

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ И СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПГС

1 Указания о порядке выполнения контрольных работ.

Каждый студент-заочник выполняет то количество контрольных работ, которое предусмотрено учебным графиком. Номера задач, входящих в состав контрольных работ, указываются на установочной лекции. При оформлении контрольных работ необходимо соблюдать следующие правила:

Вариант каждой задачи и числовые данные к ней студент выбирает в соответствии со своим учебным шифром, причем **номер варианта** задачи определяется **по сумме трех последних цифр шифра**, а числовые данные – по последней цифре шифра.

Работы, выполненные с нарушением этих указаний, не засчитываются.

В заголовке контрольной работы должны быть четко написаны: номер контрольной работы, название дисциплины, фамилия, имя и отчество студента (полностью), название факультета и специальности, учебный шифр. Необходимо также указать год издания методических указаний, по которым выполнялась контрольная работа.

Каждую контрольную работу следует выполнять в особой тетради или на листах, сшитых в тетрадь нормального формата, чернилами (не красными), четким почерком, с полями в 5 см для замечаний рецензента.

Перед решением каждой задачи надо выписать полностью ее условие с числовыми данными, составить аккуратный эскиз в масштабе и указать на нем в числах все величины, необходимые для расчета.

Решение должно сопровождаться краткими, последовательными и грамотными, без сокращения слов, объяснениями и чертежами, на которых все входящие в расчет величины должны быть показаны в числах. Надо избегать многословных пояснений и пересказа учебника; студент должен знать, что язык техники - формула и чертеж. При пользовании формулами или данными, отсутствующими в учебнике, необходимо кратко и точно указать источник (автора, название, издание, страницу, номер формулы).

Необходимо указывать размерность всех величин и подчеркивать окончательные результаты.

Не следует вычислять большое число значащих цифр, вычисления должны соответствовать необходимой точности. Нет необходимости длину деревянного бруса в стропилах вычислять с точностью до миллиметра, но было бы ошибкой округлять до целых миллиметров диаметр вала, на который будет насажен шариковый подшипник.

По получении контрольной работы после проверки, студент должен исправить в ней отмеченные ошибки и выполнить все сделанные ему указания. Выполненные на отдельных листах исправления должны быть вложены в

соответствующие места рецензированной работы (отдельно от работы исправления не рассматриваются) и отправлены вновь на проверку.

Задачи 1-6.

Для стержней, изображенных на схемах 1-6, требуется:

- 1) определить вид деформаций;
- 2) построить эпюры внутренних усилий;
- 3) определить положение опасного сечения.

Указания. Эпюры изгибающих моментов строить на растянутом волокне.

Данные взять из таблицы 1.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	размеры, м			нагрузки							
	a	b	c	F ₁ , кН	F ₂ , кН	F ₃ , кН	M ₁ , кН·м	M ₂ , кН·м	M ₃ , кН·м	q ₁ , кН/м	q ₂ , кН/м
1	1	3	1	12	6	6	24	20	6	2	6
2	2	2	1	12	5	4	24	18	7	3	4
3	3	1	1	12	4	3	24	12	8	2	4
4	1	2	2	8	4	2	16	18	6	3	6
5	1	1	3	12	8	2	15	16	9	5	2
6	2	1	2	8	12	6	15	12	9	2	5
7	3	1	1	8	6	4	15	18	8	5	4
8	2	1	2	8	5	3	16	20	7	2	3
9	1	2	2	6	8	6	16	16	5	4	5
0	1	3	1	6	12	4	24	18	4	4	2

Задача 7.

Определить наибольшие нормальные напряжения, возникающие в стержне, изображенном на схеме 7. Численные значения площади поперечного сечения стержня А взять из таблицы 2.

Задача 8.

Деревянный ступенчатый стержень, изображенный на схеме 8, находится под действием продольных сил Р. Требуется:

- 1) построить эпюру продольных сил в долях силы Р;
- 2) построить эпюру распределения нормальных напряжений вдоль оси стержня в долях силы Р;
- 3) определить допускаемую нагрузку Р из условия прочности, приняв $R = 16 \text{ МПа}$;
- 4) Определить полное удлинение стержня, приняв $E = 1 \cdot 10^4 \text{ МПа}$.

Остальные данные взять из таблицы 2.

Таблица 2

Последняя цифра шифра	A, см ²	a, м	b, м	c, м	F, кН	q, кН/м	M, кН·м	α
1	10	1	0,8	1	300	200	210	15°
2	12	1,2	1	0,9	320	180	220	20°
3	13	1,3	1,2	0,8	340	160	230	25°
4	14	1,4	0,6	0,7	360	140	240	30°
5	15	1,5	0,4	0,6	380	150	250	35°
6	16	1,6	0,2	1,1	400	170	260	40°
7	17	1,7	0,5	1,2	420	190	270	45°
8	18	1,8	0,7	1,3	440	210	280	50°
9	19	1,9	0,9	0,4	460	230	290	55°
0	20	2	1	0,5	480	250	300	60°

Задача 9.

Абсолютно жесткий брус поддерживается двумя металлическими тягами 1 и 2 и деревянным подкосом (стойкой) 3 (схема 9). Определить необходимые размеры поперечных сечений тяг и подкоса (стойки) из условия прочности, если тяга 1 изготовлена из стали ст.3; $R = 210\text{МПа}$; форма поперечного сечения – два швеллера; тяга 2 изготовлена из меди; $R = 150\text{МПа}$; поперечное сечение – круг диаметром d ; подкос (стойка) 3 изготовлен из дерева, $R = 16\text{МПа}$; поперечное сечение – квадрат со стороной h .

Числовые данные взять из таблицы 2.

Задача 10.

Груз весом F через жесткую плиту передается на короткую стойку (рис.1), поперечное сечение которой изображено на схеме 10.

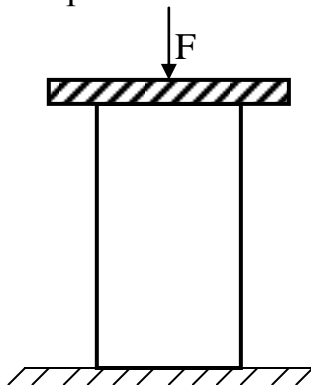


Рис.1.

Проверить выполнение условия прочности, считая, что материал №1 – сталь ст.3; $R = 210\text{МПа}$; $E = 2 \cdot 10^5\text{МПа}$; материал №2 – алюминий; $R = 150\text{МПа}$; $E = 0,75 \cdot 10^5\text{МПа}$; материал №3 – медь; $R = 150\text{МПа}$; $E = 1 \cdot 10^5\text{МПа}$; материал №4 – бетон; $R = 10\text{МПа}$; $E = 2 \cdot 10^4\text{МПа}$; материал №5 – дерево; $R = 16\text{МПа}$. $E = 1 \cdot 10^4\text{МПа}$; Остальные данные взять из таблицы 3.

Таблица 3

Последняя цифра шифра	F, кН	h, см	d, см	D, см	двутавр	швеллер	равнобок. уголок	неравнобок. уголок
1	500	20	2,4	10	26Б1	12У	40×40×5	45×28×3
2	600	22	2,6	12	26Б2	14У	50×50×6	50×32×3
3	700	26	2,8	14	30Б1	16У	56×56×4	56×36×4
4	800	26	3	16	30Б2	18У	60×60×8	63×40×4
5	900	31	3,2	18	35Б1	20У	63×63×5	65×50×5
6	1000	31	3,4	20	35Б2	22У	70×70×7	75×50×5
7	1100	36	3,6	22	40Б2	24У	75×75×9	90×56×6
8	1200	41	3,8	24	45Б1	27У	80×80×10	100×63×6
9	1300	46	4	26	50Б2	30У	90×90×10	110×70×8
0	1400	51	4,2	28	55Б1	33У	100×100×12	125×80×8

Задача 11.

Для сечения, симметричного относительно вертикальной оси, составленного из прямоугольников и прокатных профилей (схема №11), требуется:

- 1) вычертить сечение в масштабе и показать основные размеры в числах;
- 2) определить положение центра тяжести и указать положение главных центральных осей;
- 3) вычислить величину главных моментов инерции и моментов сопротивления сечения;
- 4) определить главные радиусы инерции сечения.

Данные взять из таблицы 4.

Таблица 4

Последняя цифра шифра	швеллер	двутавр	равнобок. уголок	неравнобок. уголок	пластина, мм
1	№10У	№16Б1	25×25×4	70×45×5	170×20
2	№12У	№18Б1	40×40×4	80×50×5	190×25
3	№14У	№20Б1	50×50×5	90×56×8	210×25
4	№16У	№23Б1	56×56×5	100×63×10	240×25
5	№18У	№26Б1	63×63×5	125×80×7	270×20
6	№18аУ	№30Б1	70×70×8	125×80×10	310×20
7	№20У	№30Б2	75×75×9	140×90×10	310×25
8	№22У	№35Б1	80×80×8	140×90×10	360×20
9	№24У	№35Б2	90×90×6	160×100×14	360×25
0	№27У	№40Б1	90×90×9	160×100×10	410×20

Задача 12.

Для заданного стального вала (схема №12) требуется:

- 1) построить эпюру крутящих моментов;
- 2) подобрать размеры поперечных сечений, обеспечивающие прочность на каждом участке вала ($R_{cp} = 120 \text{ МПа}$);
- 3) построить эпюру углов закручивания, приняв $G = 8 \times 10^4 \text{ МПа}$.

Данные взять из таблицы 1.

Задача 13.

Для балки, выполненной из прокатных профилей (схема №13), требуется:

- 1) построить эпюры поперечной силы Q и изгибающего момента M ;
- 2) определить значение допускаемой нагрузки P , если $R = 240 \text{ МПа}$.

Данные взять из таблицы 1.

Задача 14.

Для деревянной ($E = 1 \times 10^4 \text{ МПа}$) балки (схема №14), требуется:

- 1) построить эпюры поперечной силы Q и изгибающего момента M ;
- 2) подобрать размеры сечения из условия прочности ($R = 16 \text{ МПа}$);
- 3) определить величину и направление угла поворота правого конца балки, используя метод Мора.

Данные взять из таблицы 1.

Задача 15.

Для стальной ($E = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$) балки (схема №15), требуется:

- 1) построить эпюры поперечной силы Q и изгибающего момента M ;
- 2) определить необходимый номер прокатного профиля из условия прочности, приняв $R = 240 \text{ МПа}$;
- 3) определить величину и направление вертикального перемещения сечения A , используя метод Мора.

Данные взять из таблицы 1.

Задача 16.

Для стальной балки (схема №16), требуется:

- 1) определить положение нейтральной линии;
- 2) построить эпюру нормальных напряжений в долях силы P вдоль оси, перпендикулярной нейтральной линии;
- 3) определить грузоподъемность балки, если $R = 240 \text{ МПа}$.

Данные взять из таблицы 5.

Таблица 5

Последняя цифра шифра	a, м	c, м	b, м	h, м	F, кН	№ двутавра	№ швеллера
1	2.0	1.0	0.30	0.42	300	23Б1	20У
2	3.0	1.0	0.36	0.36	400	20Б1	27У
3	2.0	0.5	0.24	0.42	500	26Б1	18У
4	1.4	1.0	0.36	0.30	200	18Б2	24У
5	3.0	0.5	0.24	0.48	700	30Б1	24У

6	1.0	0.3	0.30	0.36	600	20Б1	30У
7	1.4	0.6	0.42	0.40	900	26Б2	22У
8	1.6	0.4	0.48	0.36	800	30Б2	30У
9	2.0	1.0	0.36	0.42	700	26Б1	22У
0	3.0	0.8	0.24	0.48	600	23Б1	27У

Задача 17.

Чугунный короткий стержень, поперечное сечение которого изображено на схеме №17, сжимается продольной силой F , приложенной в точке В. Требуется:

- 1) выполнить чертеж сечения в масштабе;
- 2) определить положение нейтральной линии;
- 3) вычислить наибольшие растягивающие и наибольшие сжимающие напряжения;
- 4) построить ядро сечения.

Данные взять из таблицы 5.

Задача 18.

Стальной стержень сжимается силой F (схема 18). Требуется:

- 1) проверить выполнение условия устойчивости, если $R = 240\text{МПа}$;
- 2) определить значение критической силы;
- 3) вычислить коэффициент запаса устойчивости.

Данные взять из таблицы 18.



Исх. данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вариант 1										
Швеллер	10	12	14	16	18	30	27	24	22	20
Пластина, мм	100×6	100×8	120×8	150×10	110×8	50×5	100×6	60×5	130×10	140×8
F, т	40	50	60	80	70	105	100	75	90	85
Вариант 2										
Двутавр	10	12	30	33	16	18	22	24	14	20
Швеллер	8	10	24	20	14	16	18	22	12	20
F, т	35	45	130	125	60	75	90	100	55	90
Вариант 3										
Швеллер	30	27	24	22	20	18	16	14	12	10
Пластина, мм	150×10	120×10	90×8	120×8	130×6	110×6	100×6	90×5	80×5	70×6
F, т	135	115	95	90	70	65	60	50	40	35
Вариант 4										
Швеллер	14	33	12	27	22	18	30	24	20	16
Пластина, мм	200×10	370×10	180×8	310×9	280×10	230×8	350×10	300×9	250×10	200×6
F, т	60	180	55	120	110	80	150	120	95	65
Вариант 5										
Уголок	75×6	80×6	90×8	100×12	110×7	125×9	140×12	160×10	180×12	200×14
Пластина, мм	200×20	210×30	240×40	250×30	260×30	300×40	350×50	400×50	410×60	450×80
F, т	135	115	95	90	70	65	60	50	40	35
Вариант 6										
Двутавр	12	18	14	20	16	22	24	30	27	33
Пластина, мм	64×40	90×45	70×30	100×60	80×35	110×50	115×60	135×70	125×55	140×80
F, т	100	150	90	200	115	205	230	300	250	350
Вариант 7										
Швеллер	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33
Пластина, мм	170×5	180×8	200×8	210×8	220×6	220×8	230×10	250×10	280×10	290×9
F, т	50	75	85	90	85	105	130	150	170	180



Исх. данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вариант 8										
Двутавр	16	18	20	22	24	30	12	14	33	10
Пластина, мм	50×6	60×10	65×6	75×10	60×8	80×10	40×8	30×10	70×10	35×5
F, т	30	40	35	55	50	75	20	25	80	15
Вариант 9										
Уголок	75×9	80×8	90×8	100×10	110×8	125×10	140×9	160×10	130×12	200×12
Пластина, мм	90×10	100×8	80×10	120×8	70×8	110×10	140×10	100×10	150×8	130×10
F, т	85	80	90	115	100	145	150	180	200	210
Вариант 10										
Двутавр	20	22	24	27	30	33	36	27	30	36
Швеллер	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
F, т	70	80	90	100	120	140	160	150	170	200
Вариант 11										
Уголок	200×12	180×12	160×12	140×10	125×10	110×8	100×10	90×9	80×8	75×9
Пластина, мм	200×200	200×150	180×150	150×180	170×100	160×100	160×160	180×150	140×140	150×100
F, т	600	550	500	520	320	275	410	400	300	220
Вариант 12										
Швеллер	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33
Пластина, мм	100×8	90×10	80×8	70×8	85×10	75×9	95×7	110×10	65×5	120×10
F, т	50	60	55	65	75	80	80	115	110	140
Вариант 13										
Швеллер	16	20	24	30	18	22	27	12	33	14
Пластина, мм	230×8	250×10	280×9	300×10	260×8	270×6	290×10	200×5	310×10	220×8
F, т	65	90	100	120	75	70	115	40	125	60
Вариант 14										
Уголок	140×10	125×10	110×8	100×8	90×8	80×6	75×9	70×8	63×6	50×6
Пластина, мм	50×10	60×8	75×10	55×6	70×6	100×8	90×8	120×9	110×10	150×10
F, т	145	130	105	85	80	65	80	75	60	65



Исх. данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вариант 15										
Уголок	200×12	180×12	160×12	140×12	125×10	110×7	100×10	90×8	80×8	75×6
Пластина, мм	140×8	160×10	150×8	180×12	200×10	160×8	140×10	170×10	140×10	150×9
F, т	250	235	210	200	170	100	130	110	95	75
Вариант 16										
Двутавр	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Пл.мм.	160×10	200×10	210×8	240×10	250×8	260×10	270×9	300×10	340×12	360×10
F, т	50	65	60	85	75	90	95	110	145	140
Вариант 17										
Швеллер	33	30	27	24	22	20	18	16	14	12
Пластина, мм	120×10	100×10	80×8	60×8	60×6	50×6	50×5	40×6	30×6	35×8
F, т	130	110	95	80	70	60	50	45	40	35
Вариант 18										
Уголок	70×5	63×5	56×5	40×5	45×5	50×5	56×4	50×6	75×8	70×7
Пластина, мм	90×5	110×6	120×6	80×5	100×6	110×5	90×4	120×8	80×8	90×6
F, т	40	45	40	25	35	35	30	50	70	60
Вариант 19										
Двутавр	12	18	14	20	16	22	24	30	27	33
Пластина, мм	230×6	280×9	250×8	200×10	260×8	220×10	230×10	270×10	250×8	280×10
F, т	65	120	90	115	100	130	145	185	150	200
Вариант 20										
Уголок	200×20	180×11	160×20	140×12	125×12	110×8	100×14	90×9	80×8	75×9
Пластина, мм	150×20	140×20	130×20	100×15	95×16	100×20	90×16	75×18	150×16	60×12
F, т	350	180	300	150	200	100	150	90	75	70
Вариант 21										
Швеллер	36	33	30	27	24	22	20	18	16	14
Пластина, мм	200×20	180×20	170×15	160×15	150×10	180×15	140×10	130×10	150×8	160×10
F, т	215	200	150	145	110	130	90	80	70	75

