

**Министерство путей сообщения Российской Федерации
Дальневосточный Государственный университет путей сообщения**

Кафедра «Строительная механика»

Подлежит возврату

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

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

**Задания на контрольные работы для студентов
заочной формы обучения**

**Хабаровск
2000 г.**

УДК
БК

Бобушев С.А., Пахомов В.Л., Соколов Г.П. Строительная механика: Задания на контрольные работы для студентов заочной формы обучения. - Хабаровск: ДВГУПС, 1999. -

В учебно-методической разработке представлены задания на контрольные работы по строительной механике для студентов-заочников

Рис. 10, табл. 10, список лит. – 4 назв.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент Бобрин В.А.

ВВЕДЕНИЕ

Строительная механика - это наука о расчете сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при действии на них внешних воздействий. Учебная дисциплина "Строительная механика", как и "Сопротивление материалов", является одним из разделов механики деформируемого твердого тела. Отличие строительной механики от сопротивления материалов заключается в том, что в курсе сопротивления материалов исследуется поведение под нагрузкой отдельных конструктивных элементов, а в курсе строительной механики - сооружения в целом. Основной задачей дисциплины "Строительная механика" является изучение методов определения внутренних усилий, возникающих в инженерных конструкциях; получение наиболее рациональных и экономически целесообразных систем.

Изучение учебной дисциплины "Строительная механика" создает необходимую подготовку для изучения курсов расчета и проектирования строительных конструкций, мостов и тоннелей, машин и механизмов и др. Успешное освоение курса строительной механики в значительной степени зависит от самостоятельной работы студентов. Поэтому при изучении курса «Строительная механика» важнейшее значение имеют контрольные расчетно-графические работы. Они охватывают наиболее важные разделы курса и существенно облегчают его изучение.

Контрольные задания, приведенные в данном курсе, относятся к разделу "Статика сооружений", где изучается работа стержневых конструкций под воздействием статических нагрузок.

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

1709 *Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование (СДМ)*

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)*

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ

1. Контрольная работа выполняется на гладкой или клетчатой писчей бумаге формата А4 (297х210 мм).

2. Контрольная работа должна иметь титульный лист. На титульном листе должны быть указаны следующие сведения (прил.1):

- название высшего учебного заведения;
- название кафедры;
- номер контрольной работы;
- фамилия, имя и отчество студента;
- учебный шифр;
- дата выполнения работы;
- точный почтовый адрес с индексом;

3. Исходные данные для индивидуальных заданий на контрольные работы по строительной механике студент должен взять из приводимых далее таблиц **в строгом соответствии со своим личным номером (шифром). Контрольные работы, выполненные с отступлением от шифра, не рассматриваются, как не соответствующие заданию.**

Для выбора исходных данных своей задачи из таблицы надо 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-347 это будет выглядеть так:

3	4	7	3	4	7
а	б	в	г	д	е

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

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). На левой стороне листа оставляется поле шириной 25 мм для сшивки листов.

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

6. Все чертежи, расчетные схемы, эпюры, линии влияния и пр. аккуратно выполняются на отдельных листах. Эпюры и линии влияния внутренних усилий должны быть выполнены строго под расчетной схемой. Все графики обяза-

тельно должны быть построены в масштабе, озаглавлены, заштрихованы и на них должны быть указаны все характерные ординаты.

7. Решение должно сопровождаться краткими, последовательными и грамотными пояснениями и аккуратными схемами. При затруднениях, встречающихся в ходе выполнения контрольных работ, полезно обращаться к аналогичным задачам, имеющимся в учебниках.

8. Все расчеты должны выполняться с достаточной, но не излишней точностью, вполне достаточна точность вычислений до трех-четырех значащих цифр (независимо от местоположения запятой). Единицы измерения именованных величин указываются обязательно, но только после окончательных числовых значений в результатах расчетов. После буквенных выражений и в промежуточных числовых записях единицы измерения не указывают.

9. Все листы должны быть аккуратно сброшюрованы, а страницы и рисунки – пронумерованы. В конце расчета указывается дата его выполнения и подпись студента.

10. После получения проверенной работы студент должен исправить все ошибки с учетом сделанных ему указаний. 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 прочность полученных расчетных навыков и понимание теории.

Состав контрольных работ по "Строительной механике"

Таблица 1

Специальность	№№ контрольных работ	Задачи	Сроки исполнения	Специальность	№№ контрольных работ	Задачи	Сроки исполнения
СЖД, ПГС, МТ	1	1	ноябрь-декабрь	ВиВ	1	1	ноябрь-декабрь
	2	2	декабрь-январь		2	4,5	декабрь-январь
	3	3	январь-февраль	СДМ	1	3	ноябрь-декабрь
	4	4,5	февраль-март		2	4,5	декабрь-январь
	5	6	март-апрель	В	1	8	ноябрь-декабрь
	6	7	апрель-май		2	4,5	декабрь-январь

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

ЗАДАЧА № 1

«Расчет многопролетной статически определимой балки»

Для многопролетной статически определимой шарнирной балки (рис.1), нагруженной постоянной по длине распределенной нагрузкой требуется:

1. Построить "поэтажную" схему балки, проверить геометрическую неизменяемость системы.
2. Построить эпюры внутренних усилий M и Q от постоянной нагрузки.
3. Построить линии влияния изгибающего момента и перерезывающей силы в сечениях k_1 и k_2 , опорной реакции в ближайшей к сечению k_2 опоре.
4. Загрузить построенные линии влияния постоянной нагрузкой и сопоставить результаты с полученными в п.2.
5. Загрузить линии влияния (в сечении k_1) подвижной нагрузкой НК-80 (см. прил. 3) и определить экстремальные усилия в указанных сечениях.

Исходные данные к задаче 1

Таблица 2

Номер		Размеры, м			$q, \text{кН/м}$	№ сечений	
строки	схемы	a	b	c		k_1	k_2
1	1	2	3	4	10	9	4
2	2	3	4	5	20	2	6
3	3	4	5	6	30	9	7
4	4	5	6	2	40	2	8
5	5	6	5	4	50	2	7
6	6	5	4	3	60	3	6
7	7	4	3	2	70	2	4
8	8	3	2	6	80	3	8
9	9	5	6	4	90	5	4
0	0	4	5	2	100	3	7
	в	а	б	в	д	е	з

Примечание: В случае расположения сечения k_1 или k_2 на промежуточной опоре при построении линий влияния внутренних усилий рассматривается сечение слева или справа от опоры по усмотрению студента.

