

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ**

Составитель:
доц. В.А. Овчаренко

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАСЧЕТНО - ГРАФИЧЕСКИМ
РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ”**
(для студентов дневной формы обучения специальности
“ Информационные технологии проектирования”)

У т в е р ж д е н о
на заседании кафедры
технической механики.
Протокол № 9 от 21.12 1999г

Краматорск 2000

УДК 539. 3/6

Методические указания к расчетно-графическим работам по дисциплине “Сопротивление материалов ” (для студентов дневной формы обучения специальности “Информационные технологии проектирования”) /Сост. Овчаренко В.А.- Краматорск, ДГМА, 2000

Содержатся задания к расчетно-графическим работам, которые выполняют студенты, общие методические указания по их выполнению и рекомендуемая литература.

Составитель

доц. В.А. Овчаренко

Рецензент

доц. Т.П. Зинченко

Ответственный за
выпуск

С.В. Подлесный

. Порядок выполнения расчетно-графических работ.

Студент дневной формы обучения специальности “Информационные технологии проектирования” выполняет две расчетно-графические работы. Первая содержит 5 задач, вторая – 4 задачи.

Номер варианта состоит из четырех цифр. Первая цифра указывает номер столбца первой таблицы, вторая – номер столбца второй таблицы, третья и четвертая – номер схемы.

Задание должно иметь следующее содержание:

для каждой задачи на первой странице должно быть написано условие с данными, соответствующими варианту, выполнен рисунок со всеми необходимыми для расчетов размерами и значениями нагрузок;

на следующих листах необходимо привести в произвольной форме текстовую часть, расчеты и дополнительные рисунки, разъясняющие решение задачи.

Задание должно быть написано от руки на одной стороне листа; все рисунки и эпюры следует выполнять в масштабе.

Все физические величины необходимо приводить в соответствии с международной системой единиц (СИ);

Титульный лист должен быть выполнен на плотной бумаге формата А1 по форме, приведенной на рис.1.

Расчетно-графическая работа №1

Задача 1.

Определить усилия в стержнях заданной системы, подобрать размеры их поперечных сечений. Принять стержни 1 - круглым, 2- квадратным, 3- состоящим из двух равнобоких уголков, если $[S] = 160 \text{ МПа}$. Заштрихованные элементы конструкции считать недеформированными. Определить абсолютное удлинение (укорочение) стержней. Данные для решения задачи 2 взять из таблицы 1 и 2, номер схемы - из рис. 2.

Таблица 1

№ столбца	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
а. м	0.8	0.6	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.2	1.6
б. м	1.2	1.0	0.8	0.8	1.2	0.8	1.2	0.6	1.0	0.8
с. м	1.4	1.2	1.6	1.0	0.8	1.0	0.8	1.2	0.6	1.0

Таблица 2

№ столбца	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кН	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
q, кН/м	120	100	80	100	120	140	80	100	160	100
M, кН·м	80	120	100	140	150	180	100	130	100	160

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ**

Кафедра технической механики

**Расчетно-графическая работа по сопротивлению материалов №1
Растяжение и построение эпюр для балок и рам**

Вариант №

Выполнил

студент группы ИТП98-1

Проверил

Сидоров С.А.

Доцент Овчаренко В.А.

Краматорск 2000

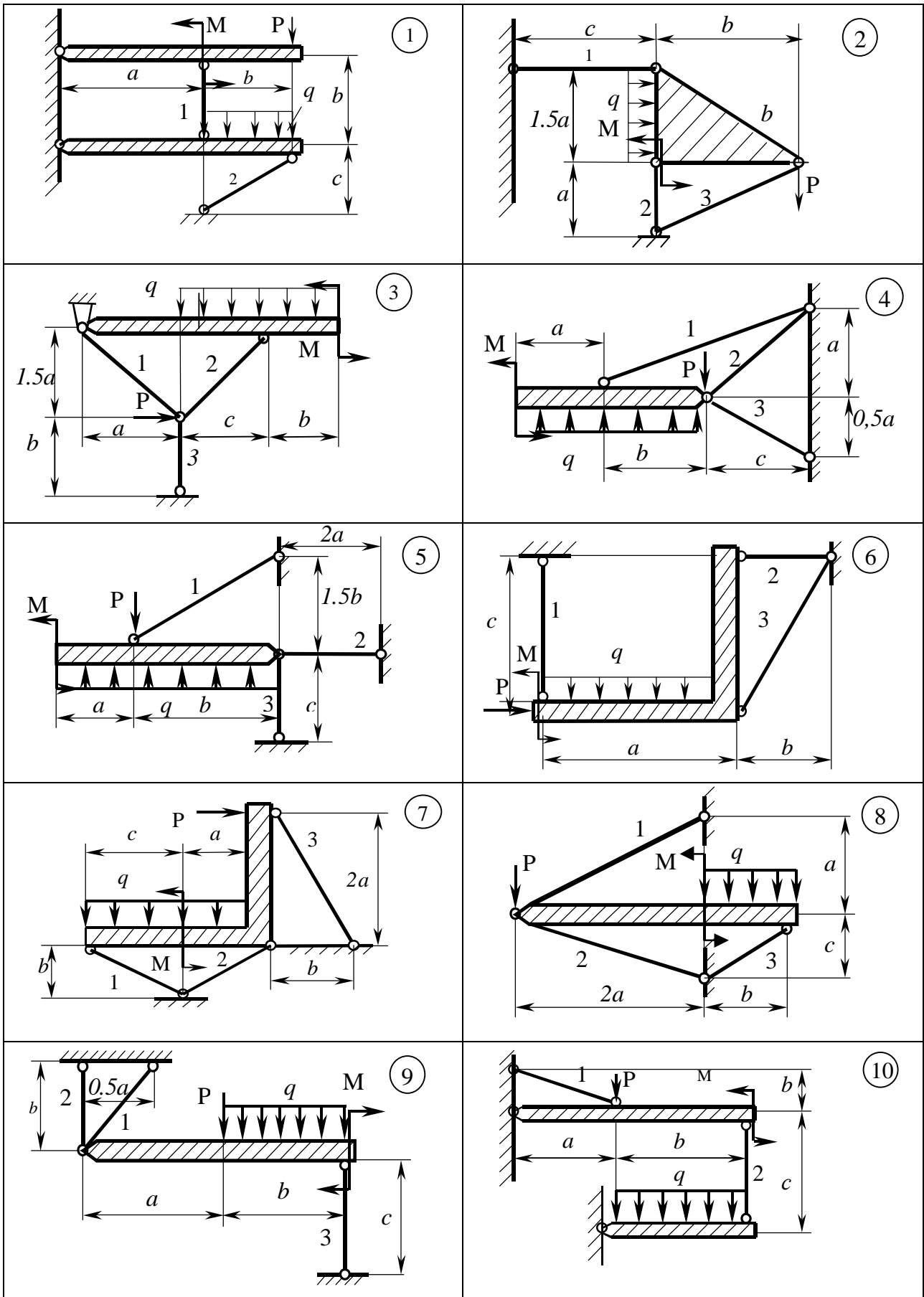


Рисунок 2

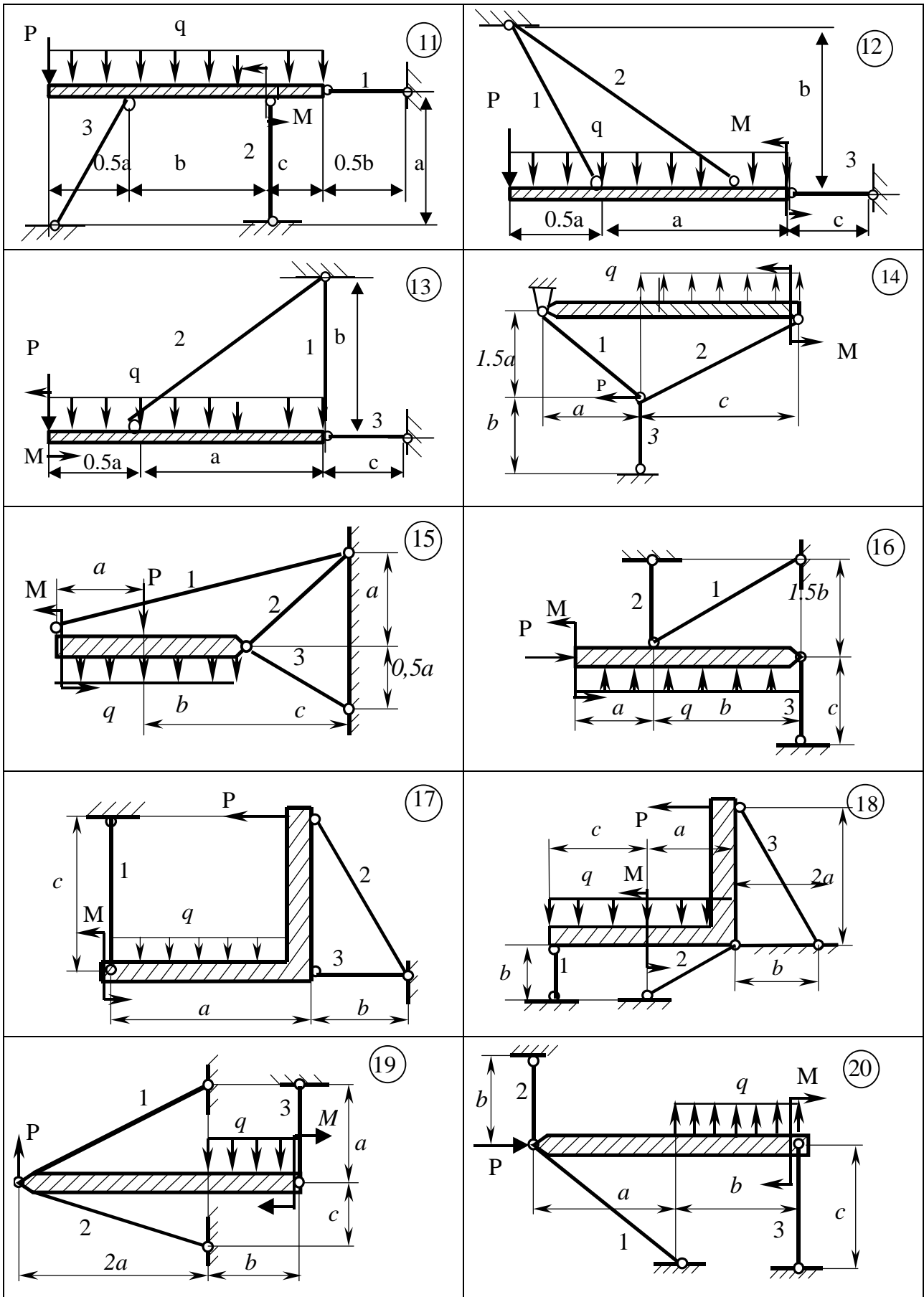


Рисунок 2, лист 2

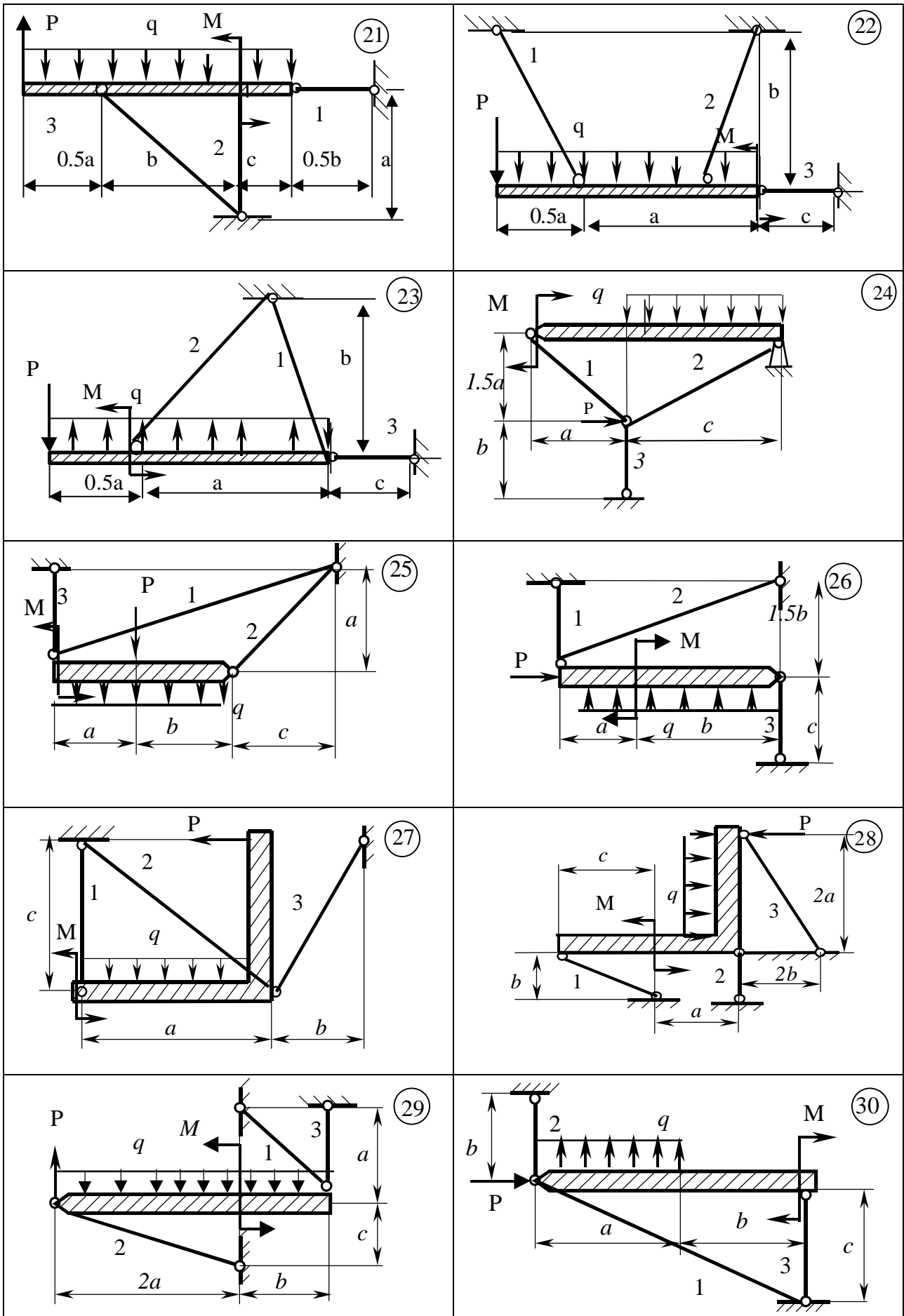


Рисунок 2, лист 3

Указания к выполнению задачи 1

Рассматриваемые конструкции статически определимые и усилия в стержнях могут быть найдены из уравнений равновесия системы сил, приложенных к телу, равновесие которого рассматривается. Если рассматривается равновесие одного тела, следует освободить его от наложенных связей и составить уравнение равновесия, содержащие неизвестные усилия в стержнях. Если рассматриваемая конструкция состоит из системы тел, следует рассмотреть отдельно равновесие ее частей в последовательности, позволяющей определить неизвестные усилия.

Размеры поперечных сечений стержней определяются из условия прочности

на растяжение (сжатие):
$$s_i = \frac{N_i}{F_i} \leq [s],$$

здесь N_i - усилие в i -ом стержне, F_i - площадь его поперечного сечения, $[s]$ - допускаемое напряжение. Отсюда
$$F_i \geq \frac{N_i}{[s]}.$$

Получив расчетное значение F_i с одной стороны, с другой стороны для пло-

щади круга
$$F_i = \frac{pd^2}{4},$$
 (d- диаметр круга), для площади

квадрата $F_i = a^2$ (a - сторона квадрата). Номер равнобокого уголка определяем из таблицы (см. [5], стр.84) по величине половины площади поперечного сечения для третьего стержня ($F_L = F_i / 2$).