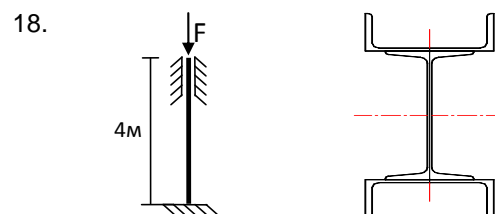
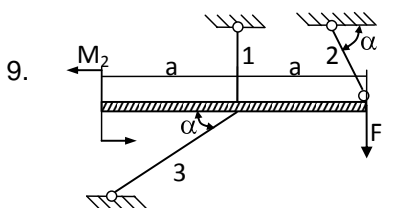
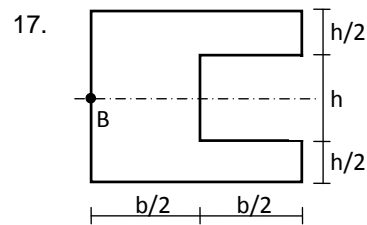
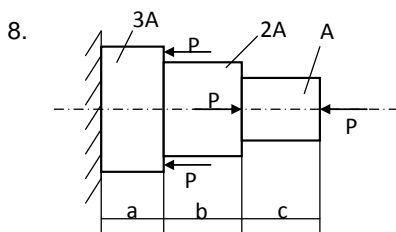
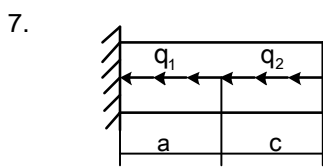
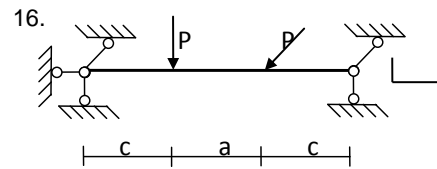
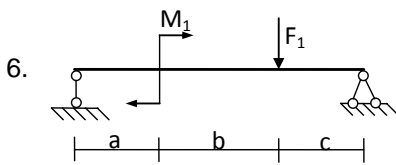
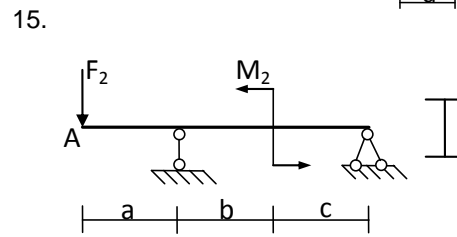
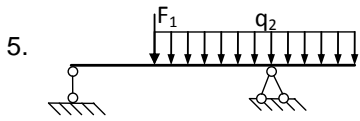
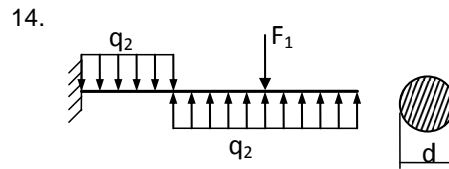
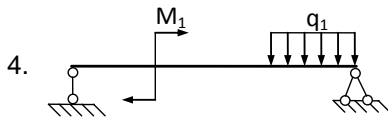
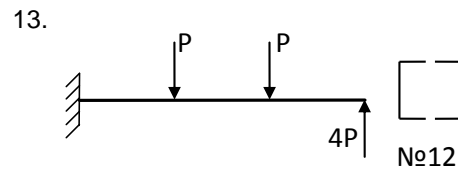
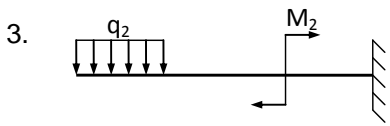
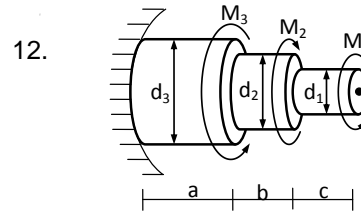
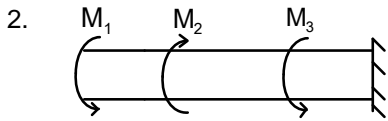
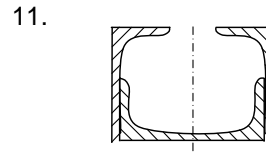
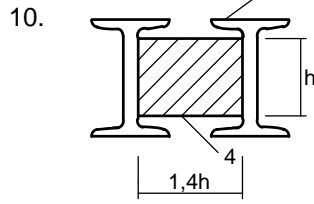
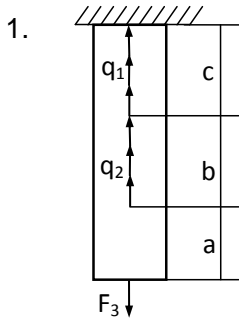


Исх. данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вариант 22										
Уголок	75×9	200×12	80×8	180×12	90×9	160×12	100×10	140×12	110×8	125×10
Пластина, мм	100×8	150×10	110×6	160×8	70×6	120×8	60×6	100×10	80×8	90×9
Ф, т	70	250	65	220	80	170	95	160	90	130
Вариант 23										
Двутавр	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Швеллер	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Ф, т	40	50	60	70	80	90	100	110	130	150
Вариант 24										
Швеллер	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33
Пластина, мм	100×8	90×10	80×8	70×8	85×10	75×9	95×7	110×10	65×5	120×10
Ф, т	50	60	55	65	75	80	80	115	110	140
Вариант 25										
Двутавр	12	18	14	20	16	22	24	30	27	33
Пластина, мм	230×6	280×9	250×8	200×10	260×8	220×10	230×10	270×10	250×8	280×10
Ф, т	65	120	90	115	100	130	145	185	150	200
Вариант 26										
Швеллер	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33
Пластина, мм	170×5	180×8	200×8	210×8	220×6	220×8	230×10	250×10	280×10	290×9
Ф, т	50	75	85	90	85	105	130	150	170	180
Вариант 27										
Уголок	50×6	70×8	75×9	80×8	90×8	100×8	110×7	125×8	140×10	160×10
Пластина, мм	60×12	80×16	75×18	90×16	100×20	95×16	100×15	130×20	140×20	150×20
Ф, т	35	65	70	75	90	95	90	130	170	190

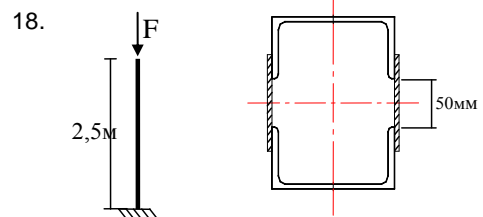
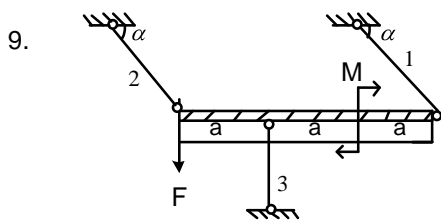
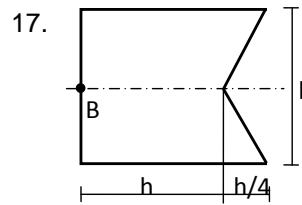
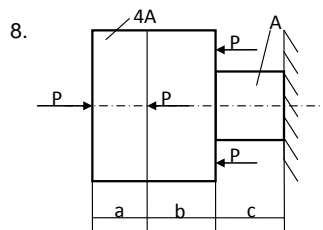
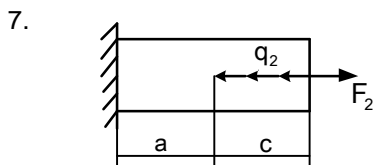
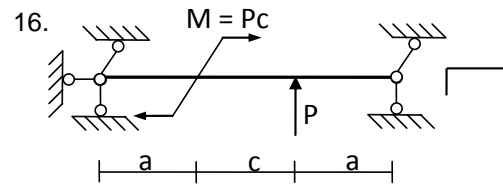
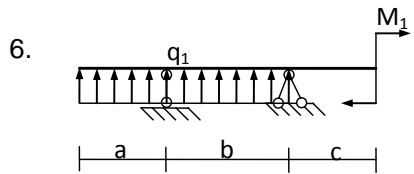
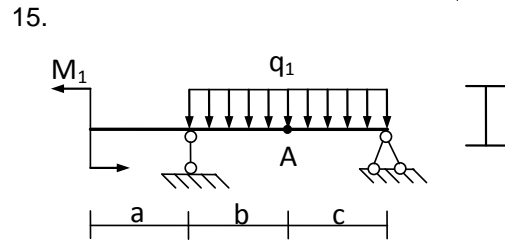
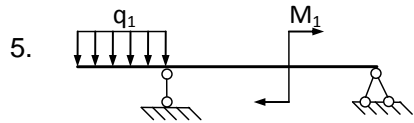
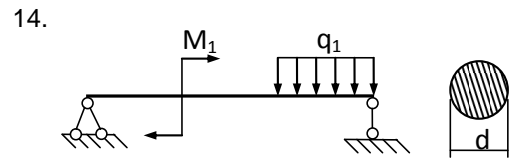
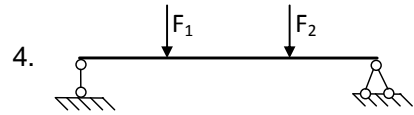
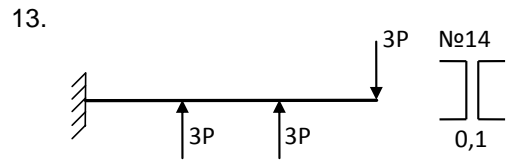
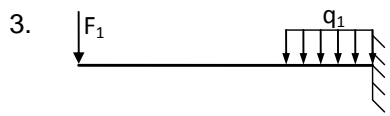
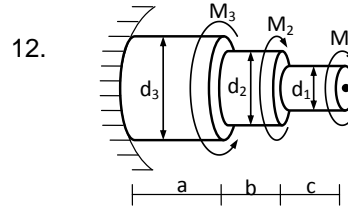
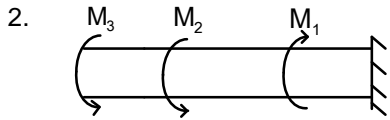
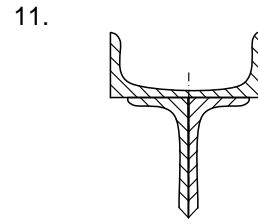
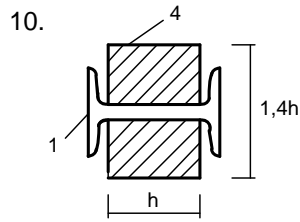
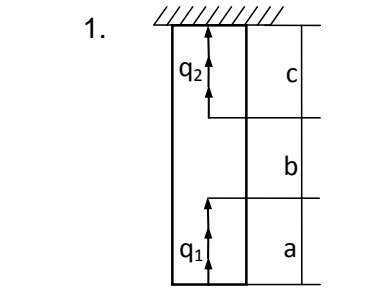
Вариант 1

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.

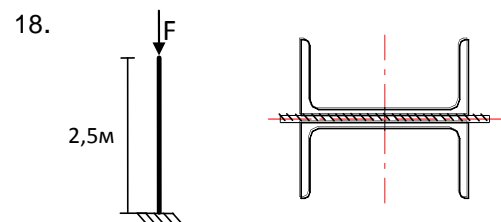
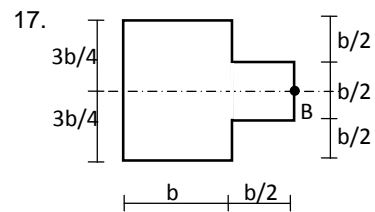
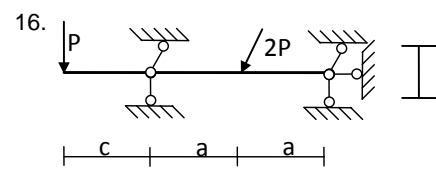
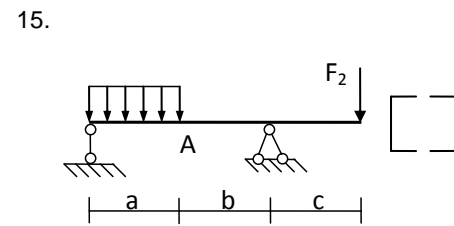
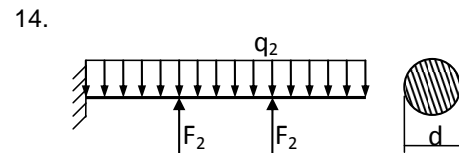
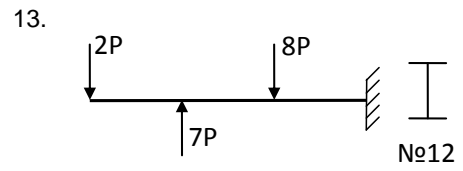
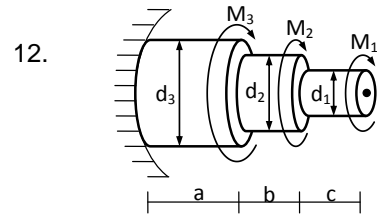
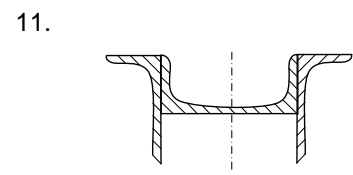
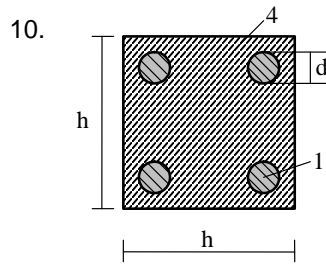
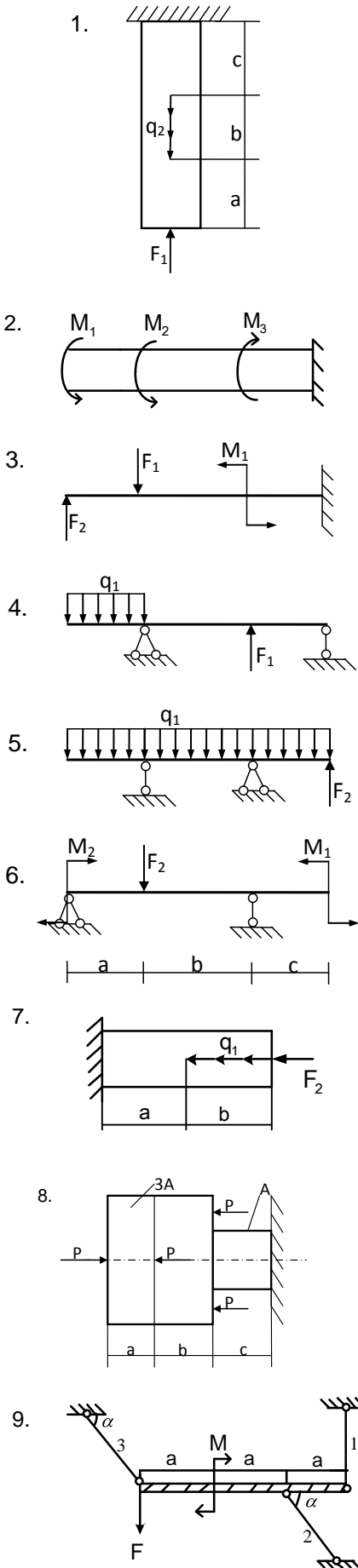
Вариант 2



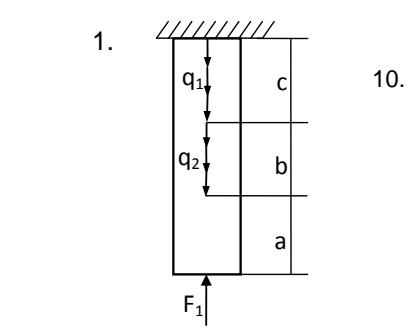
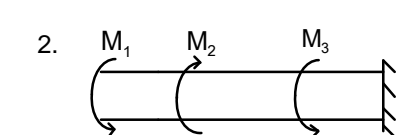
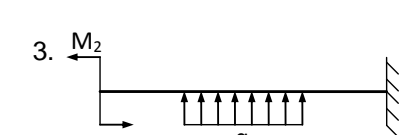
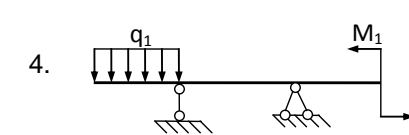
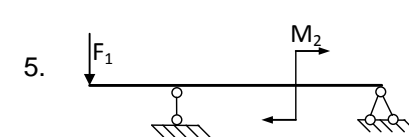
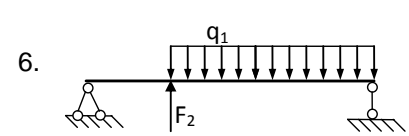
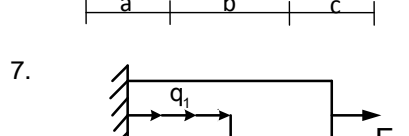
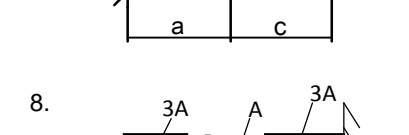
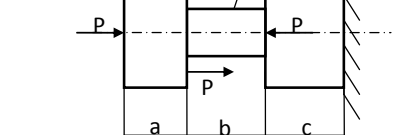
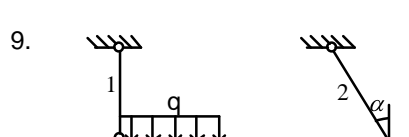
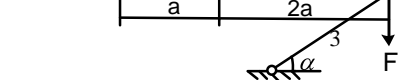
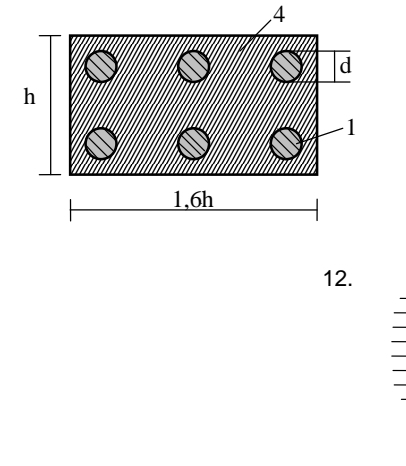