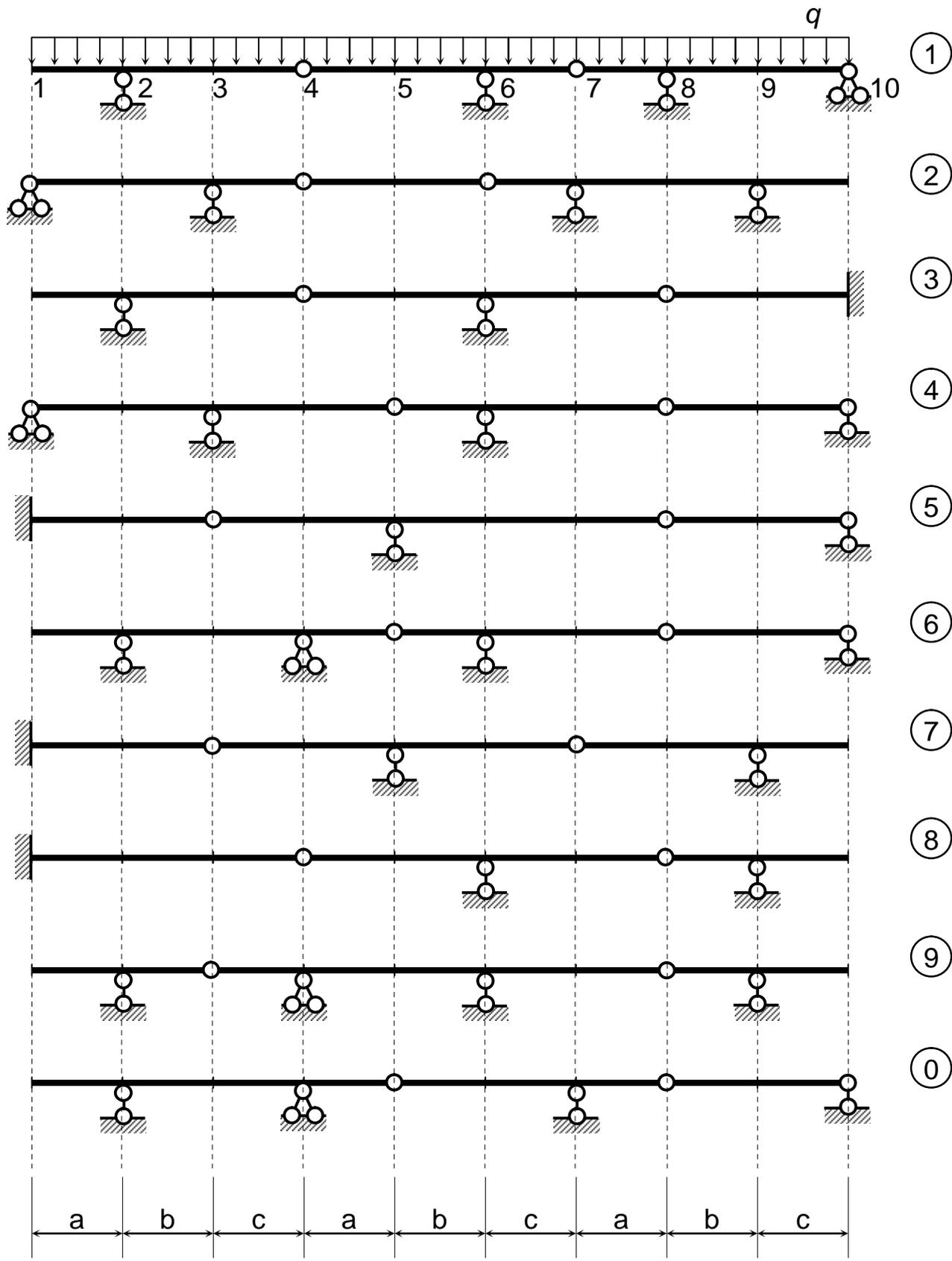


Рис.1 Схемы многопролетных балок

ЗАДАЧА № 2

«Расчет трехшарнирной арки»

Для заданной трехшарнирной арки (рис.2) требуется:

1. Построить эпюры изгибающих моментов, перерезывающих и продольных сил от заданной нагрузки.
2. Построить линии влияния распора, изгибающего момента, перерезывающей и нормальной сил в сечении "к".
3. Загрузить построенные линии влияния постоянной нагрузкой и сопоставить результаты с полученными в п.2.

Исходные данные к задаче 2

Таблица 3

номер		парабола		окружность		Сечение <i>k</i>	сосредоточенная сила		распределенная нагрузка	
строки	схемы	<i>l</i> , м	<i>f/l</i> , м	<i>R</i> , м	α , град		положение	величина, кН	Участок	интенсивность кН/м
1	1	20	0.5	25	80	1	2	100	А-2	10
2	2	24	0.4	30	72	2	3	150	А-3	20
3	1	28	0.3	35	64	3	4	200	А-4	30
4	2	32	0.2	40	56	4	5	250	А-С	40
5	1	36	0.3	45	48	5	6	300	3-4	50
6	2	40	0.4	50	40	6	5	350	3-5	40
7	1	44	0.5	55	44	5	4	400	3-6	30
8	2	48	0.4	60	52	4	3	450	3-В	20
9	1	52	0.3	65	60	3	2	500	С-5	10
0	2	56	0.2	70	68	2	6	550	С-6	50
	в	д	г	д	г	б	б	а	б	г

Примечание: При выборе исходных данных для схемы 1 использовать геометрические параметры окружности, для схемы 2- квадратной параболы.

