Министерство путей сообщения Российской Федерации
Дальневосточный государственный университет путей сообщения

Кафедра
«Строительная механика»

Бобушев С.А.
Пахомов В.Л.
Соколов Г. П.

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Часть II

Задания к выполнению контрольных работ
для студентов заочной формы обучения

Хабаровск
2001 г.

УДК 539.3/.6(075.8)
ББК Ж 121 я 73
Б 727

Рецензент:
Доцент кафедры "Строительная механика" Дальневосточного государственного университета путей сообщения,
кандидат технических наук
В.А. Бобрин

Бобушев С.А., Пахомов В.Л., Соколов Г.П.
Б 727 Сопротивление материалов: Задания для выполнения контрольных работ для студентов заочной формы обучения. Часть II. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2001. - 24 с.: ил.

Представлены задания для выполнения контрольных расчетно-графических работ № 4, 5, 6 по основным разделам дисциплины "Сопротивление материалов".

Изложены общие требования и методические рекомендации по выполнению контрольных работ.

Задания предназначены для студентов технических специальностей заочной формы обучения.

© Издательство Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС), 2001

ВВЕДЕНИЕ

Наука о сопротивлении материалов по праву считается одной из важнейших дисциплин в инженерной практике. Дисциплина «Сопротивление материалов» является одним из разделов механики деформируемого твердого тела, в котором изучаются проблемы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и сооружений. Отличительной чертой «Сопротивления материалов» от остальных разделов механики деформируемого твердого тела является то, что данная дисциплина исследует поведение под нагрузкой отдельных конструктивных элементов в виде стержней. Основной задачей данной дисциплины является изучение основных понятий и принципов, используемых в расчетах на прочность, жесткость, устойчивость в стержнях и простейших стержневых конструкциях.

Успешное освоение «Сопротивления материалов» в значительной степени зависит от самостоятельной работы студентов, поэтому при изучении этой дисциплины важнейшее значение имеют контрольные расчетно-графические работы. Они охватывают наиболее важные разделы курса и существенно облегчают его изучение.

Вторая часть дисциплинькурса сопротивления материалов основывается на положениях и принципах, рассмотренных в первой части, и предусматривает основательную проработку студентами вопросов, изученных ранее.

Предлагаемые задачи предназначены для студентов заочной формы обучения, обучающихся по следующим специальностям:

1709 – подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудования (СДМ);

1507 – локомотивы (Л);

1807 – электрический транспорт (ЭПС);

1508 – вагоны (В);

2903 – промышленное и гражданское строительство (ПГС);

2908 – водоснабжение и водоотведение (ВиВ);

2909 – строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство (СЖД);

2911 – мосты и транспортные тоннели (МТ).

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Исходные данные для выполнения контрольных работ по сопротивлению материалов студент должен взять из таблиц, приводимых в каждой задаче, *в строгом соответствии с личным номером (шифром) зачетной книжки. Контрольные работы, выполненные с отступлением от шифра, не подлежат проверке, как не соответствующие заданию*.

Исходные данные для каждой задачи приведены по тексту в табличной форме. Для выбора из таблицы исходных данных задачи своего варианта необходимо три последние цифры своего шифра написать дважды, а затем под шестью цифрами подписать буквы : *а, б, в, г, д, е*.

Например, при шифре 97-СЖД-34, это будет выглядеть так:

3	4	7	3	4	7
а	*б*	*в*	*г*	*д*	*е .*

Цифра над буквой *а* укажет, какую строку следует брать из столбца *а*, над буквой *б* – из столбца *б* и т.д.

2. Контрольная работа должна выполняться на бумаге формата А4 (297х210 мм).

3. Контрольная работа должна иметь титульный лист. На титульном листе указывают:

- название высшего учебного заведения;
- название кафедры;
- номер контрольной работы;
- фамилию, имя и отчество студента;
- учебный шифр;
- дату выполнения работы;
- точный почтовый адрес с индексом (см. приложение);

4. Все расчеты и пояснения в контрольной работе оформляются только на одной стороне листа (обратная сторона листа используется для замечаний преподавателя и для исправления возможных ошибок). С левой стороны листа оставляют поле шириной 25 мм.

5. Перед решением каждой задачи необходимо выписать ее условие *с числовыми, а не с буквенными данными и дать чертеж с числовыми размерами, строго соблюдая масштаб.*

6. Все чертежи, расчетные схемы и эпюры выполняются на отдельных листах. Эпюры внутренних усилий должны быть выполнены строго под расчетной схемой. Все эпюры обязательно должны быть построены в масшта-

бе, озаглавлены, заштрихованы и на них должны быть указаны все характерные ординаты (в том числе экстремальные значения).

7. Решение должно сопровождаться краткими, последовательными пояснениями, не допускающими различных толкований, и аккуратными схемами. При затруднениях, встречающихся в ходе выполнения контрольных работ, полезно обращаться к аналогичным задачам, имеющимся в учебной литературе.

8. Все расчеты должны выполняться с точностью до трех-четырех значащих цифр (независимо от местоположения запятой). Размерности величин указываются после окончательных вычислений. После буквенных выражений и в промежуточных числовых записях единицы измерения не указываются.

9. Все листы, включая титульный, должны быть аккуратно сброшюрованы, страницы и рисунки – пронумерованы. В конце контрольной работы указывается дата ее выполнения и ставится подпись студента.

10. После получения проверенной работы студент должен исправить все ошибки с учетом сделанных ему замечаний. По каждой контрольной работе перед зачетом или экзаменом проводится собеседование. В процессе собеседования могут быть заданы вопросы как теоретического характера, так и небольшие дополнительные задачи, решая которые студент должен показать хорошее знание теории и полученные расчетные навыки.

11. Студенты выполняют контрольные работы в соответствии со своей специальностью в сроки, установленные учебным планом.

Состав задач, входящих в контрольные работы*

Контрольная работа	Задача	Специальность	Срок сдачи
№ 4. Статически неопределимые системы	10, 11	Все	январь-февраль
№ 5. Сложное сопротивление	12, 13, 14	Все	февраль-март
№ 6. Расчеты на устойчивость, динамику, выносливость	15, 16,17, 18	Все	апрель-май

*Примечание: состав контрольных работ может варьироваться в зависимости от изменения учебных планов.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4. Расчет статически неопределимых систем

Задача № 10

Абсолютно жесткий брус (рис. 1), имеющий одну шарнирно-неподвижную опору и прикрепленный к земле двумя тягами из упруго-пластического материала, нагружен переменной по значению силой F. Площади поперечных сечений тяг – A_1 и A_2, модуль упругости $E=2\cdot10^5$ МПа, предел текучести материала тяг $\sigma_т=240$ МПа, допускаемое напряжение

$$[\sigma]=\frac{\sigma_т}{k},$$

где коэффициент запаса прочности k =1,5.

Требуется:

1) вычертить расчетную схему в определенном масштабе;
2) найти в зависимости от силы F значения усилий в тягах;
3) определить в процессе увеличения силы F ее значение, при котором напряжение в одной из тяг достигнет предела текучести;
4) определить в процессе роста силы ее предельное значение в предположении, что несущая способность обеих тяг исчерпана;
5) найти значения грузоподъемности из расчета по методу допускаемых напряжений и методу разрушающих нагрузок при одном и том же коэффициенте запаса прочности. Сопоставить результаты и сделать вывод.