Вариант 3



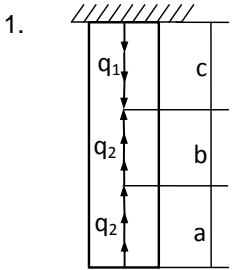
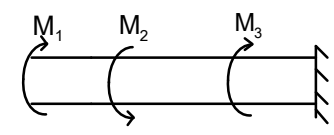
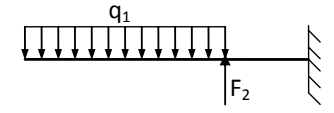
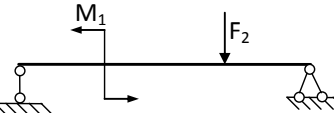
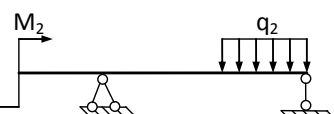
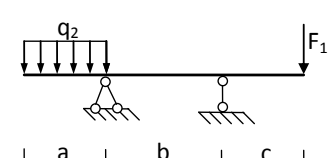
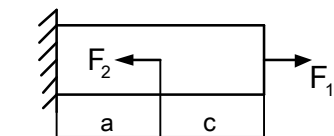
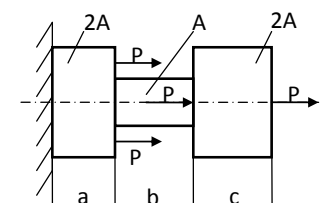
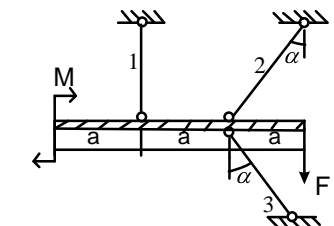
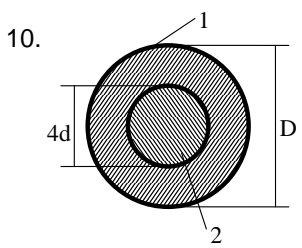
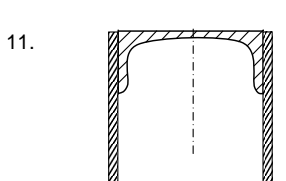
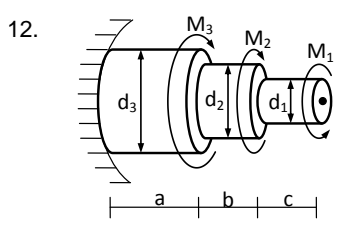
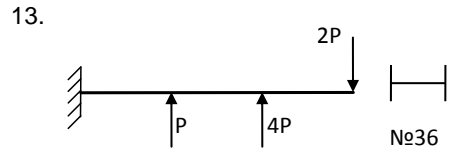
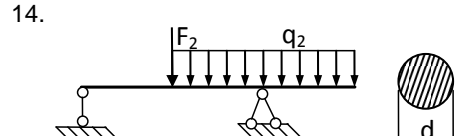
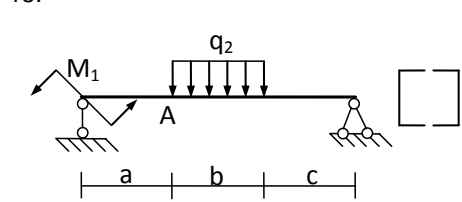
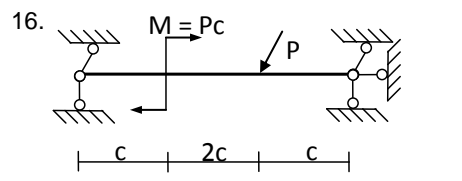
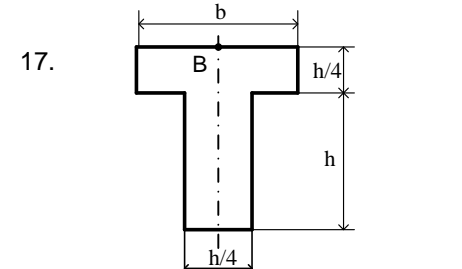
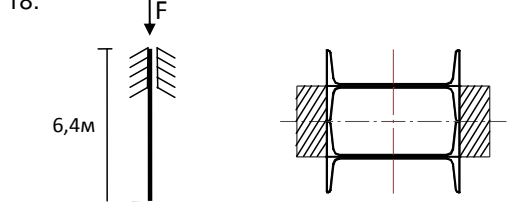
Вариант 4



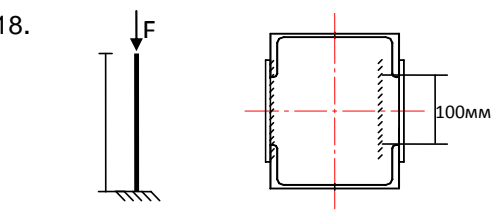
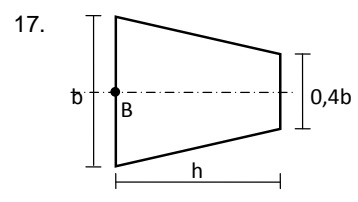
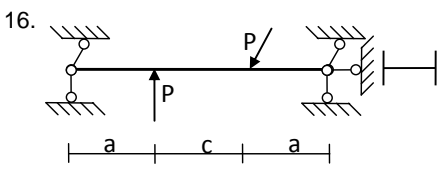
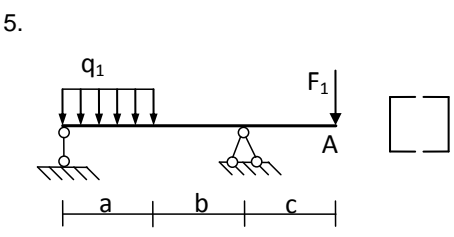
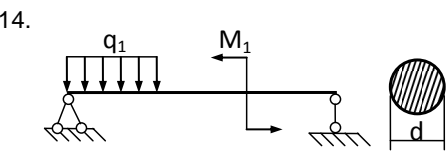
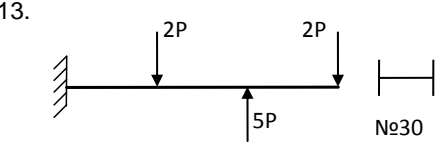
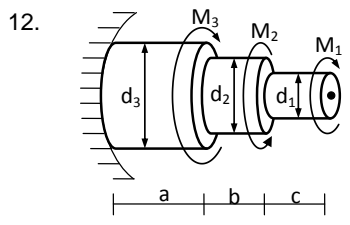
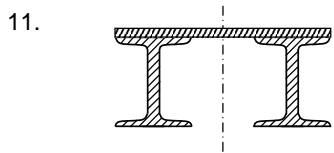
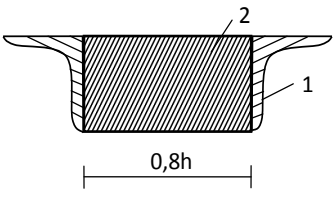
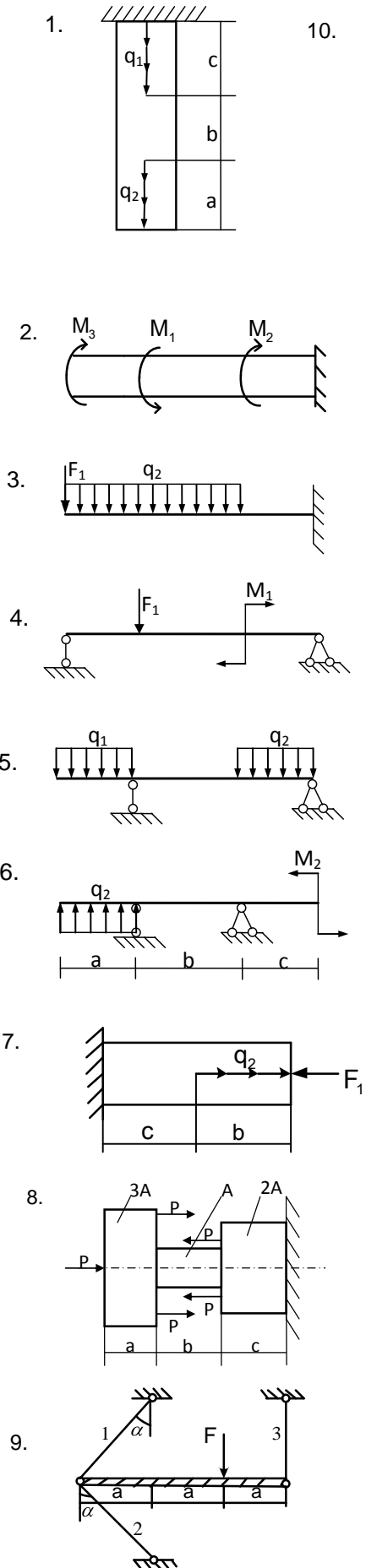
Вариант 5

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 
6. 
7. 
8. 
9. 
10. 
11. 
12. 
13. 
14. 
15. 
16. 
17. 
18. 

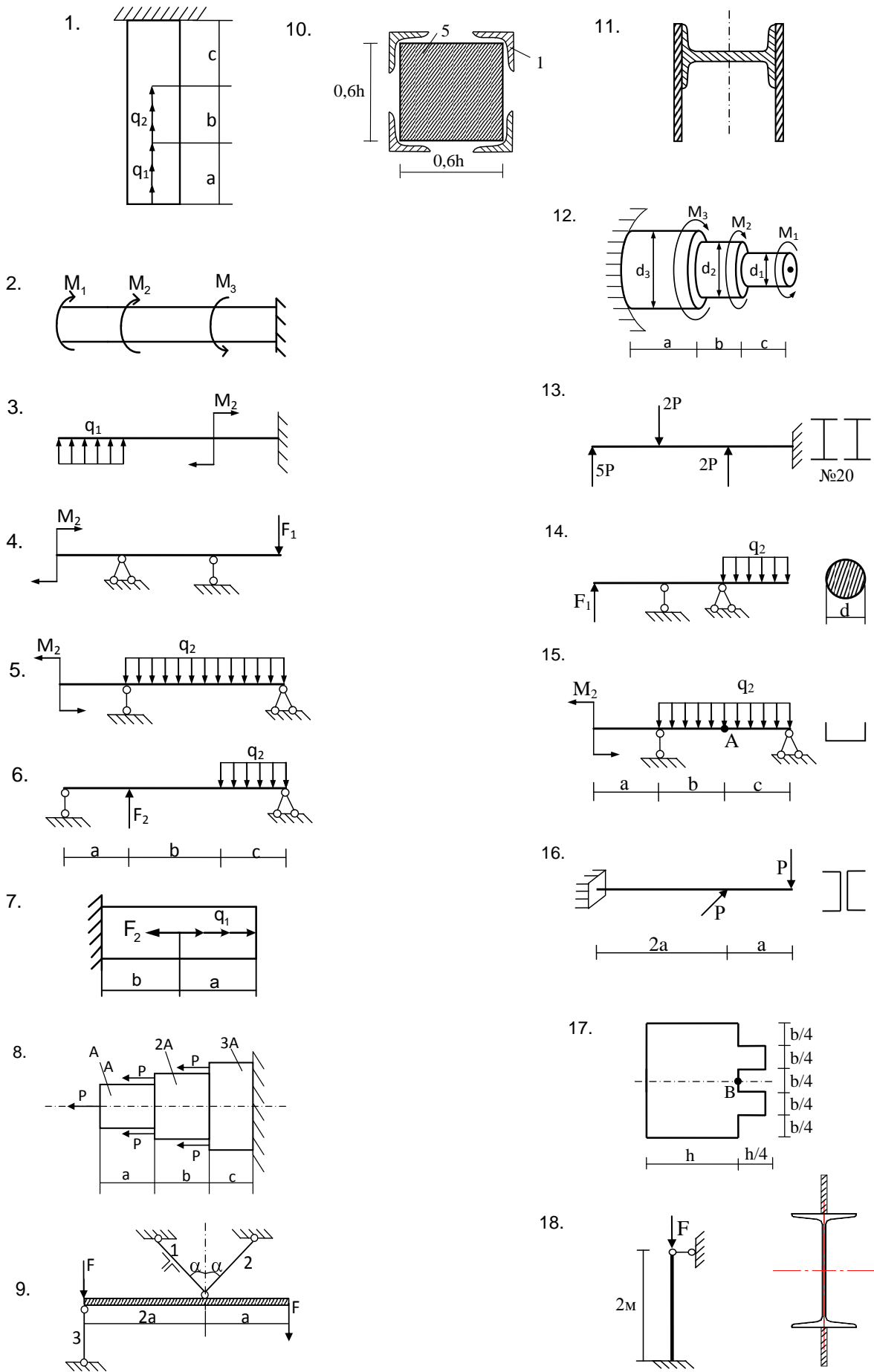
Вариант 6

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 
6. 
7. 
8. 
9. 
10. 
11. 
12. 
13. 
14. 
15. 
16. 
17. 
18. 

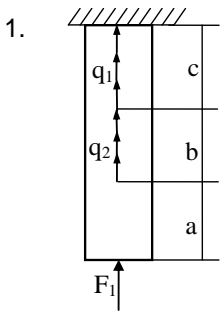
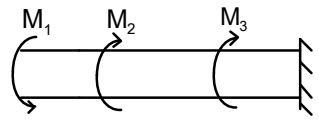
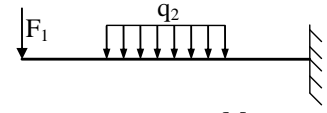
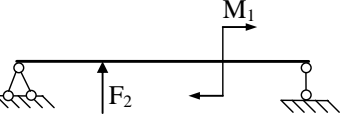
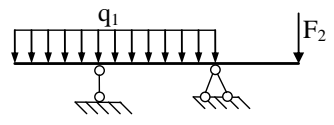
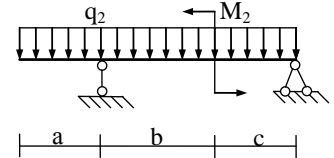
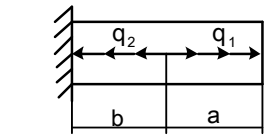
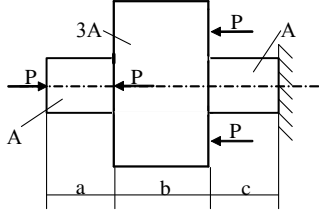
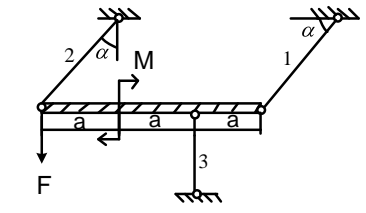
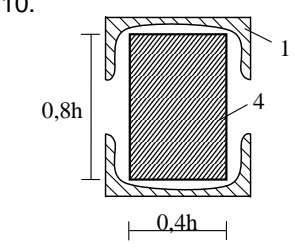
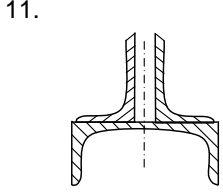
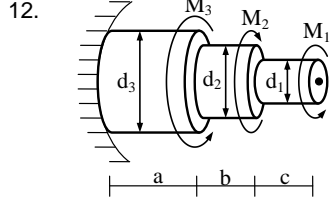
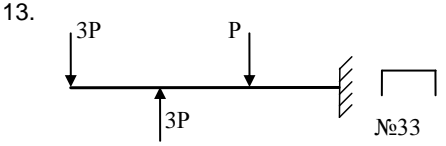
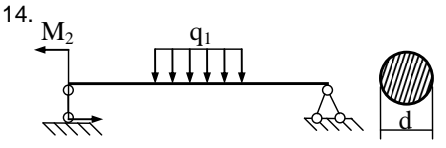
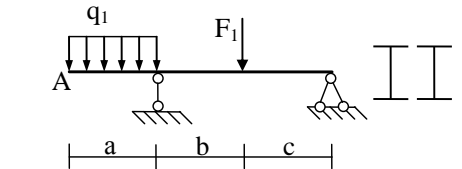
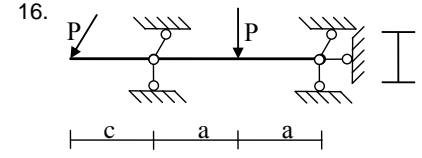
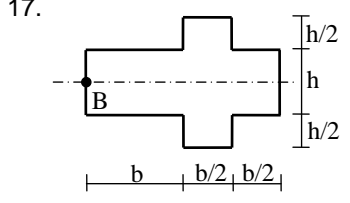
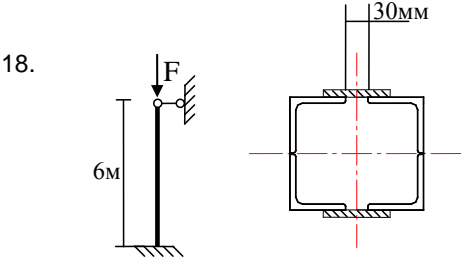
Вариант 7