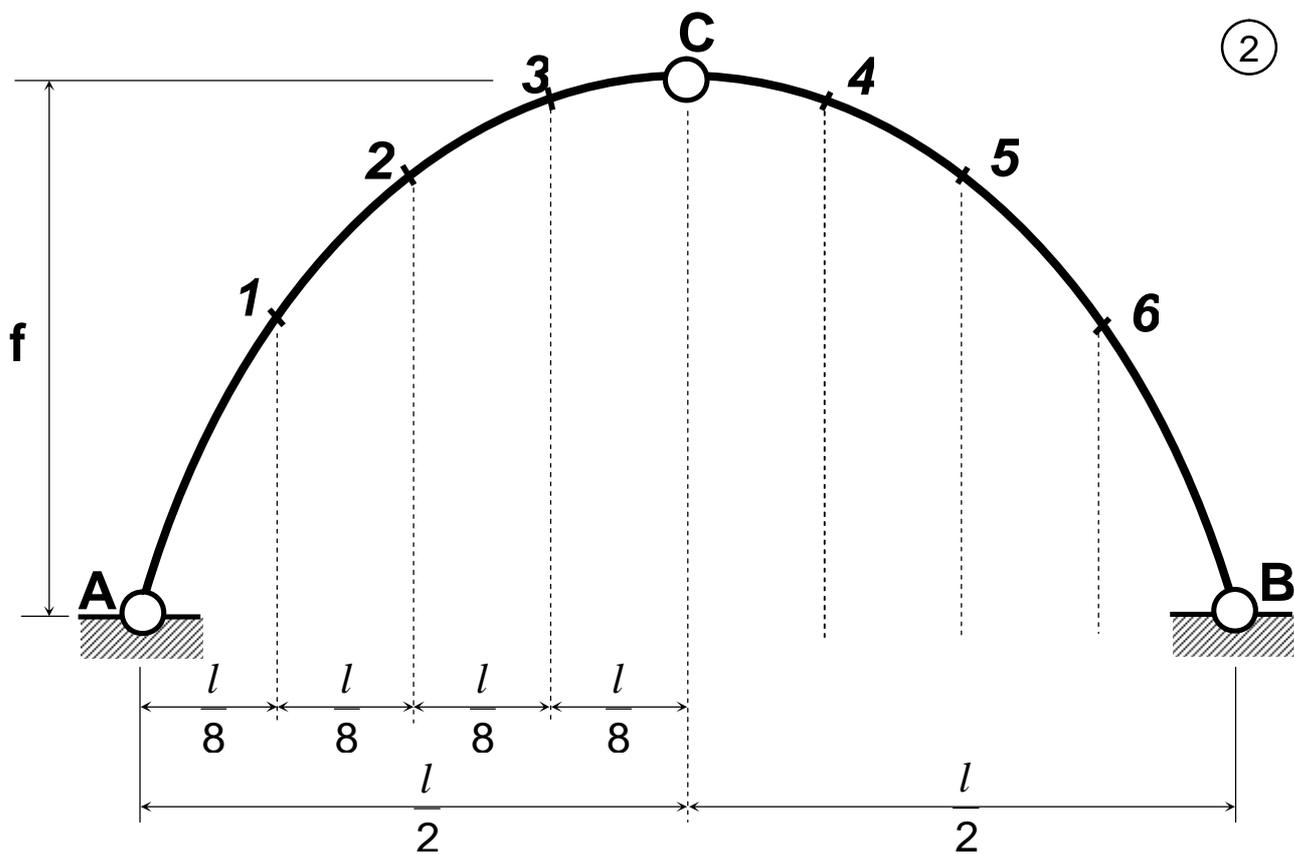
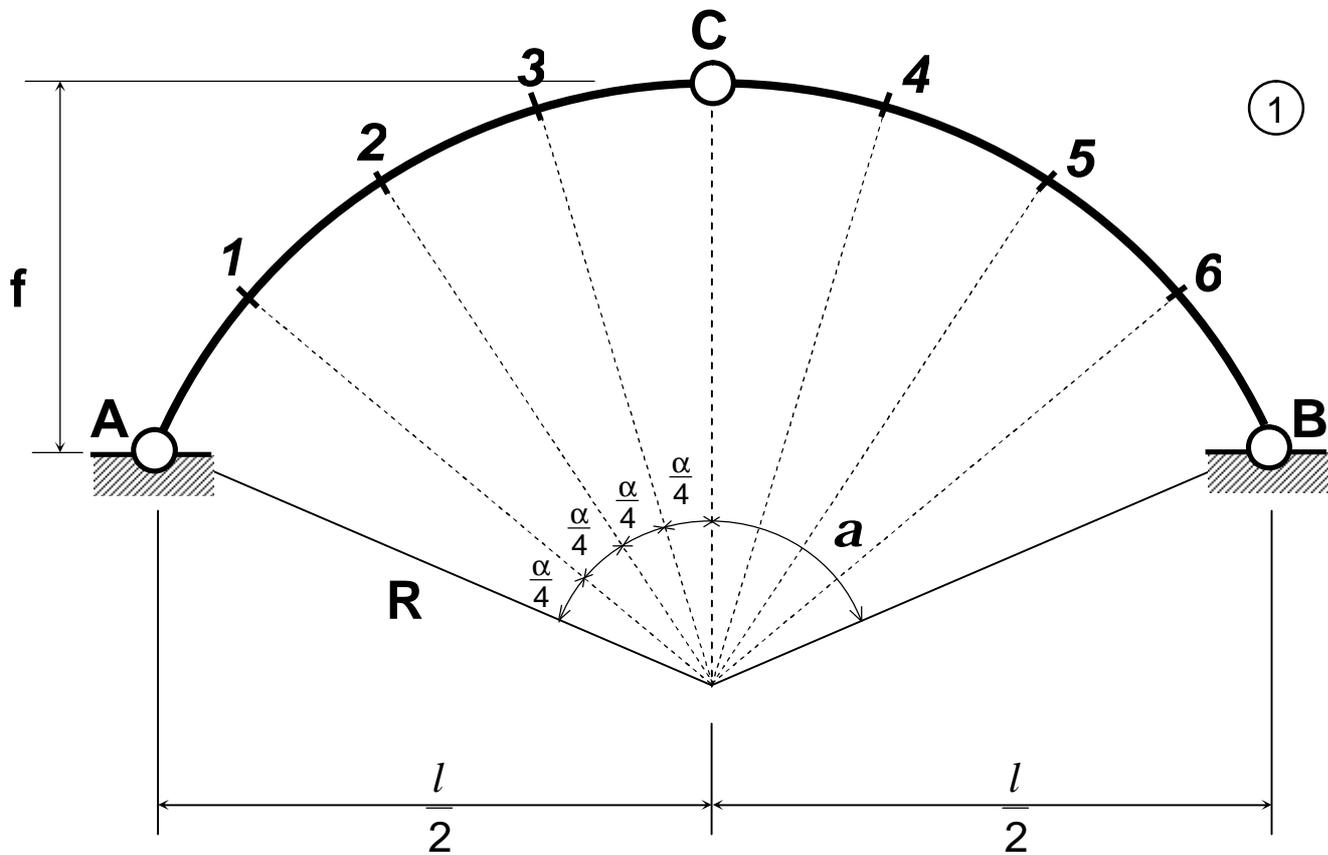


Рис. 2 Схемы трехшарнирной арки

ЗАДАЧА № 3

«Расчет статически определимой фермы на постоянную и подвижную нагрузку.»

Для заданной фермы (рис. 3, 4) требуется:

1. Аналитически определить усилия в четырех указанных стержнях от постоянной равномерно распределенной нагрузки q (грузовой пояс расположен в уровне опор).
2. Построить линии влияния усилий в этих же стержнях (езда осуществляется по поясу, в котором располагаются опоры).
3. Загрузить построенные линии влияния постоянной нагрузкой и сопоставить результаты с полученными в п. 1.
4. Загрузить линии влияния в исследуемых стержнях подвижной железнодорожной нагрузкой класса К (см. прил. 2).
5. Определить экстремальные усилия в этих стержнях.

Исходные данные к задаче 3

Таблица 4

Номер		L , м	q , кН/м	Усилия				Класс нагрузки К
строки	схемы			U	O	D	V	
1	1	32	20	2	3	4	5	8
2	2	40	25	3	4	5	6	10
3	3	48	30	4	5	6	7	12
4	4	56	35	5	6	7	2	14
5	5	64	40	6	7	8	3	14
6	6	72	50	7	2	1	4	12
7	7	80	60	2	4	6	3	10
8	8	88	80	3	5	7	4	8
9	9	96	100	4	6	2	5	10
0	0	104	120	5	7	3	6	12
	в	б	д	б	в	д	е	з

Примечание: 1. Студенты специальности **МТ** производят расчет шпренгельной фермы (рис.4), студенты остальных специальностей производят расчет ферм с простой решеткой (рис. 3);

2. Высота ферм h принимается в зависимости от длины фермы l :
при $0 \leq l \leq 50$ м $h=0,15l$; при $l > 50$ м $h=0,2l$.