Абсолютные удлинения (укорочения) стержней определяются из формулы за-

кона Гука:
$$\Delta l_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \frac{N_i l_i}{F_i E},$$

здесь N_i - усиление в i -ом стержне, l_i - его длина, E - модуль упругости первого рода, F_i - площадь поперечного сечения.

Задача 2

Для консольной балки построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил. Данные для решения задачи взять из табл. 3 и 4, схему из рис.3.

Таблица 3

Первая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
M, кНм	4	5	6	7	8	5	4	3	6	5
P, кН	5	3	4	6	9	3	7	10	6	5
q, кН./м	3	4	2	1.6	2.4	3.4	3.2	5.4	4.6	2.8

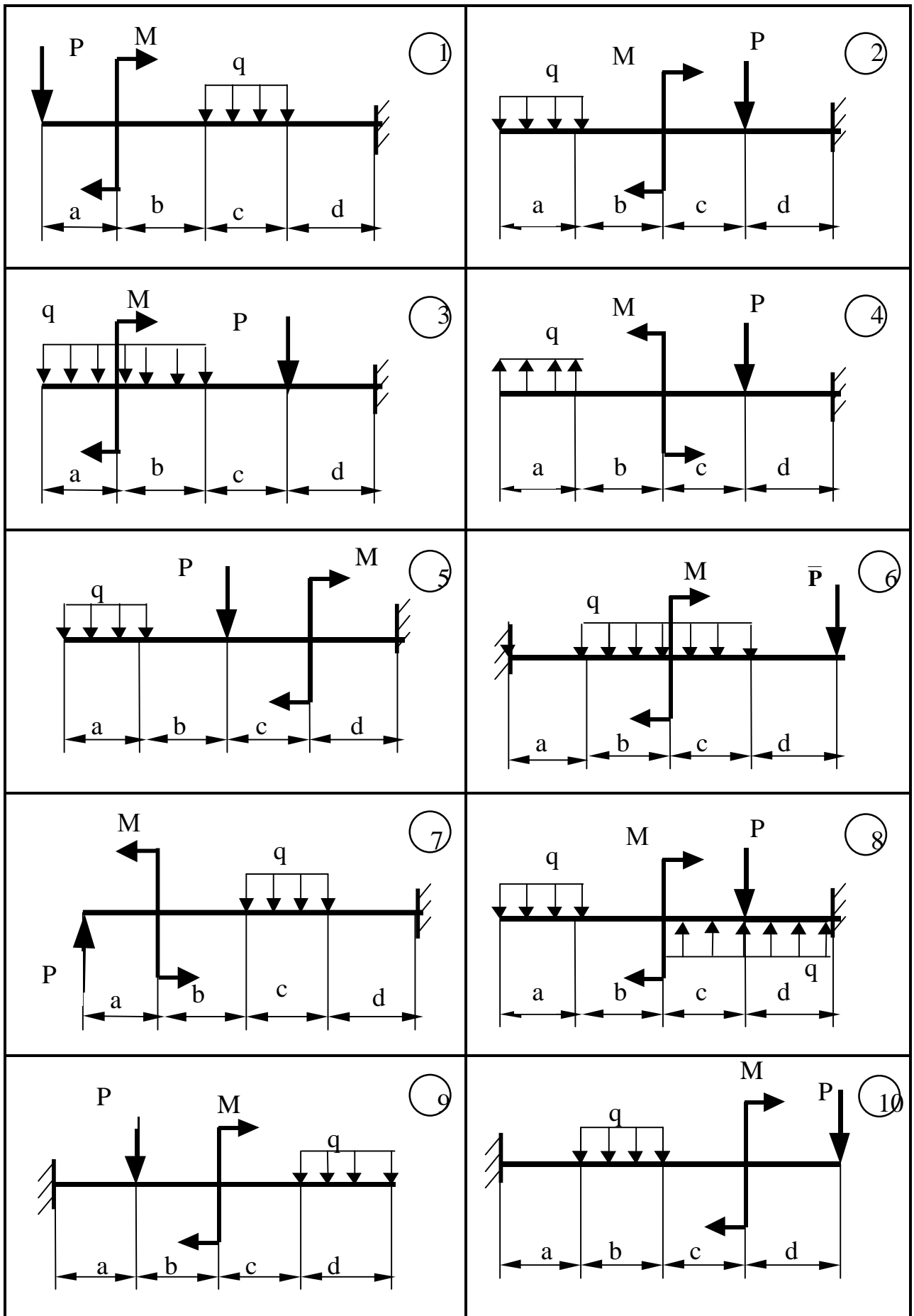


Рисунок 3

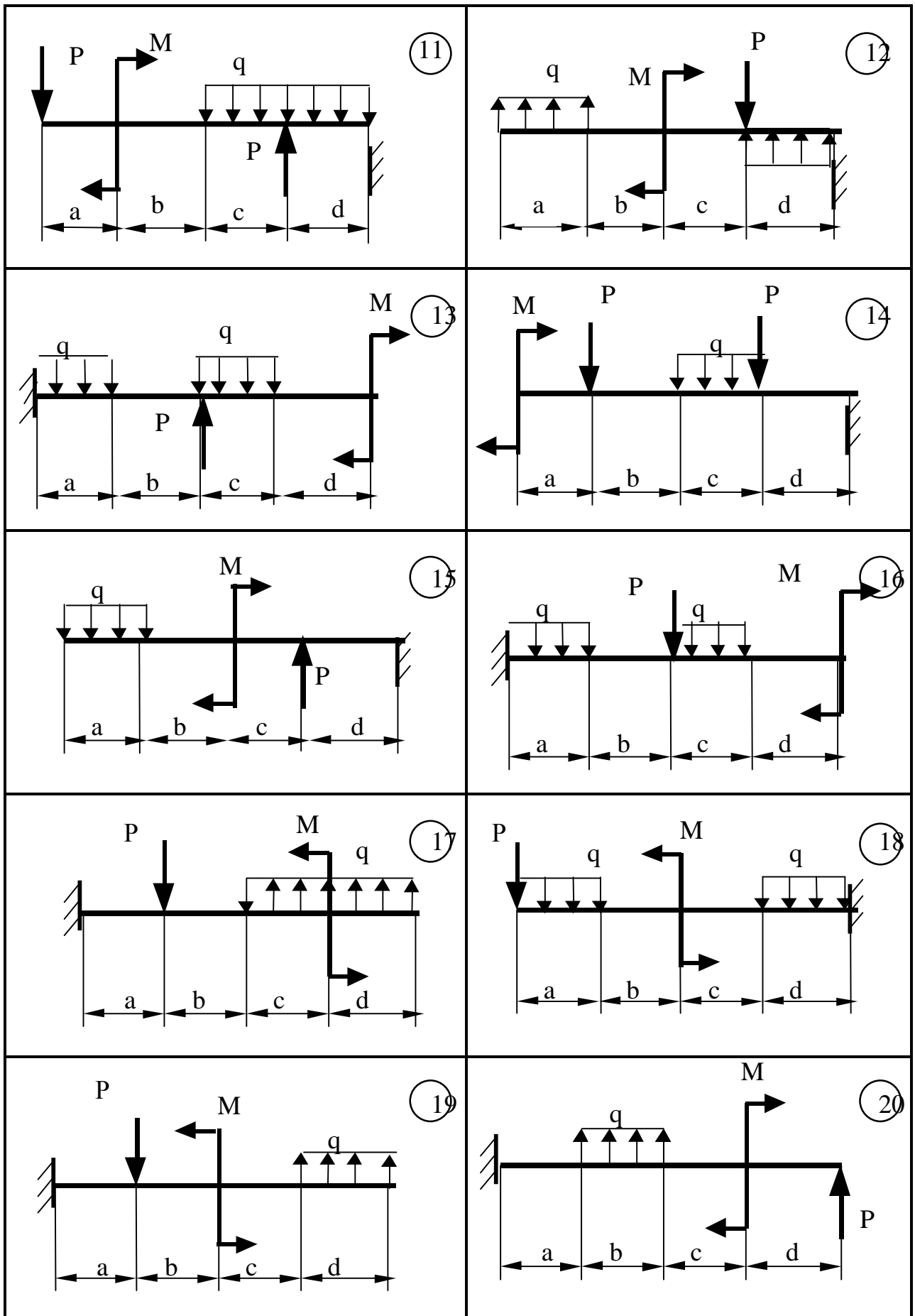


Рисунок 3, лист 2

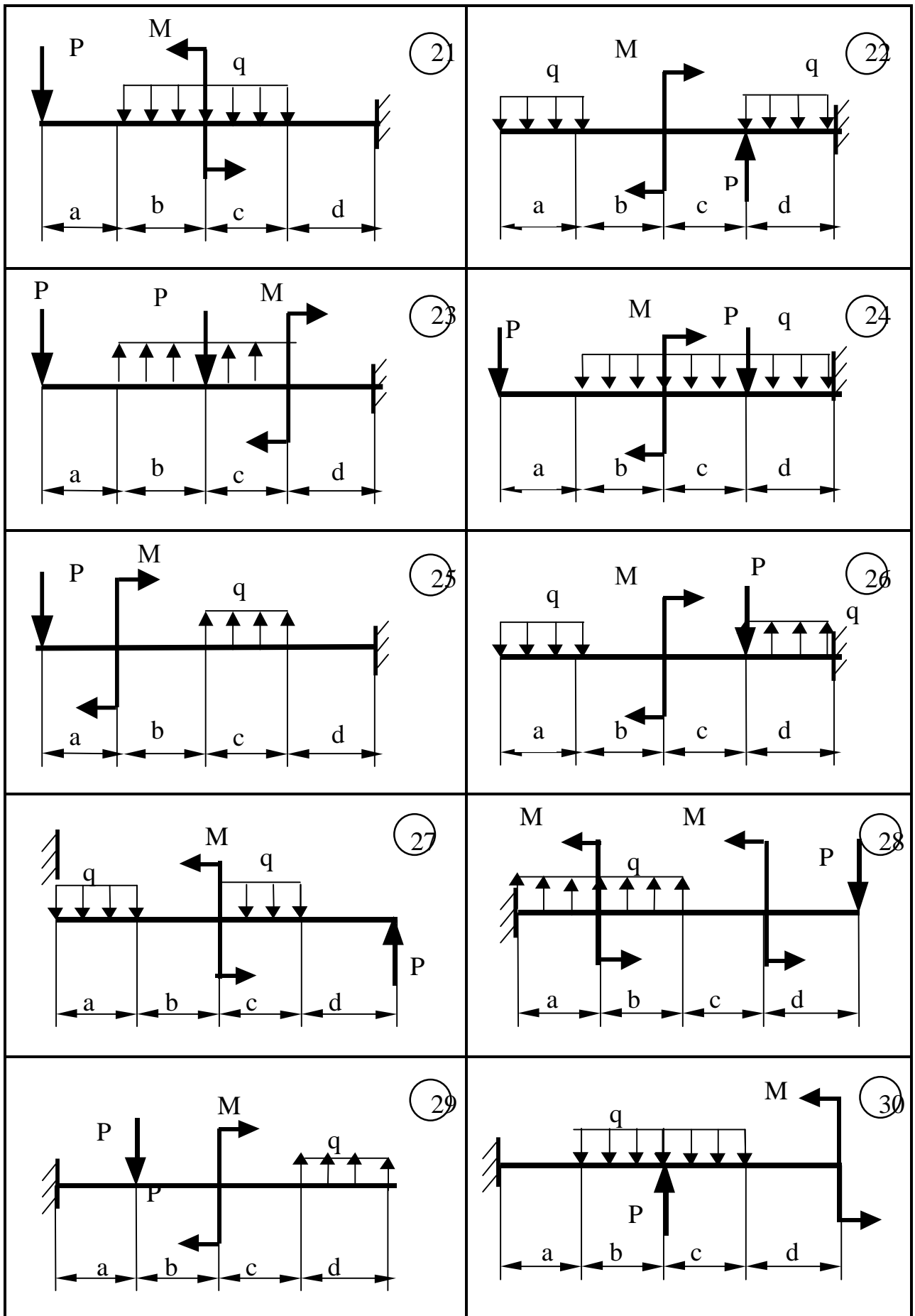


Рисунок 3, лист 3

Таблица 4

Вторая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a, м	2.0	3.0	2.4	2.8	1.6	1.8	2.4	1.8	1.6	1.4
b, м	1.6	1.8	1.2	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	2.6	2.4
c, м	1.2	1.4	1.6	1.8	1.5	2.2	2.4	2.6	2.5	2.7
d, м	1.5	1.3	1.5	1.2	1.3	1.6	1.1	2.0	1.8	1.5

Задача 3.

Для двух опорной балки построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Данные для решения задачи взять из табл. 3 и 4, номер схемы - из рис.4.

Указания к выполнению задач 2 и 3.

1 Прежде, чем приступать к построению эпюр изгибающих моментов и поперечных сил для балки на шарнирных опорах необходимо определить опорные реакции. Для их определения рекомендуется составить уравнения равновесия статики в форме равенства нулю моментов всех сил, взятых относительно одной и второй опоры. Правильность определения опорных реакций следует проверить, спроектировав все силы, приложенные к балке, на ось параллельную силам. При правильном определении опорных реакций сумма проекций всех сил должна равняться нулю. При построении эпюр Q и M для балки с жесткой заделкой, опорные реакции можно не определять. В этом случае эпюры можно построить, рассматривая свободную отсеченную часть балки (часть, не содержащую жесткое защемление).

2 Одним из методов определения величин поперечных сил и изгибающих моментов в сечениях балки является метод характерных сечений. Он состоит в том, что на границах участков балки берутся сечения (сечения, расположенные бесконечно близко слева и справа от точек приложения сосредоточенных сил и пар сил, в начале участка, где приложена равномерно распределенная нагрузка, и в конце его, сечение, где $Q=0$ и в окрестностях этой точки меняет знак).

3 Вычислить значения поперечных сил и изгибающих моментов в характерных сечениях. При их определении для балки с жестким защемлением следует рассматривать часть балки, не содержащую защемление, если в защемлении предварительно не определены опорные реакции. При определении величин Q и M в сечениях для балки с шарнирными опорами можно рассматривать любую отсеченную часть. Рекомендуется рассматривать ту часть, к которой приложено меньшее число нагрузок.