Исходные данные к задаче 10

Номер		Площади, см^2		Размеры, м				
строки	схемы	A_1	A_2	a	b	c	l_1	l_2
1	1	2	12	1,1	1,1	1,1	0,6	0,6
2	2	3	11	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8
3	3	4	10	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0
4	4	5	9	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2
5	5	6	8	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
6	6	7	7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
7	7	8	6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
8	8	9	5	1,8	1,8	1,8	2,0	2,0
9	9	10	4	1,9	1,9	1,9	2,2	2,2
0	0	11	3	1,0	1,0	1,0	2,4	2,4
	е	*а*	*б*	*д*	*г*	*в*	*е*	*а*

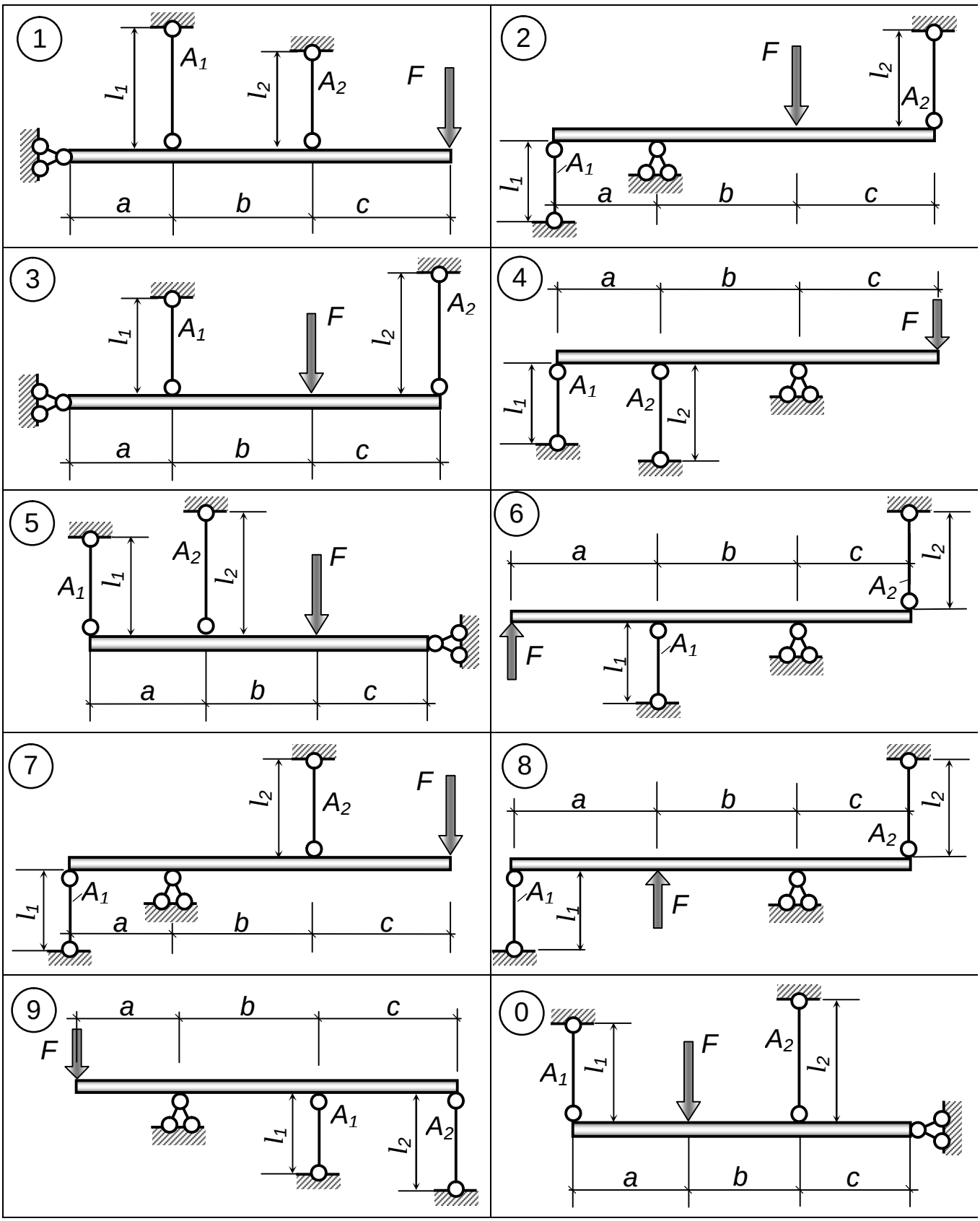

Рис. 1. Схемы к задаче 10

Задача № 11

Для статически неопределимой балки постоянного двутаврового поперечного сечения (рис. 2) требуется:

1) построить эпюры изгибающих моментов M_x, поперечных сил Q_y и выполнить необходимые проверки;
2) подобрать номер прокатного двутавра из условия прочности при $[\sigma]$=160 МПа;
3) руководствуясь эпюрой изгибающих моментов M_x и условиями закрепления балки, изобразить вид упругой оси.

Исходные данные к задаче 11

Номер		Размеры, м			Нагрузки		
строки	схемы	*a*	*b*	*c*	*q, кН/м*	*F, кН*	*m, кНм*
1	1	1,1	1,1	1,1	5	20	70
2	2	1,2	1,2	1,2	10	25	65
3	3	1,3	1,3	1,3	15	30	60
4	4	1,4	1,4	1,4	20	35	55
5	5	1,5	1,5	1,5	25	40	50
6	6	1,6	1,6	1,6	30	45	45
7	7	1,7	1,7	1,7	35	50	40
8	8	1,8	1,8	1,8	40	55	35
9	9	1,9	1,9	1,9	45	60	30
0	0	1,0	1,0	1,0	50	65	25
	е	*а*	*б*	*в*	*е*	*г*	*д*

