

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего
Профессионального Образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(МИИТ)

Кафедра: «Строительная механика,
машины и оборудование»

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Задание на контрольную работу №1-2 с методическими указаниями
по дисциплине для студентов-специалистов 3 курса,
специальности: «**Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей**»

специализации: «**Строительство магистральных железных дорог**»

Москва, 2013 г.

ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

При изучении курса «*Строительная механика*» студент-заочник знакомится с существующими методами расчета сооружений на прочность, устойчивость, жесткость и приобретает навыки в выполнении таких расчетов. Если в сопротивлении материалов предметом изучения служат отдельные элементы сооружений, то в строительной механике предметом изучения являются целые сооружения (вернее расчетные схемы сооружений).

Основными документами, определяющими необходимый объем знаний студентов, являются учебные программы курсов и учебные планы по специальности.

Процесс получения студентами знаний и навыков складывается из самостоятельного изучения соответствующих разделов курса по учебникам [1,2] и выполнению контрольных работ, индивидуальные задания которых помещены в настоящем задании.

Если при изучении курса или при выполнении контрольной работы встретятся затруднения, студент может воспользоваться устной консультацией преподавателя в вузе, филиале, факультете.

Исходные данные для решения задач контрольных работ студенты должны брать из таблиц, приведенных в данном задании, в строгом соответствии со своим личным номером. Для этого надо три последние цифры своего шифра написать дважды, а затем под шестью цифрами подписать буквы: *а, б, в, г, д, е*.

Например, при шифре 1110-ЖД-3125 это будет выглядеть так:

1 2 5 1 2 5
а б в г д е

Тогда цифра под буквой *а* укажет, какую строку следует взять из столбца *а*, над буквой *б* - из столбца *б* и т.д.

Контрольные работы следует выполнять в тетрадях, имеющих поля. Все расчеты рекомендуется проводить с точностью до трех значащих цифр и сопровождать необходимыми (строго в масштабе) расчетными схемами и краткими пояснениями. Страницы тетради должны быть пронумерованы. Кроме того, в тетради должны быть указаны домашний адрес, номер шифра, список используемой литературы с указанием года издания. Работа должна быть подписана студентом.

Выполненная контрольная работа должна быть сдана на кафедру, записана в журнал. После этого преподаватель кафедры проверяет контрольную работу и в случае правильного решения задач ставится пометка «Допущена к защите». Допущенные к зачету контрольные работы должны быть защищены студентом при собеседовании с преподавателем. При этом на обложке контрольной работы должна быть запись преподавателя «Контрольная работа зачтена».

Перечень и количество контрольных работ, выполняемых студентами специализации **ЖД** указаны в табл. 1.

Таблица 1

Дисциплина	Номера	
	Контрольных работ	Задач
Строительная механика	1	1, 2
	2	3, 4

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

ЗАДАЧА 1 РАСЧЕТ МНОГОПРОЛЕТНОЙ ШАРНИРНОЙ БАЛКИ

Пятиопорная шарнирная балка (рис.1) состоит из четырех балок (дисков), соединенных тремя шарнирами, указанными на схемах балок.

Балка загружена по всей длине расчетной равномерно распределенной нагрузкой q . Расстояние сечений 1, 2, 6, 7, 11, 12, 16, 17, 21, 22 до ближайших опор следует считать исчезающе малыми.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе схему шарнирной балки, ее расчетную (позтажную) схему, указать размеры в метрах, после чего вспомогательную нумерацию сечений с 1 по 22 можно опустить, оставив согласно варианту только нумерацию исследуемых сечений.
2. Проверить геометрическую неизменяемость системы.
3. Построить восемь линий влияния:
 - а) линию влияния реакции крайней левой опоры;
 - б) линию влияния реакции средней опоры;
 - в) три линии влияния изгибающего момента и три линии влияния поперечной силы, возникающих в исследуемых сечениях (см. последний столбец «д» табл.2).

Построение линий влияния следует сопровождать краткими пояснениями и необходимыми расчетными схемами.

4. Аналитически вычислить величину реакции крайней левой опоры, поперечной силы и изгибающего момента в исследуемом сечении первой балки, а также построить эпюры Q и M для этой балки.