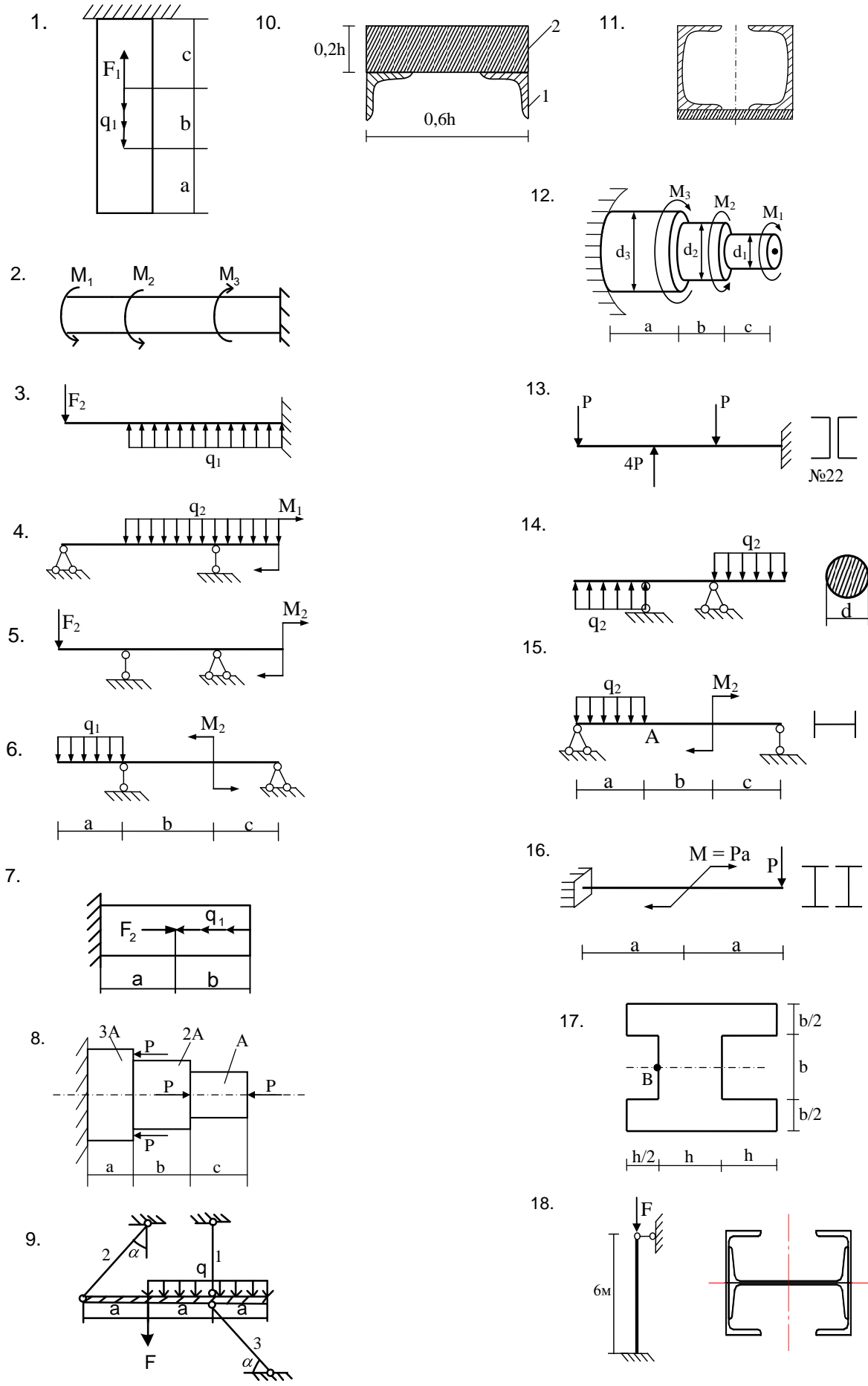
Вариант 8



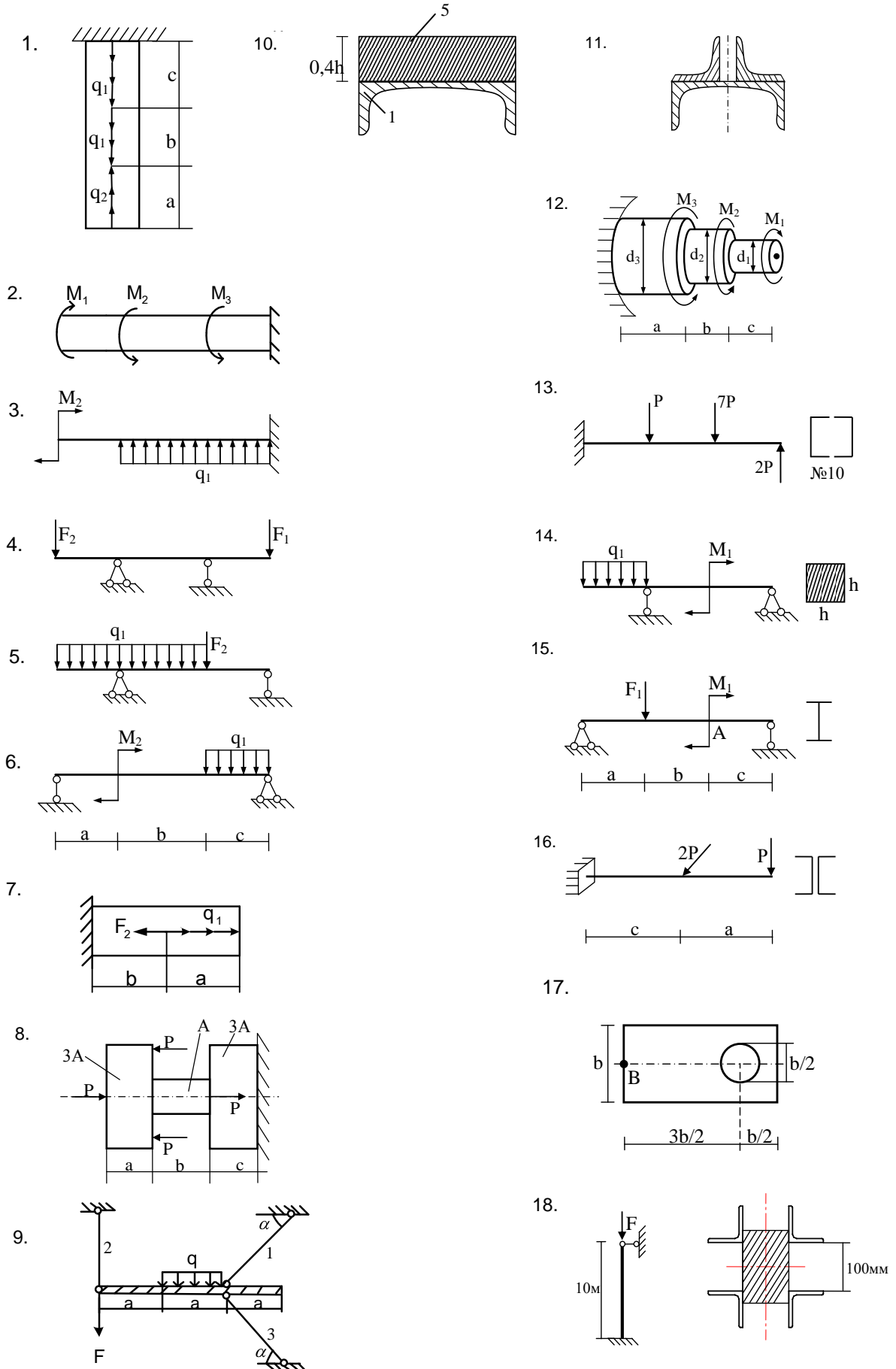
Вариант 9

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 
6. 
7. 
8. 
9. 
10. 
11. 
12. 
13. 
14. 
15. 
16. 
17. 
18. 

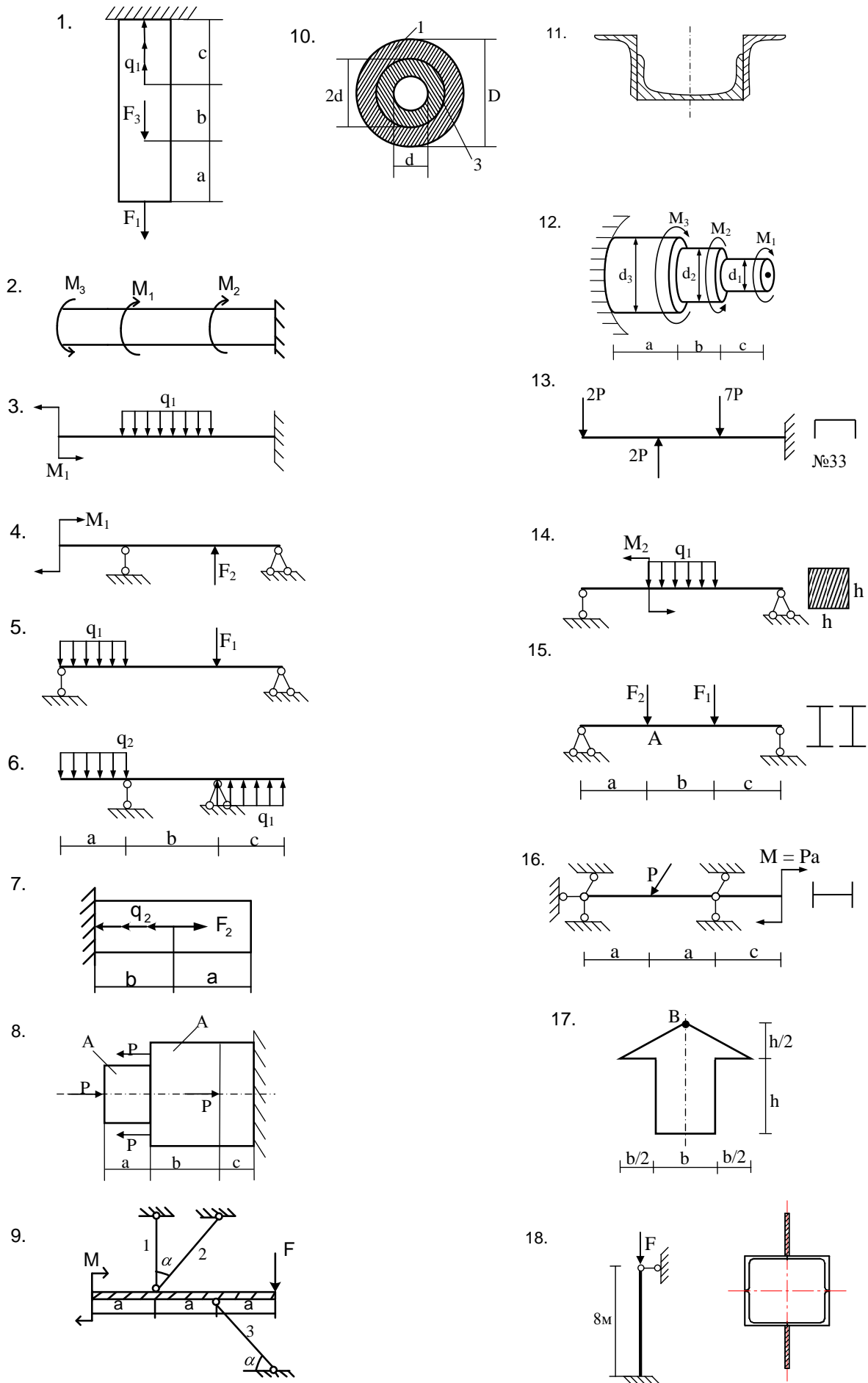
Вариант 10



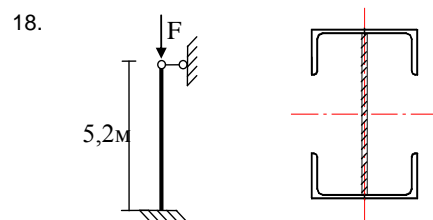
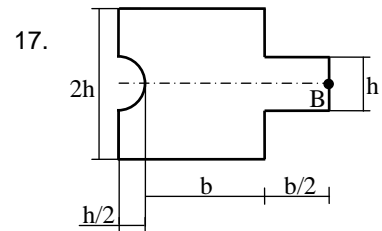
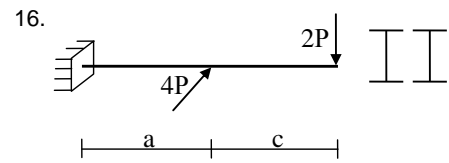
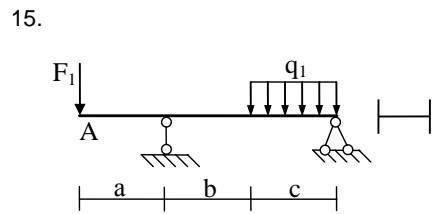
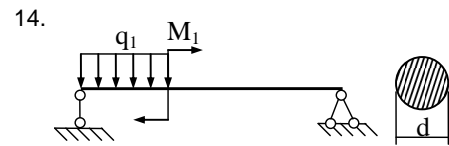
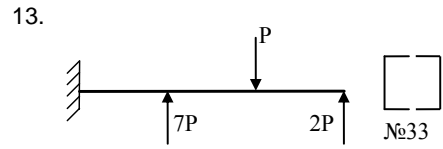
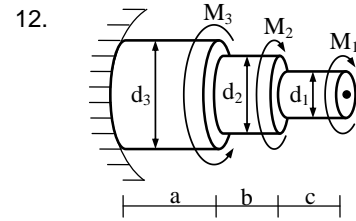
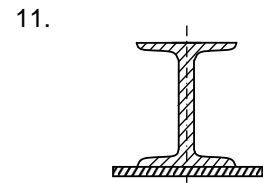
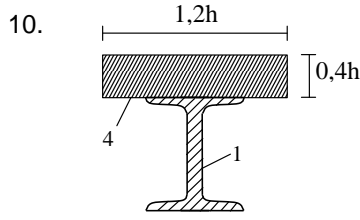
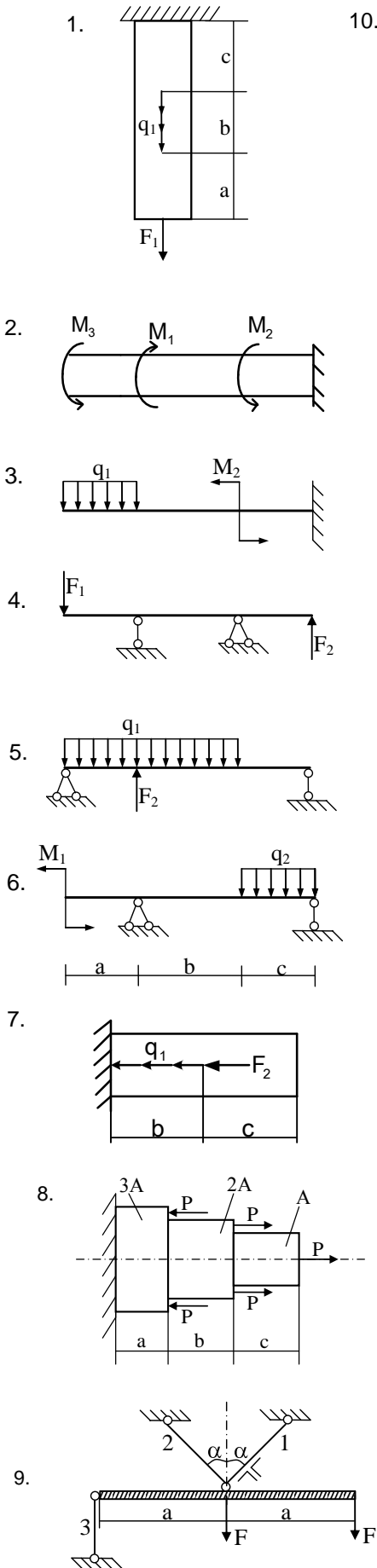
Вариант 11