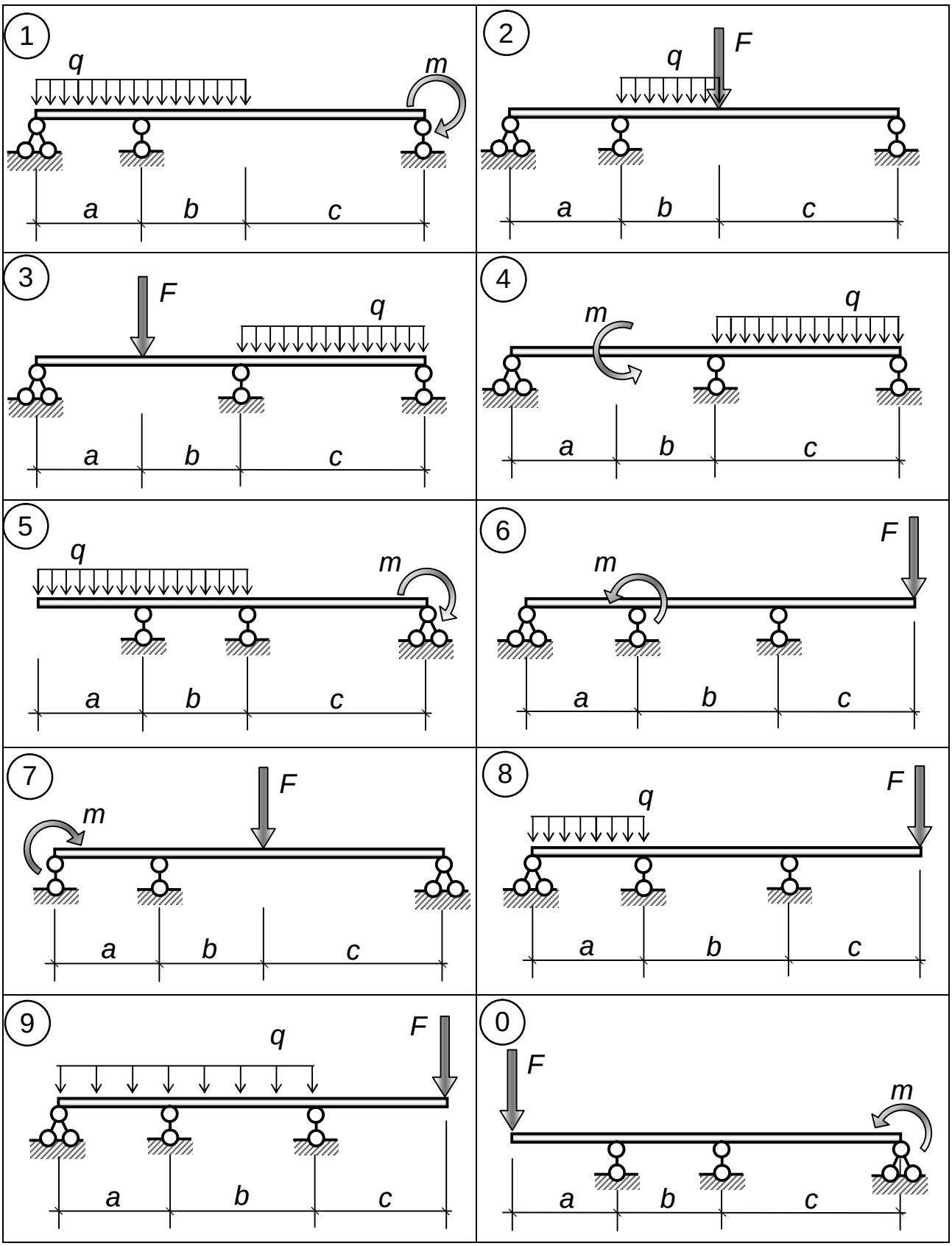

Рис. 2. Схемы к задаче 11

ОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5. Сложное сопротивление

Задача № 12

Деревянная балка прямоугольного поперечного сечения (рис. 3) загружена в соответствии с рис. 4.

Требуется:

1) найти размеры поперечного сечения балки из условия прочности при [σ] =12 МПа;
2) построить эпюру распределения нормальных напряжений σ в одном из опасных сечений.

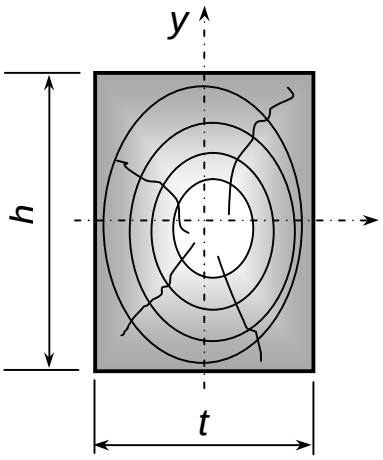

Рис. 3 Схема поперечного сечения балки

Исходные данные к задаче 12

Номер		Размеры, м			h / t	Нагрузка, кН	
строки	схемы	*a*	*b*	*c*		F_1	F_2
1	1	0,4	0,4	0,4	1,1	5	6
2	2	0,5	0,5	0,5	1,2	6	7
3	3	0,6	0,6	0,6	1,3	7	8
4	4	0,7	0,7	0,7	1,4	8	9
5	5	0,8	0,8	0,8	1,5	9	10
6	6	0,9	0,9	0,9	1,6	10	11
7	7	1,0	1,0	1,0	1,7	11	12
8	8	1,1	1,1	1,1	1,8	12	13
9	9	1,2	1,2	1,2	1,9	13	14
0	0	1,3	1,3	1,3	2,0	14	15
	е	*а*	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*