4 Правила для вычисления величин Q и M в характерных сечениях следующие: Поперечная сила в сечении численно равна алгебраической сумме проекций внешних сил, приложенных к рассматриваемой отсеченной части балки на направление перпендикулярное оси балки. В этой сумме внешняя сила берется с положительным знаком, если она вращает рассматриваемую

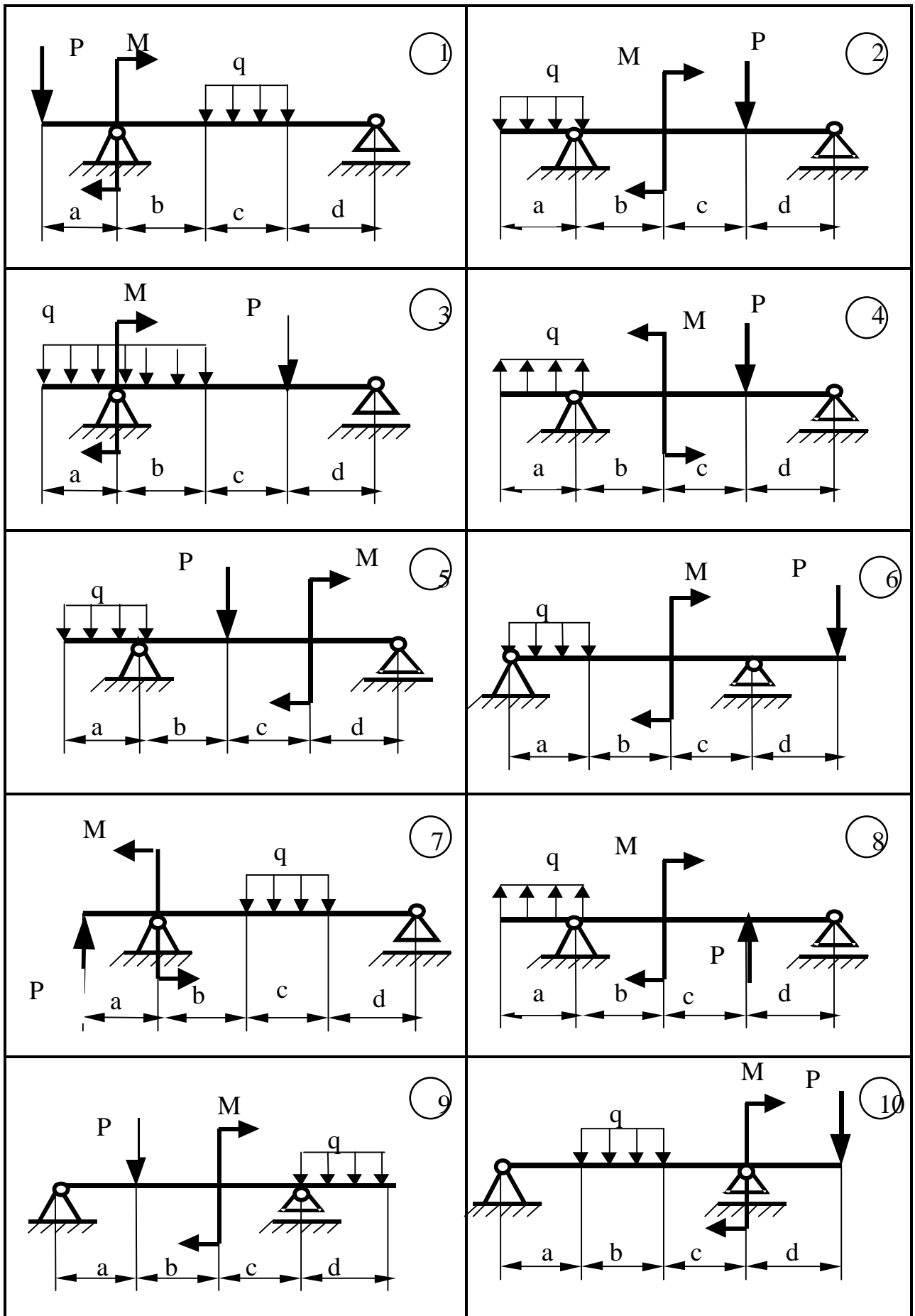


Рисунок 4

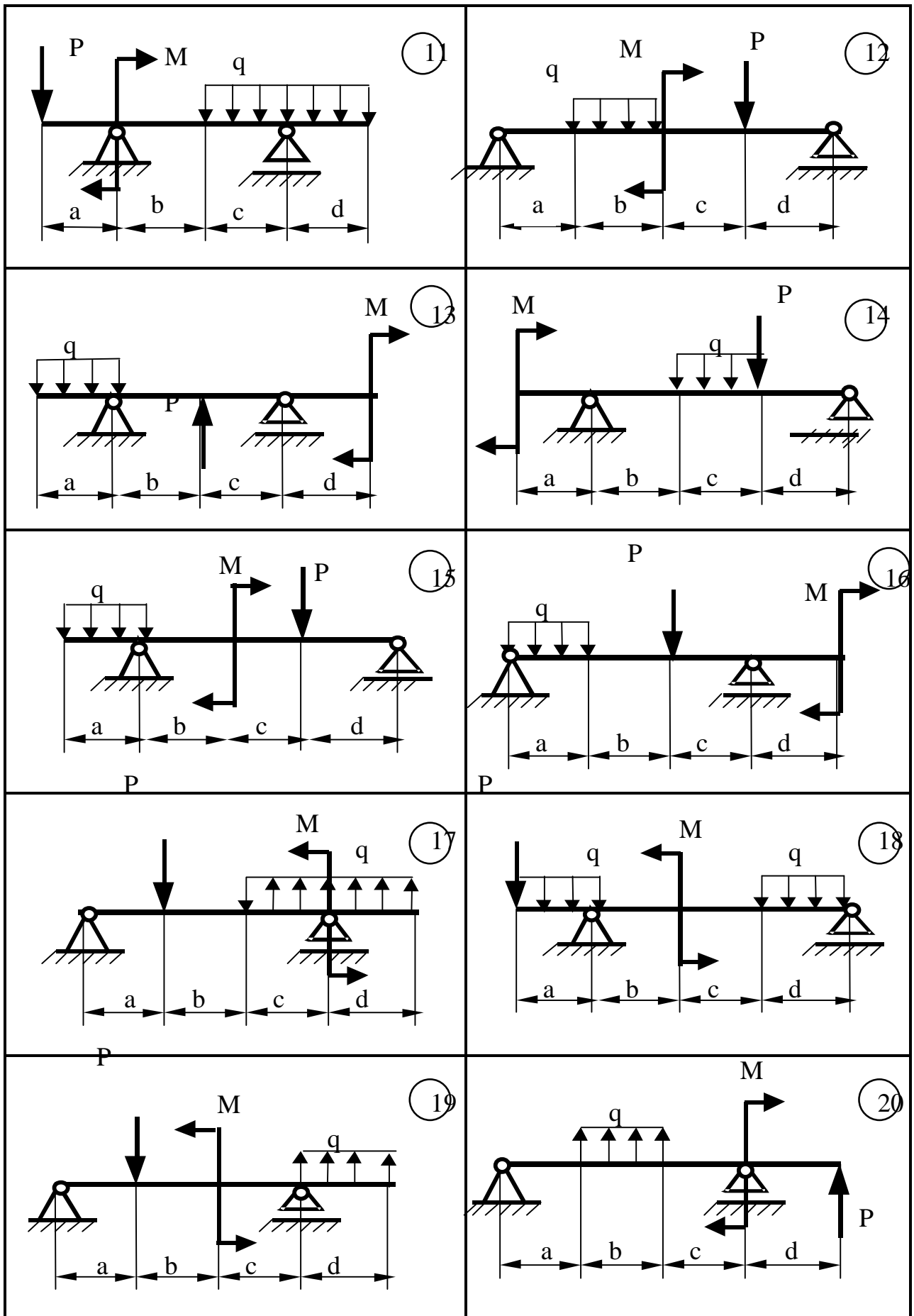


Рисунок 4, лист 2

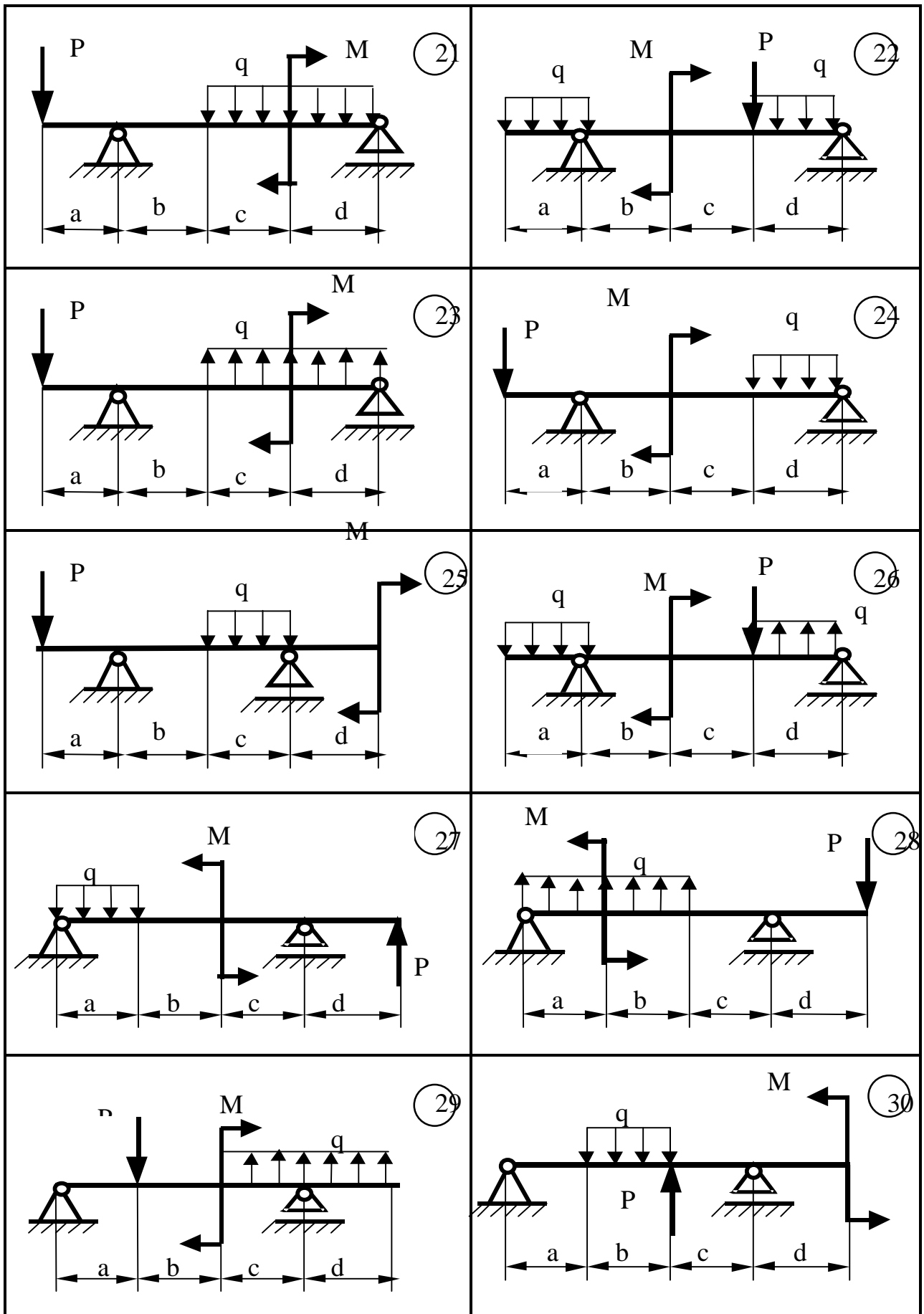


Рисунок 4, лист 3

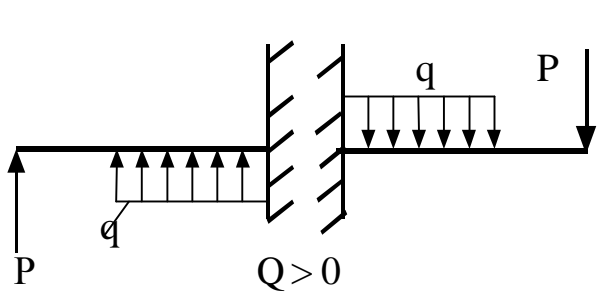


Рисунок 5

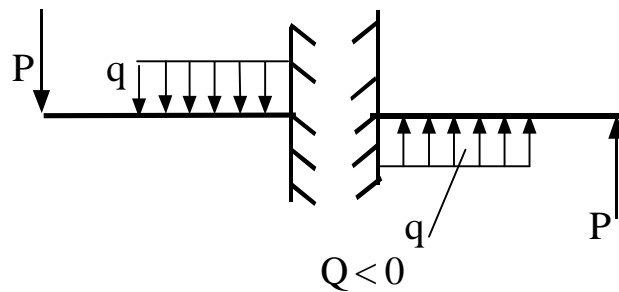


Рисунок 6

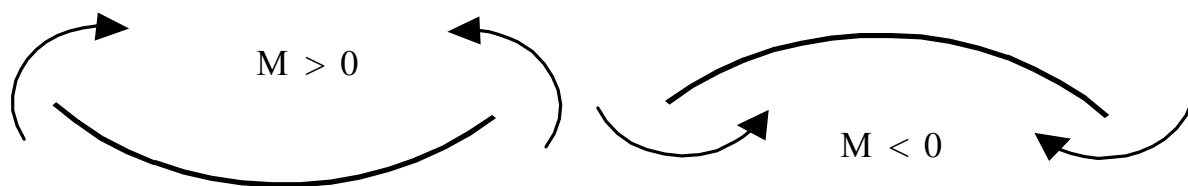


Рисунок 7

отсеченную часть относительно сечения по ходу стрелки часов (рис.5 и рис 6). Изгибающий момент M в сечении численно равен алгебраической сумме моментов внешних сил, приложенных к рассматриваемой отсеченной части балки относительно сечения. В этой сумме момент внешней силы, сжимающий верхние волокна балки, берется со знаком плюс (рис.7). Чтобы определить какие волокна сжимает момент внешней силы следует сечение мысленно защементировать.

5 Определив в каждом характерном сечении величины Q и M , следует произвести построение их эпюр.

При построении эпюр рекомендуется руководствоваться следующими правилами:- в конечном сечении балки поперечные силы, изгибающий момент численно равны, приложенным в этом сечении, внешней силе и моменту внешней пары (имеются в виду как активные, так и реактивные силы и пары сил).

На участке балки, где отсутствует равномерно распределенная нагрузка, эпюры поперечных сил - прямые, параллельные базе эпюры, эпюры моментов-наклонные прямые .

На участке балки, где приложена равномерно распределенная нагрузка, эпюра Q - наклонная прямая, эпюра M - квадратная парабола, при этом выпуклостью парабола направлена навстречу действию нагрузки.

В сечении, где поперечная сила равна нулю, и в окрестности сечения меняет знак, изгибающий момент имеет экстремальное значение. Положение указанного сечения можно найти из подобия треугольников, образуемых эпюрой Q и базой эпюры. Определив положение сечения, где $Q=0$, в этом

положении определяется величина изгибающего момента из условия рассмотрения любой отсеченной части балки.

В сечениях, где к балке приложены сосредоточенные силы, на эпюре Q ординаты изменяются скачкообразно, изменение ординаты равно величине приложенной в сечении силы.

В сечениях, где к балке приложены сосредоточенные пары сил, на эпюре изгибающих моментов ординаты изменяются скачкообразно на величину приложенных в сечениях пар сил.

Задача 4

Для ломаного консольного стержня (рамы) построить эпюры продольных, поперечных сил и изгибающих моментов. Данные для решения задачи взять из таблиц 5 и 6, номер схемы – из рис. 8.

Таблица 5

Первая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
М, кНм	2	3	4	5	6	7	2.5	3.5	4.5	5.6
Р, кН	5	6	7	8	3	4	4.5	4.8	5.5	5.8
q, кН./м	3	3.6	4.0	3.5	3.0	2.6	2.8	3.2	3.8	4.5

Таблица 6

Вторая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
а, м	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	1.5	1.7
в, м	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	2.7	2.5	2.3	2.9	3.2
с, м	3.2	3.4	3.6	3.8	4.2	4.4	4.0	3.0	3.5	4.5
д, м	5.2	5.4	5.6	5.8	5.6	5.4	5.2	5.0	4.8	4.4

Задача 5

Для ломаного стержня (рамы) на опорах построить эпюры продольных, поперечных сил и изгибающих моментов. Данные для решения задачи взять из таблиц 5 и 6, номер схемы – из рис. 9.

Указания к выполнению задачи 5

1. Рамой называют систему стержней, соединенных между собой в узлах жесткими связями.

Рама называется плоской, если оси всех составляющих ее стержней и действующая на раму нагрузка расположены в одной плоскости.