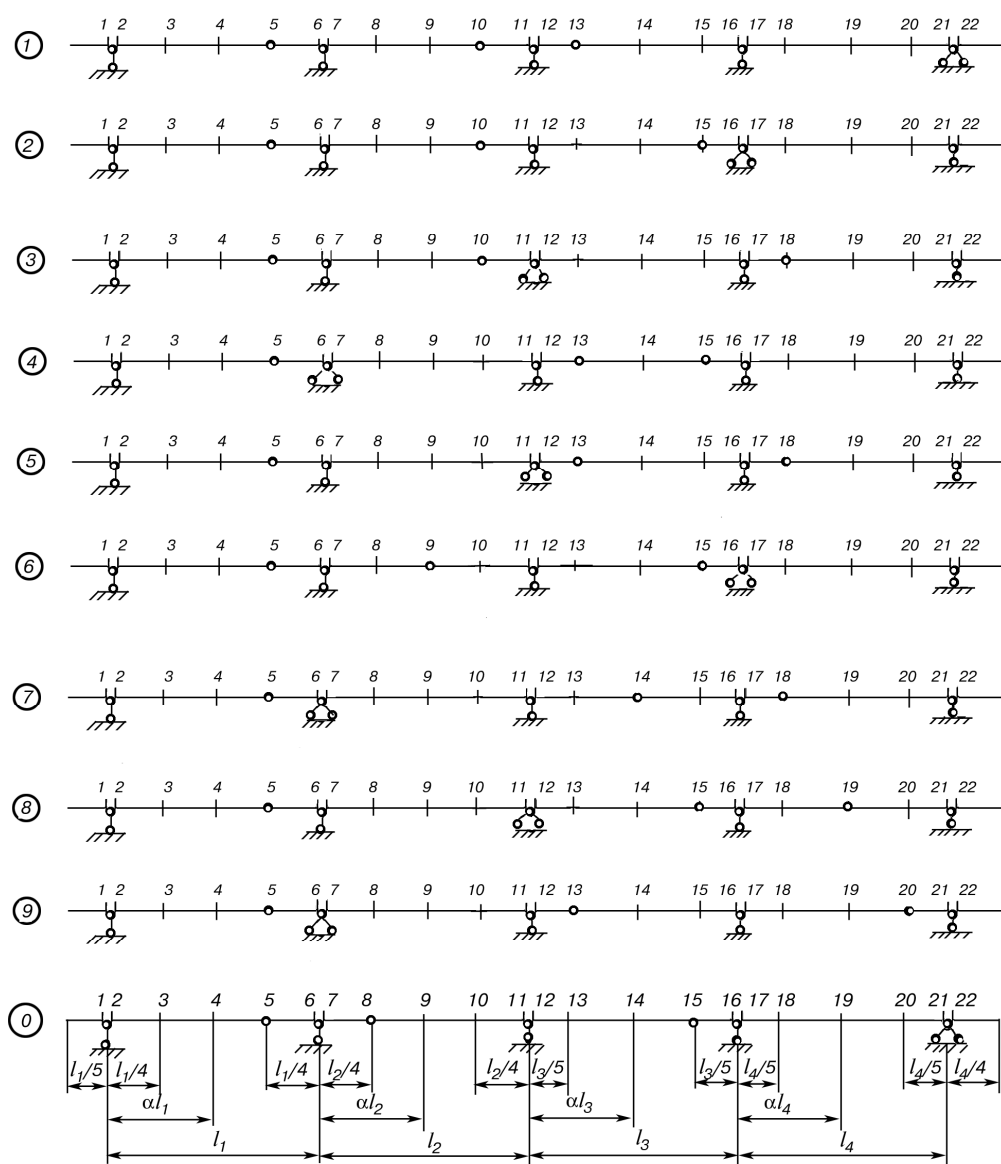


Рис. 1

5. С помощью линий влияния, построенных согласно п.3, проверить реакцию, поперечную силу и изгибающий момент, полученные аналитически по п.4.

6. По величине M_{\max} для первой балки подобрать из условия прочности двутавровое сечение балки по ГОСТ 8239-72, $R_u=200$ МПа (сталь).