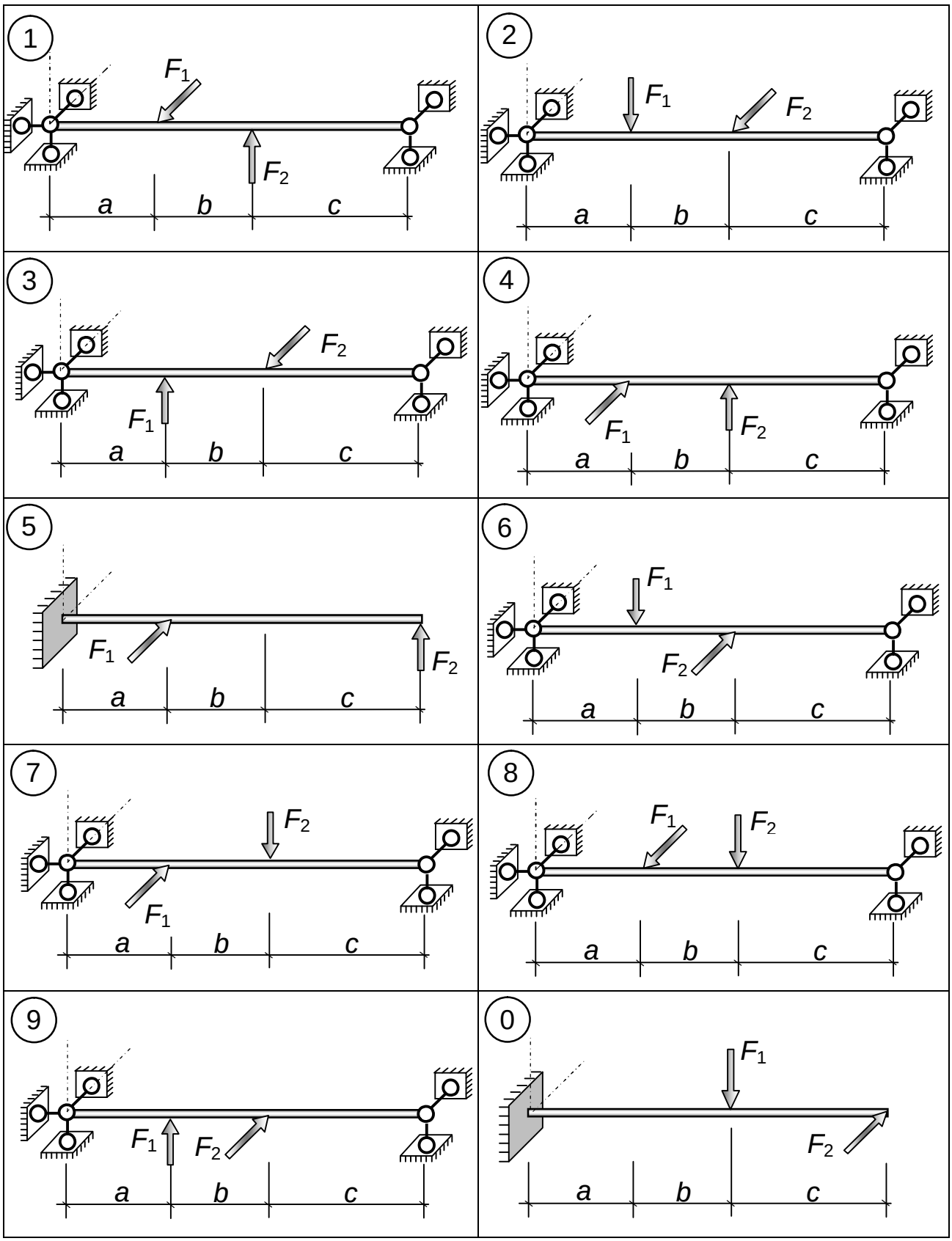

Рис. 4. Схемы к задаче 12

Примечание: Предполагается, что шарнирно опертые балки не могут вращаться относительно продольной оси.

Задача № 13

Для стержня, загруженного по схеме (рис. 5) и имеющего поперечное сечение (рис. 6), требуется:

1) привести внешнюю нагрузку к главным осям стержня (*x, y z*), построить эпюры внутренних усилий;
2) определить грузоподъемность данной конструкции [*F*] при [σ] = 20 Мпа;
3)* построить ядро сечения.

Исходные данные к задачам 13

Номер			Размеры				k_1	k_2
стро-ки	схемы							
	загружения (рис. 5)	поперечного сечения (рис.6)	*a, м*	*b, м*	*c, м*	*d, см*		
1	0	1	0.4	0.5	0.6	6	0.5	1.5
2	1	2	0.5	0.6	0.7	8	0.6	1.6
3	2	3	0.6	0.7	0.8	10	0.7	1.7
4	3	4	0.7	0.8	0.9	12	0.8	1.8
5	4	5	0.8	0.9	1.0	14	0.9	1.9
6	5	6	0.9	0.8	0.9	16	0.4	2.0
7	6	7	1.0	0.7	0.8	14	0.5	2.1
8	7	7	0.9	0.6	0.7	12	0.6	2.2
9	8	9	0.8	0.5	0.6	10	0.7	2.3
0	9	0	0.7	0.4	0.5	8	0.8	2.4
	б	*в*	*а*	*б*	*в*	*г*	*в*	*е*

*Примечание: п. 3 данной задачи выполняют только студенты строительных специальностей (МТ, ПГС, СЖД, ВиВ).

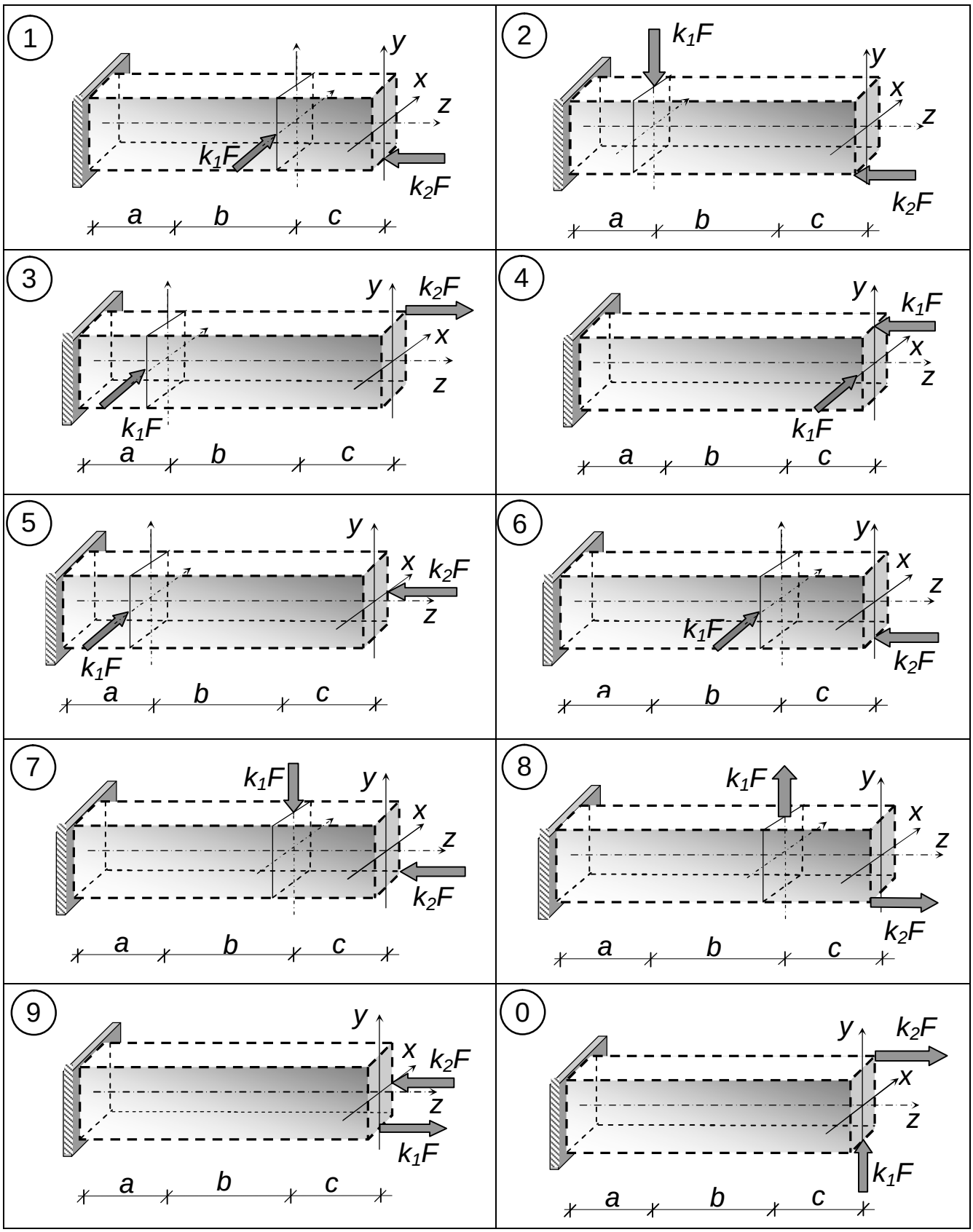

Рис. 5. Схемы нагрузки к задаче 13
(фактическая форма поперечного сечения показана на рис. 6)