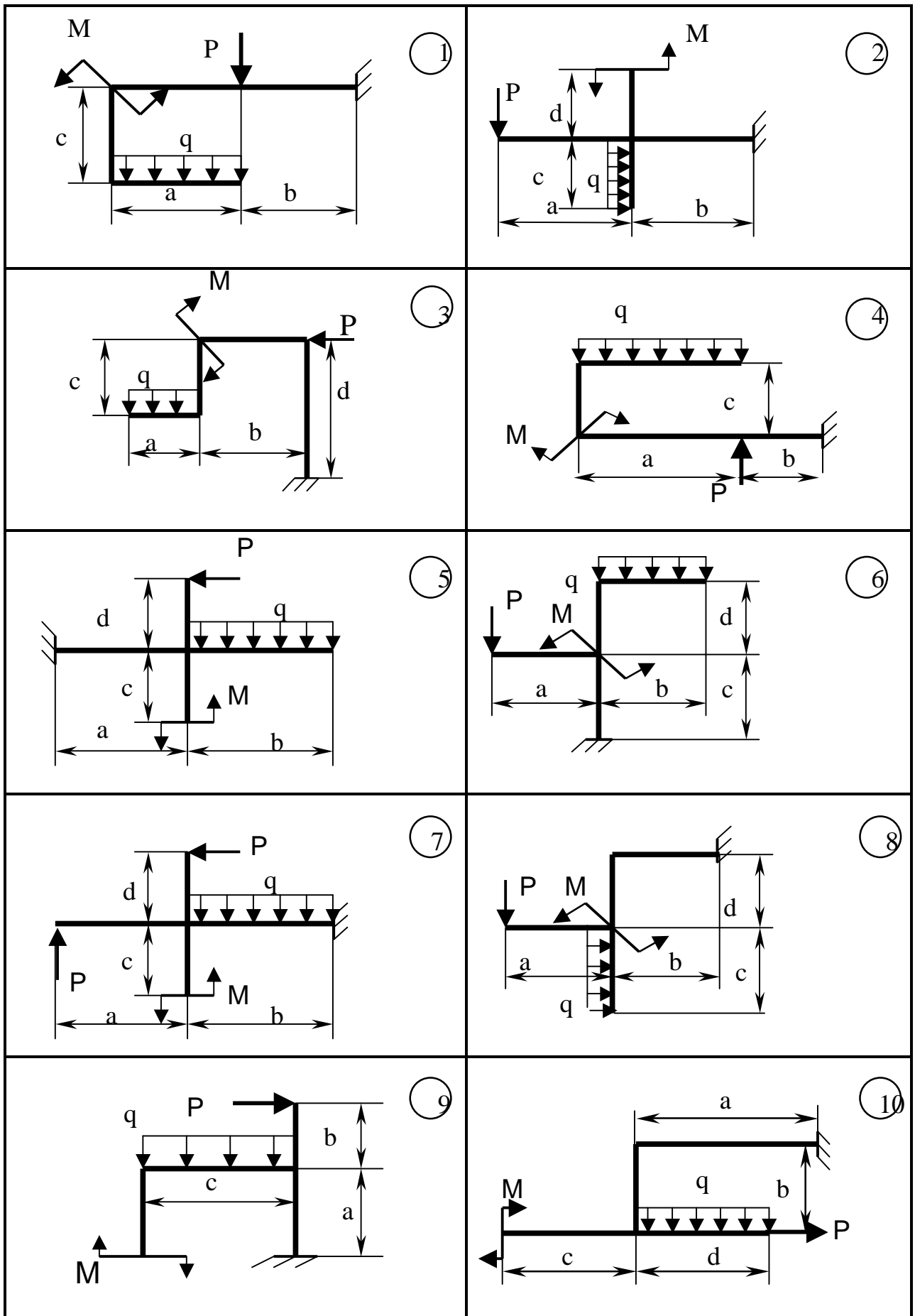


Рисунок 8

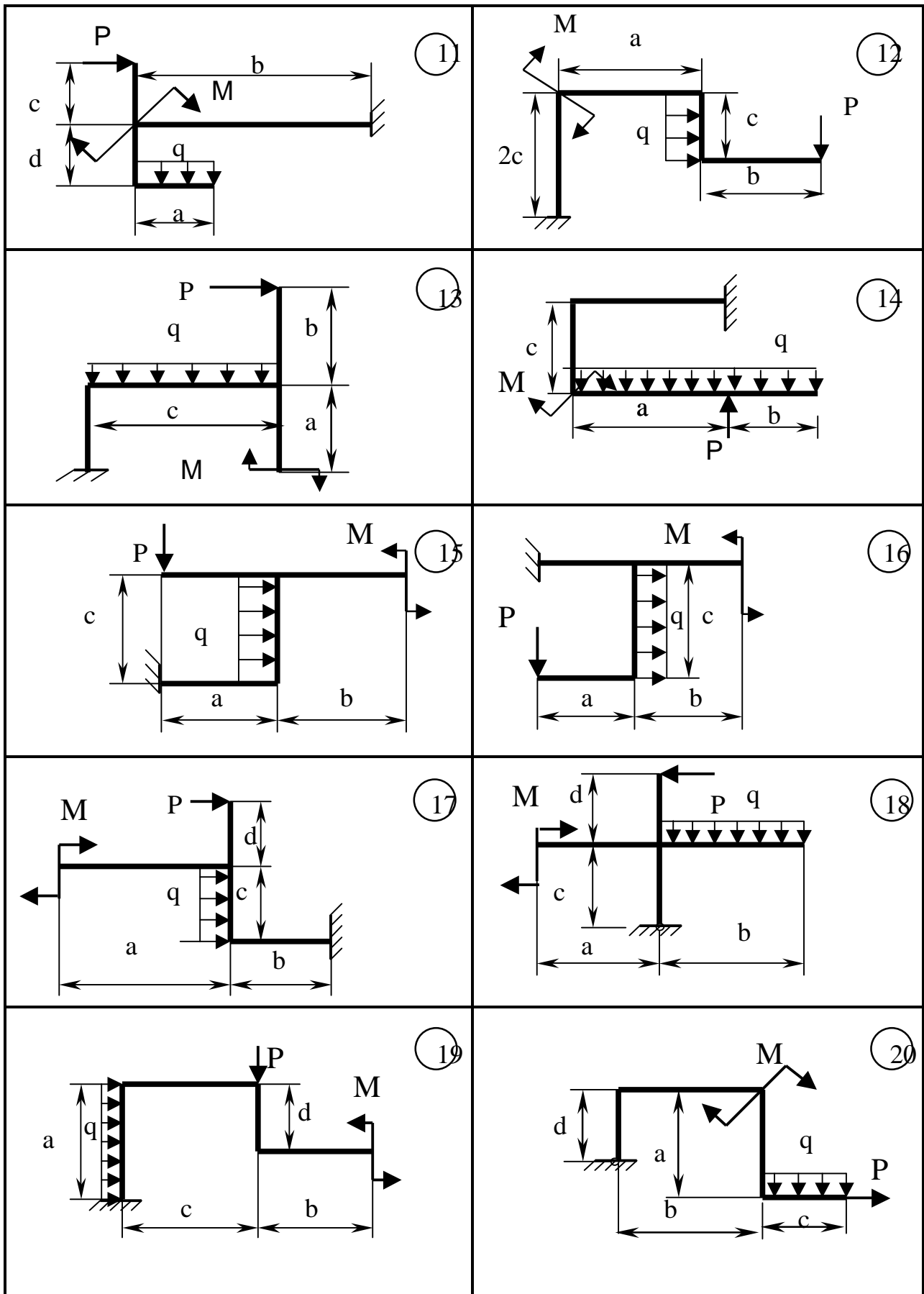


Рисунок 8, лист 2

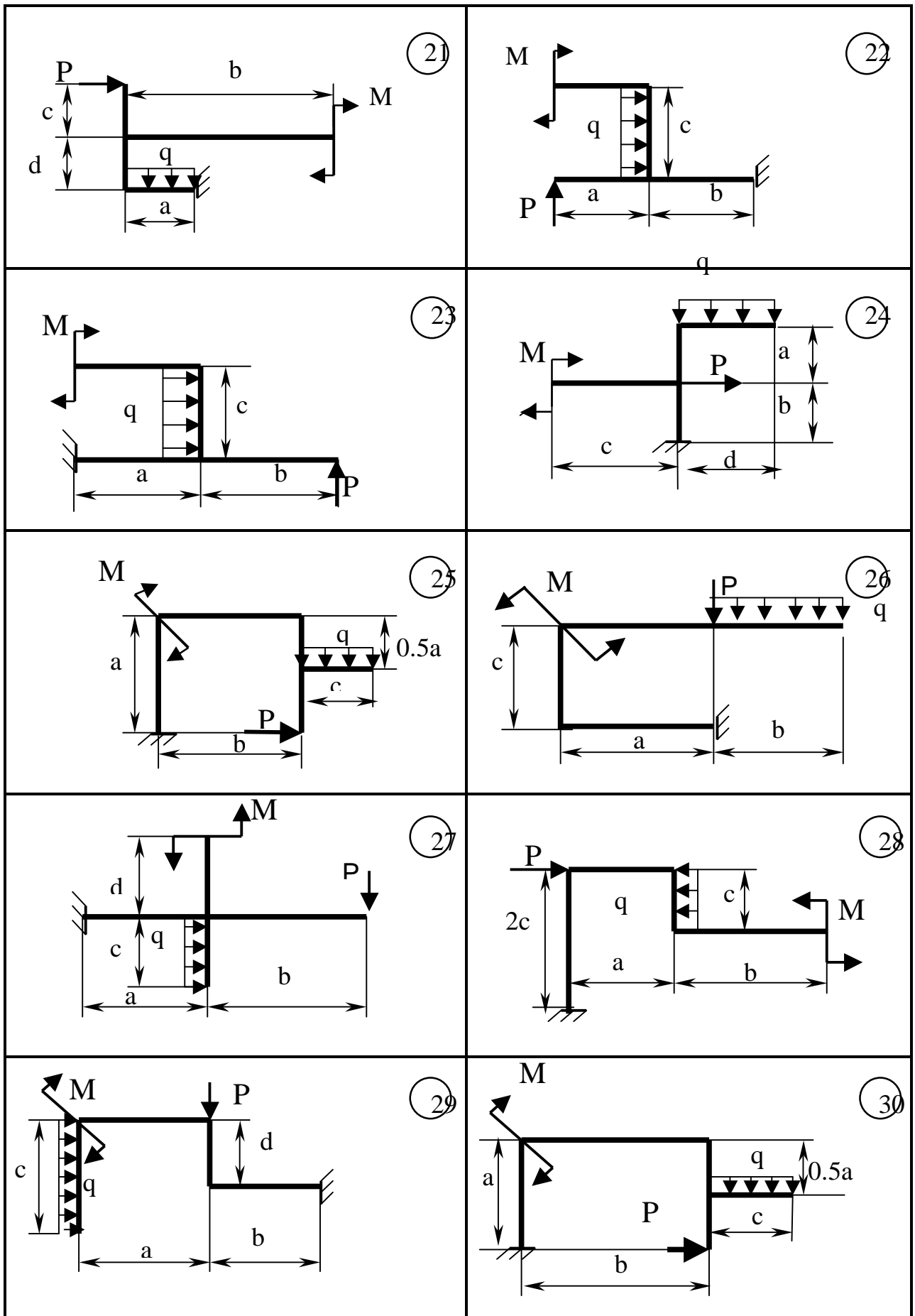


Рисунок 8, лист 3

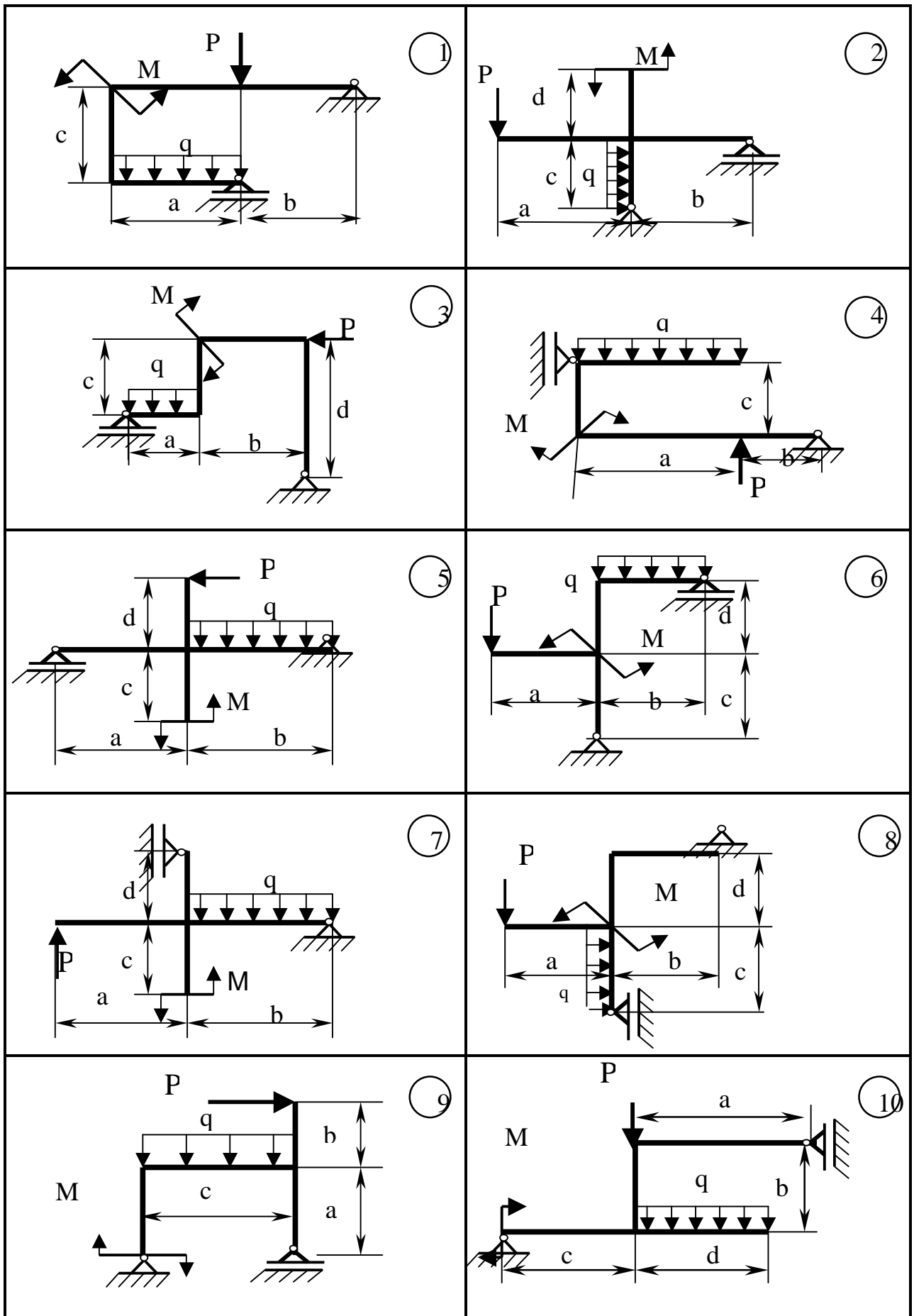


Рисунок 9

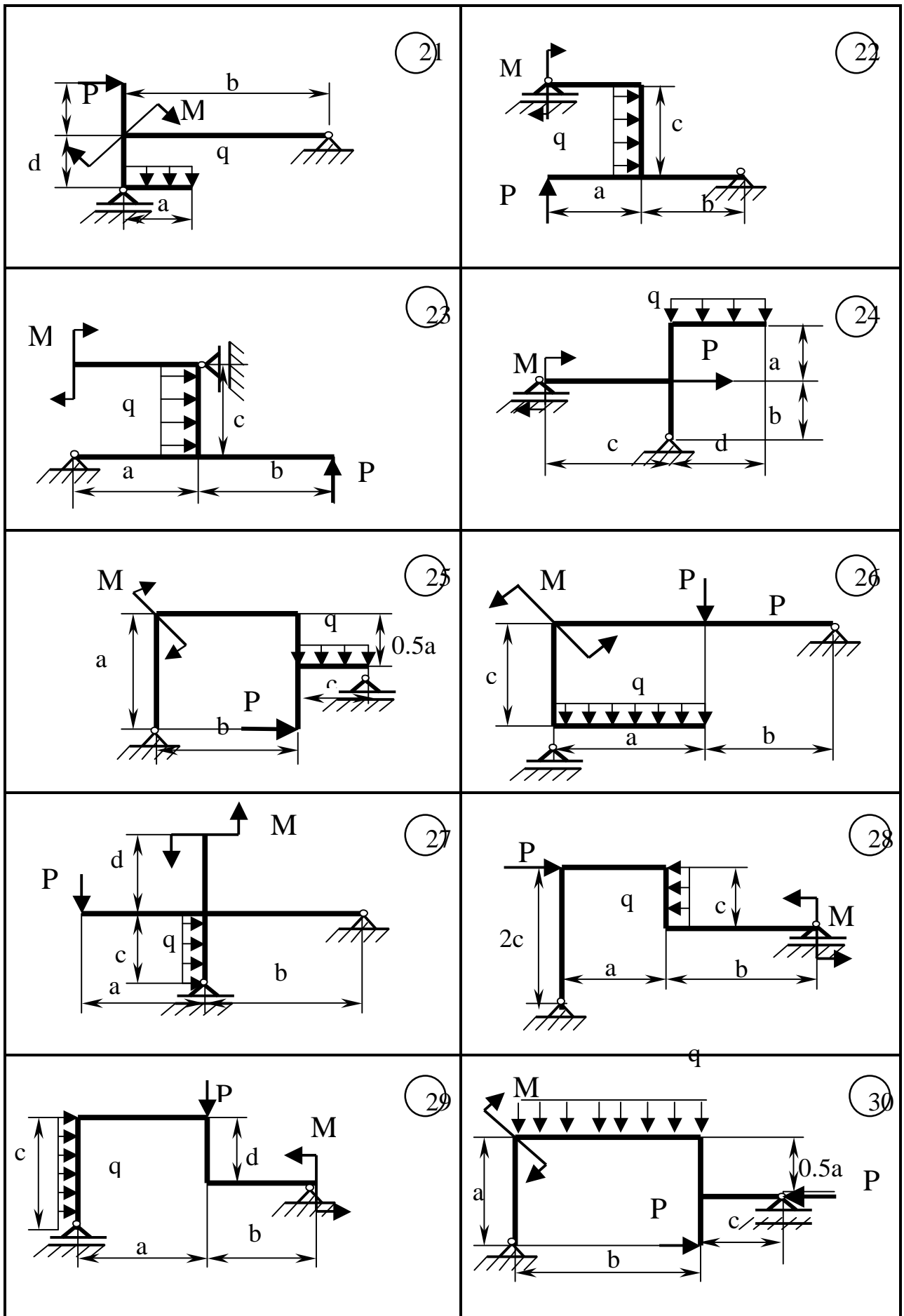


Рисунок 9, лист 3

Рама является статически определяемой, если опорные реакции и внутренние силовые факторы, возникающие в стержнях, могут быть определены с помощью уравнений равновесия статики.

В общем случае в поперечных сечениях стержней плоских рам возникают три внутренних силовых фактора: продольная сила N , поперечная сила Q и изгибающий момент M .

2 Построение эпюр внутренних силовых факторов для рам следует начинать с определения опорных реакций. Для рам, имеющих жесткую заделку, реакции в заделке можно не определять. Для таких рам внутренние силовые факторы можно определить, двигаясь со стороны свободного конца рамы.

3 При построении эпюр раму следует разбивать на участки характерными сечениями. Характерными сечениями, как и для балок, являются сечения, взятые в окрестности приложения сосредоточенных сил и сосредоточенных моментов в начале и конце приложения равномерно распределенной нагрузки, сечение, где $Q = 0$ и в окрестности этой точки меняет знак. Характерными для рам являются также сечения, взятые в местах сопряжения стержней.

4 Правила для вычисления величин N , Q и M в характерных сечениях:

Продольная сила N в сечении равна алгебраической сумме проекций на продольную ось стержня всех внешних сил, приложенных к рассматриваемой отсеченной части рамы. Продольная сила, возникающая при растяжении стержня, считается положительной, при сжатии – отрицательной.