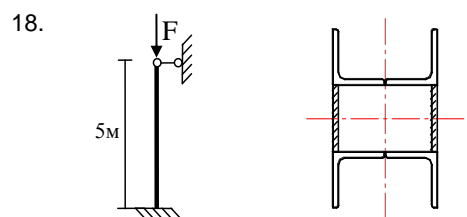
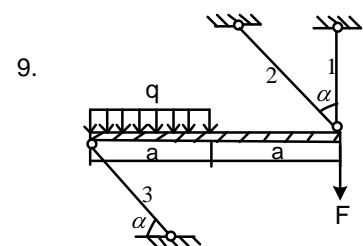
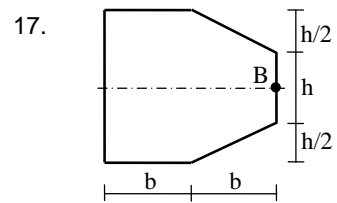
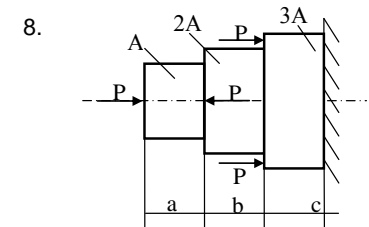
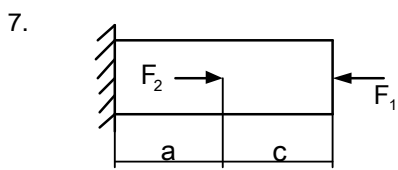
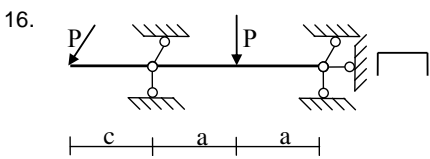
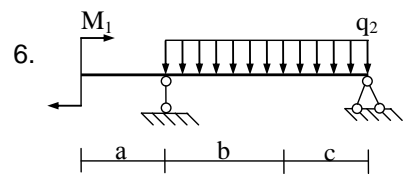
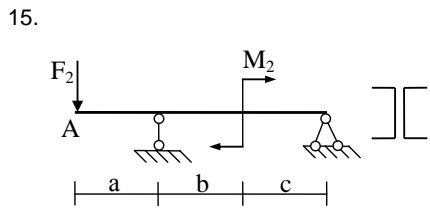
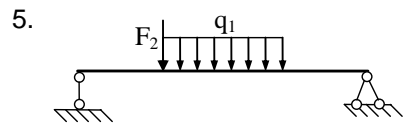
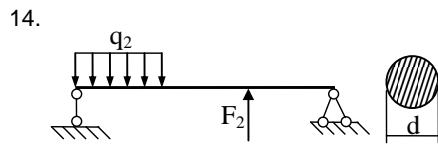
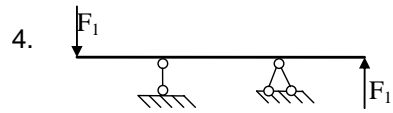
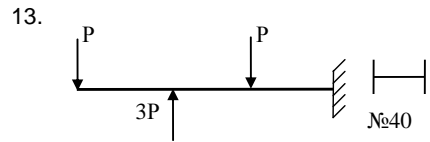
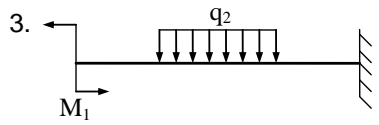
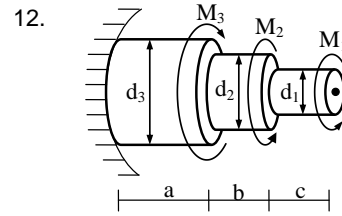
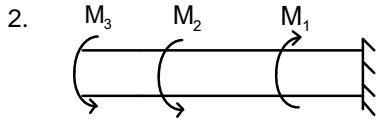
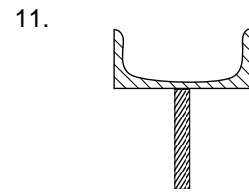
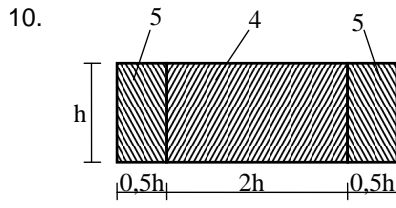
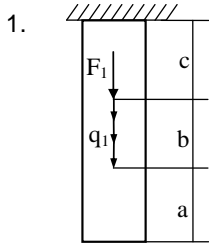
Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



Вариант 15

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.

Вариант 16

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.

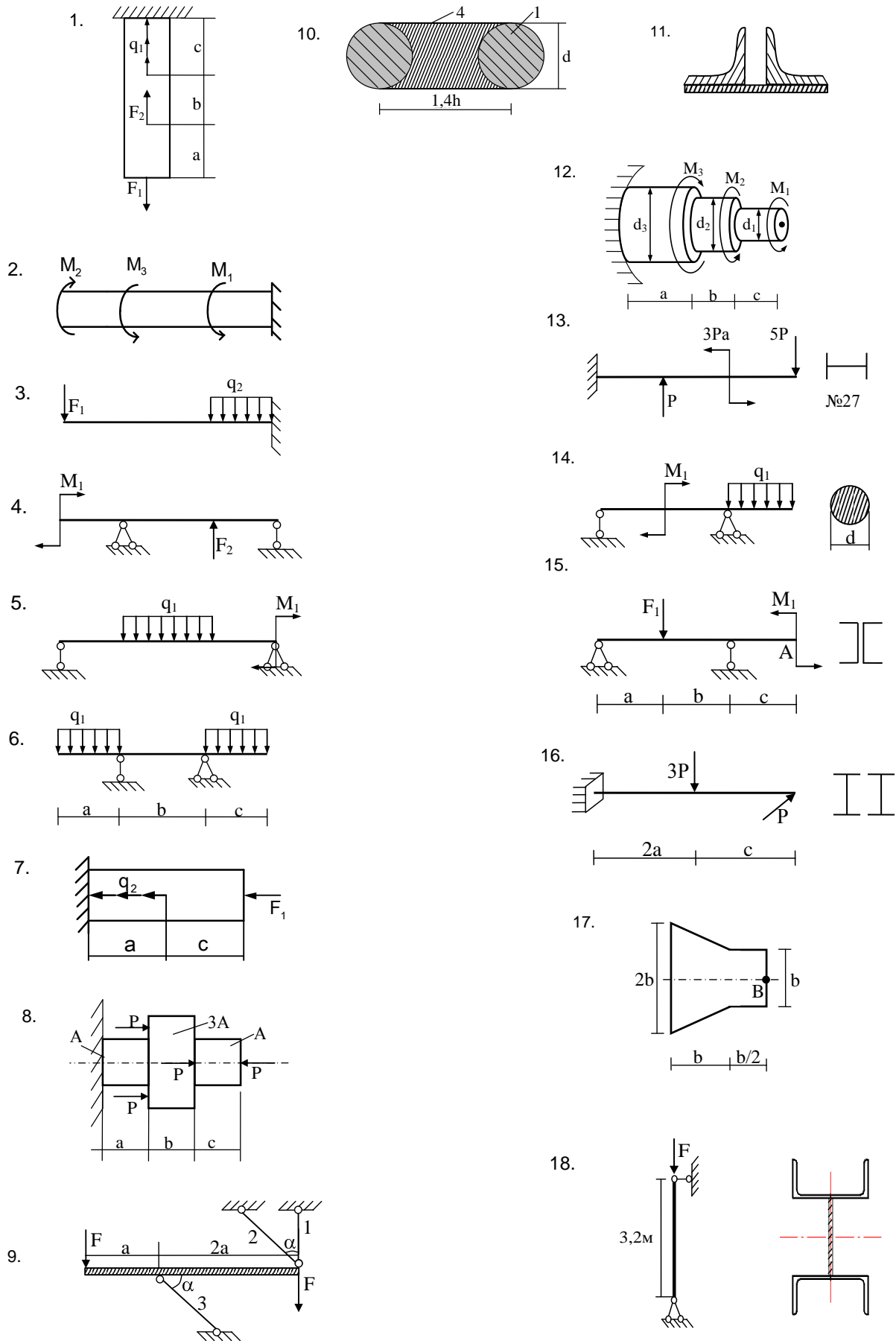
№16

d

I

I

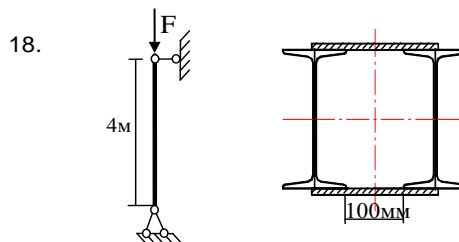
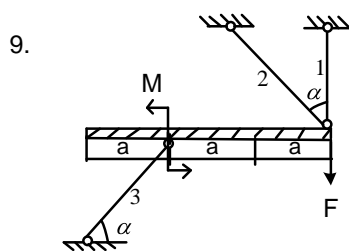
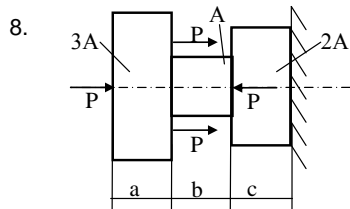
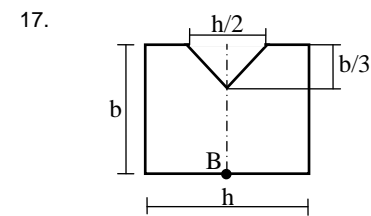
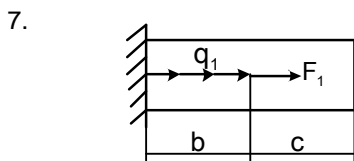
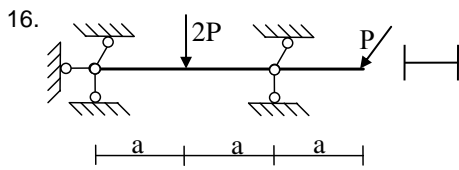
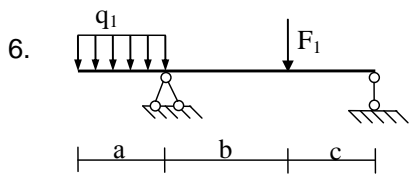
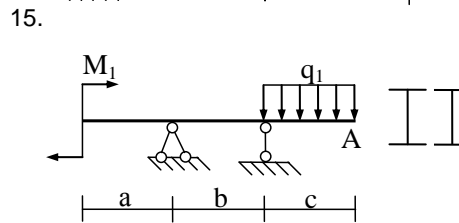
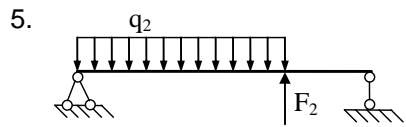
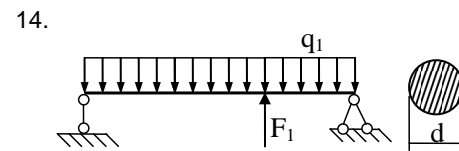
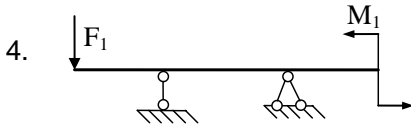
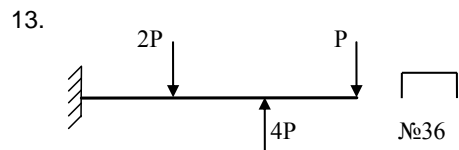
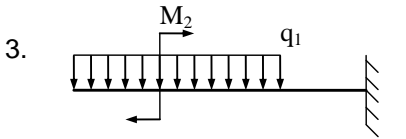
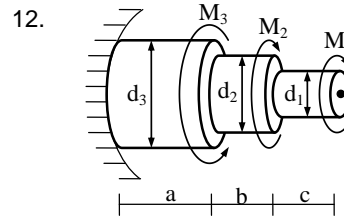
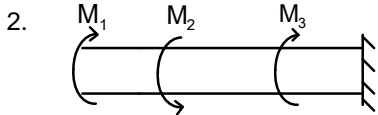
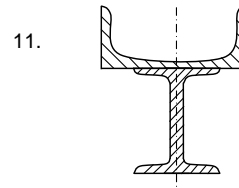
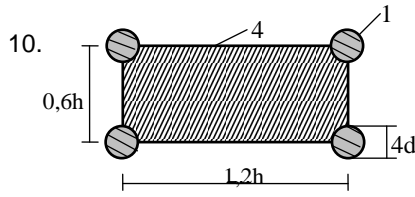
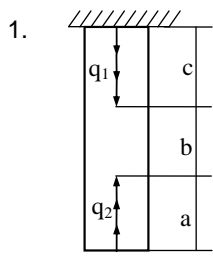
Вариант 17



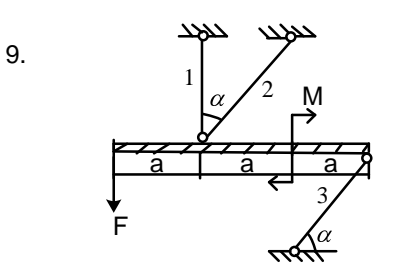
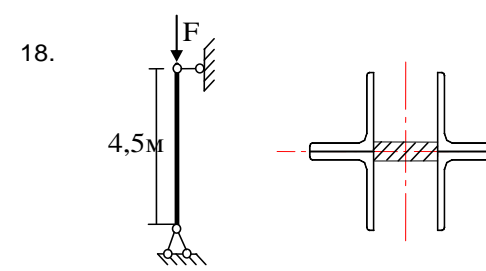
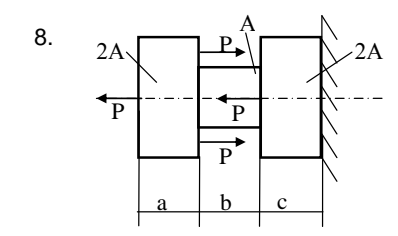
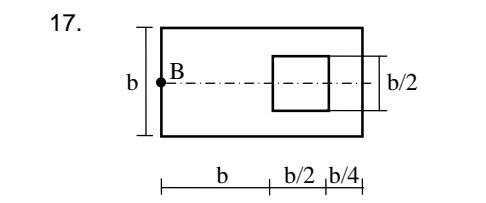
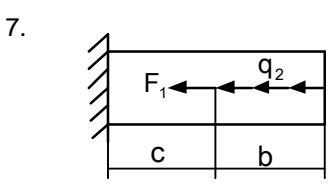
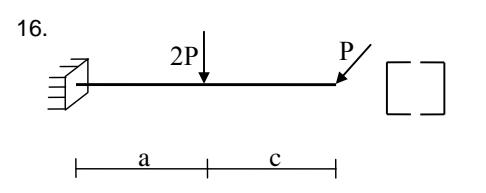
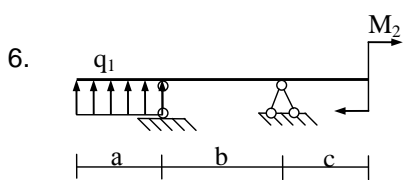
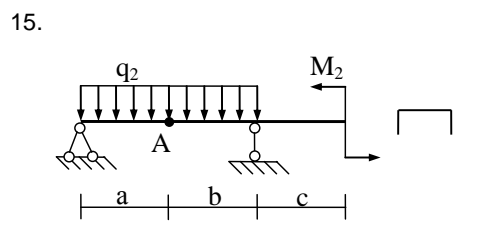
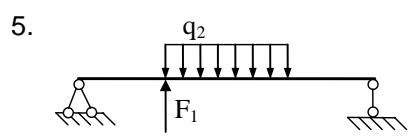
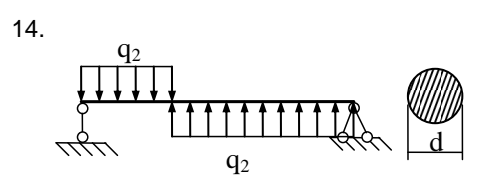
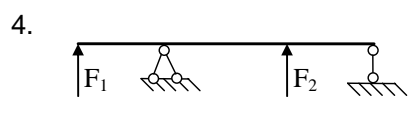
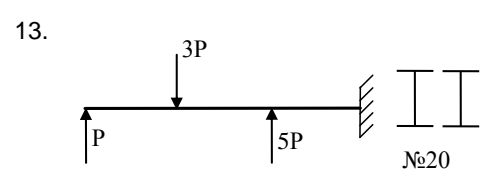
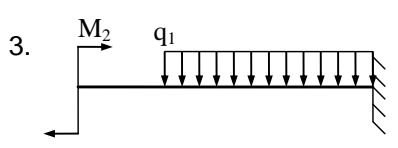
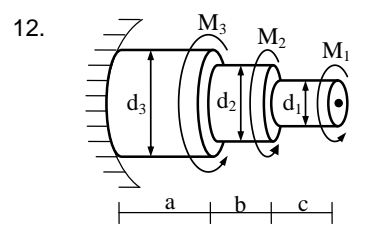
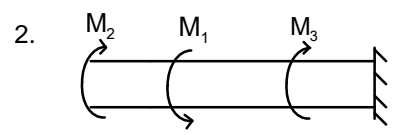
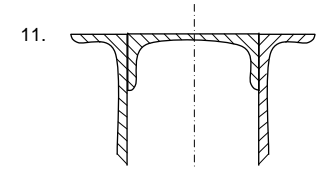
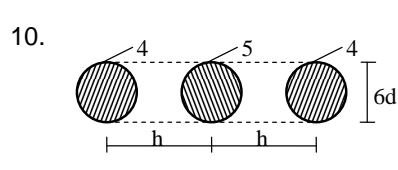
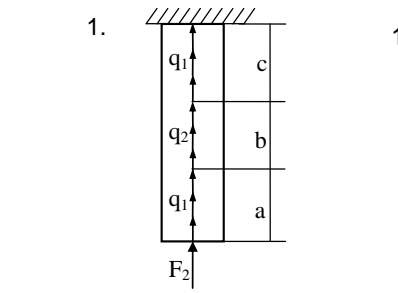
Вариант 18

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.