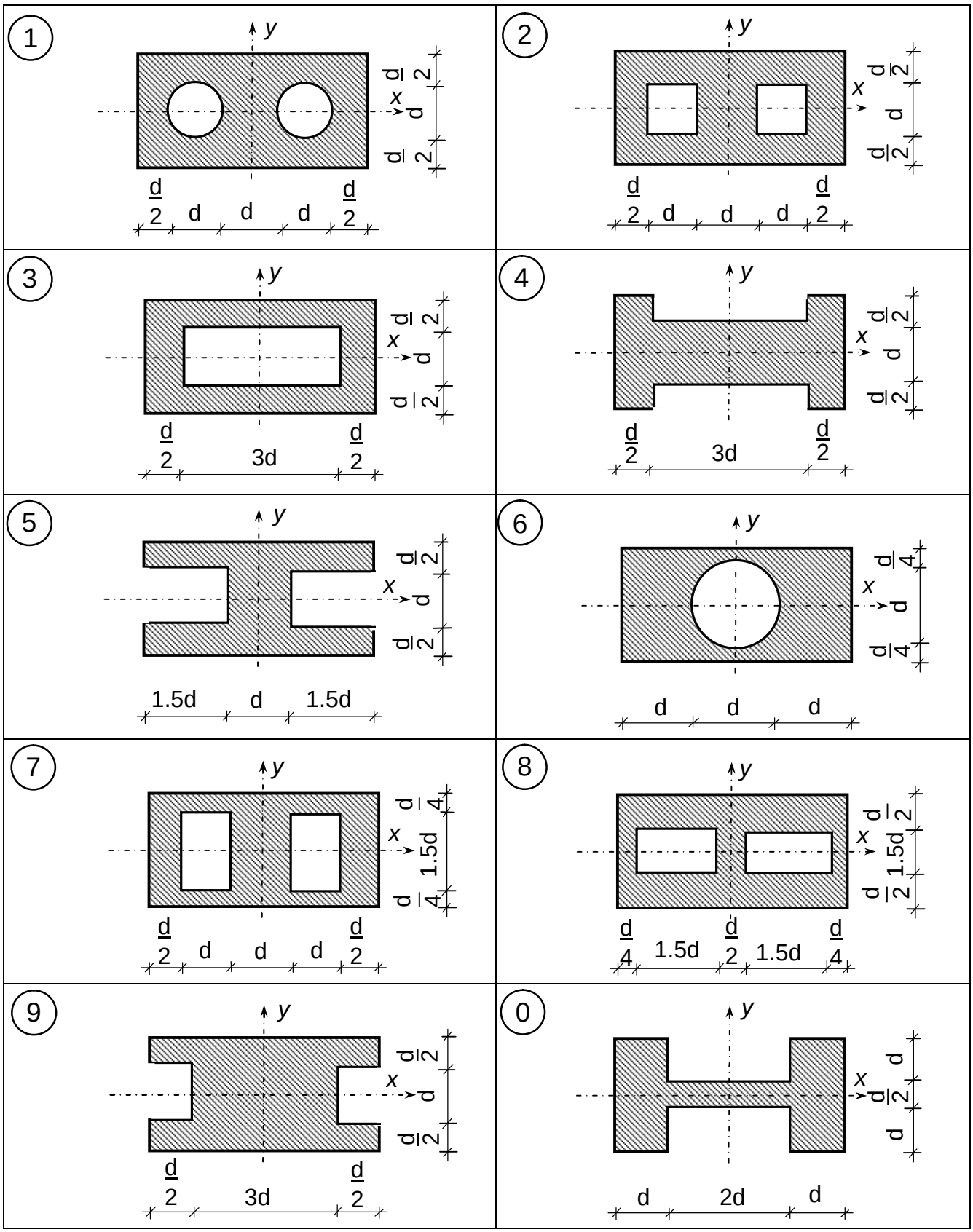

Рис. 6. Схемы поперечных сечений к задаче 13

Задача № 14

Стальной ломаный брус, состоящий из стержней круглого поперечного сечения, загружен системой сил в соответствии с рис. 7. Проверить прочность бруса на участке АВ, используя 3-ю теорию прочности при [σ] = 160 МПа.

Исходные данные к задаче 14

Номер		Размеры				Нагрузка, кН	
строки	схемы загружения	*a, м*	*b, м*	*c, м*	*d, см*	F_1	F_2
1	1	0.3	0.4	0.5	12	10	5
2	2	0.4	0.5	0.6	13	12	6
3	3	0.5	0.6	0.7	14	14	7
4	4	0.6	0.7	0.8	15	16	8
5	1	0.7	0.8	0.5	16	18	9
6	2	0.6	0.7	0.6	12	20	10
7	3	0.5	0.6	0.7	13	18	9
8	4	0.4	0.5	0.8	14	16	8
9	1	0.3	0.4	0.7	15	14	7
0	2	0.4	0.3	0.6	16	12	6
	в	*а*	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*

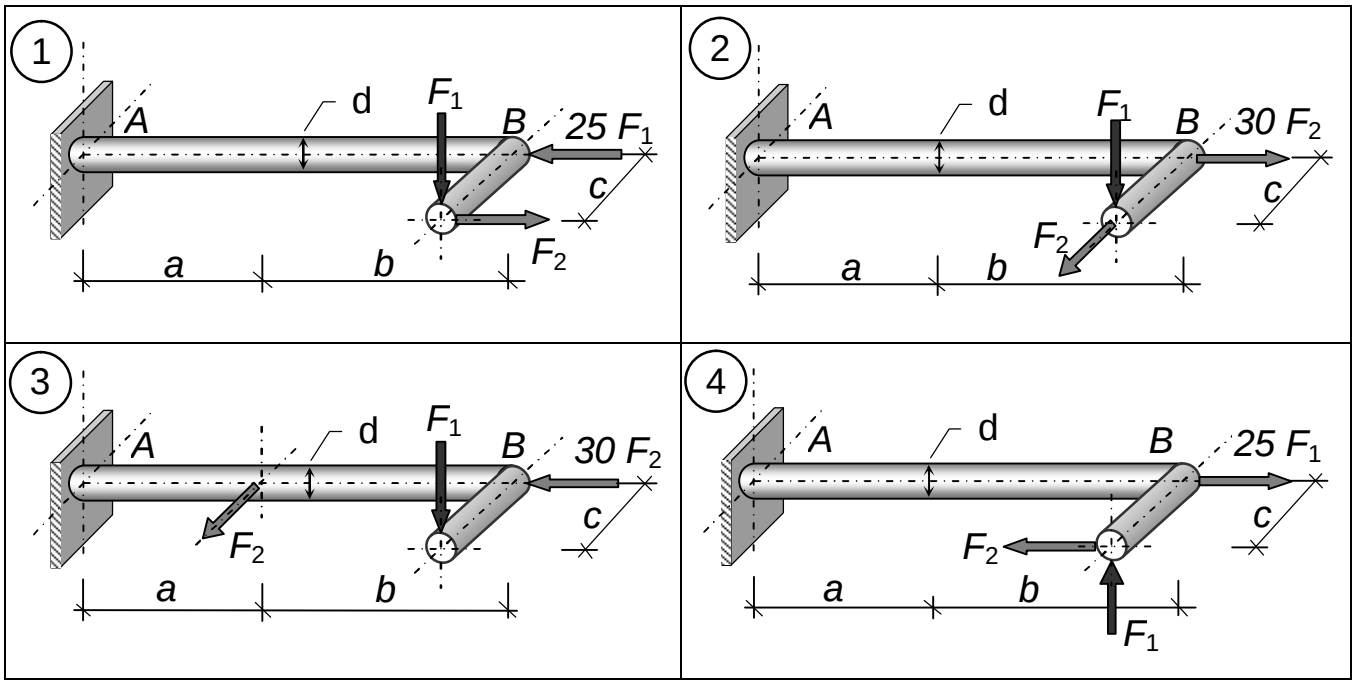

Рис. 7. Схемы к задаче 14

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 6. Расчеты на устойчивость, динамику и выносливость