Поперечная сила Q в сечении равна алгебраической сумме проекций всех внешних сил, приложенных к рассматриваемой отсеченной части рамы, на направление перпендикулярное оси стержня. В этой сумме внешняя сила берется со знаком плюс, если она стремится вращать относительно сечения рассматриваемую отсеченную часть по ходу стрелки часов.

Изгибающий момент M в сечении равен алгебраической сумме моментов внешних сил, приложенных к рассматриваемой части рамы. Эпюра моментов для рамы строится на сжатых волокнах.

КУРСОВОЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 2

Расчет стержней при плоском изгибе и сложном сопротивлении.

Задача 1

Для составного сечения, пользуясь таблицей сортамента, аналитическим способом определить положение главных центральных осей и величины главных центральных моментов инерции. Исходные данные взять с табл. 7, 8 и рис. 10.

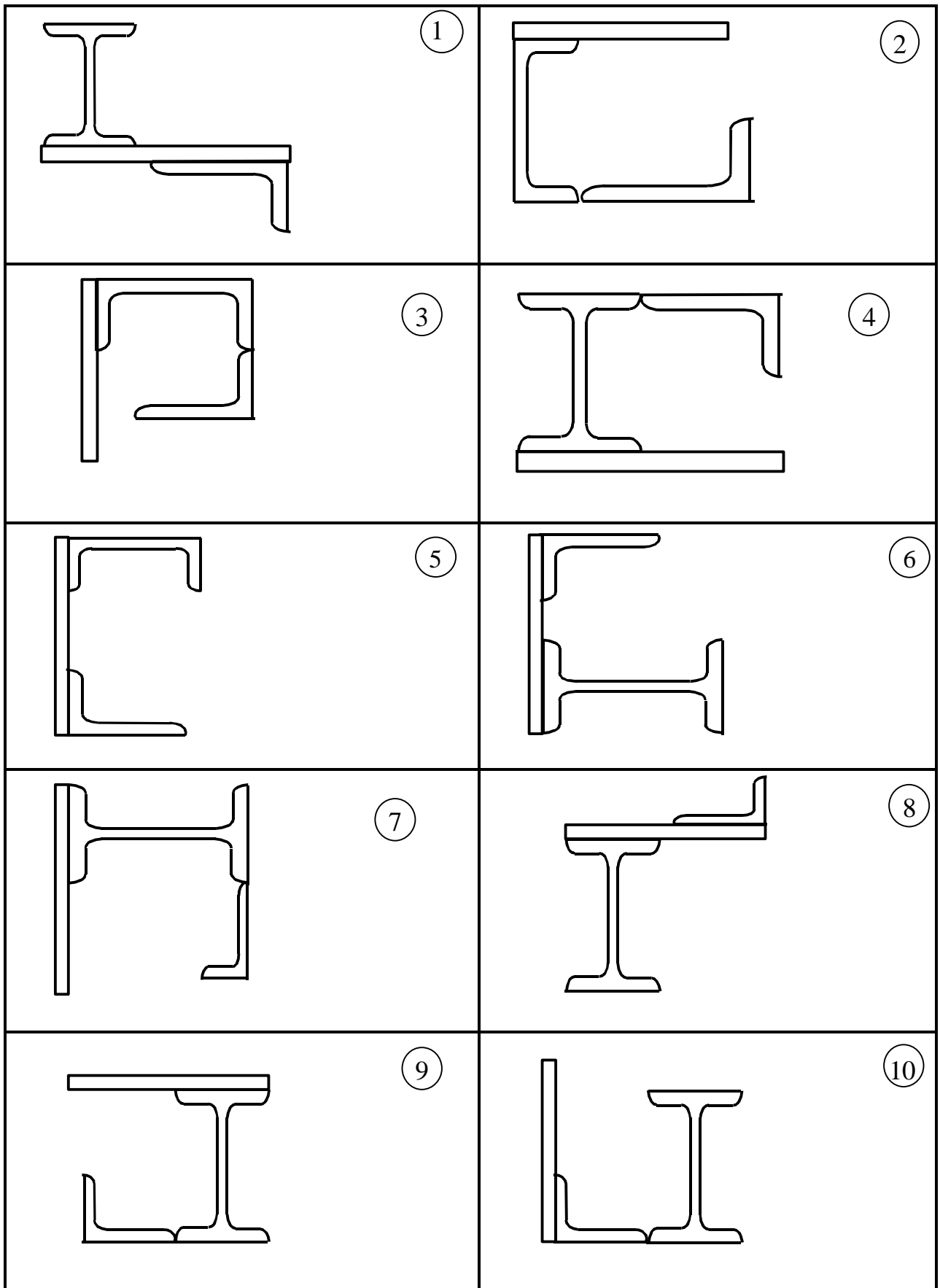


Рисунок 10

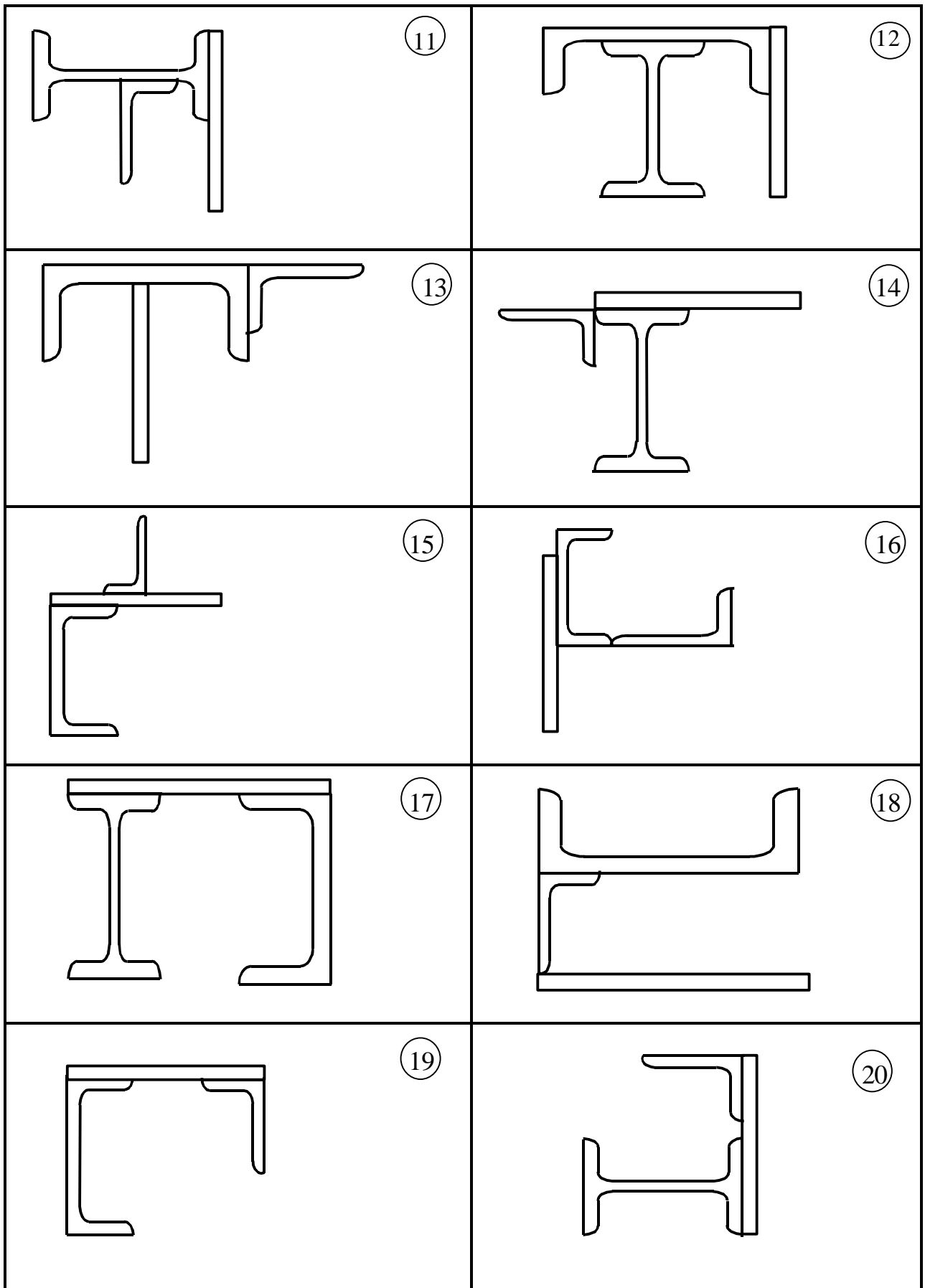


Рисунок 10, лист 2

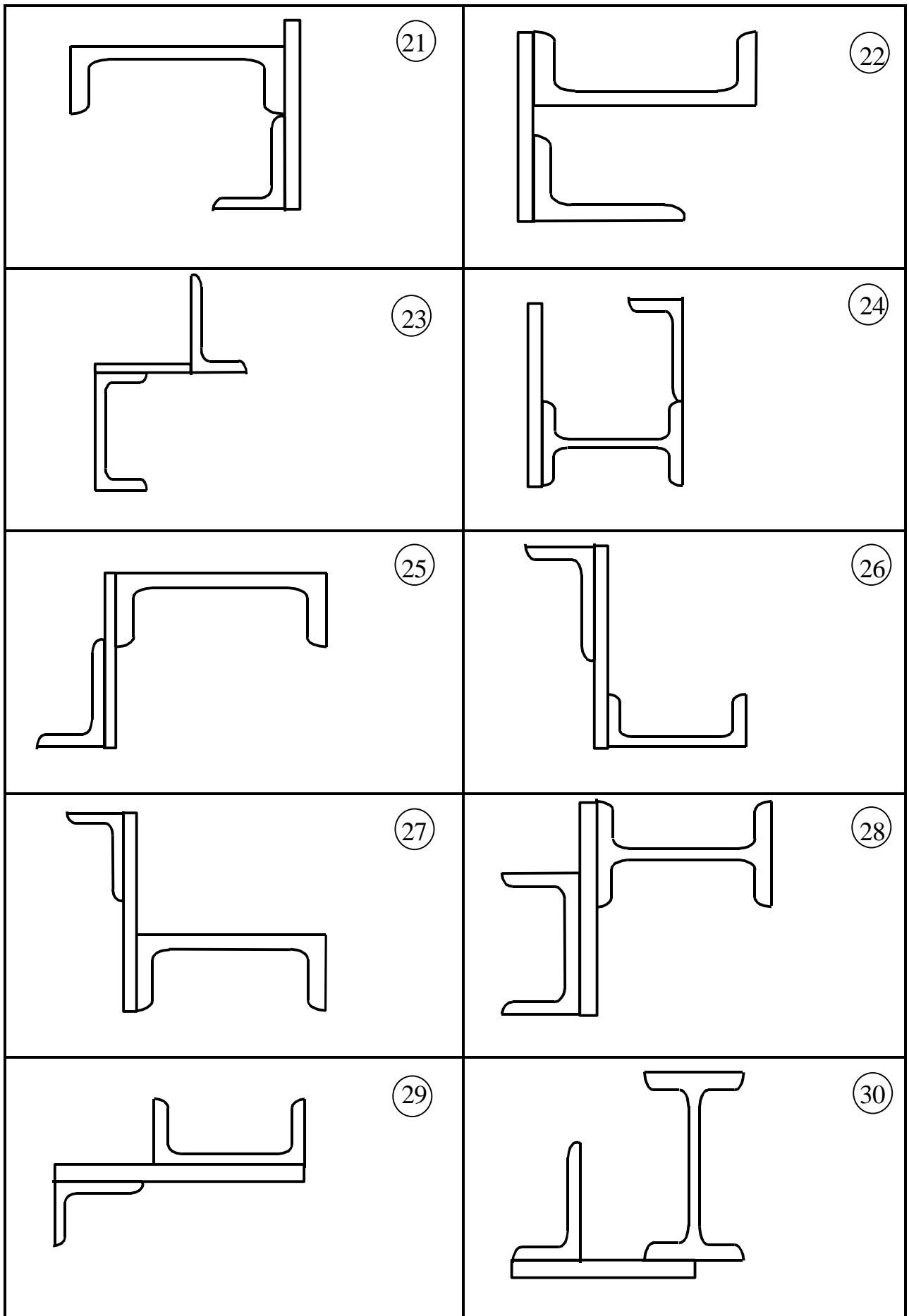


Рисунок 10, лист 3

Таблица 7

Первая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Швелер	18	20	22	24	27	30	33	36	40	33
Двутавр	18	20	22	24	27	30	33	36	40	33

Таблица 8

Вторая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уголок	80x50x5	90x56x6	100x63x16	140x90x10	160x100x10	180x110x14	100x63x10	140x90x12	160x100x14	180x110x12
Полоса h*b см ²	24x1.2	28x1.4	26x1.2	30x1.5	28x1.4	32x1.2	34x1.5	36x1.2	40x0.8	34x1.2

Методические указания по выполнению задачи 1

Можно рекомендовать такой порядок определения положения главных центральных осей и значения главных центральных моментов инерции составного плоского сечения, состоящего из простых частей, характеристики которых легко получить.