Исходные данные взять из табл. 2.

Таблица 2

Номер строки	Схема (рис. 1)	l_1 , м	l_2 , м	l_3 , м	l_4 , м	α	q , кН/м	Исследуемые сечения
1	1	16	15	7	14	0,5	14	3-12-21
2	2	18	14	8	13	0,6	14	4-16-17
3	3	20	13	9	12	0,7	13	3-11-16
4	4	22	12	10	11	0,6	13	4-12-22
5	5	15	11	11	10	0,5	12	3-6-17
6	6	18	10	12	9	0,6	12	4-7-16
7	7	16	9	13	8	0,5	11	3-11-17
8	8	20	8	14	7	0,6	11	4-7-12

9	9	20	7	15	6	0,7	10	3-16-22
0	0	15	6	16	5	0,5	10	4-12-21
	<i>e</i>	<i>д</i>	<i>з</i>	<i>a</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>д</i>

ЗАДАЧА 2

РАСЧЕТ ШПРЕНГЕЛЬНЫХ ФЕРМ НА ПОСТОЯННУЮ И ВРЕМЕННУЮ НАГРУЗКИ

Студенты специализаций **ЖД** выполняют задачу № 2 для шпренгельной фермы (рис. 2).

Для фермы (рис. 2) требуется:

1. Вычертить расчетную схему фермы полностью (в масштабе).
2. От собственного веса фермы q , равномерно распределенного по всей длине, определить аналитически усилия в пяти элементах фермы, указанных в табл. 3.

Исходные данные взять из табл. 3.

Таблица 3

Номер		q , кН/м	d , м	$\frac{H}{d}$	Элементы					Класс нагрузки K
строки	схемы									
1	1	4,0	4,8	1,1	U ₁	O ₁	D ₁	D ₂	V ₁	10
2	2	4,5	5,0	1,2	U ₂	O ₂	D ₃	D ₄	V ₂	11
3	3	5,0	5,2	1,3	U ₁	O ₁	D ₁	D ₂	V ₁	12
4	4	5,5	5,4	1,4	U ₁	O ₁	D ₁	D ₂	V ₁	13
5	5	6,0	5,6	1,5	U ₂	O ₂	D ₃	D ₄	V ₂	14
6	1	4,0	5,8	1,6	U ₂	O ₂	D ₃	D ₄	V ₂	10
7	2	4,5	6,0	1,7	U ₁	O ₁	D ₁	D ₂	V ₁	11
8	3	5,0	6,4	1,8	U ₂	O ₂	D ₃	D ₄	V ₂	12
9	4	5,5	6,6	1,9	U ₁	O ₁	D ₁	D ₂	V ₁	13
0	5	6,0	6,8	2,0	U ₂	O ₂	D ₃	D ₄	V ₂	14
	<i>e</i>	<i>д</i>	<i>з</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>e</i>	<i>д</i>	<i>з</i>	<i>a</i>

3. Построить линии влияния усилий в тех же элементах. Для всех линий влияния определить числовые значения характерных ординат.

4. Линии влияния усилий в элементах фермы загрузить постоянной нагрузкой от собственного веса фермы интенсивность q и сравнить с результатами, полученными в п. 2.

Предлагается, что езда осуществляется по прямолинейному поясу фермы.

Таблица 4

Длина линии влияния λ , м	Эквивалентные нагрузки $q_{эк}$, кН/м пути при классе $K=1$	
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,5$
1	50,00	50,00
5	20,77	18,17
10	17,81	15,58
20	15,05	13,17
30	13,36	11,69
40	12,25	10,72
50	11,51	10,07
60	11,01	10,10
80	10,46	10,00

100	10,20	10,00
120	10,09	10,00
140	10,04	10,00

Примечание:

λ - длина линии влияния, м;

$\alpha = \frac{a}{\lambda}$ - положение вершины линии влияния;

a – проекция наименьшего расстояния от вершины до конца линии влияния, м.