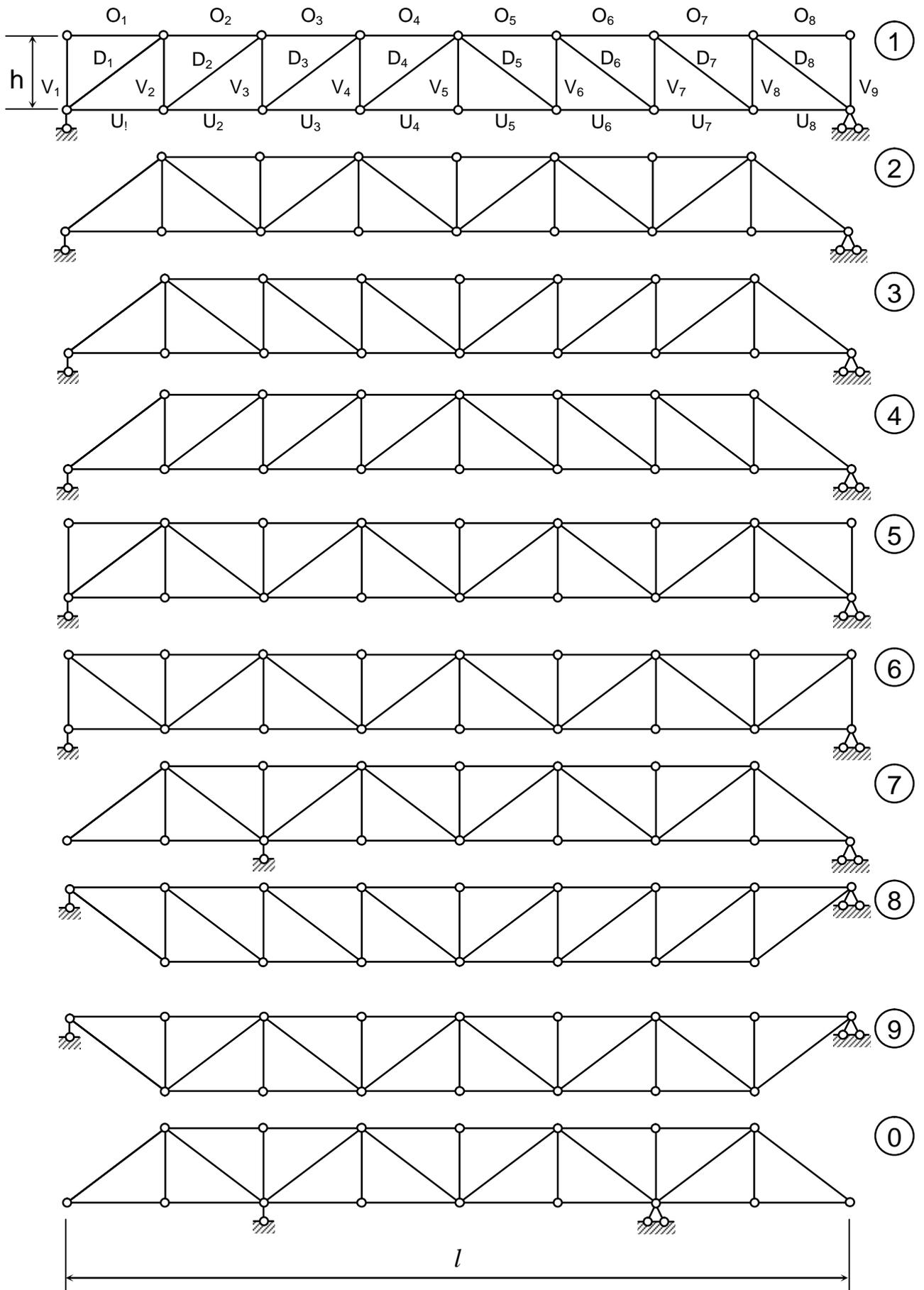


Рис. 3 Схемы ферм с простой решеткой

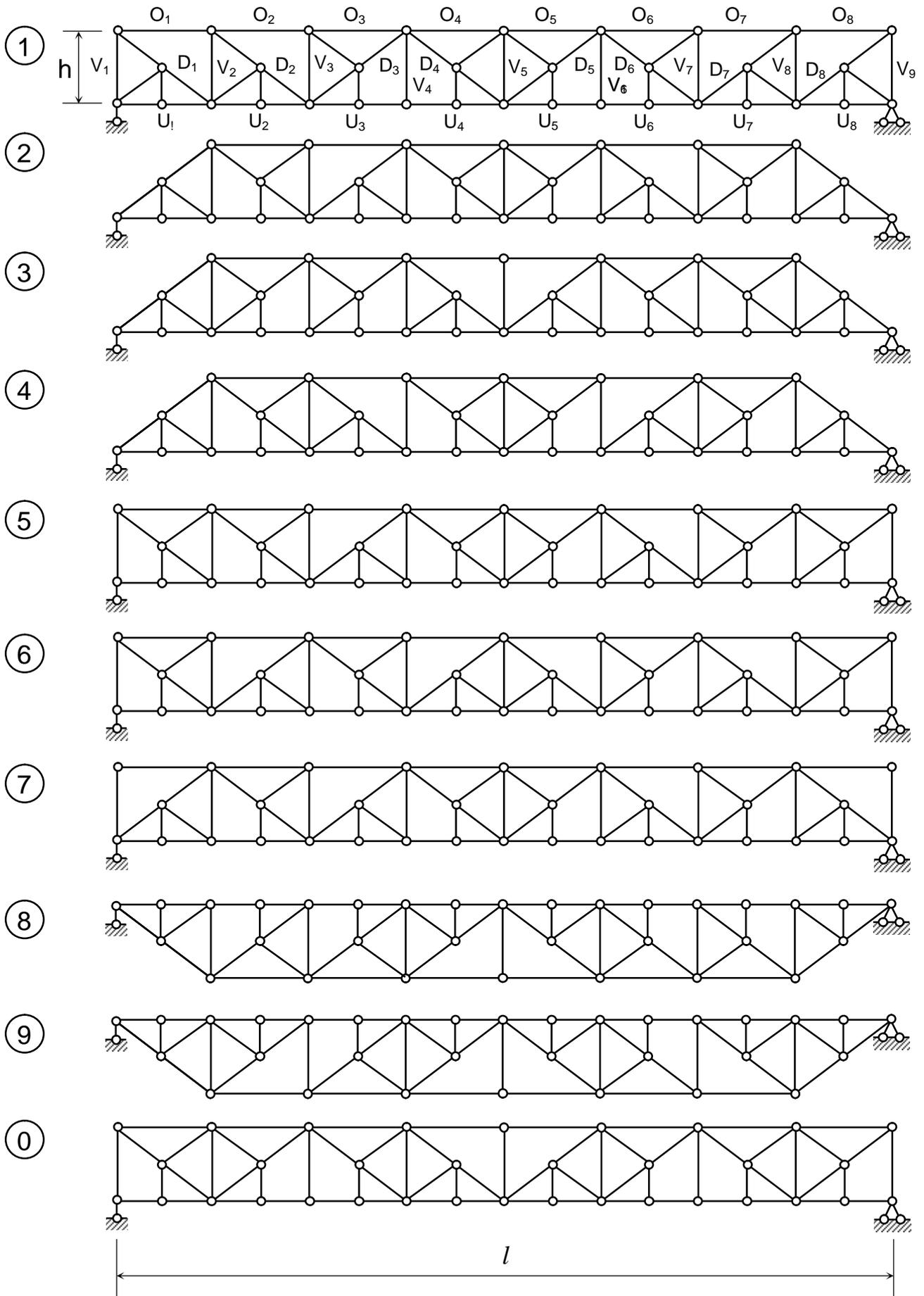


Рис.4 Схемы шпренгельных ферм

ЗАДАЧА № 4

«Расчет статически неопределимой рамы методом сил.»