1 Изобразить сечение в масштабе с указанием основных размеров фигур. Размеры прокатных профилей, положение их центров тяжести взять из сортамента. Каждую фигуру обозначить своим номером.

2 Нанести на рисунке центральные оси каждой фигуры по номерам, соответствующие номерам фигур.

3 Выбрать исходные оси, по отношению к которым найти координаты центра тяжести составной фигуры по формулам

$$X_C = \frac{S_Y}{F} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}, \quad Y_C = \frac{S_X}{F} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

где X_C , Y_C – координаты центра тяжести составного сечения, которые ищем, относительно исходной системы осей; X_i , Y_i – координаты центра тяжести i -той фигуры относительно исходных осей; F_i – площадь i -той фигуры.

За исходные оси можна выбрать центральные оси одной из фигур. Тогда координаты ее центра тяжести будут равны нулю. Координаты X_i , Y_i необходимо подставлять в формулы с учетом их знаков относительно исходных осей осей.

4. Провести через центр тяжести сечения оси X_C , Y_C , параллельно тем центральным осям отдельных фигур, относительно которых моменты инерции известны (собственные оси). Для прокатных профилей значения J_{X_i} , J_{Y_i} брать из таблиц сортамента. Для прямоугольника - $J_X = bh^3/12$, $J_Y = b^3h/12$, для круга - $J_X = J_Y = \pi d^4/64$ (рис. 11).

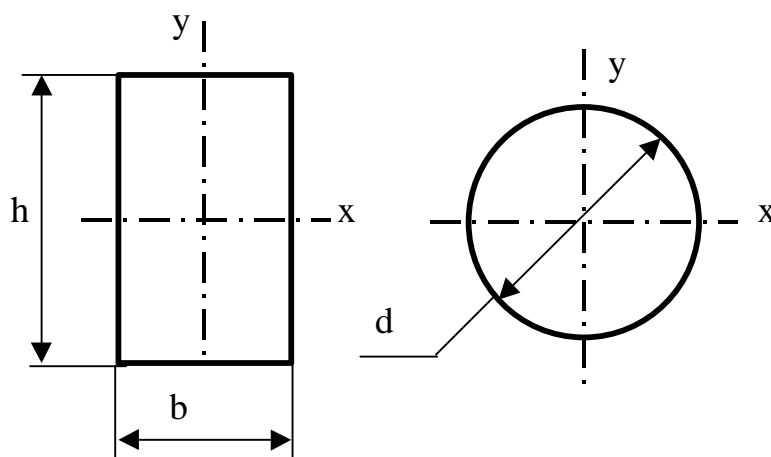


Рисунок 11

5. Определить осевые и центробежный моменты инерции относительно центральных осей X_C , Y_C составного сечения, пользуясь зависимостью между моментами инерции относительно осей параллельных центральным

$$6 \quad J_{X_C} = \sum_{i=1}^n (J_{X_i} + a_i^2 F_i) ;$$

$$J_{Y_C} = \sum_{i=1}^n (J_{Y_i} + b_i^2 F_i) ;$$

$$J_{X_C Y_C} = \sum_{i=1}^n (J_{X_i Y_i} + a_i b_i F_i) .$$

где J_{X_i} , J_{Y_i} , $J_{X_i Y_i}$ моменты инерции i -той фигуры относительно собственных осей, параллельных –центральной X_C , Y_C сечения; a_i –расстояние между осями X_i , и X_C ; b_i - расстояние между осями Y_i , и Y_C ; F_i - площадь i -той фигуры.

При определении центробежного момента инерции $J_{X_C Y_C}$ значение a_i , b_i подставляют, с учетом на их знаков по отношению к осям X_C , Y_C .

Для фигур, у которых есть хотябы одна ось симметрии, центробежный момент инерции равен нулю (прямоугольник, круг, двутавр, швеллер).

Определим центробежный момент инерции уголка, который не равен нулю

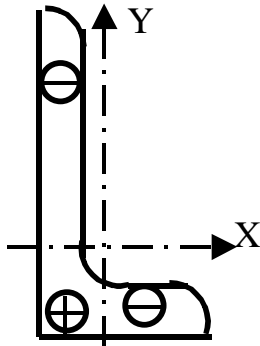


Рисунок 12

$$J_{XY} = \frac{J_Y - J_X}{2} \operatorname{tg} 2a$$

Согласно определению $J_{XY} = \int_F XY dF$

центробежный момент инерции площади уголка, во втором и четвертом квадрантах отрицательный, поэтому J_{XY} имеет отрицательный знак.

6. Определить положение главных центральных осей U, V по формуле

$$\operatorname{tg} 2a_0 = \frac{2 J_{X_c Y_c}}{J_{Y_c} - J_{X_c}}$$

7. Отложить угол α от оси X_c против часовой стрелки, если он положительный и по часовой стрелке, если - отрицательный.

8. Определить моменты инерции относительно главных центральных осей:

$$J_U = \frac{1}{2} \left[J_{X_c} + J_{Y_c} \pm \sqrt{(J_{X_c} - J_{Y_c})^2 + 4J_{X_c Y_c}^2} \right];$$

$$J_V = \frac{1}{2} \left[J_{X_c} + J_{Y_c} \mp \sqrt{(J_{X_c} - J_{Y_c})^2 + 4J_{X_c Y_c}^2} \right].$$

При этом верхние знаки берем при $J_X > J_Y \dots$, а нижние - при $\dots J_X < J_Y$.

9. Выполнить проверку, которая контролирует правильность арифметических вычислений.

$$J_{X_c} + J_{Y_c} = J_U + J_V.$$

$$J_{UV} = J_{X_c Y_c} \cos^2 2a_0 + \frac{J_{X_c} - J_{Y_c}}{2} \sin 2a_0 = 0.$$

Исходные данные и результаты вычислений можна занести в таблицу 9.

Таблица 9

Номер сечения профиля	Вид профиля	Координаты центра тяжести составных фигур см		Площадь составных фигур см ²	Моменты инерции составных фигур см ⁴			a _i (см)	b _i (см)	α град
		X _I	Y _I		F _I	J _{Xi}	J _{Yi}			
I										
II										
III										

Задача 2.

Для стальной балки (рис.13) подобрать размеры двутаврового, круглого и прямоугольного (соотношение сторон $h : b = 2$) сечений, выбрать оптимальный вариант и произвести полную проверку на прочность по четвертой теории прочности. Данные взять из табл. 10 и 11. Принять $[t] = 0,6[S]$.

Таблица 10

Первая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a, м	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
b, м	3,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4
c, м	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	1,8	1,6	1,4	1,7	2,7

Таблица 11

Вторая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
M, кНм	15	10	20	12	14	15	16	14	18	20
P, кН	5	6	4	6	5	8	10	8	7	5
q, кН/м	6	8	4	3	5	6	8	10	4	5
[σ], Мпа	150	180	170	150	160	190	200	210	160	180

2.3.2.1 Указания к выполнению задачи 2

- 1 Из условий равновесия определить реакции опор.
- 2 Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
- 3 По наибольшей величине изгибающего момента и поперечной силы выбрать опасное сечение.

4 Из условия прочности на изгиб
$$s_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [s]$$