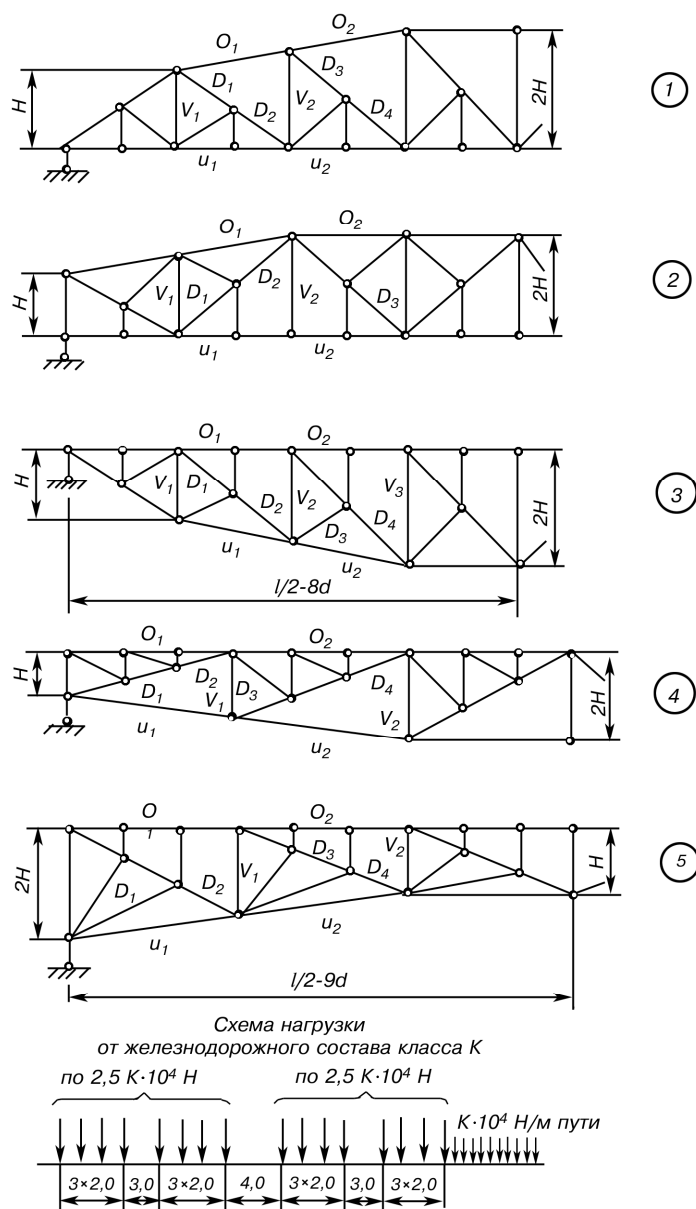


Рис. 2

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

ЗАДАЧА 3 РАСЧЕТ РАМЫ МЕТОДОМ СИЛ С ПОМОЩЬЮ ПК

Расчет рамы проводится с помощью EXCEL-программы МЕТСИЛ.xls для ПК.

Для статически неопределимой рамы (рис. 3) требуется:

1. Подготовить схему рамы к расчету в матричной форме (см. п.1 методических указаний к задаче №3).
2. Определить число неизвестных и выбрать основную систему метода сил.
3. Построить необходимые единичные M_i и грузовые эпюры M_P изгибающих моментов в основной системе и записать их в виде матриц столбцов $L_m[\vec{M}_1; \vec{M}_2]$ \vec{M}_P , и ввести в EXCEL – таблицу.
4. Вычислить приведенные податливости каждого участка $K_i = \frac{l_i EJ_c}{6EJ_i}$, и ввести в EXCEL – таблицу.
5. Рассчитать задачу с помощью ПК по матричному алгоритму метода сил, с помощью готовой программы МЕТСИЛ.xls.
6. Получить вектор окончательной эпюры изгибающих моментов \vec{M} и построить эпюру.
7. Построить окончательные эпюры поперечных Q и продольных N сил.
8. Проверить полученные результаты, осуществив статическую проверку, и оценив результат деформационной проверки, выполненный программой