Для заданной статически неопределимой рамы (рис. 5) требуется построить эпюры внутренних усилий M , Q , N от постоянной нагрузки и проверить их.

Исходные данные к задачам 4, 5

Таблица 5

Номер		Размеры, м			k	Нагрузка			
строки	схемы	a	b	c		F_1 , кН	F_2 , кН	q_1 , кН/м	q_2 , кН/м
1	1	2	3	4	0.5	20	0	10	0
2	2	3	4	5	0.75	0	20	0	10
3	3	4	5	6	1.5	30	0	15	0
4	4	6	7	8	2	0	30	0	15
5	5	7	6	5	2.5	40	0	20	0
6	6	6	5	4	3	0	40	0	20
7	7	5	4	3	3.5	50	0	25	0
8	8	4	3	2	4	0	50	0	25
9	9	3	2	3	3	60	0	30	0
0	0	7	6	4	2	0	60	0	30
	в	а	б	в	б	д	д	е	е

ЗАДАЧА № 5

«Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений.»

Для заданной статически неопределимой рамы (рис. 6) требуется построить эпюры внутренних усилий M , Q , N от постоянной нагрузки и проверить их (исходные данные взять в табл. 5).

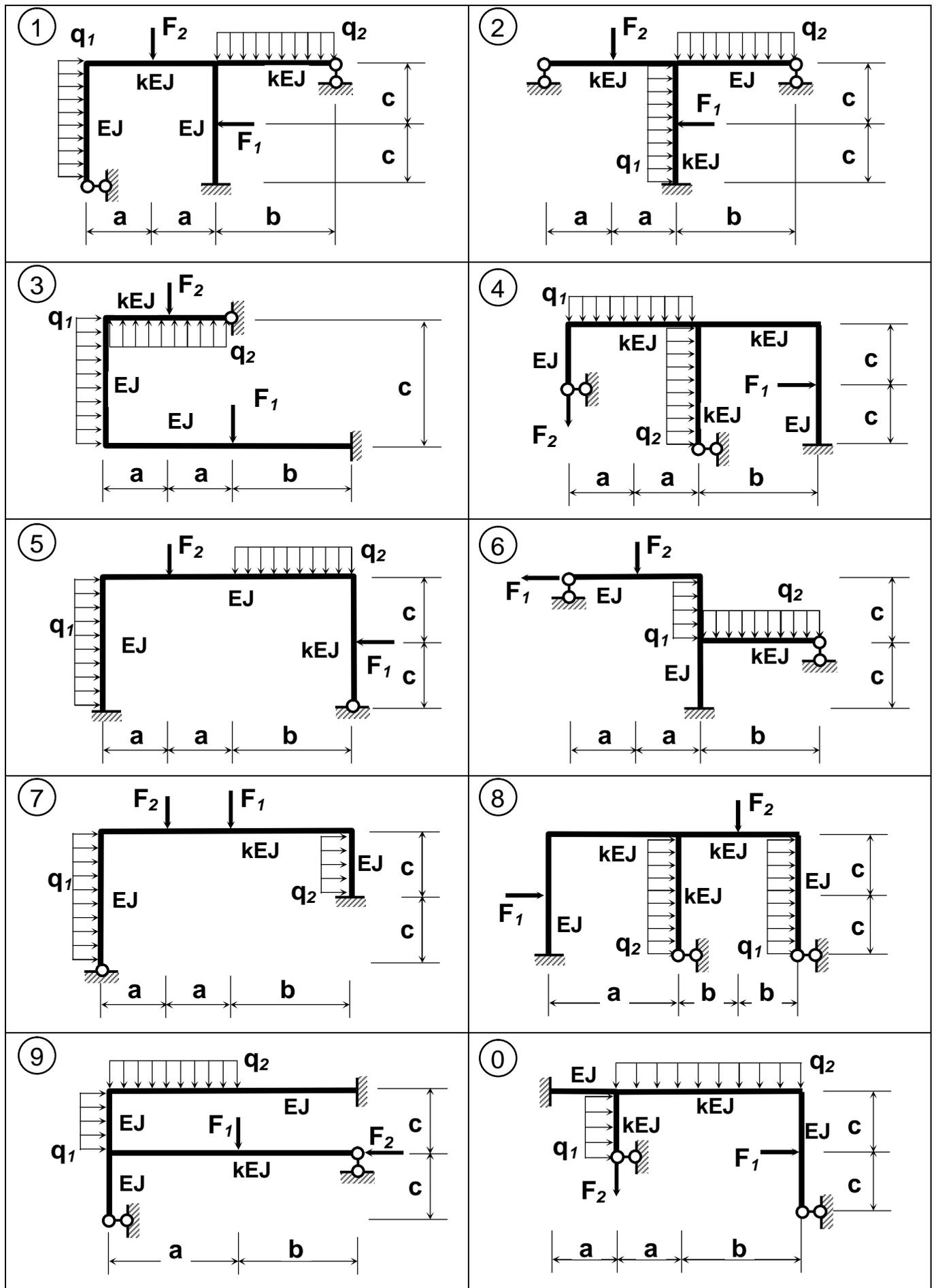


Рис. 5 Статически неопределимые рамы

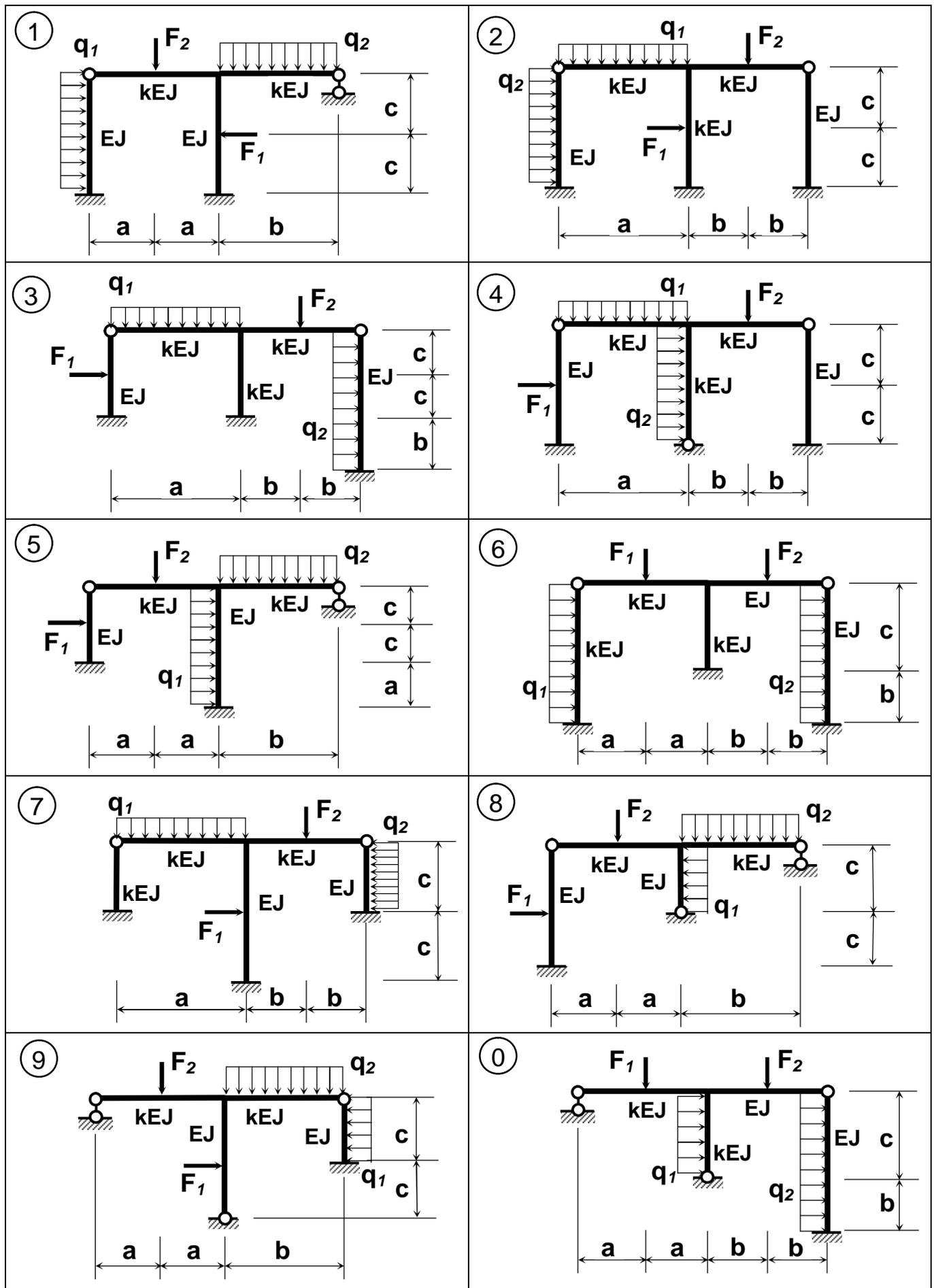


Рис. 6 Статически неопределимые рамы

ЗАДАЧА № 6

«Расчет неразрезной балки на постоянную и временную нагрузки.»

Для заданной статически неопределимой балки (рис. 7) требуется:

1. Построить объемлющие эпюры внутренних усилий M_{max} , M_{min} , Q_{max} , Q_{min} от постоянной и временных нагрузок.
2. Построить линии влияния изгибающего момента M и перерезывающей силы Q в заданном сечении "к"