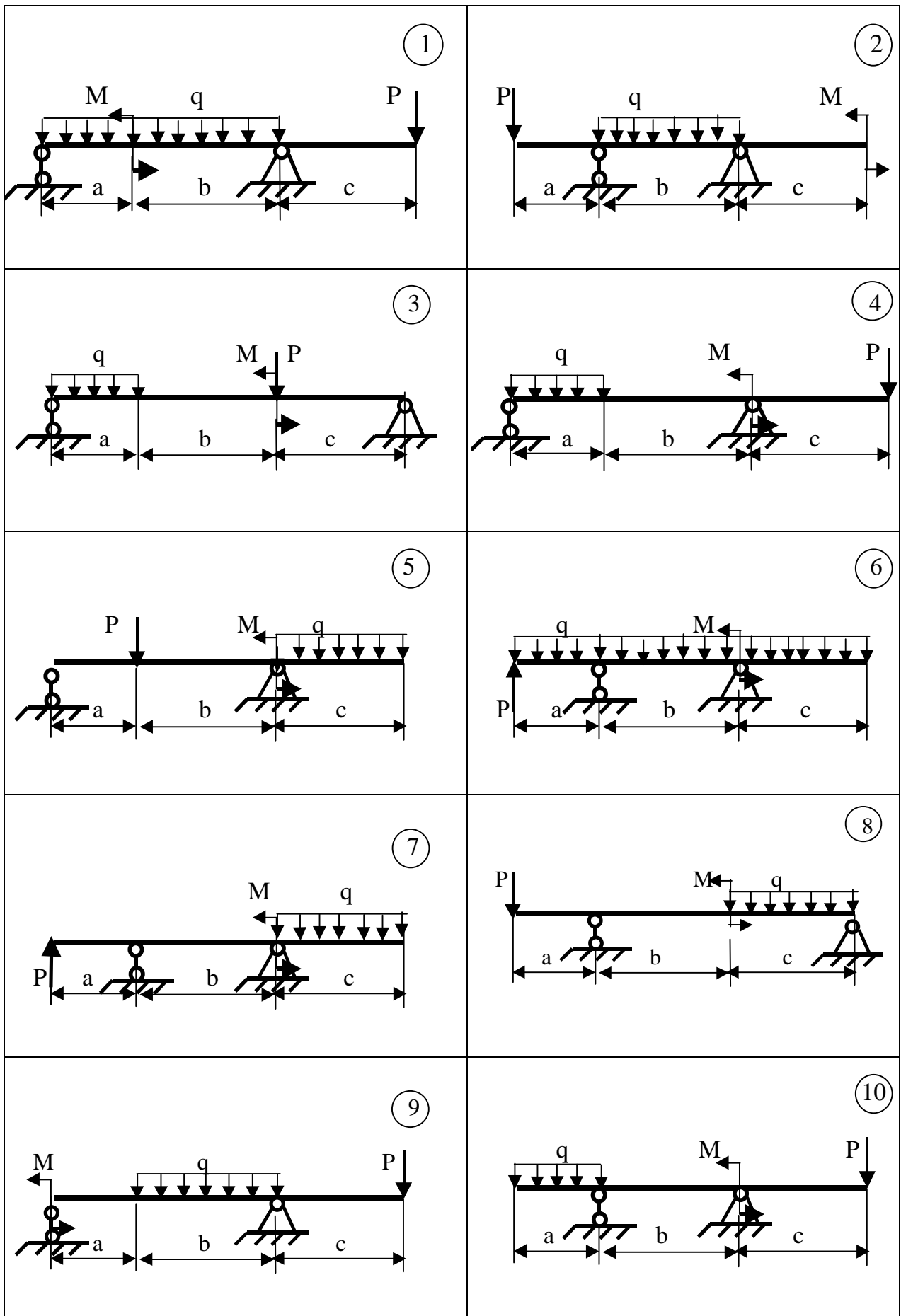


Рисунок 13

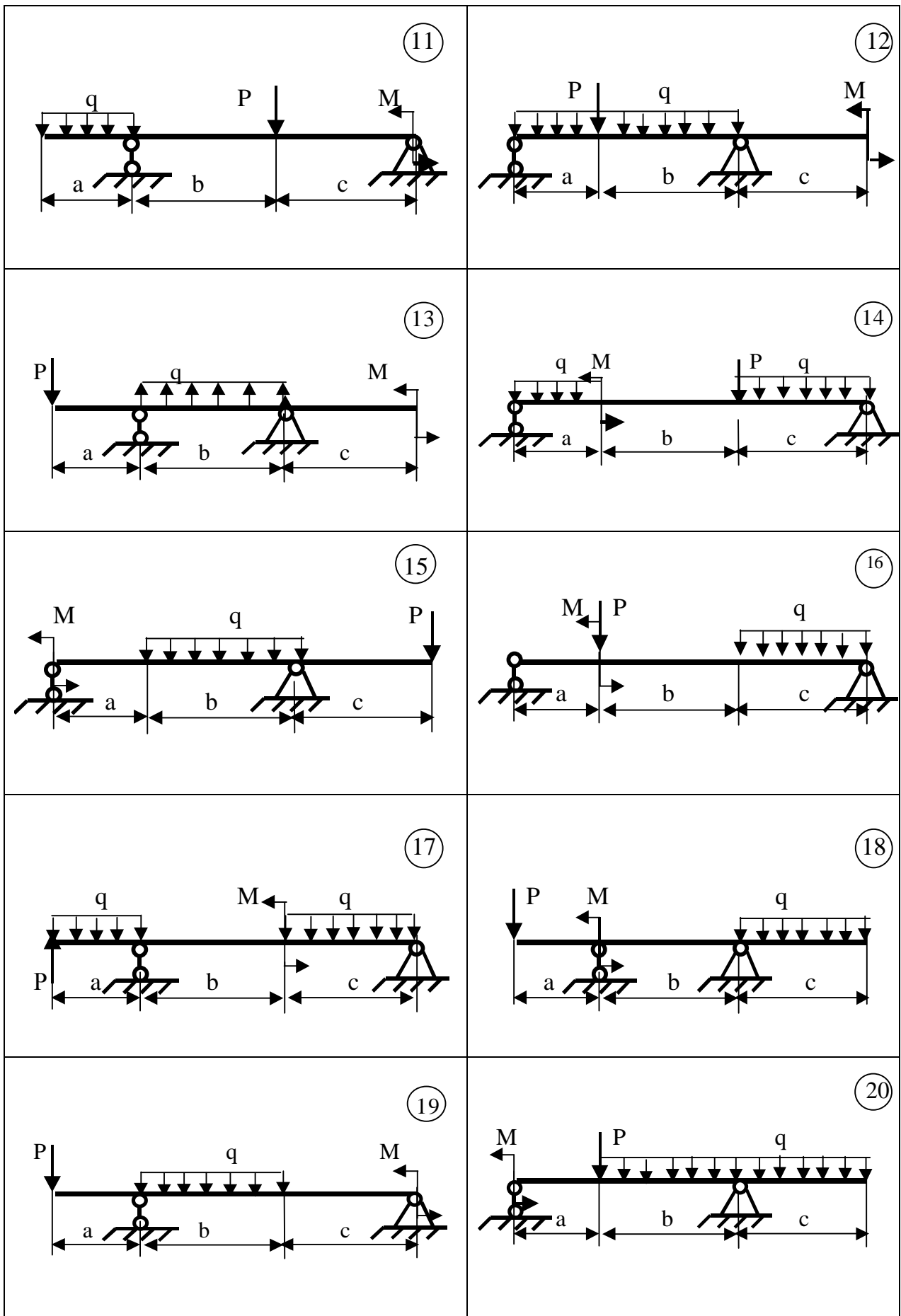


Рисунок 13, лист 2

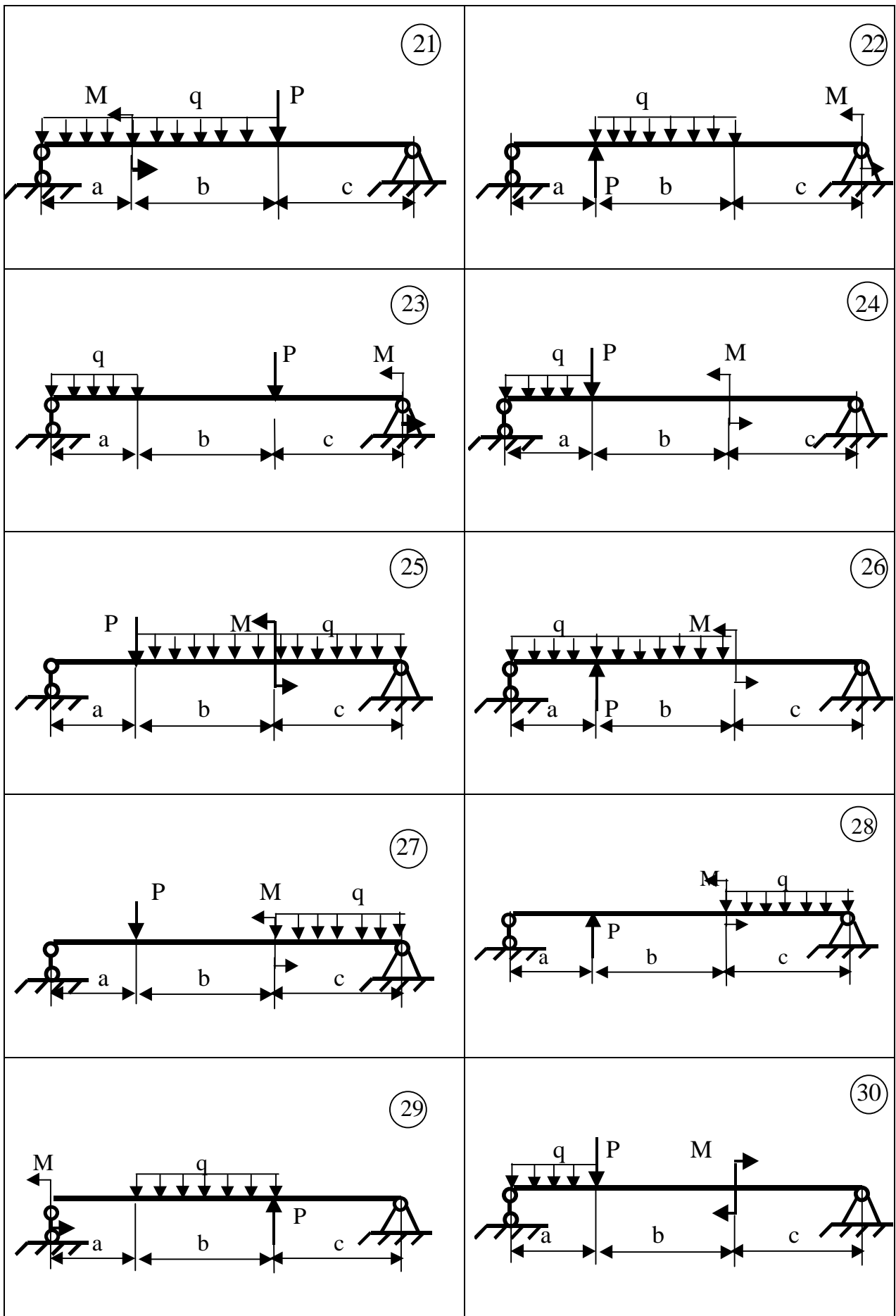


Рисунок 13, лист 3

определить момент сопротивления W_x и подобрать размеры круглого, прямоугольного и двутаврового сечений.

5 Построить эпюры распределения нормальных и касательных напряжений по высоте выбранного сечения и произвести полную проверку прочности по четвертой теории прочности:

$$s_{экр} = \sqrt{s^2 + 3t^2} \leq [s]$$

Если опасных сечений несколько, то по одному из них подобрать сечение, а по другому – сделать проверку.

Задача 3

Для заданной балки, испытывающей сложный изгиб, (табл.12 и 13, рис.14) определить наибольшие нормальные напряжения σ_{max} и построить эпюру напряжений в опасном сечении.

Таблица 12

Первая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a, м	1.2	1.4	1.5	1.7	1.4	1.8	2.0	1.7	2.2	2.4
b, м	2.5	2.4	2.2	2.6	2.5	2.0	1.8	1.8	1.6	1.5
c, м	1.3	1.5	1.7	1.2	1.4	1.6	1.2	1.5	1.4	1.7
P, кН	5.0	4.0	3.0	2.5	2.8	3.3	2.8	2.6	3.0	3.2
M, кНм	6.0	5.5	4.0	6.5	4.8	6.0	5.8	7.0	8.0	4.0

Таблица 13

Вторая цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q, кН/м	5	4	3	6	2	3.5	2.5	4.6	5.4	4.5
Двутавр	16	18	20	22	24	27	30	33	36	30
Швеллер	24	27	20	22	22	18	27	30	33	36
Полоса B*h см ²	15X1.2	17X1.4	18X1.6	20X1.8	22X2.0	24X2.4	26X2.0	23X2.0	24X1.6	18X2.4
Уголок	40X25X4	50X32X4	63X40X6	75X50X8	100X63X8	125X80X10	160X100X12	180X110X10	200X125X14	250X160X18

Указания к решению задачи 3

1 Силы разложить по плоскостям.

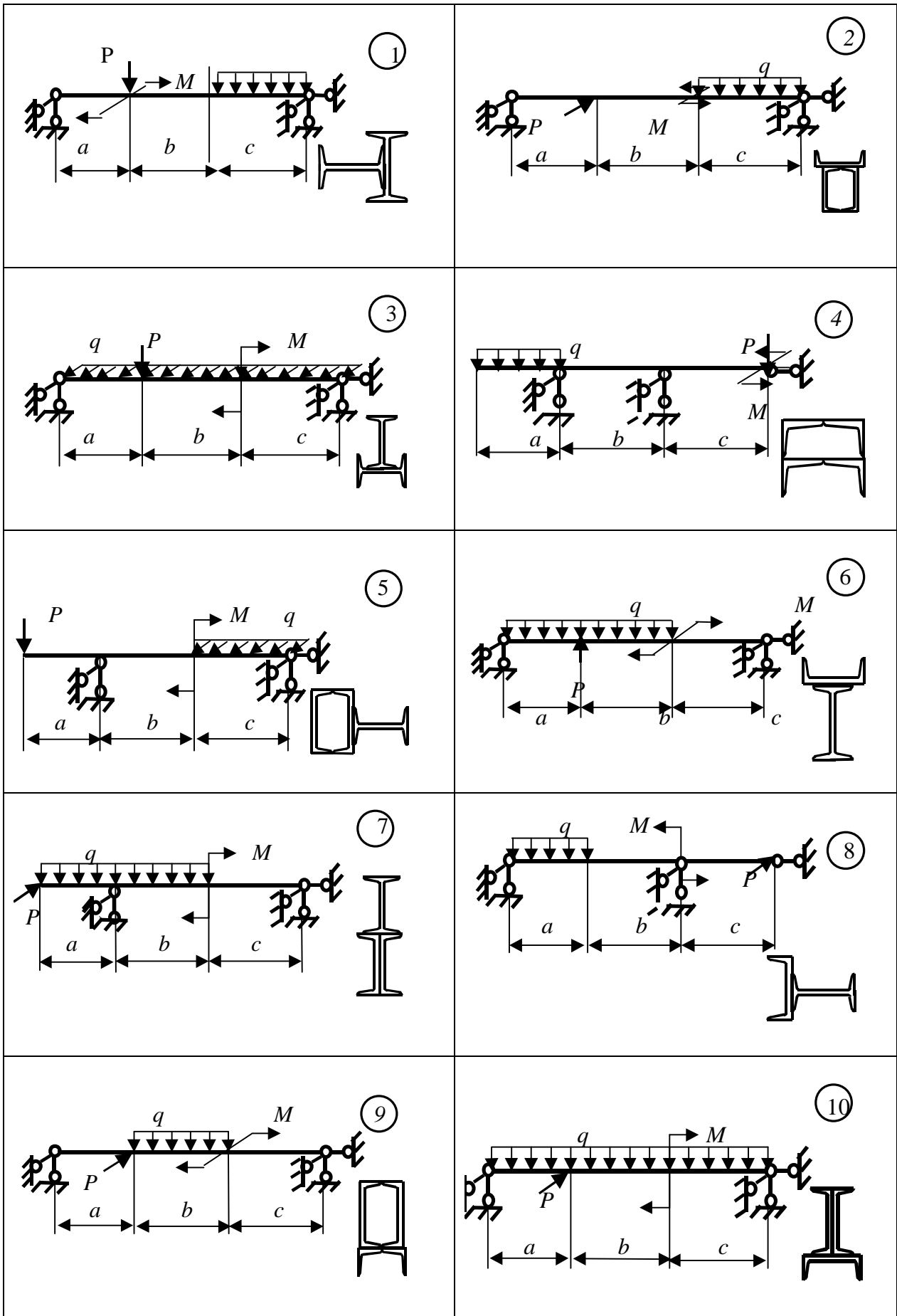


Рисунок 14

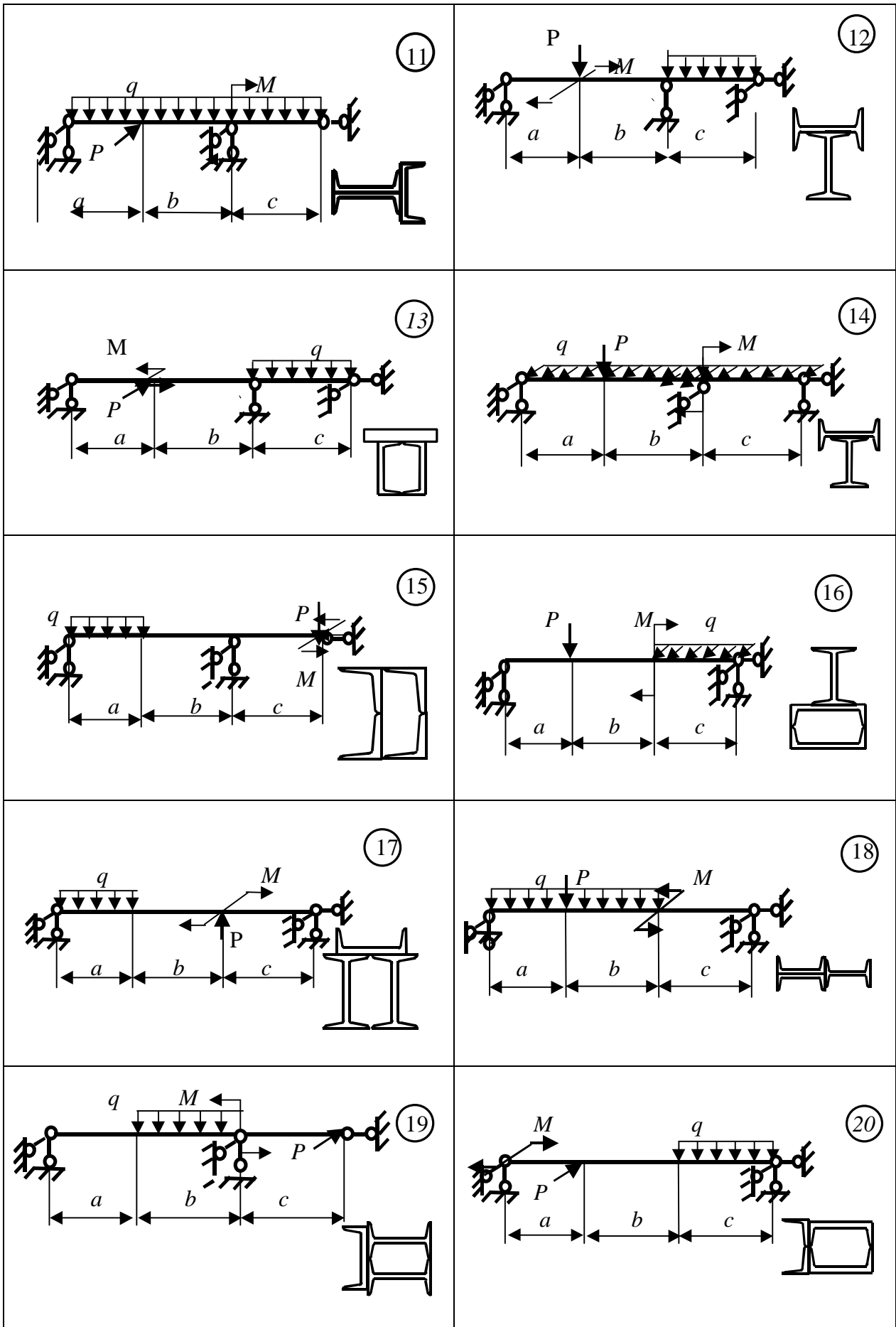


Рисунок 14, лист 2

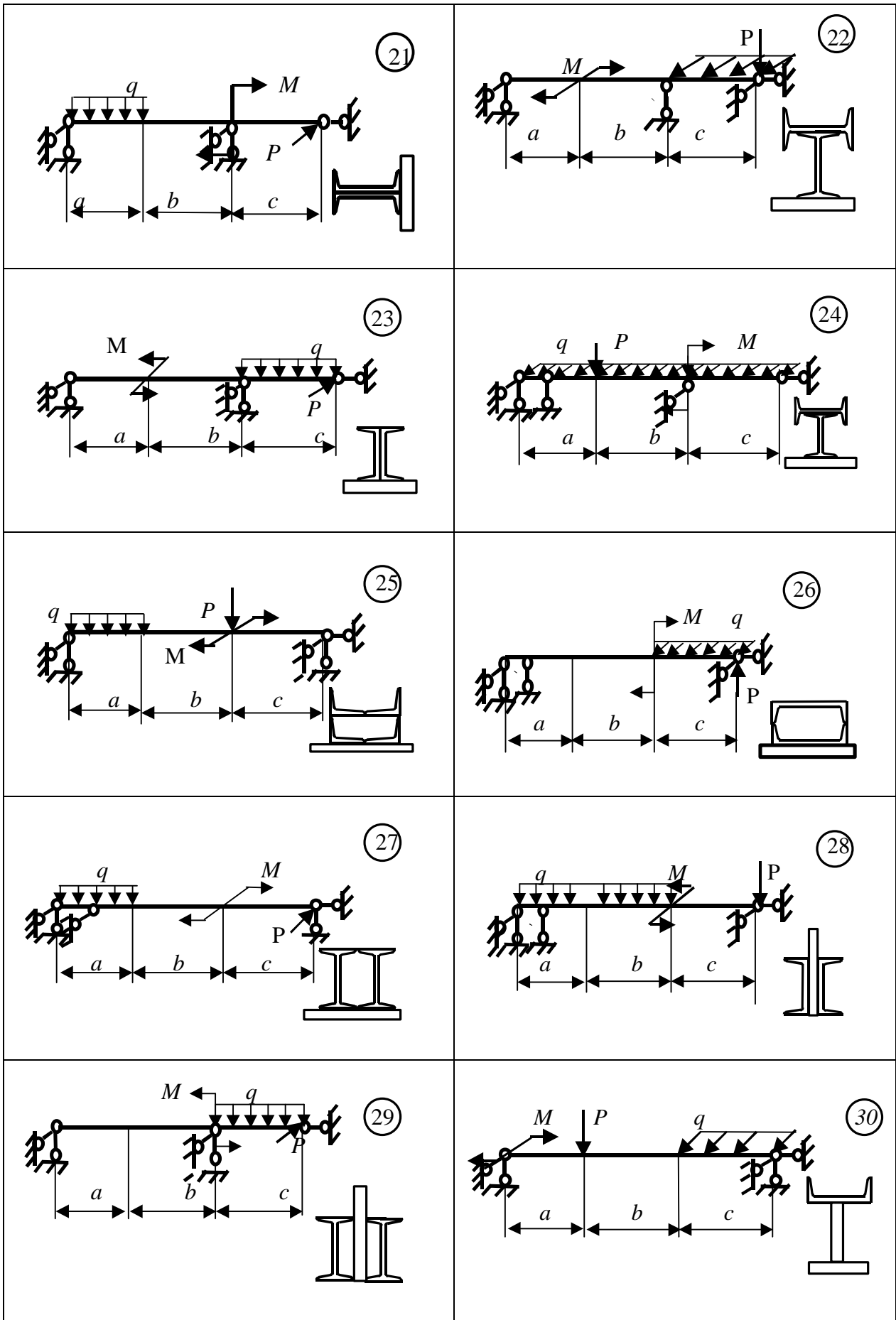


Рисунок 14, лист 3

2 Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов в двух плоскостях.