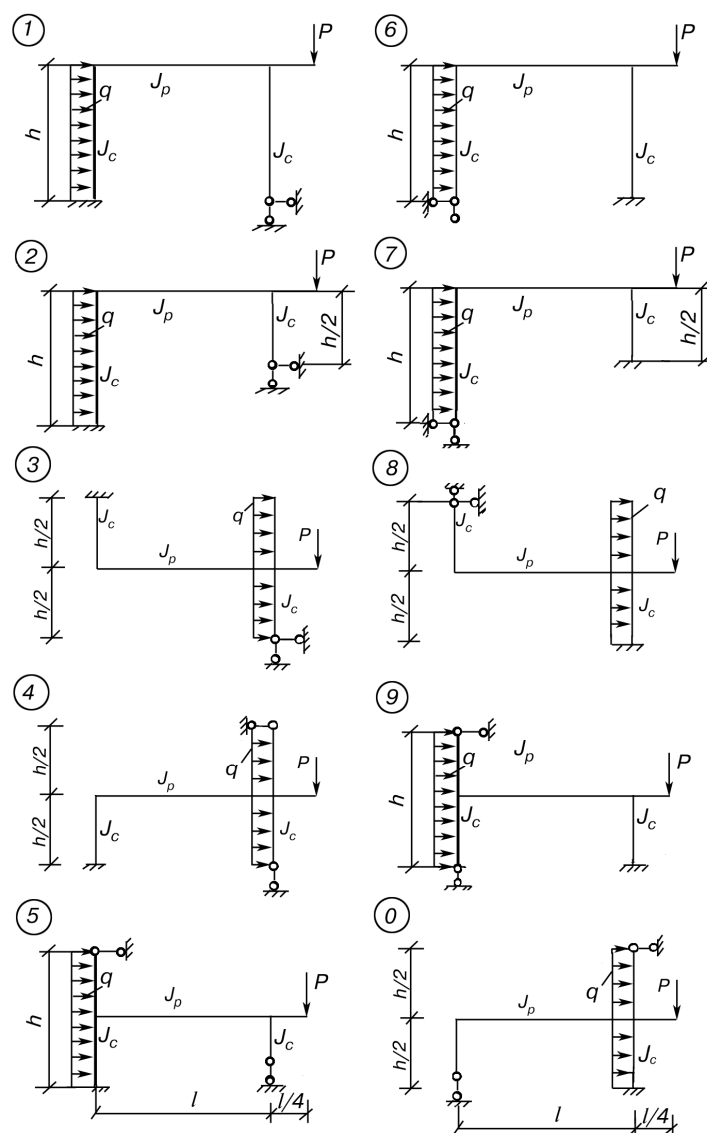


Рис. 3

Исходные данные взять из табл. 5.

Таблица 5

Номер		l, м	h, м	P, кН	q, кН	$\frac{J_p}{J_c}$
строки	схема					
1	1	5,0	3,0	30	8	2,00
2	2	4,5	3,2	35	10	1,80
3	3	4,2	3,4	40	12	1,60
4	4	4,0	3,5	45	14	1,50
5	5	3,8	3,6	50	15	1,25
6	6	3,6	3,8	55	16	1,20
7	7	3,5	4,0	60	18	1,00
8	8	3,4	4,2	65	20	0,80
9	9	3,2	4,5	70	22	0,75
0	0	3,0	5,0	75	24	0,50
	e	a	б	в	г	д

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ №3

1. Подготовить раму к расчету в матричной форме: разделить раму на участки, отметить начало и конец каждого участка сечением с соответствующим номером и для каждого участка выбрать правило знаков для ординат эпюр изгибающих моментов, построенных со стороны растянутых волокон.
2. Нумерацию начинать с участков, где $q \neq 0$.
3. Расчет рамы следует проводить по матричному алгоритму с помощью электронного редактора EXCEL по готовой программе в файле МЕТСИЛ.xls.
4. Матричный алгоритм показан на дисплее в ячейках электронной таблицы.

ЗАДАЧА 4

РАСЧЕТ РАМЫ МЕТОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПК

Расчет рамы проводится с помощью EXCEL-программы МЕТПЕРЕМСЕРВИС.xls для ПК.