Исходные данные к задаче 6

Таблица 6

Номер строки	Размеры, м			α	β	Нагрузка, кН/м		Загружение по пролетам			k
	a	b	c			$q_{\text{пост}}$	$q_{\text{вр}}$	1	2	3	
1	8	6	6	1.2	2	2	10	F_1	q_2	q_3	2
2	12	10	8	1.4	1.8	3	15	F_2	q_2	F_3	3
3	16	14	10	1.6	1.6	4	20	F_1	F_2	q_3	4
4	20	18	12	1.8	1.4	5	25	q_1	q_2	F_3	6
5	24	22	14	2	1.2	6	30	q_1	F_2	F_3	7
6	28	26	16	1.2	2	8	40	q_1	F_2	q_3	8
7	32	30	18	1.4	1.4	10	50	F_1	q_2	q_3	10
8	12	26	20	1.6	1.6	5	60	F_1	q_2	F_3	11
9	16	22	22	1.8	1.8	6	70	q_1	q_2	F_3	12
0	20	18	24	2	2	8	80	F_1	F_2	q_3	7
	a	b	c	α	β	$q_{\text{пост}}$	$q_{\text{вр}}$	e			e

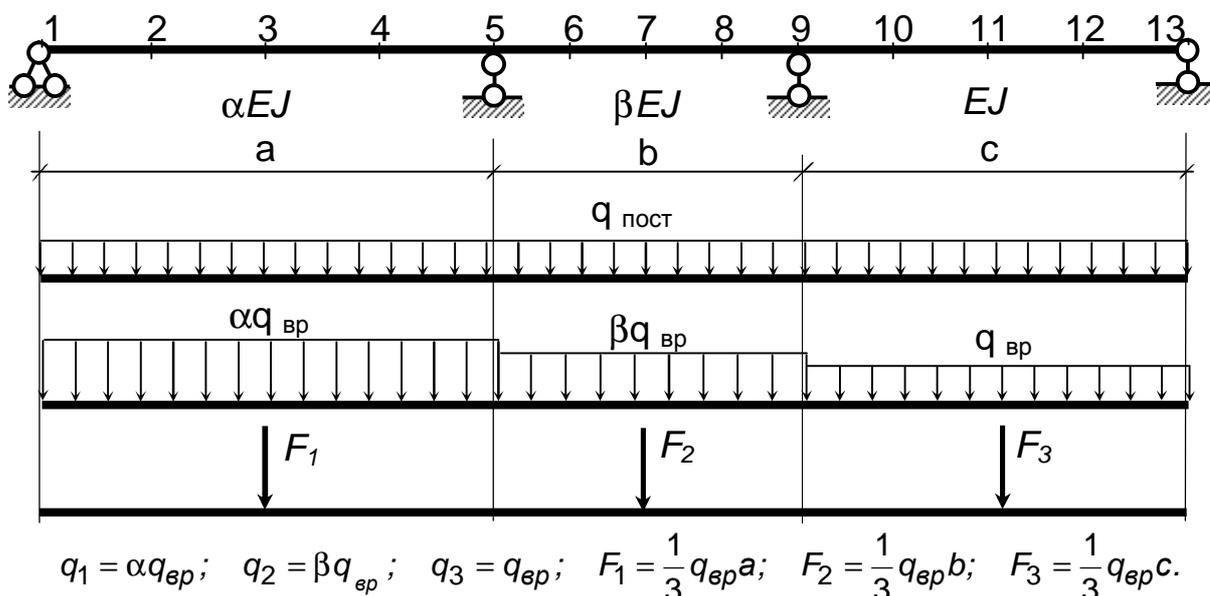


Рис.7 Схема нагружения неразрезной балки

ЗАДАЧА № 7

«Расчет статически неопределимой фермы.»

Для заданной статически неопределимой фермы (рис. 8) требуется:
Определить усилия в стержнях фермы от постоянной равномерно распределенной нагрузки q , приложенной к грузовому поясу.

Исходные данные к задаче 7

Таблица 7

Номер		l , м	q , кН/м
строки	схемы		
1	1	32	10
2	2	36	15
3	3	40	20
4	4	44	25
5	5	48	30
6	6	52	35
7	7	56	40
8	8	60	45
9	9	64	50
0	0	68	55
	в	б	д

Примечание: 1. Грузовым поясом считать прямолинейный пояс фермы, расположенный в уровне концевых опор;

2. Высота ферм h принимается в зависимости от длины фермы l :

при $0 \leq l \leq 50$ м $h=0,15l$; при $l > 50$ м $h=0,2l$.