3 По наибольшим величинам изгибающих моментов найти опасное сечение (их может быть несколько).

4 Записать условие прочности
$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{I_x} \cdot y_A + \frac{M_y}{I_y} \cdot x_A \leq [\sigma],$$

где M_x и M_y - изгибающие моменты в опасном сечении в вертикальной и горизонтальной плоскостях; J_x и J_y - моменты инерции сечений относительно главных центральных осей; X_c и Y_c - координаты наиболее нагруженной точки опасного сечения.

5 Для построения эпюры напряжений необходимо найти положение нейтральной оси сечения. Оно определяется углом между горизонтальной и нейтральной

осями:

$$\operatorname{tg} \alpha = \left| \frac{M_y}{M_x} \right| \cdot \frac{I_x}{I_y}.$$

6 Построить эпюру распределения напряжений по сечению, используя условие прочности.

Задача 4

Подобрать диаметр вала промежуточной ступени редуктора (табл.15, 16 и рис.20, d_1 и d_2 – диаметры зубчатых колес). Мощность, передаваемая валом K – скорость вращения вала - n (об/мин).

Соотношения между усилиями в зацеплении $T = 0,324P$; $S = 0,4P$.

Допускаемое напряжение $[S] = 80$ МПа.

Таблица 14

Перша цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
К кВт	10	35	20	45	15	25	50	30	55	40
d_1 м	0,5	0,9	0,6	0,8	0,5	0,9	0,6	0,8	0,7	0,8
d_2 м	0,4	0,6	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6

Таблица 15

Вторая цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
n об/мин	100	350	200	450	300	150	500	250	400	350
a м	0,7	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,6	0,5
b м	0,5	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6
c м	0,3	0,5	0,7	0,5	0,6	0,4	0,6	0,7	0,5	0,7

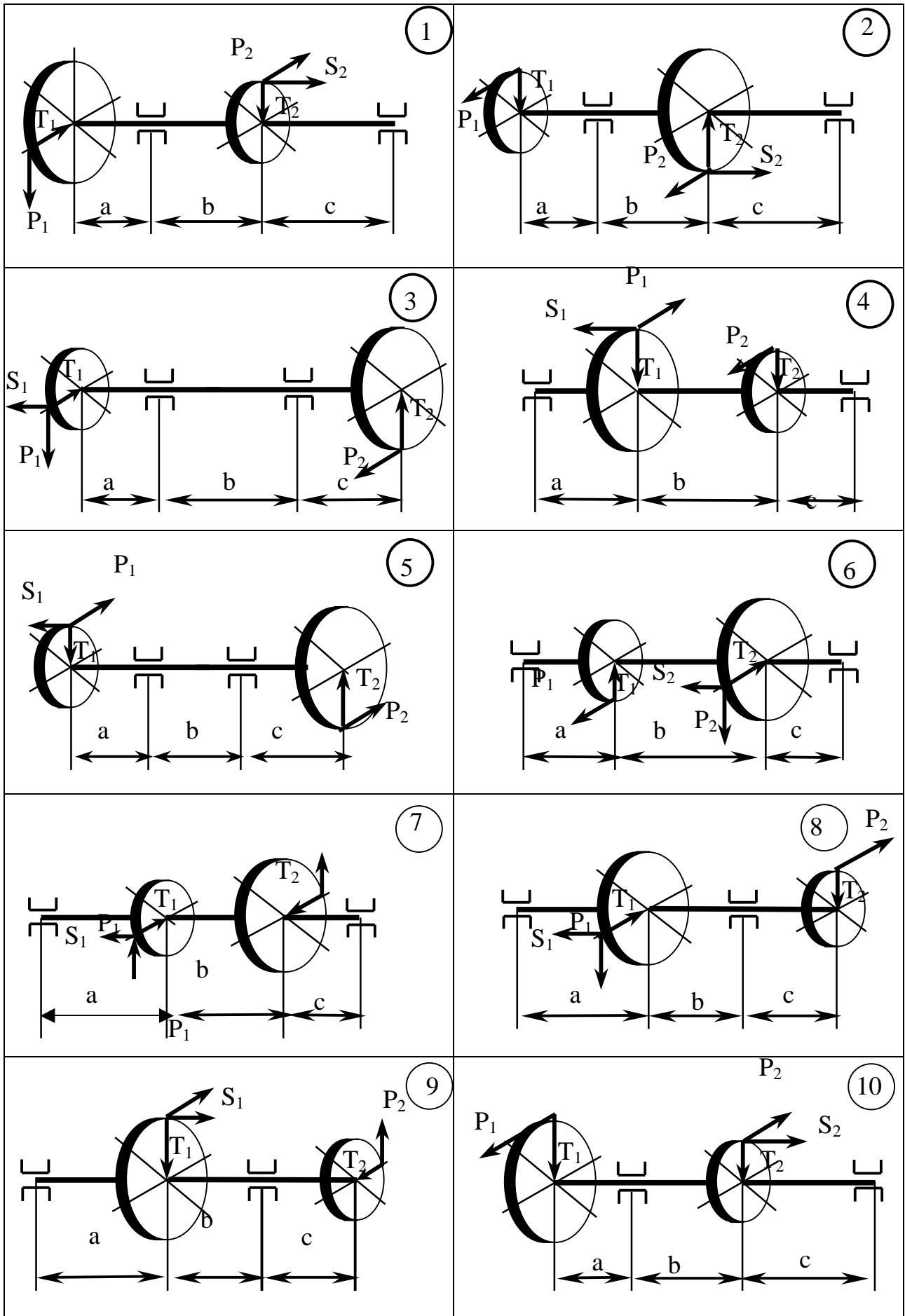


Рисунок 15

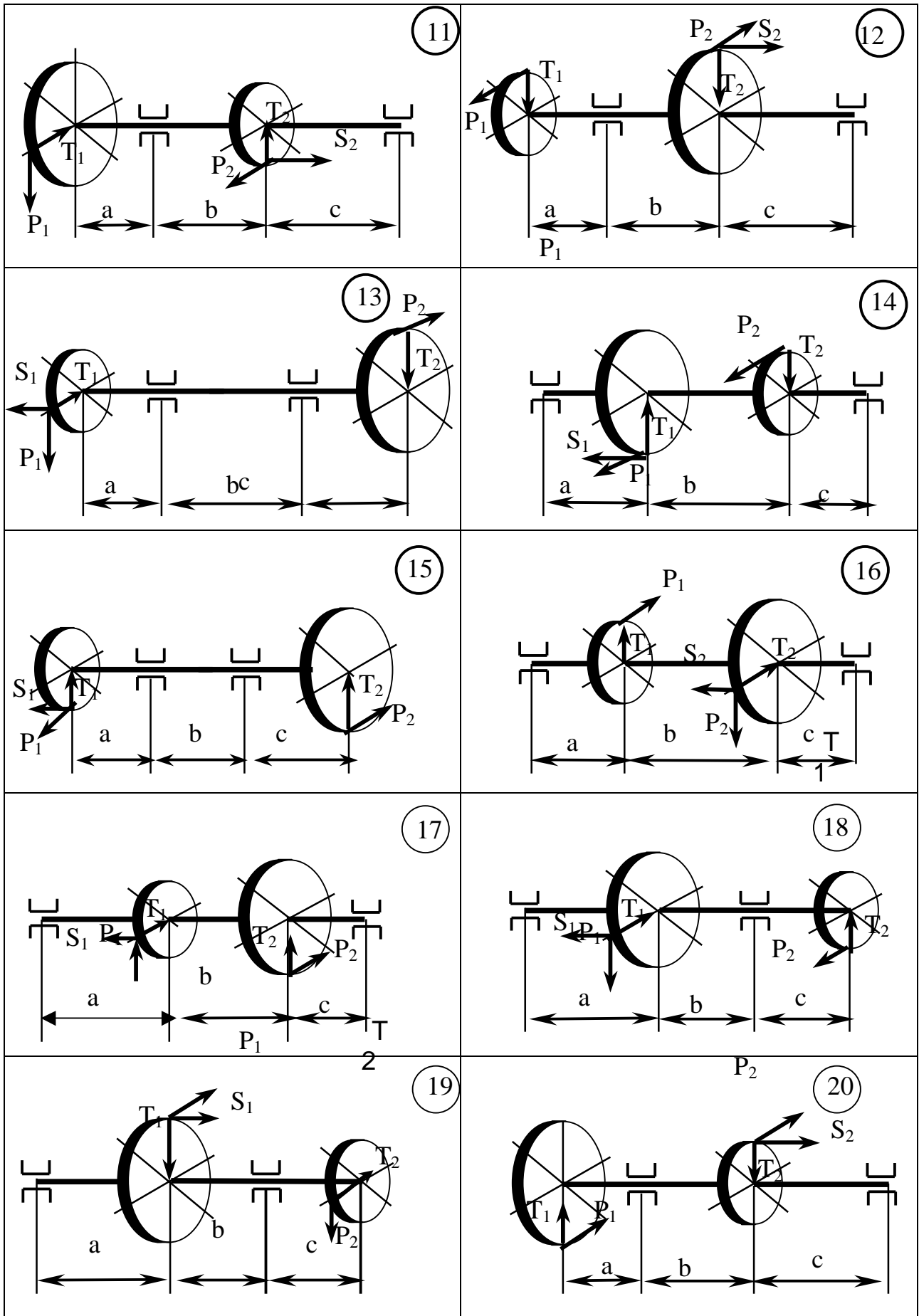


Рисунок 15, лист 2

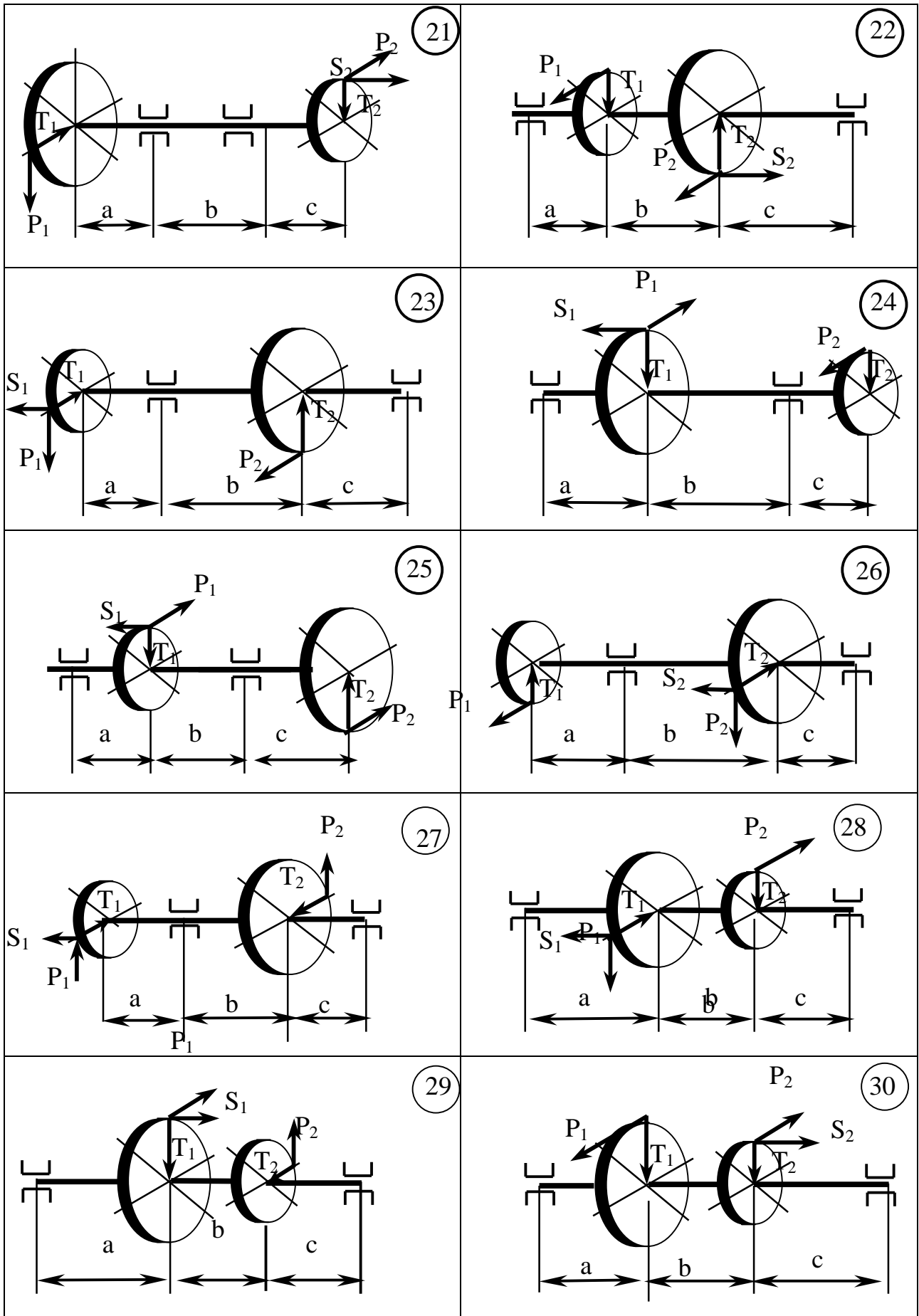


Рисунок 15, лист 3

Указания к решению задачи 4.

1 Определяем моменты и силы, действующие на вал .

$$M_k = \frac{30K}{\pi n}, \text{ где } K - \text{ мощность, передаваемая валом, } n\text{-его число оборотов в}$$

минуту.

$$P_i = \frac{2M_k}{d_i}, \quad T_i = 0,324 P_i, \quad S_i = 0,4 P_i$$

1 Все силы приводим к оси вала.

2 Прикладываем к оси вала силы, действующие в вертикальной плоскости, от них определяем реакции опор и строим эпюру изгибающих моментов.

3 Прикладываем к оси вала силы, действующие в горизонтальной плоскости (, от них определяем реакции опор и строим эпюру изгибающих моментов).

5 Прикладываем к оси вала моменты, скручивающие вал, от них строим эпюру крутящих моментов.

6 По формуле $M_{\text{изг}} = \sqrt{M_{\text{верт}}^2 + M_{\text{гор}}^2}$ находим в характерных сечениях суммарный изгибающий момент и строим эпюру.

7 Анализируя эпюры крутящих моментов и суммарных изгибающих моментов, находим опасное сечение.

8 Из условия прочности $s_{\text{экв}}^{\text{III}} = \frac{M_{\text{пр}}^{\text{III}}}{W_0} \leq [s]$ определяем необходимый

момент сопротивления

$$W_0 \geq \frac{M_{\text{пр}}^{\text{III}}}{[s]}, \text{ где } M_{\text{пр}}^{\text{III}} = \sqrt{M_{\text{изг}}^2 + M_{\text{кр}}^2}$$

Здесь $M_{\text{изг}}$, $M_{\text{кр}}$ – суммарный изгибающий момент и крутящий момент в опасном сечении.

9 Находим необходимый диаметр вала

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{пр}}^{\text{III}} \cdot 32}{\rho \cdot [s]}}, \text{ и округляем до рекомендуемого}$$

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИМ ЗАДАНИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
“СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ”
(для студентов дневной формы обучения специальности “Информационные
технологии проектирования”)

Составитель

Владимир Андреевич Овчаренко

Подп.к печ. . .

Формат 60x54/16

Офсетная печать

Услов. печ. 2.7 Уч.-изд. 1.8

Тираж 50 экз.

Заказ №

ДГМА. 84313. г. Краматорск. ул. Шкадинова 74