Для статически неопределимой рамы (рис.4) требуется:

1. Подготовить схему рамы к расчету в матричной форме.
2. Определить число неизвестных и выбрать основную систему метода перемещений.
3. Построить необходимые единичные M_i и грузовые эпюры M_p изгибающих моментов в основной системе и записать их в виде матриц столбцов $L_m[\vec{M}_1; \vec{M}_2] \vec{M}_p$, и ввести в EXCEL – таблицу.
4. Вычислить приведенные податливости каждого участка $K_i = \frac{l_i EJ_c}{6EJ_i}$, и ввести в EXCEL – таблицу.
5. Вычислить вектор реакций \vec{R}_p и ввести в EXCEL – таблицу с обратным знаком
6. Рассчитать задачу с помощью ПК по матричному алгоритму метода перемещений при помощи готовой программы МЕТПЕРЕМСЕРВИС.xls
7. Получить вектор окончательной эпюры изгибающих моментов \vec{M} и построить эпюру М.
8. Построить окончательные эпюры поперечных Q и продольных N сил.
9. Проверить полученные результаты, осуществив статическую проверку.

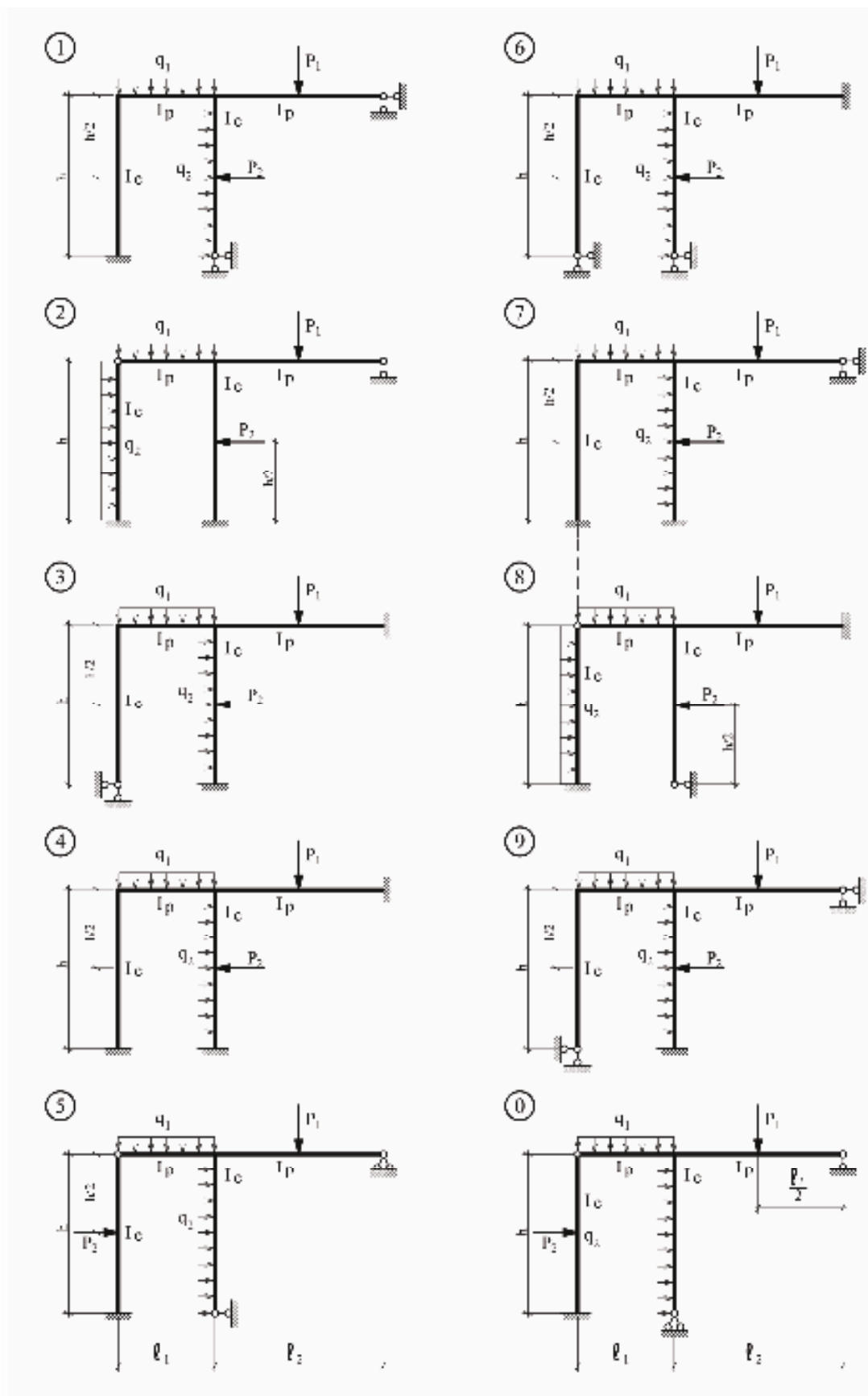


Рис. 4

Примечание. При решении задачи № 4 в схемах на рис.4 нагрузку на раму принимать в сочетаниях q_1 с P_2 или q_2 с P_1 (по выбору).

Исходные данные взять из табл. 6.

Таблица 6

Номер		$h, \text{ м}$	$l_1, \text{ м}$	$P, \text{ кН}$	$q_1, \text{ кН/м}$	$\frac{l_2}{l_1}$	$\frac{P_2}{P_1}$	$\frac{q_2}{q_1}$	$\frac{J_p}{J_c}$
строки	схемы								
1	1	5,0	3,0	15	2	1,00	0,6	0,85	1,20
2	2	4,8	3,2	20	2	1,10	0,8	0,80	1,25
3	3	4,4	3,4	25	2	1,15	1,0	0,75	1,30
4	4	4,2	3,6	30	4	1,20	0,6	1,70	1,40
5	5	4,0	3,8	35	4	1,25	0,8	0,85	1,50
6	6	3,8	4,0	40	4	1,30	1,0	1,80	1,60
7	7	3,6	4,2	45	2	1,35	0,6	0,75	1,70
8	8	3,4	4,4	50	2	1,40	0,8	0,70	1,75
9	9	3,2	4,8	55	2	1,45	1,0	0,85	1,80
0	0	3,0	5,0	60	2	1,50	0,8	0,80	2,00
	e	a	b	v	z	d	a	b	v

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ №5

Выполнение п.6-7 проводится с помощью программы МЕТПЕРЕМСЕРВИС.xls для электронной таблицы EXCEL по алгоритму:

1. Система канонических уравнений метода перемещений

$$R \cdot \vec{Z} = -\vec{R}_p$$

