190	12,0	17,8	20	8	138	76806	2560	23,60	1	1725	182	3,54

## Приложение Г

### СТАЛЬ ПРОКАТНАЯ – ШВЕЛЛЕР (по ГОСТ 8240–72)

Обозначения:



$h$  – высота швеллера;  
 $b$  – ширина полки;  
 $d$  – толщина стенки;  
 $t$  – средняя толщина полки;  
 $R$  – радиус внутреннего закругления;  
 $r$  – радиус закругления полки;  
 $I$  – момент инерции;  
 $W$  – момент сопротивления;  
 $S$  – статический момент полусечения;  
 $i$  – радиус инерции;  
 $z_0$  – расстояние от оси  $y$ - $y$  до наружной грани стенки

Ном ер про филь	Мас -са 1м дли ны  кг	Размеры						Площа дь сечения $A$	Справочные величины для осей							
		$h$	$b$	$d$	$t$	$R$	$r$		$x$ - $x$			$y$ - $y$			$z_0$	
									$I_x$	$W_x$	$i_x$	$S_x$	$I_y$	$W_y$		$i_y$
									см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>		см
5	4,84	50	32	4,4	7,0	6	2,5	6,16	22,8	9,10	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16
6,5	5,90	65	36	4,4	7,2	6	2,5	7,51	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,08	1,24
8	7,05	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,89	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7	3	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	7,5	3	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8	3	15,6	491	70,2	5,60	40,8	45,4	11,0	1,70	1,67
14a	13,3	140	62	4,9	8,7	8	3	17,0	545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,3	1,84	1,87
16	14,2	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,80
16a	15,3	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2,00
18	16,3	180	70	5,1	8,7	9	3,5	20,7	1090	121	7,24	69,8	86,0	17,0	2,04	1,94
18a	17,4	180	74	5,1	9,3	9	3,5	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20,0	2,18	2,13
20	18,4	200	76	5,2	9,0	9,5	4	23,4	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,20	2,07
20a	19,8	200	80	5,2	9,7	9,5	4	25,2	1670	167	8,15	95,9	139	24,2	2,35	2,28
22	21,0	220	82	5,4	9,5	10	4	26,7	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
22a	22,6	220	87	5,4	10,2	10	4	28,8	2330	212	8,99	121	187	30,0	2,55	2,46
24	24,0	240	90	5,6	10,0	10,5	4	30,6	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,60	2,42
24a	25,8	240	95	5,6	10,7	10,5	4	32,9	3180	265	9,84	151	254	37,2	2,78	2,67
27	27,7	270	95	6,0	10,5	11	4,5	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11,0	12	5	40,5	5810	387	12,0	224	327	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7,0	11,7	13	5	46,5	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	14	6	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,10	2,68
40	48,3	400	115	8,0	13,5	15	6	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

**Приложение Д**

**Форма титульного листа домашней контрольной работы:**

Министерство образования Республики Беларусь  
Филиал Учреждения образования «Брестский государственный  
технический университет»  
Политехнический колледж  
Заочное отделение

# **ДОМАШНЯЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

(наименование дисциплины)

Вариант № 00

Преподаватель

Ж.П. Омеленецкая

(инициалы, фамилия)

Выполнил учащийся

И.И.Иванов

(инициалы, фамилия)

1 курса Сз40 учебной группы

специальности 2 – 70 02 01

«Промышленное и гражданское  
строительство (по направлениям)»

Шифр учащегося 1100

2017