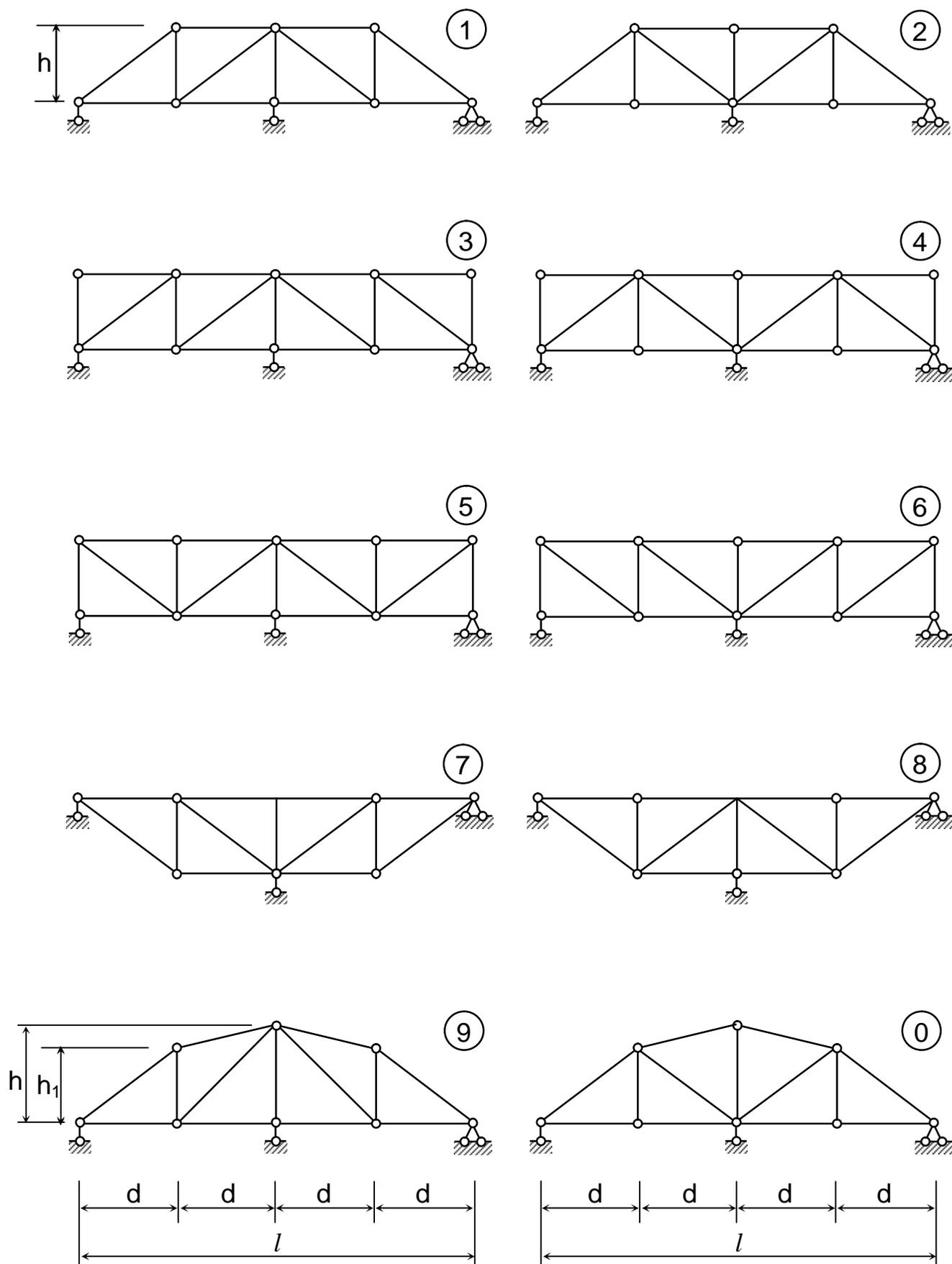


Рис. 8 Схемы статически неопределимых ферм

ЗАДАЧА № 8

«Определение внутренних усилий в пространственном ломаном стержне.»

Для пространственного ломаного стержня (рис. 9) требуется построить эпюры внутренних усилий $M_x, M_y, M_z, Q_x, Q_y, N$.

Исходные данные к задаче 8

Таблица 8

Номер		Размеры, м			Нагрузка, кН		
строки	схемы	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	F_1	F_2	F_3
1	1	0.8	1.8	1.2	10	0	14
2	2	0.9	1.6	1.1	-25	15	0
3	1	1.0	1.4	1.0	20	-10	0
4	2	1.2	1.2	0.9	40	0	20
5	1	1.4	1.0	0.8	30	15	0
6	2	1.6	0.9	0.7	-30	0	-40
7	1	1.8	0.8	0.6	15	-25	0
8	2	2.0	0.7	0.5	50	0	30
9	1	2.2	0.6	1.0	-15	-20	0
0	2	2.4	0.5	1.1	40	0	-20
	в	б	в	д	е		

Примечание: 1. Отрицательное значение внешней нагрузки соответствует противоположному направлению силы;

2. При построении эпюр использовать заданные локальные системы координат.