Задача № 15

Для центрально сжатой стальной стойки, закрепленной в соответствии с рис. 9, при [σ] = 160 МПа, требуется:

1) определить грузоподъемность $[F]$ стойки, имеющей двутавровое поперечное сечение (рис. 8, а), из условия устойчивости;
2) найти критическую силу $F_{кр}$ и коэффициент запаса по устойчивости, принимая модуль упругости стали $E=2\cdot10^5$ МПа, предел текучести $\sigma_т=240$ МПа, предел пропорциональности $\sigma_{пц}$ = 200 МПа, коэффициенты формулы Ясинского a = 310 МПа, b = 1,14 МПа;

3)* загружая стойку нагрузкой [*F*], определенной в п.1 данной задачи, подобрать поперечное сечение в виде:

а) кольца с соотношением внутреннего и наружного диаметров α (рис. 8, б);

б) составного сечения из двух прокатных профилей (рис. 8, в) (подбор сечения провести исходя из условия равноустойчивости в обеих плоскостях: $\lambda_x = \lambda_y$).

*Примечание: студенты механических специальностей (Т, В, ЭПС, СДМ) выполняют п. 3, а данной задачи; студенты строительных специальностей (МТ, ПГС, ВиВ, СЖД) выполняют п. 3, б.

Исходные данные к задаче 15

Номер				$\alpha = \frac{d}{D}$	*l, м*
строки	схемы закрепления (рис. 9)	двутавра (рис. 8, а)	схемы составного сечения (рис. 8, в)		
1	1	24	1	0,70	2,4
2	2	27	2	0,72	2,6
3	3	30	3	0,74	2,8
4	4	33	1	0,76	3,0
5	5	36	2	0,78	3,2
6	6	40	3	0,80	3,4
7	7	45	1	0,82	3,6
8	8	50	2	0,84	3,8
9	2	55	3	0,87	4,0
0	5	60	1	0,90	4,2
	е	*а*	*в*	*г*	*д*

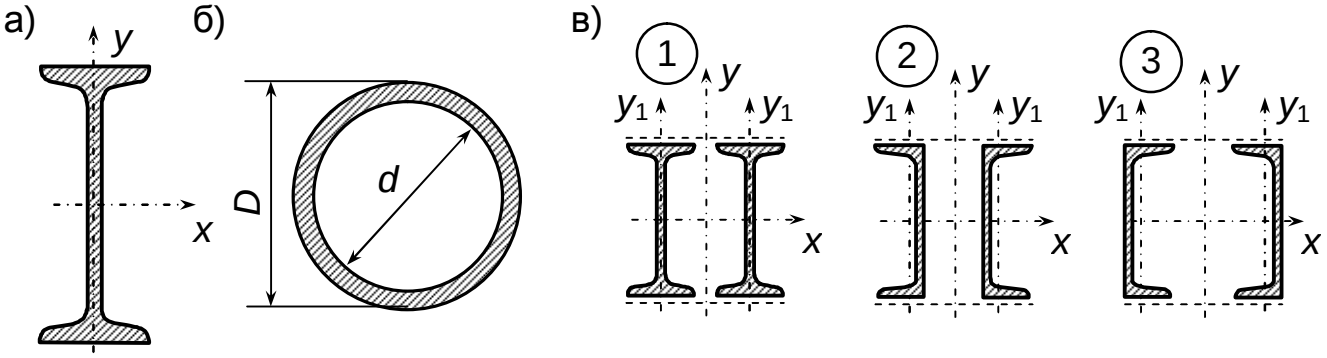

Рис. 8. Схемы поперечных сечений стойки: а – двутавровое, б – кольцевое, в – составное

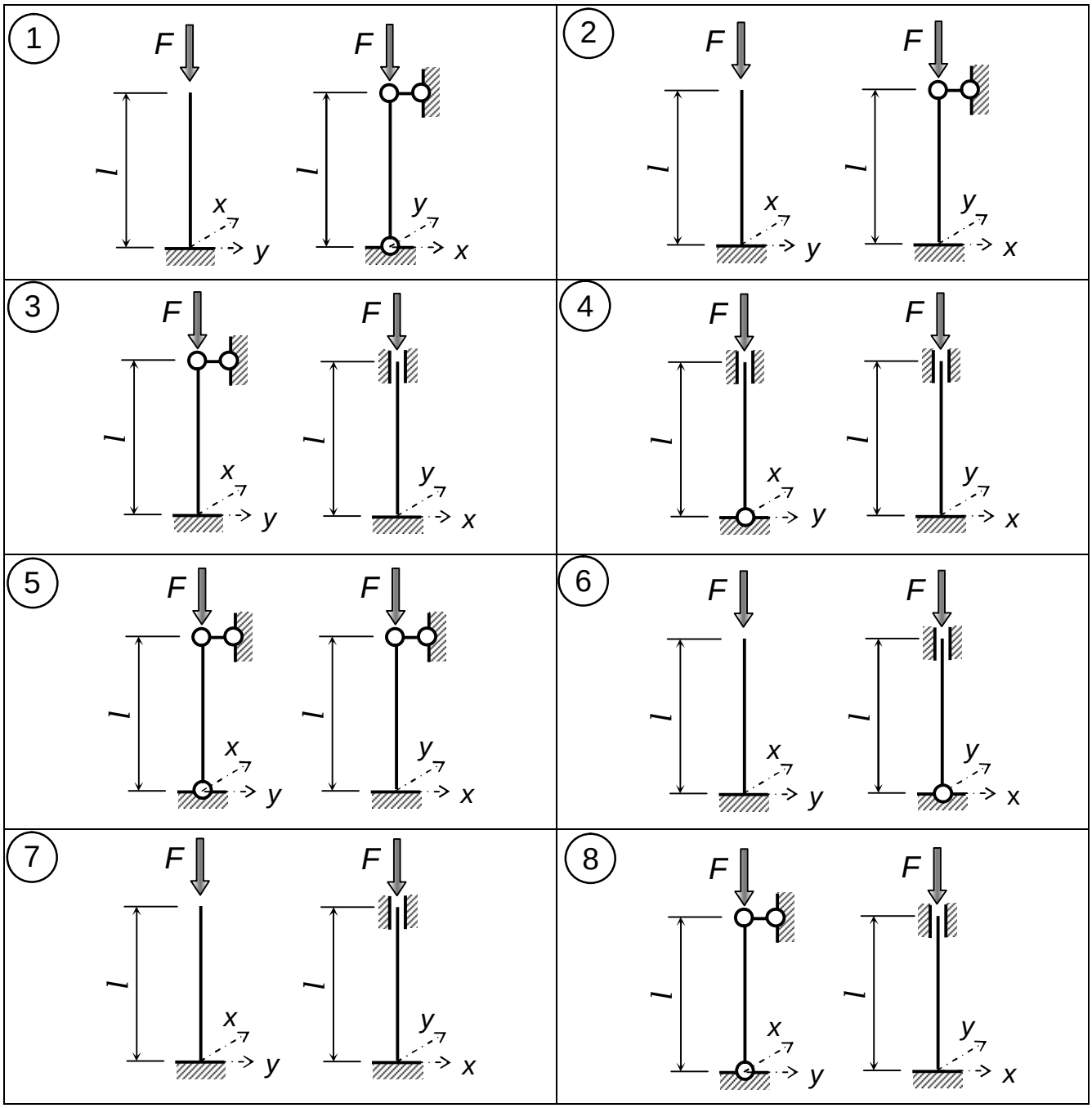

Рис. 9. Схемы к задаче 15

ЗАДАЧА №16

Груз массой *m* падает с высоты *h* на двутавровую стальную балку (рис. 10). Проверить прочность балки при допускаемых напряжениях [σ] = 160 МПа.