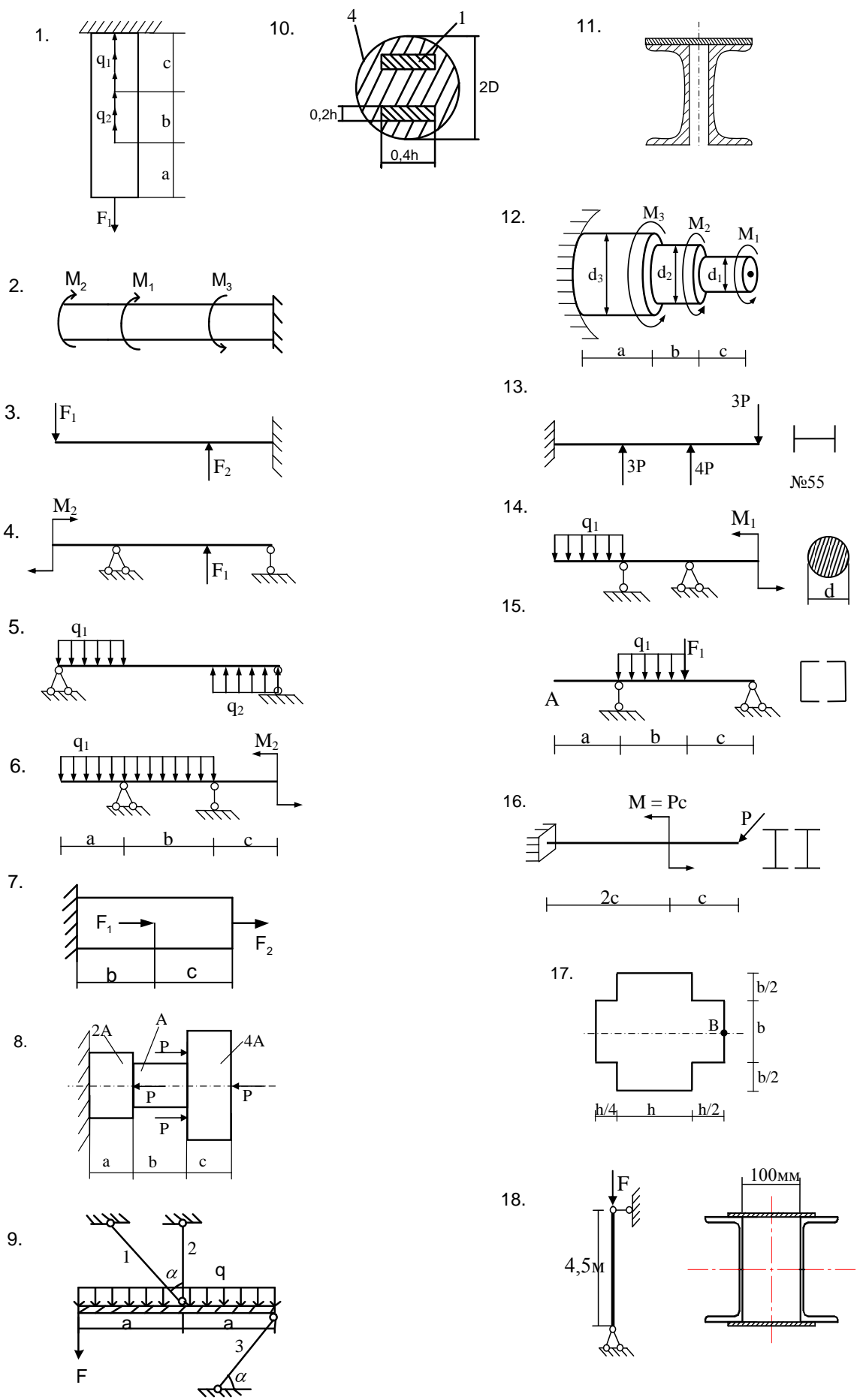
Вариант 19



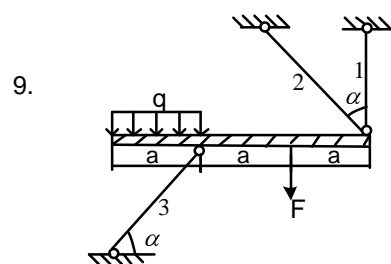
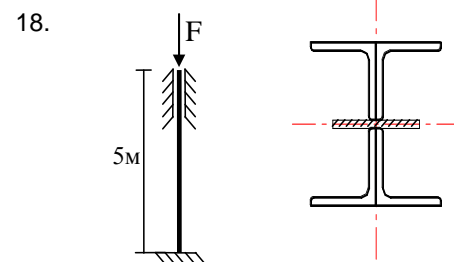
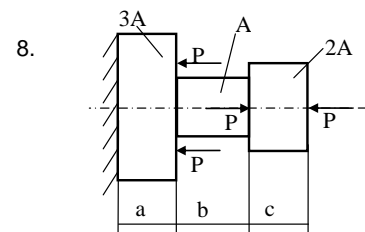
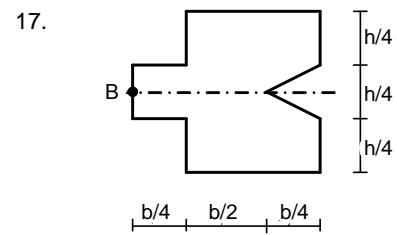
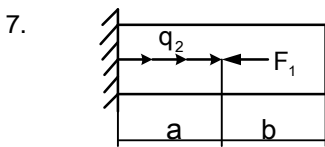
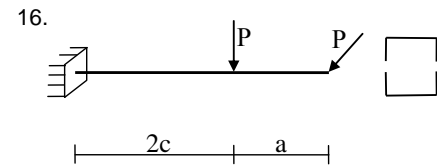
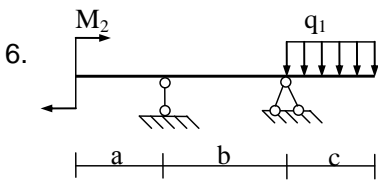
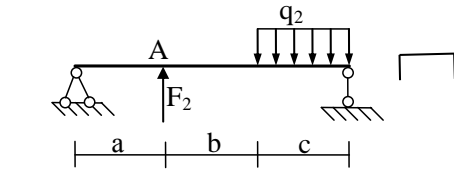
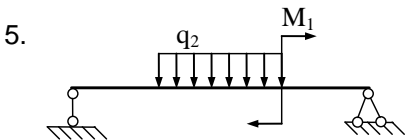
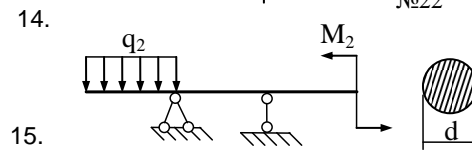
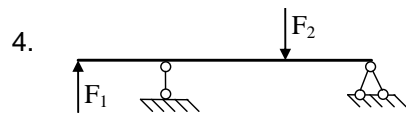
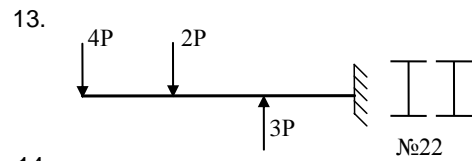
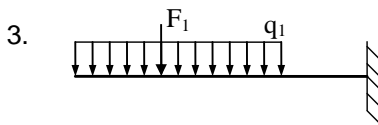
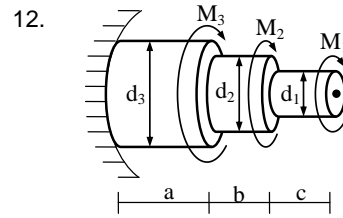
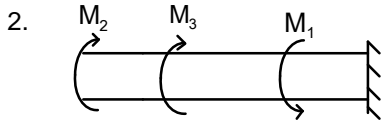
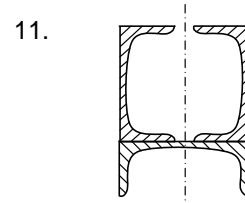
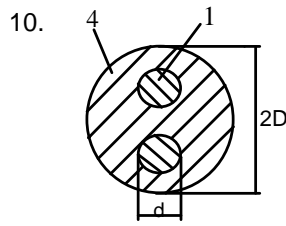
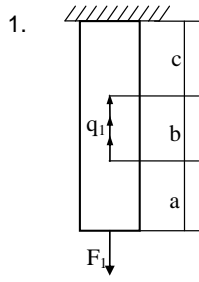
Вариант 20



Вариант 21



Вариант 22



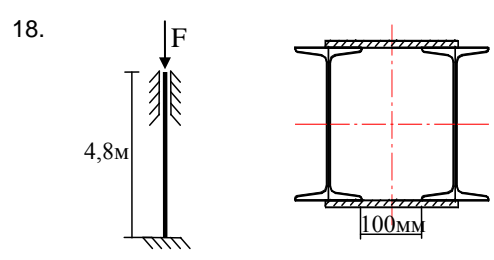
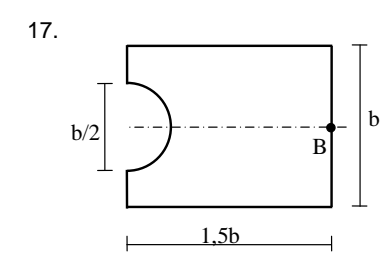
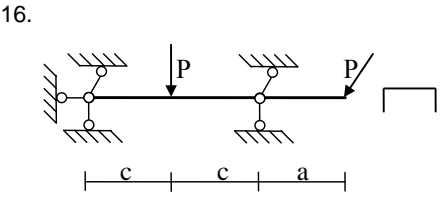
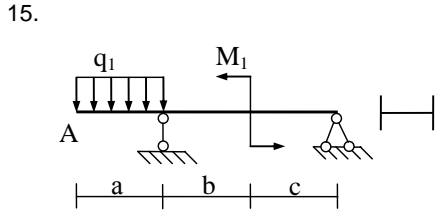
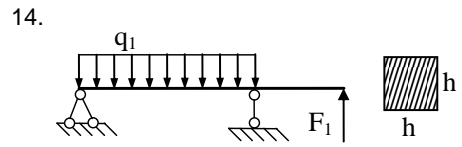
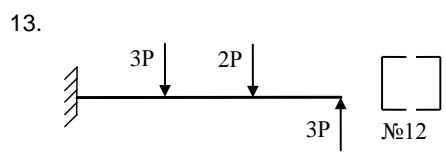
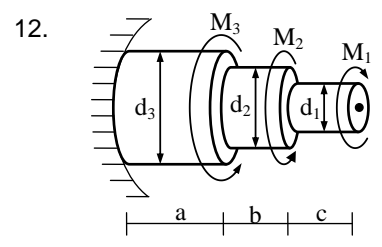
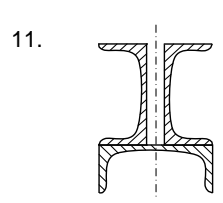
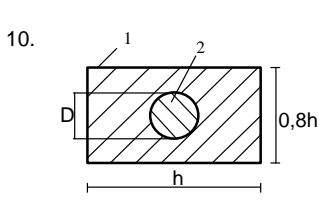
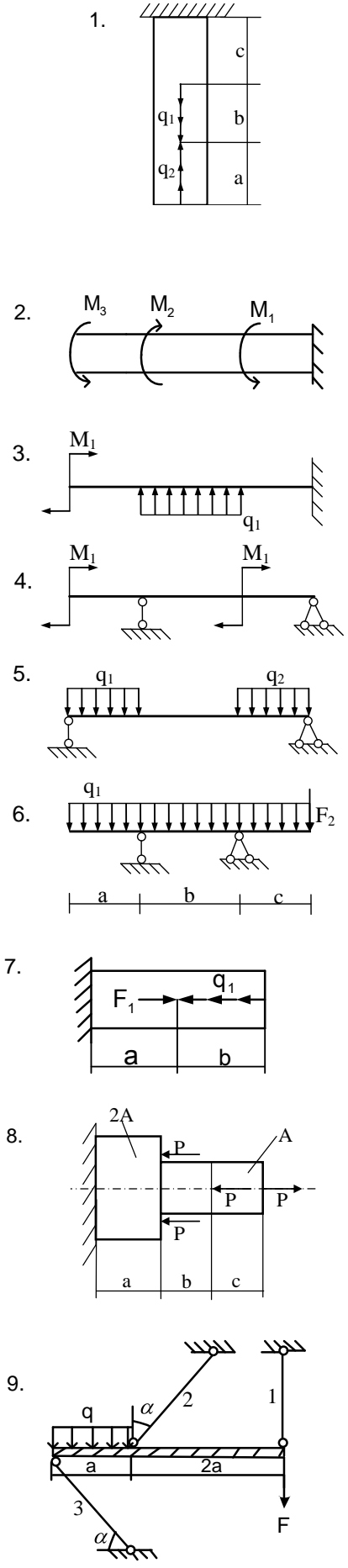
Вариант 23

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.

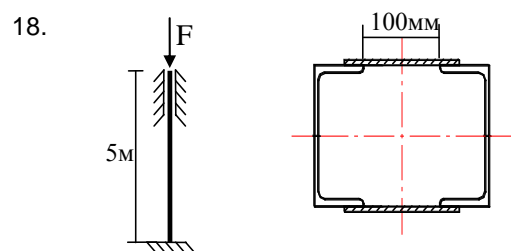
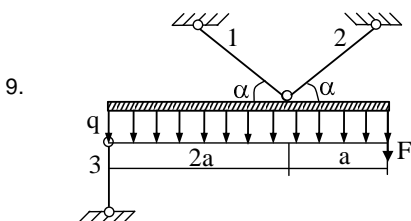
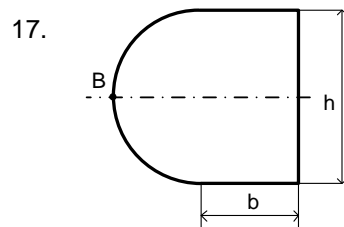
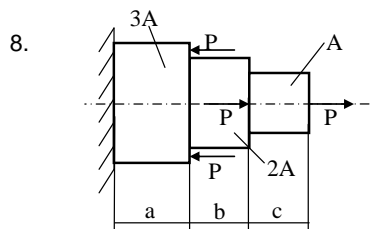
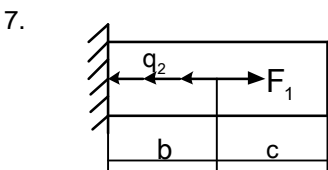
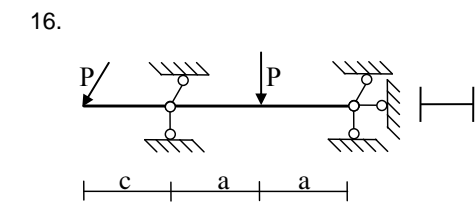
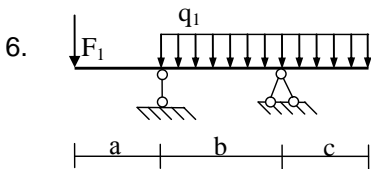
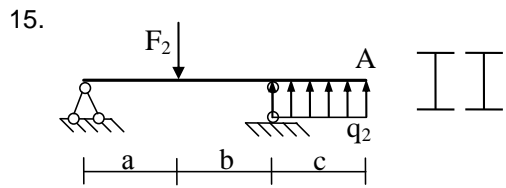
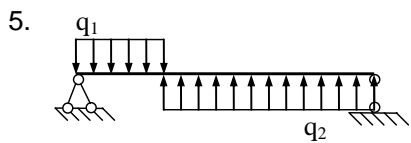
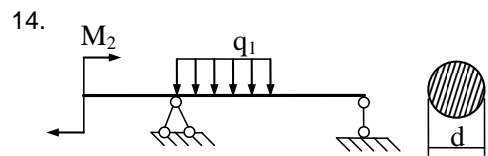
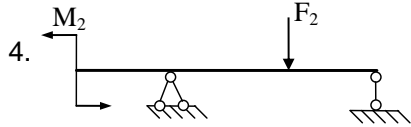
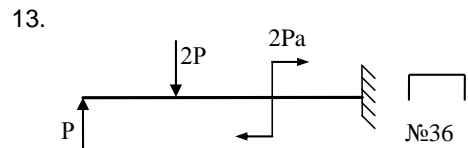
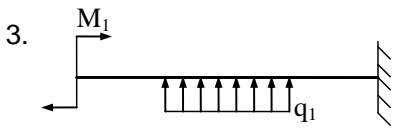
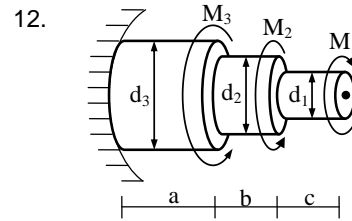
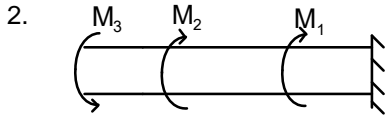
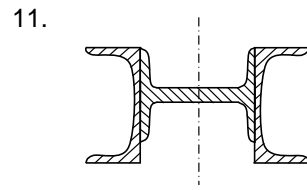
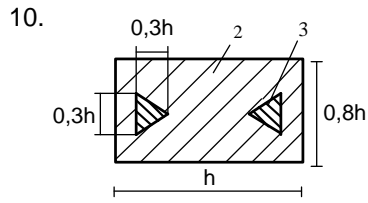
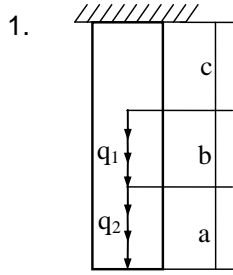
Вариант 24

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.