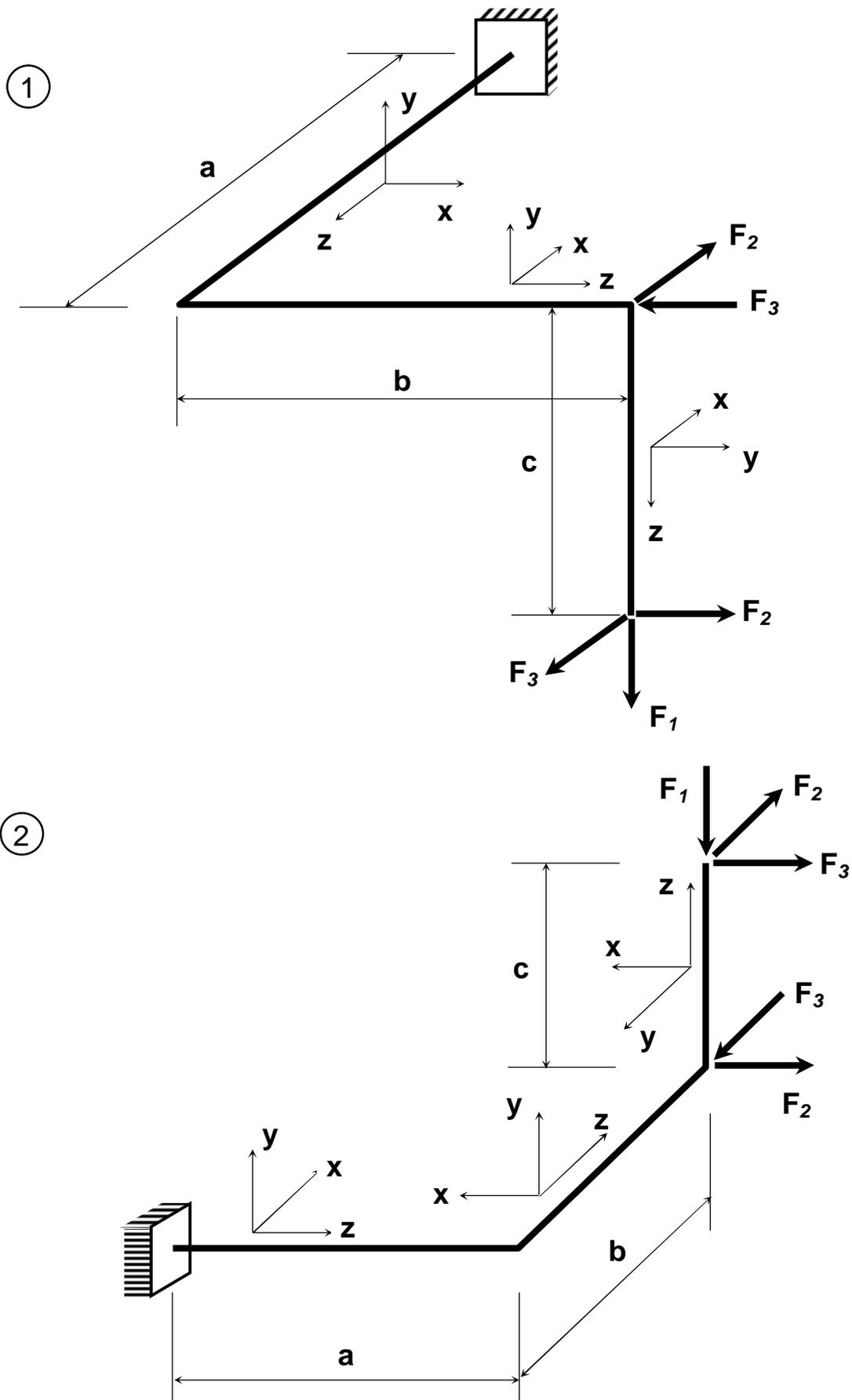


Рис.9 Схемы пространственного ломаного бруса

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика: Учебник для строит. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.
2. Смирнов В.А. и др. Строительная механика: Учебник для вузов.- М.: Стройиздат, 1984. – 208 с.
3. Строительная механика. Стержневые системы: Учебник для вузов / А.Ф.Смирнов, А.В.Александров, Б.Я.Лашенников, Н.Н.Шапошников - М.: Стройиздат, 1981, 512 с.
4. Руководство к практическим занятиям по курсу "Строительной механики": Учебное пособие / Под ред. Г.К.Клейн – М.: Высш. шк., 1980. – 360 с.

М П С Р Ф
Дальневосточный государственный университет
путей сообщения

Кафедра «Строительная
механика»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

**тема: «Расчет статически
неопределимых рам»**

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

2000 год

Рис.10 Пример оформления титульного листа

Нормативная временная вертикальная нагрузка СК от железнодорожного подвижного состава (при К=1).

Величины нормативных эквивалентных нагрузок $q_{э\text{кв}}$ для загрузки однозначных и отдельных участков двузначных линий влияния приведены в табл. 9.

Таблица 9

Длина загрузки λ , м	интенсивность эквивалентной нагрузки $q_{э\text{кв}}$, кН/м пути		Длина загрузки λ , м	интенсивность эквивалентной нагрузки $q_{э\text{кв}}$, кН/м пути	
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$		$\alpha=0$	$\alpha=0,5$
1	49,03	49,03	25	13,85	12,12
1,5	39,15	34,25	30	13,10	11,46
2	30,55	26,73	35	12,50	10,94
3	24,16	21,14	40	12,01	10,51
4	21,69	18,99	45	11,61	10,16
5	20,37	17,82	50	11,29	9,875
6	19,50	17,06	60	10,80	9,807
7	18,84	16,48	70	10,47	9,807
8	18,32	16,02	80	10,26	9,807
9	17,87	15,63	90	10,10	9,807
10	17,47	15,28	100	10,00	9,807
12	16,78	14,68	110	9,944	9,807
14	16,19	14,16	120	9,895	9,807
16	15,66	13,71	130	9,865	9,807
18	15,19	13,30	140	9,846	9,807
20	14,76	12,92	150 и более	9,807	9,807

Примечания: 1. Эквивалентные нагрузки $q_{э\text{кв}}$ при значениях параметров $1,5 \leq \lambda \leq 50$ м, ($\alpha=0$ и $\alpha=0,5$) и $\lambda > 50$ м ($\alpha=0$) получены по формуле

$$q_{э\text{кв}} = (9,807 + \frac{10,787}{e^{0,04\lambda}} + \frac{43,149}{\lambda^2})(1 - \frac{\alpha}{4})K,$$

где $e=2,71828\dots$ - основание натурального логарифма.

2. Для промежуточных значений длин загрузки λ и промежуточных положений вершин линий влияния $\alpha < 0,5$ величины нагрузки $q_{э\text{кв}}$ следует определять по линейной интерполяции.

Нормативная временная вертикальная нагрузка НК-80 от одиночной тяжелой колесной нагрузки.

Величины нормативных эквивалентных нагрузок $q_{э\text{кв}}$ от одиночной тяжелой нагрузки для загрузения линий влияния приведены в табл. 10.

Таблица 10

Длина за- грузки λ , м	интенсивность эквивалент- ной нагрузки $q_{э\text{кв}}$, кН/м пути		Длина за- грузки λ , м	интенсивность эквивалент- ной нагрузки $q_{э\text{кв}}$, кН/м пути	
	$\alpha=0,25$; $\alpha=0,5$	$\alpha=0$		$\alpha=0,25$; $\alpha=0,5$	$\alpha=0$
4	176,5	215,7	20	69,04	71,4
5	163,2	200,8	22	63,55	65,5
6	156,9	183,1	24	58,84	60,5
7	147,3	166,6	26	54,82	56,2
8	137,3	152,0	28	51,19	52,5
9	127,9	139,5	30	48,15	49,1
10	119,2	128,7	32	45,31	46,3
11	111,5	119,3	36	40,70	41,4
12	104,6	111,1	40	36,87	37,5
13	98,46	104,0	50	29,91	30,2
14	92,87	97,7	60	25,11	25,4
15	87,87	92,1	70	21,67	21,9
16	83,36	87,1	80	19,02	19,2
18	75,51	78,4			

Примечания: 1. Эквивалентные нагрузки $q_{э\text{кв}}$ при значениях параметров $0 \leq \alpha \leq 0,25$, получены по формуле

$$q_{э\text{кв}} = \frac{1569}{\lambda^2} \left(\lambda - \frac{1,8}{1-\alpha} \right);$$

при значениях $0,25 < \alpha \leq 0,5$

$$q_{э\text{кв}} = \frac{1569}{\lambda^2} \left[\lambda - \frac{0,6}{1-\alpha} - \frac{0,3}{\alpha(1-\alpha)} \right];$$

где $e=2,71828\dots$ - основание натурального логарифма.

2. Для промежуточных значений длин загрузения λ и промежуточных положений вершин линий влияния $\alpha < 0,25$ величины нагрузки $q_{э\text{кв}}$ следует определять по линейной интерполяции.