Исходные данные к задаче 16

Номер			Размеры, м			*m, кг*	*h, см*
строки	схемы	двутавра	*a*	*b*	*c*		
1	1	24	0,4	0,4	0,4	100	1
2	2	27	0,5	0,5	0,5	150	2
3	3	30	0,6	0,6	0,6	200	3
4	4	33	0,7	0,7	0,7	250	4
5	1	36	0,8	0,8	0,8	300	5
6	2	40	0,9	0,9	0,9	350	6
7	3	45	1,0	1,0	1,0	400	5
8	4	50	1,1	1,1	1,1	450	4
9	1	55	1,2	1,2	1,2	500	3
0	2	60	1,3	1,3	1,3	550	2
	е	*а*	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*

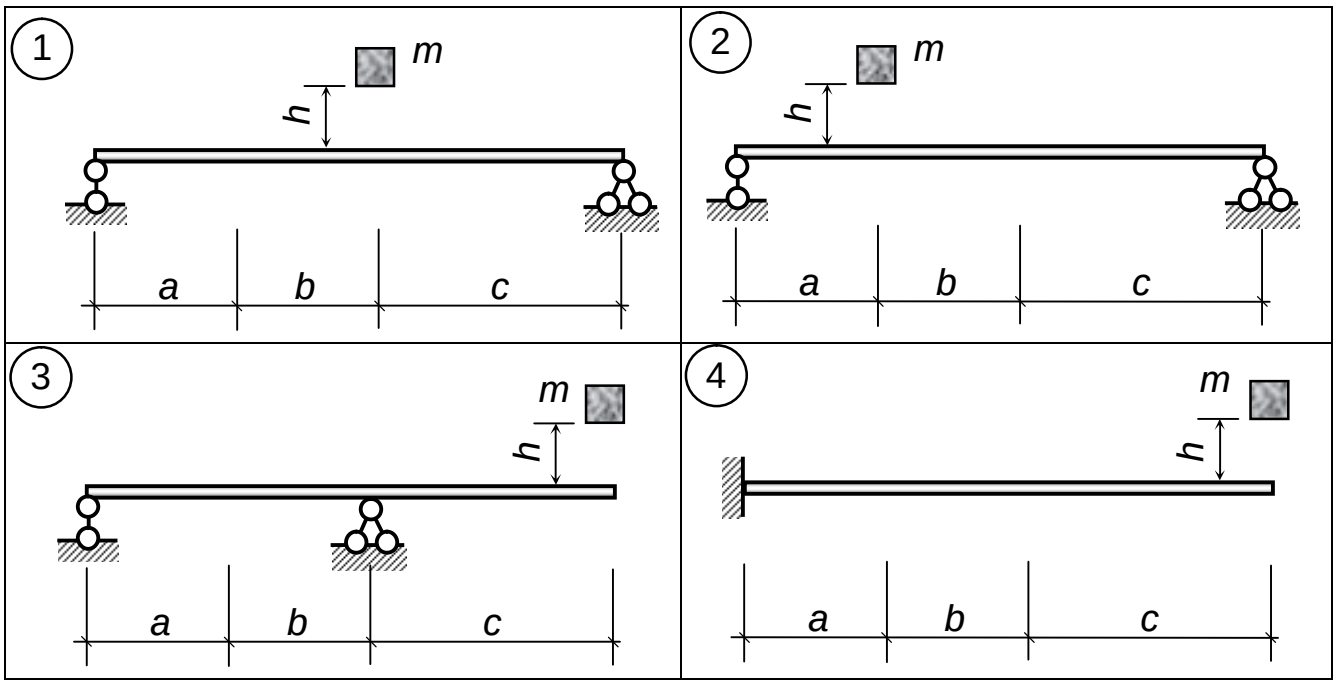

Рис. 10. Схемы к задаче 16

ЗАДАЧА №17

Электромотор массой *M* установлен на стальной двутавровой балке. Частота вращения ротора мотора – *n*, масса неуравновешенных частей – *m*, эксцентриситет – *e* (рис.11).

Пренебрегая массой балки, требуется:

1) проверить балку на резонанс;
2) проверить прочность балки при [σ] = 160 МПа.

Исходные данные к задаче 17

Номер			Размеры, м			Характеристики нагрузки			
строки	схемы	двутавра	*a*	*b*	*c*	*M, кг*	*m, кг*	*n, об/мин*	*e, см*
1	2	24	0,4	0,4	0,4	400	60	500	0,10
2	3	27	0,5	0,5	0,5	450	70	550	0,12
3	4	30	0,6	0,6	0,6	500	80	600	0,14
4	1	33	0,7	0,7	0,7	550	90	650	0,16
5	2	36	0,8	0,8	0,8	600	100	700	0,18
6	3	40	0,9	0,9	0,9	650	110	750	0,20
7	4	45	1,0	1,0	1,0	700	120	800	0,23
8	1	50	1,1	1,1	1,1	750	130	850	0,26
9	2	55	1,2	1,2	1,2	800	140	900	0,30
0	3	60	1,3	1,3	1,3	850	150	1000	0,35
	е	*б*	*б*	*в*	*а*	*д*	*е*	*а*	*е*