2. Матрица единичных реакций

$$R = L_m^T \cdot B \cdot L_m$$

3. Элементы вектора \vec{R}_p грузовых реакций определяются статическим способом (вырезанием узлов или частей основной системы).

4. Определение неизвестных перемещений

$$\vec{Z} = -R^{-1} \cdot \vec{R}_p$$

5. Вычисление вектора окончательной эпюры моментов

$$\vec{M} = \vec{M}_p + L_m \cdot \vec{Z}$$

Все промежуточные матрицы показаны на экране в ячейках электронной таблицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Учебник. Изд.11-е испр. – М: изд-во Лань, СПб, 2008, 655 с.
2. Александров А.В., Потапов В.Д., Зылев В.Б. Строительная механика. Часть 1. Статика упругих систем. Учебник. – М: Высшая школа, 2007, 511с.
3. Александров А.В., Потапов В.Д., Зылев В.Б. Строительная механика. Часть 2. Динамика и устойчивость упругих систем. Учебник. – М: Высшая школа, 2008, 384 с.
4. Кузьмин Л.Ю., Сергиенко В.Н. Учебное пособие. Часть 1 и 2. М: РОАТ, 2013

Дополнительная

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Учебник для строит. спец. вузов. 9 изд., перераб. и доп., М.: Высшая школа, 2004, 655с.
2. Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., Амосов А.А. Основы строительной механики стержневых систем. М.: АСВ, 1996, 541 с.
3. Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лашеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Динамика и устойчивость. Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1984, 416 с.
4. Смирнов А.Ф., Иванов С.А., Тихонов М.А. Строительная механика. Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1984, 208 с.
5. Александров А.В., Лашеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Тонкостенные и пространственные системы. Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1983, 488 с.
6. Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лашеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Стержневые системы: Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1981, 512 с.