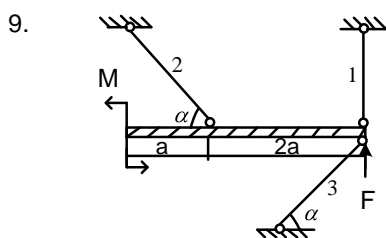
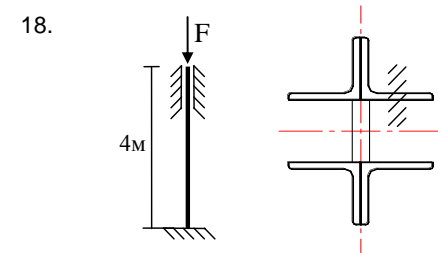
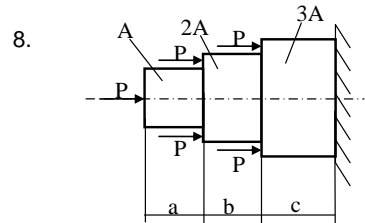
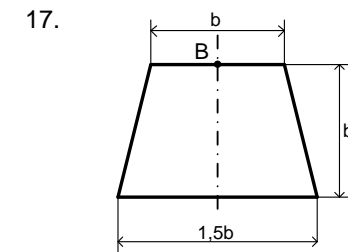
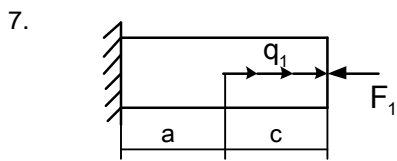
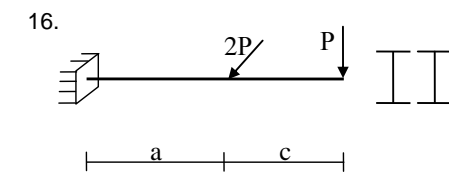
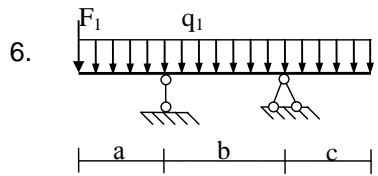
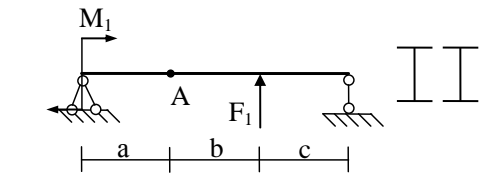
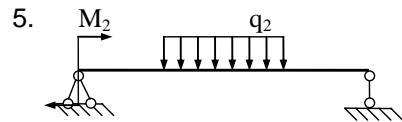
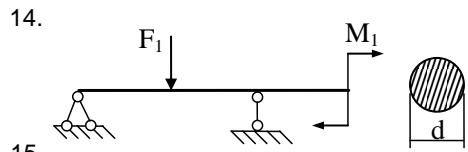
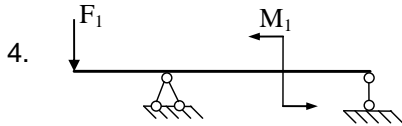
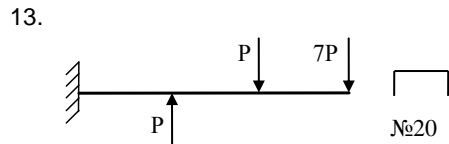
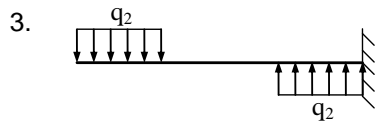
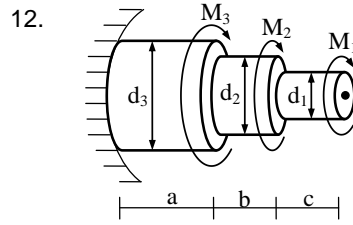
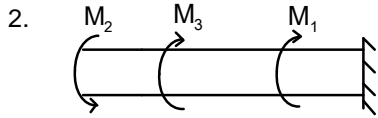
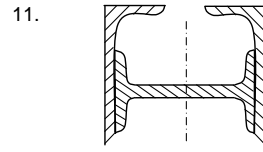
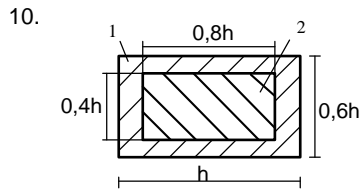
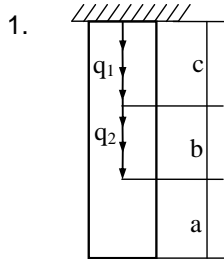
Вариант 25



Вариант 26



Вариант 27



Библиографический список

Основная литература

- 1) Александров А. В. Сопротивление материалов: учебник для вузов / А. В. Александров, В.Г. Потапов, Б.П.Державин. – М.: Высшая школа, 2007-560с.
- 2) Лободенко Е.И. Механика: учебное пособие по теоретической механике (раздел «Статика») и технической механике / Е.И.Лободенко, З.С.Кутрунова, Ю.Н.Шагисултанова, Е.Ю. Куриленко, О.Ю.Белова. – Тюмень; РИО ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2012.-229с.
- 3) Копнов В.А. Сопротивление материалов: Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-практических работ / В.А. Копнов, Кривошапко С.Н. – М.: Высшая школа, 2009.- 351 с.
- 4) Андрей В.И. Техническая механика: учебник для студентов строительных вузов / В.И. Андрей, Леонтьев А.Н.–М.: АСВ, 2012.-252с.

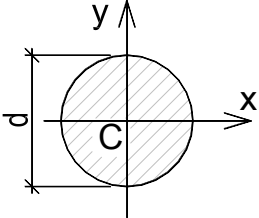
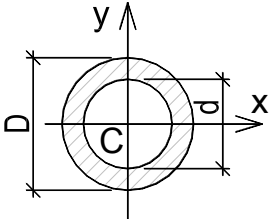
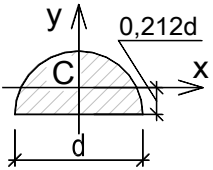
Дополнительная литература

- 1) Дарков А. В. Сопротивление материалов: учебник для вузов. /А. В. Дарков, Г. С. Шпиро– М.: Высшая школа , 1989-657с.
- 2) Михайлов А.М. Сопротивление материалов: учебник для техникумов. / А.М.Михайлов – М.: Стройиздат, 1989-352с.
- 3) Качурин В.К. Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие для вузов. /В.К.Качурин, Н.М.Беляев, Л.А.Белявский, Я.И.Кипнис, Н.Ю.Кушелев, А.К. Синицкий. – М.: Наука, 1970-432с.
- 4) Паршин Л. К. Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие для вузов. /Н.М.Беляев, Л. К.Паршин, Б.Е.Мельников, В.А.Шерстнев, Н.В.Чернышева. . – СПб.: Издательство «Лань», 2011-432с.
- 5) Александров А. В. Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие для вузов. / А. В. Александров, Б.П.Державин, Б.Я.Лащеников. – М.: Стройиздат, 1977-335с.
- 6) Ицкович Г.М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: учебное пособие для вузов / Г.М.Ицкович, А.И.Винокуров, Л.С.Минин. – М.: Высшая. школа., 1970-544с.
- 7) Писаренко Г. С. Справочник по сопротивлению материалов./ Г. С. Писаренко, А.П.Яковлев, В.В.Матвеев. –Киев: Наукова Думка, 1988-7364с.
- 8) Куриленко Е.Ю. Краткий справочник по сопротивлению материалов. –/ Е.Ю. Куриленко, Ю.В. Огороднова.–Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2010—31с.

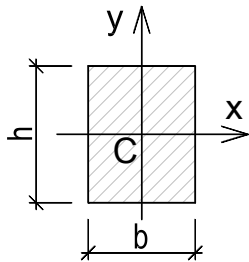
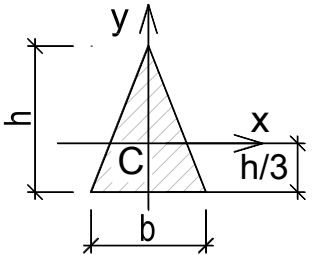
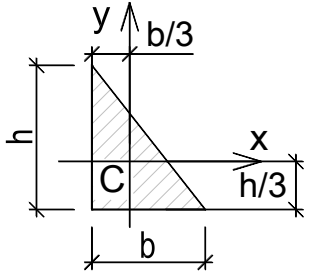
ПРИЛОЖЕНИЕ А

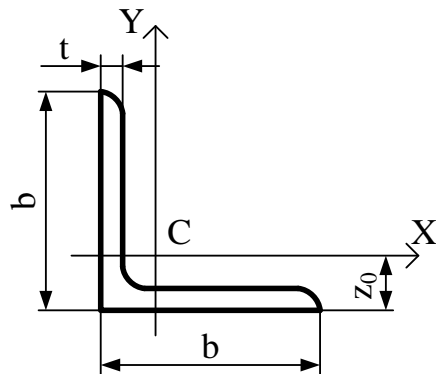
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

Таблица А1. Геометрические характеристики плоских сечений

Форма сечения	Площадь сечения, A	Осевые моменты инерции		Осевые моменты сопротивления		Осевые радиусы инерции	
		J_x	J_y	W_x	W_y	i_x	i_y
Круг 	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32} \approx \approx 0,1d^3$	$\frac{\pi d^3}{32} \approx \approx 0,1d^3$	$\frac{d}{4}$	$\frac{d}{4}$
Кольцо 	$\frac{\pi (D^2 - d^2)}{4}$	$\frac{\pi (D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi (D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi (D^4 - d^4)}{32D}$	$\frac{\pi (D^4 - d^4)}{32D}$	$\frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$	$\frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$
Полукруг 	$\frac{\pi d^2}{8}$	$0,00686d^4$	$\frac{\pi d^4}{128} \approx \approx 0,0245d^4$	$0,0239d^3$	$\frac{\pi d^3}{64} \approx \approx 0,05d^3$	$0,132d$	$\frac{d}{4}$

Продолжение таблицы 1.

Форма сечения	Площадь сечения, A	Осевые моменты инерции		Осевые моменты сопротивления		Осевые радиусы инерции	
		J_x	J_y	W_x	W_y	i_x	i_y
Прямоугольник 	bh	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{hb^2}{6}$	$\frac{h}{\sqrt{12}} \approx$ $0,289h$	$\frac{b}{\sqrt{12}} \approx$ $0,289b$
Равнобедренный треугольник 	$\frac{1}{2}bh$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{hb^3}{48}$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{hb^2}{24}$	$\frac{h}{\sqrt{18}} \approx$ $0,236h$	$\frac{b}{\sqrt{24}} \approx$ $0,204b$
Прямоугольный треугольник 	$\frac{1}{2}bh$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{hb^3}{36}$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{hb^2}{24}$	$\frac{h}{\sqrt{18}} \approx$ $0,236h$	$\frac{b}{\sqrt{18}} \approx$ $0,236b$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
СОРТАМЕНТ ПРОКАТНЫХ ПРОФИЛЕЙ
Таблица Б1 – Сталь прокатная угловая равнополочная (ГОСТ 8509-93)


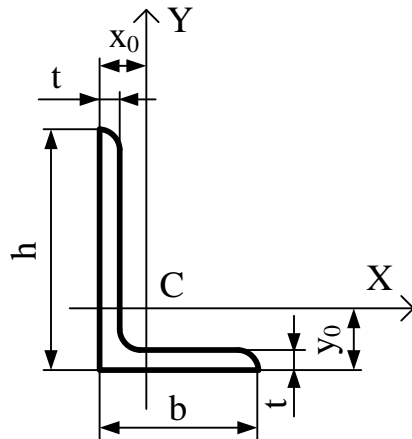
b – ширина полки
 t – толщина полки
 z_0 – расстояние от центра тяжести до наружных граней полок

A – площадь сечения
 J – момент инерции
 W – момент сопротивления
 i – радиус инерции
 J_{xy} – центрбежный инерции
 G – масса одного метра уголка

Номер профиля	$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_{xy}, \text{см}^4$	$z_0, \text{см}$	$G, \text{кг/м}$
25x25x4	1,86	1,03	0,59	0,74	0,59	0,76	1,46
40x40x4	3,08	4,58	1,60	1,22	2,68	1,13	2,42
45x45x5	4,29	8,03	2,51	1,37	4,71	1,30	3,37
50x50x5	4,80	11,20	3,13	1,53	6,57	1,42	3,77
50x50x6	5,69	13,07	3,69	1,52	7,65	1,46	4,47
56x56x4	4,38	13,10	3,21	1,73	7,69	1,52	3,44
56x56x5	5,41	15,97	3,96	1,72	9,41	1,57	4,25
60x60x8	9,04	29,55	7,00	1,81	17,22	1,78	7,10
63x63x5	6,13	23,10	5,05	1,94	13,70	1,74	4,81
63x63x6	7,28	27,06	5,98	1,93	15,90	1,78	5,72
70x70x5	6,86	31,94	6,27	2,16	18,70	1,90	5,38
70x70x7	9,42	42,98	8,57	2,14	25,20	1,99	7,39
70x70x8	10,67	48,16	9,68	2,12	28,20	2,02	8,37
75x75x6	8,78	46,57	8,57	2,30	27,30	2,06	6,89
75x75x8	11,50	59,84	11,18	2,28	35,00	2,15	9,02
75x75x9	12,83	66,10	12,43	2,27	38,60	2,18	10,07



Номер профиля	$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_{xy}, \text{см}^4$	$z_0, \text{см}$	$G, \text{кг/м}$
80x80x6	9,38	56,97	9,80	2,47	33,40	2,19	7,36
80x80x8	12,30	73,36	12,80	2,44	43,00	2,27	9,65
80x80x10	15,14	88,58	15,67	2,42	56,70	2,35	11,88
90x90x6	10,61	82,10	12,49	2,78	48,10	2,43	8,33
90x90x8	13,93	106,11	16,36	2,76	62,30	2,51	10,93
90x90x9	15,60	118,00	18,29	2,75	68,00	2,55	12,20
90x90x10	17,17	128,60	20,07	2,74	75,30	2,59	13,48
100x100x8	15,60	147,19	20,30	3,07	86,30	2,75	12,25
100x100x10	19,24	178,95	24,97	3,05	110,00	2,83	15,10
100x100x14	26,28	237,15	33,83	3,00	138,00	2,99	20,63
110x110x7	15,15	175,61	21,83	3,40	106,00	2,96	11,89
110x110x8	17,20	198,17	24,77	3,39	116,00	3,00	13,50
125x125x8	19,69	294,36	32,20	3,87	172,00	3,36	15,46
125x125x9	22,0	327,48	36,00	3,86	192,00	3,40	17,30
125x125x10	24,33	359,82	39,74	3,85	211,00	3,45	19,10
125x125x12	28,89	422,23	47,06	3,82	248,00	3,53	22,68
125x125x14	33,37	481,76	54,17	3,80	282,00	3,61	26,20
140x140x10	27,33	512,29	50,32	4,33	301,0	3,82	21,45
140x140x12	32,49	602,49	59,66	4,31	354,00	3,90	25,50
160x160x10	31,43	774,24	58,07	4,65	374,00	4,07	23,02
160x160x12	37,39	912,89	78,62	4,94	690,00	4,39	29,35
160x160x20	60,40	1418,85	125,60	4,85	830,00	4,70	47,44
180x180x11	38,80	1216,44	92,47	5,60	716,00	4,85	30,47
180x180x12	42,19	1316,62	100,41	5,59	776,00	4,89	33,12
200x200x12	47,10	1822,78	124,61	6,22	1073,0	5,37	36,97
200x200x14	54,60	2097,0	144,17	6,20	1236,0	5,46	42,80
200x200x20	76,54	2871,47	200,73	6,12	1689,0	5,70	60,08

Таблица Б2 – Сталь прокатная угловая неравнополочная (ГОСТ 8510-86*)


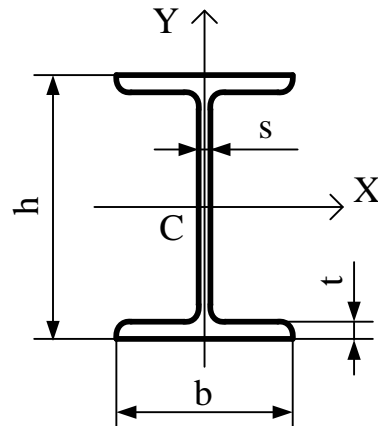
b – ширина полки
 t – толщина полки
 x_0, y_0 – расстояния
 от центра тяжести
 до наружных граней полок

A – площадь сечения
 J – момент инерции
 W – момент сопротивления
 i – радиус инерции
 J_{xy} – центробежный инерции
 G – масса одного метра уголка