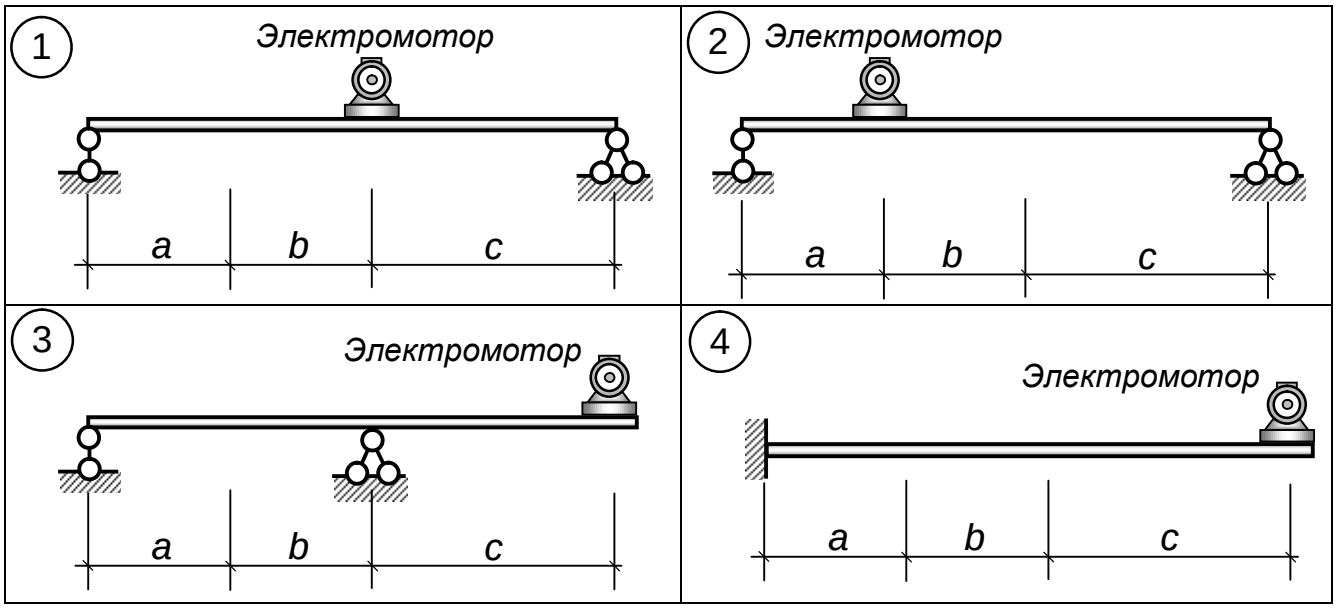

Рис. 11. Схемы к задаче 17

ЗАДАЧА №18

Клапанная пружина имеет размеры: средний диаметр витка – *D,* диаметр проволоки пружины — *d* (рис.12). Сила, сжимающая пружину при закрытии клапана, – F_{min}; сила, сжимающая пружину в момент полного открытия клапана, – F_{max}. Материал проволоки пружины – хромованадиевая сталь, имеющая следующие механические характеристики: предел текучести – $\tau_т$, предел выносливости при симметричном цикле – τ_{-1}, предел выносливости при отнулевом (пульсирующем) цикле – τ_0.

Пружина имеет эффективный коэффициент концентрации напряжений k_τ, коэффициент влияния качества обработки поверхности β и масштабный коэффициент ε_τ.

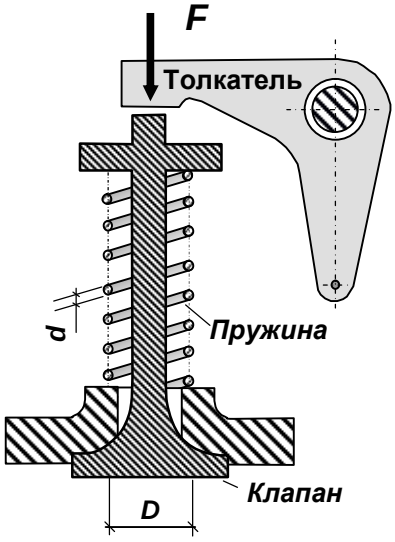

Рис. 12. Схема к задаче 18

Требуется:

1) определить максимальное τ_{max} и минимальное τ_{min} напряжения в проволоке пружины и вычислить коэффициент асимметрии цикла *R*;
2) найти среднее τ_m и амплитудное τ_a напряжения цикла;
3) построить в масштабе схематизированную диаграмму предельных амплитуд (в осях τ_m , τ_a), используя механические характеристики стали $\tau_т$, τ_{-1}, τ_0;

4) вычислить коэффициент запаса прочности и сравнить его с коэффициентом, полученным по диаграмме предельных амплитуд (графически).

Исходные данные к задаче 18

Номер строки	*D, мм*	*d, мм*	F_{max}, *Н*	F_{min}, *Н*	t_m, МПа	t_{-1}, МПа	t_0, МПа	Коэффициенты		
								k_t	b	e_t
1	40	3,6	240	60	900	460	780	1,05	0,85	0,99
2	41	3,7	230	65	910	470	790	1,06	0,84	0,98
3	42	3,8	220	70	920	480	800	1,07	0,83	0,97
4	43	3,9	210	75	930	490	810	1,08	0,82	0,96
5	44	4,0	200	80	940	500	820	1,09	0,81	0,95
6	45	4,1	190	85	900	460	780	1,05	0,85	0,99
7	46	4,2	180	90	910	470	790	1,06	0,84	0,98
8	47	4,3	170	95	920	480	800	1,07	0,83	0,97
9	48	4,4	160	100	930	490	810	1,08	0,82	0,96
0	50	4,5	150	105	940	500	820	1,09	0,81	0,95
	а	*е*	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*	*а*	*б*	*в*

ПРИЛОЖЕНИЕ

МПС РФ
Дальневосточный государственный
университет путей сообщения

Кафедра
«Строительная механика»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

Тема: «Статически неопределимые системы»

Выполнил:
Иванов Петр Васильевич
96-ПГС-544
67506, г.Тында, Амурской обл.
Красная Пресня, д. 4, кв. 16.

2001

Рис. 13. Пример оформления обложки контрольной работы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1995. – 560 с.

2. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 624 с.

3. Сопротивление материалов. Учеб. для вузов / Под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Высшая школа, 1975. – 500 с.

4. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1979. – 560 с.

5. Степин П.А. Сопротивление материалов: Учеб. для немашиностроит. специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1983. – 303 с.

6. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов: Учеб. пособие для втузов / И.Н. Миролюбов, С.А. Енгалычев, Н.Д. Сергиевский и др. – М.: Высшая школа, 1985. – 400 с.

7. Справочник по сопротивлению материалов. / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев / – Киев: Наукова думка, 1988. – 736 с.

8. Любошиц М.И., Ицкович Г.М. Справочник по сопротивлению материалов. – Минск: Вышэйшая школа, 1969. – 464 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ 4
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4. Статически неопределимые системы 6
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5. Сложное сопротивление 10
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 6. Расчеты на прочность, динамику и выносливость 16
ПРИЛОЖЕНИЕ 22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 23

Поз. 6.74
План 2001 г.

Сергей Алексеевич Бобушев
Виктор Леонидович Пахомов
Геннадий Павлович Соколов

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ.
Задания к выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения. Часть II.

* * *

Редактор М.В. Бережная Корректор Г.Ф.Иванова Техн. редактор И.А. Нильмаер

Подписано в печать 12.07.01. ЛР № 021068 от 01.08.1998 г. ПЛД № 79-19 от 19.01.2000 г.
Печать офсетная. Бумага тип. № 2. Формат 60x84/16. Печ. л. 1,5. Зак. 162. Тираж 400.
Цена 12 р.

* * *

Издательство ДВГУПС.
680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47.

Министерство путей сообщения
Российской Федерации
Дальневосточный государственный
университет путей сообщения

Кафедра
«Строительная механика»

Бобушев С.А.
Пахомов В.Л.
Соколов Г.П.

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Часть II

Задания к выполнению контрольных работ
для студентов заочной формы обучения

Хабаровск
2001