Номер профиля	$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$J_{xy}, \text{см}^4$	$x_0,$ см	$y_0,$ см	$G, \text{кг / м}$
45x28x3	2,14	4,41	1,45	1,43	1,32	0,61	0,79	1,38	0,64	1,47	1,68
50x32x3	2,42	6,18	1,82	1,60	1,99	0,81	0,91	2,01	0,72	1,60	1,90
56x36x4	3,58	11,37	3,01	1,78	3,70	1,34	1,02	3,74	0,84	1,82	2,81
63x40x4	4,04	16,33	3,83	2,01	5,16	1,67	1,13	5,25	0,91	2,03	3,17
65x50x5	5,56	23,41	5,20	2,05	12,08	3,23	1,47	9,77	1,26	2,00	4,36
70x45x5	5,59	27,76	5,88	2,23	9,05	2,62	1,27	9,12	1,05	2,28	4,39
75x50x5	6,11	34,81	6,81	2,39	12,47	3,25	1,43	12,00	1,17	2,39	4,79
80x50x5	6,36	41,64	7,71	2,56	12,68	3,28	1,41	13,20	1,13	2,60	4,99
90x56x6	8,54	70,58	11,66	2,88	21,22	4,91	1,58	22,23	1,28	2,95	6,70
90x56x8	11,18	90,87	15,24	2,85	27,08	6,39	1,56	28,33	1,36	3,04	8,77
100x63x6	9,58	98,29	14,52	3,20	30,58	6,27	1,79	31,50	1,42	3,23	7,53
100x63x10	15,47	153,83	23,32	3,15	47,18	9,99	1,75	48,60	1,58	3,40	12,14
100x65x7	11,23	114,05	16,87	3,19	38,32	7,70	1,85	38,00	1,52	3,24	8,81
100x65x8	12,73	138,31	19,11	3,18	42,96	8,70	1,84	42,64	1,56	3,28	9,99
100x65x10	15,67	155,52	23,45	3,15	51,68	10,64	1,82	51,18	1,64	3,37	12,30
110x70x6,5	11,45	142,42	19,11	3,53	45,61	8,42	2,00	46,80	1,58	3,55	8,98



Номер профиля	$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$J_{xy}, \text{см}^4$	$x_0,$ см	$y_0,$ см	G, кг / м
110x70x8	13,93	171,54	23,22	3,51	54,64	10,20	1,98	55,90	1,64	3,61	10,93
125x80x7	14,06	226,53	26,67	4,01	73,73	11,89	2,29	74,70	1,80	4,01	11,04
125x80x8	15,98	255,62	30,27	4,00	80,95	13,47	2,28	84,10	1,84	4,04	12,54
125x80x10	19,70	311,61	37,27	3,98	100,47	16,52	2,26	102,00	1,92	4,14	15,47
125x80x12	23,36	364,79	44,07	3,95	116,84	19,46	2,24	118,00	2,00	4,22	18,34
140x90x8	18,00	363,68	38,25	4,49	119,79	17,19	2,58	121,00	2,03	4,49	14,13
140x90x10	22,24	444,45	47,19	4,47	145,54	21,14	2,56	147,00	2,12	4,58	17,46
160x100x9	22,87	605,97	56,04	5,15	186,03	23,96	2,85	194,00	2,24	5,19	17,96
160x100x10	25,28	666,59	61,91	5,13	204,09	26,42	2,84	213,00	2,28	5,23	19,85
160x100x12	30,04	784,22	73,42	5,11	238,75	31,23	2,82	249,00	2,36	5,32	23,58
160x100x14	34,72	897,19	84,65	5,08	271,60	35,89	2,80	282,00	2,43	5,40	27,26
180x110x10	28,33	952,28	78,59	5,80	276,37	32,27	3,12	295,00	2,44	5,88	22,24
180x110x12	33,69	1122,56	93,33	5,77	324,09	38,20	3,10	348,00	2,52	5,97	26,45
200x125x11	34,87	1449,02	107,31	6,45	446,36	45,98	3,58	465,00	2,79	6,50	27,37
200x125x12	37,89	1568,19	116,51	6,43	481,93	49,85	3,57	503,00	2,83	6,54	29,74
200x125x14	43,87	1800,83	134,64	6,41	550,77	57,43	3,54	575,00	2,91	6,62	34,43
200x125x16	49,77	2026,08	152,41	6,38	616,66	64,83	3,52	643,00	2,99	6,71	39,07

Таблица Б3- Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок (ГОСТ 26020-83)


h – высота двутавра
 b – ширина полки
 s – толщина стенки
 t – толщина полки

A – площадь сечения
 G – масса одного метра двутавра
 J – момент инерции
 W – момент сопротивления
 S – статический момент полусечения
 i – радиус инерции

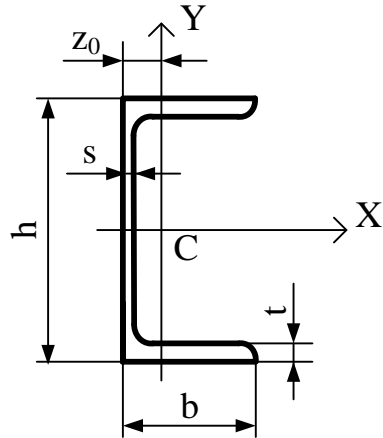
Номер профиля	Размеры, мм				$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$S_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$G, \text{кг/м}$
	h	b	s	t									
Нормальные (балочные) двутавры													
10Б1	100,0	55	4,1	5,7	10,32	171	34,2	19,7	4,07	15,9	5,8	1,24	8,1
12Б1	117,6	64	3,8	5,1	11,03	257	43,8	24,9	4,83	22,4	7,0	1,42	8,7
12Б2	120,0	64	4,4	6,3	13,21	318	53,0	30,4	4,90	27,7	8,6	1,45	10,4
14Б1	137,4	73	3,8	5,6	13,39	435	63,3	35,8	5,70	36,4	10,0	1,65	10,5
14Б2	140,0	73	4,7	6,9	16,43	541	77,3	44,2	5,74	44,9	12,3	1,65	12,9
16Б1	157,0	82	4,0	5,9	16,18	689	87,8	49,5	6,53	54,4	13,3	1,83	12,7
16Б2	160,0	82	5,0	7,4	20,09	869	108,7	61,9	6,58	68,3	16,6	1,84	15,8
18Б1	177,0	91	4,3	6,5	19,58	1063	120,1	67,7	7,37	81,9	18,0	2,04	15,4
18Б2	180,0	91	5,3	8,0	23,95	1317	146,3	83,2	7,41	100,8	22,2	2,05	18,8
20Б1	200,0	100	5,6	8,5	28,49	1943	194,3	110,3	8,26	142,3	28,5	2,23	22,4
23Б1	230,0	110	5,6	9,0	32,91	2996	260,5	147,2	9,54	200,3	36,4	2,47	25,8
26Б1	258,0	120	5,8	8,5	35,62	4024	312,0	176,6	10,63	245,6	40,9	2,63	28,0



26Б2	261,0	120	6,0	10,0	39,70	4654	356,6	201,5	10,83	288,8	48,1	2,70	31,2
Номер профиля	Размеры, мм				$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$S_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	G, кг / м
	h	b	s	t									
30Б1	296	140	5,8	8,5	41,92	6328	427,0	240,0	12,29	390,0	55,7	3,05	32,9
30Б2	299	140	6,0	10,0	46,67	7293	487,8	273,8	12,50	458,6	65,5	3,13	36,6
35Б1	346	155	6,2	8,5	49,53	10060	581,7	328,6	14,25	529,6	68,3	3,27	38,9
35Б2	349	155	6,5	10,0	55,17	11550	662,2	373,0	14,47	622,9	80,4	3,36	43,3
40Б1	392	165	7,0	9,5	61,25	15750	803,6	456,0	16,03	714,9	86,7	3,42	48,1
40Б2	396	165	7,5	11,5	69,72	18530	935,7	529,7	16,30	865,0	104,8	3,52	54,7
45Б1	443	180	7,8	11,0	76,23	24940	1125,8	639,5	18,09	1073,7	119,3	3,75	59,8
45Б2	447	180	8,4	13,0	85,96	28870	1291,9	732,9	18,32	1269,0	141,0	3,84	67,5
50Б1	492	200	8,8	12,0	92,98	37160	1511,0	860,4	19,99	1606,0	160,6	4,16	73,0
50Б2	496	200	9,2	14,0	102,80	42390	1709,0	970,2	20,30	1873,0	187,3	4,27	80,7
55Б1	543	220	9,5	13,5	113,37	55680	2051,0	1165,0	22,16	2404,0	218,6	4,61	89,0
55Б2	547	220	10,0	15,5	124,75	62790	2296,0	1302,0	22,43	2760,0	250,9	4,70	97,9
60Б1	593	230	10,5	15,5	135,26	78760	2656,0	1512,0	24,13	3154,0	274,3	4,83	106,2
60Б2	597	230	11,0	17,5	147,30	87640	2936,0	1669,0	24,39	3561,0	309,6	4,92	115,6
70Б1	691	260	12,0	15,5	164,70	125930	3645,0	2095,0	27,65	4556,0	350,5	5,26	129,3
70Б2	697	260	12,5	18,5	183,60	145912	4187	2393,0	28,19	5437,0	418,2	5,44	144,2
80Б1	791	280	13,5	17,0	203,20	199500	5044	2917,0	31,33	6244,0	446,0	5,54	159,5
80Б2	798	280	14,0	20,5	226,60	232200	5820	3343,0	32,01	7527,0	537,6	5,76	177,9
90Б1	893	300	15,0	18,5	247,10	304400	6817	3964,0	35,09	8365,0	557,6	5,82	194,0
90Б2	900	300	15,5	22,0	272,40	349200	7760	4480,0	35,80	9943,0	662,8	6,04	213,8
100Б1	990	320	16,0	21,0	293,82	446000	9011	5234,0	38,96	11520,0	719,9	6,26	230,6
100Б2	998	320	17,0	25,0	328,90	516400	10350	5980,0	39,62	13710,0	856,9	6,46	258,2
100Б3	1006	320	18,0	29,0	364,00	587700	11680	6736,0	40,18	15900,0	993,9	6,61	285,7
100Б4	1013	320	19,5	32,5	400,60	655400	12940	7470,0	40,45	17830,0	1114,3	6,67	314,5



Номер профиля	Размеры, мм				$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$S_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	G, кг / м
	h	b	s	t									
Колонные двутавры													
20К1	195	200	6,5	10,0	52,82	3820	392	216	8,50	1334	133	5,03	41,5
20К2	198	200	7,0	11,5	59,70	4422	447	247	8,61	1534	153	5,07	46,9
23К1	227	240	7,0	10,5	66,51	6589	580	318	9,95	2421	202	6,03	52,2
23К2	230	240	8,0	12,0	75,77	7601	661	365	10,02	2766	231	6,04	59,5
26К1	255	260	8,0	12,0	83,08	10300	809	445	11,14	3517	271	6,51	65,2
26К2	258	260	9,0	13,5	93,19	11700	907	501	11,21	3957	304	6,52	73,2
26К3	262	260	10,0	15,5	105,90	13560	1035	576	11,32	4544	349	6,55	83,1
30К1	296	300	9,0	13,5	108,00	18110	1223	672	12,95	6079	405	7,50	84,8
30К2	300	300	10,0	15,5	122,70	20930	1395	771	13,06	6980	465	7,54	96,3
30К3	304	300	11,5	17,5	138,72	23910	1573	874	13,12	7881	525	7,54	108,9
35К1	343	350	10,0	15,0	139,70	31610	1843	1010	15,04	10720	613	8,76	109,7
35К2	348	350	11,0	17,5	160,40	37090	2132	1173	15,21	12510	715	8,83	125,9
35К3	353	350	13,0	20,0	184,10	42970	2435	1351	15,28	14330	817	8,81	144,5
40К1	393	400	11,0	16,5	175,80	52400	2664	1457	17,26	17610	880	10,00	138,0
40К2	400	400	13,0	20,0	210,96	64140	3207	1767	17,44	21350	1067	10,06	165,6
40К3	409	400	16,0	24,5	257,80	80040	3914	2180	17,62	26150	1307	10,07	202,3
40К4	419	400	19,0	29,5	308,60	98340	4694	2642	17,85	31500	1575	10,10	242,2
40К5	431	400	23,0	35,5	371,00	121570	5642	3217	18,10	37910	1896	10,11	291,2

Таблица Б4 Швеллеры стальные горячекатаные с уклоном внутренних граней полок (ГОСТ 8240-97)


h – высота швеллера
 b – ширина полки
 s – толщина стенки
 t – толщина полки
 z_0 – расстояние от центра тяжести до наружной грани стенки

A – площадь сечения
 G – масса одного метра швеллера
 J – момент инерции
 W – момент сопротивления
 i – радиус инерции
 S – статический момент полусечения

Номер профиля	Размеры, мм				$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$S_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$z_0, \text{см}$	$G, \text{кг/м}$
	h	b	s	t										
5У	50	32	4,4	7,0	6,16	22,8	9,1	5,59	1,92	5,61	2,75	0,95	1,16	4,84
6,5У	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15,0	9,00	2,54	8,70	3,68	1,08	1,24	5,90
8У	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	23,30	3,16	12,80	4,75	1,19	1,31	7,05
10У	100	46	4,5	7,6	10,90	174,0	34,8	20,40	3,99	20,40	6,46	1,37	1,44	8,59
12У	120	52	4,8	7,8	13,30	304,0	50,6	29,60	4,78	31,20	8,52	1,53	1,54	10,40
14У	140	58	4,9	8,1	15,60	491,0	70,2	40,80	5,60	45,40	11,00	1,70	1,67	12,30
16У	160	64	5,0	8,4	18,10	747,0	93,4	54,10	6,42	63,30	13,80	1,87	1,80	14,20
16аУ	160	68	5,0	9,0	19,50	823,0	103,0	59,40	6,49	78,80	16,40	2,01	2,00	15,30
18У	180	70	5,1	8,7	20,70	1090,0	121,0	69,80	7,24	86,00	17,00	2,04	1,94	16,30
18аУ	180	74	5,1	9,3	22,20	1190,0	132,0	76,10	7,32	105,00	20,00	2,18	2,13	17,40
20У	200	76	5,2	9,0	23,40	1520,0	152,0	87,80	8,07	113,00	20,50	2,20	2,07	18,40
22У	220	82	5,4	9,5	26,70	2110,0	192,0	110,00	8,89	151,00	25,10	2,37	2,21	21,00
24У	240	90	5,6	10,0	30,60	2900,0	242,0	139,00	9,73	208,00	31,60	2,60	2,42	24,00



27У	270	95	6,0	10,5	35,20	4160,0	308,0	10,90	178,00	262,00	37,30	2,73	2,47	27,70
Номер профиля	Размеры, мм				$A, \text{см}^2$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$S_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$z_0, \text{см}$	$G, \text{кг/м}$
	h	b	s	t										
30У	300	100	6,5	11,0	40,50	5810,0	387,0	12,00	224,00	327,00	43,60	2,84	2,52	31,80
33У	330	105	7,0	11,7	46,50	7980,0	484,0	13,10	281,00	410,00	51,80	2,97	2,59	36,50
36У	360	110	7,5	12,6	53,40	10820,0	601,0	14,20	350,00	513,00	61,70	3,10	2,68	41,90
40У	400	115	8,0	13,5	61,50	15220,0	761,0	15,70	444,00	642,00	73,40	3,23	2,75	48,30

ПРИЛОЖЕНИЕ В

РАСЧЕТ СЖАТОГО СТЕРЖНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Таблица В1 Значения коэффициента приведенной длины μ
для центрально сжатых стержней

Схема закрепления концов стержня			
			
$\mu = 1$	$\mu = 0,7$	$\mu = 2$	$\mu = 0,5$

Таблица В2 Значения коэффициентов формулы Ясинского
и предельной гибкости

МАТЕРИАЛ	λ _{пред.}	σ _к , МПа	σ _г , МПа
Сталь	100	310	1,14
Чугун	80	776	12
Древесина (сосна)	110	29,3	0,194

Для чугуна $F_{кр} = A \cdot (a - b\lambda + c\lambda^2)$, где $c=0,053$ МПа.

**Таблица В3 Значения коэффициента φ продольного изгиба
для центрально-сжатых элементов**

Гибкость λ	Сталь	Чугун	Алюми- ний	Железо- бетон	Бетон В20	Древесина (сосна, ель)
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	0.99	0.97	1.00	1.00	1.00	0.99
20	0.97	0.91	1.00	1.00	0.96	0.97
30	0.95	0.81	0.83	1.00	0.90	0.93
40	0.92	0.69	0.70	1.00	0.84	0.87
50	0.89	0.57	0.57	1.00	0.76	0.80
60	0.86	0.44	0.45	0.83	0.70	0.71
70	0.81	0.34	0.35	0.73	0.63	0.61
80	0.75	0.26	0.27	0.64	0.57	0.49
90	0.69	0.20	0.21	0.57	0.51	0.38
100	0.60	0.16	0.17	0.52	0.45	0.31
110	0.52	-	0.14	-	-	0.25
120	0.45	-	0.12	-	-	0.22
130	0.40	-	0.10	-	-	0.18
140	0.36	-	0.09	-	-	0.16
150	0.32	-	0.08	-	-	0.14
160	0.29	-	-	-	-	0.12
170	0.26	-	-	-	-	0.11
180	0.23	-	-	-	-	0.10
190	0.21	-	-	-	-	0.09
200	0.19	-	-	-	-	0.08
210	0.17	-	-	-	-	0.07
220	0.16	-	-	-	-	0.06