

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Кафедра Технических дисциплин

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Строительная механика»

основной профессиональной образовательной программы подготовки
бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсовой работы**

Лысьва 2021 г.

Разработчик-составитель: Старший преподаватель каф. ТД Г.Г. Жукова

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры
Технических дисциплин « 30» августа 2021 г, протокол № 1.

Содержание

1. Общие положения	4
2. Примерная тематика курсовых работ	6
3. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы	6
Примерная структура курсовой работы	7
Основные этапы работы студента над курсовой работой	8
Методические указания по проведению этапов работы	8
Задания и методика расчета	10
Расчет статически определимой многопролетной балки	10
Расчет статически определимой балки с помощью линий влияния	13
Расчет простой плоской статически определимой фермы	17
Расчет трехшарнирной арки или трехшарнирной рамы	20
Определение перемещений в статически определимой раме	23
4 Перечень вопросов для подготовки к зачету	26
5 Перечень вопросов для подготовки к экзамену	26
6 Требования по оформлению курсовой работы	27
7 Список рекомендуемой литературы	28
Приложение А – Образец титульного листа курсовой работы	30

1. Общие положения

Курсовая работа представляет собой самостоятельную и углубленную разработку одной из конкретных тем или проблем учебной дисциплины.

Цель выполнения курсовой работы

- дать необходимые представления, а также приобрести навыки в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов, выполненных из различных материалов на прочность, жесткость и устойчивость при различных воздействиях с использованием современного вычислительного аппарата.

При выполнении курсовой работы по Строительной механике предполагается решить *следующие задачи*:

- вооружить будущего бакалавра знаниями для анализа работы и расчета строительных конструкций и их элементов;
- формировать знания физических аспектов явлений, вызывающих особые нагрузки и воздействия на здания и сооружения;
- формировать определения основных положений и принципов обеспечения надежности, безопасности строительных объектов и безопасной жизнедеятельности работающих и населения, и эффективности сооружений;
- формировать умения самостоятельно использовать расчетные методы и математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам;
- формировать навыки расчета элементов строительных конструкций и сооружений.

Требования к результатам работы

После изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты:

знать:

- основные положения и расчетные методы, используемые в дисциплинах: сопротивление материалов, строительная механика и механика грунтов, на которых базируется изучение специальных курсов всех строительных конструкций;

- основные положения и принципы обеспечения безопасности строительных объектов, и безопасной жизнедеятельности работающих и населения;

- физические аспекты явлений, вызывающих особые нагрузки и воздействия на здания и сооружения;

уметь:

- правильно выбирать конструкционные материалы, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений;

- анализировать воздействия окружающей среды на материал в конструкции;

- самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам;

- применять полученные знания при работе на персональном компьютере, при использовании операционной системы;

владеть:

- навыками расчета элементов строительных конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость;

- навыками современных методов проектирования и расчета зданий и сооружений.

2. Примерная тематика курсовых работ

1. Расчёт статически определимых систем (по вариантам);

3. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы

По дисциплине «Строительная механика» студенты направления 08.03.01 «Строительство» выполняют курсовую работу. Количество задач, включенных в одну работу, определяется преподавателем.

Работы являются индивидуальными: данные по каждой задаче выбираются по шифру, выдаваемому преподавателем.

Изложение каждой задачи должно содержать:

- Условие задачи;
- Исходные данные;
- Расчетную схему;
- Расчет.

Все пункты и этапы расчеты должны иметь заголовки и необходимые пояснения. При необходимости расчет может содержать поясняющие эскизы. Все математические действия необходимо излагать подробно, обязательно проставляя размерности. Окончательные результаты следует выделять: подчеркнуть или обвести рамкой. Необходимая точность расчетов: не менее трех значащих цифр.

Примерная структура курсовой работы

Введение

Содержит актуальность рассматриваемого вопроса, объект, цель и задачи исследования, методы исследования.

1 глава

Ознакомление с содержанием методических указаний;

Подбор справочной литературы, необходимой для выполнения работы.

Выбор и переработка материала по литературе, относящейся к отдельным разделам курсовой работы

2 глава (по разделам)

Краткие теоретические сведения и основные расчётные формулы, относящиеся к данному разделу.

Проведение расчетов по схеме, изложенной в методических указаниях.

Заключение

Выводы по выполненной работе.

Необходимо выполнять регулярный отчет (не реже 1 раза в неделю) о проделанной работе перед руководителем.

Основные этапы работы студента над курсовой работой

Этап	Содержание	Сроки
1.	Ознакомление с примерным списком тем и научным руководителем	Первое практическое занятие в семестре, в котором предусмотрено написание курсовой работы
2.	Выбор темы, подбор литературы и согласование с научным руководителем	В течение 3-х недель с начала занятий в семестре
3.	Работа над текстом (и расчётами) курсовой работы	4-6 недель.
4.	Оформление курсовой работы и передача готовой курсовой работы научному руководителю для проверки	Не позднее 6-ти недель до начала сессии.
5.	Проверка курсовой работы	1-2 недели после сдачи работы научному руководителю
6.	Возврат проверенной курсовой работы студенту. Доработка курсовой работы в случае необходимости и подготовка к защите курсовой работы.	1-2 недели после сдачи работы научному руководителю
7.	Защита курсовой работы	Не позднее 4-х недель до начала сессии

Методические указания по проведению этапов работы

Каждый студент в курсовой работе выполняет 5 индивидуальных задач. Исходные данные для решения задач выбираются студентом из таблиц соответствии с его личным учебным шифром (номером зачетной книжки). Шифром считаются три последние цифры номера зачетной книжки. Каждая таблица вариантов разделена на три части. Для получения исходных данных надо выписать из таблицы три строчки: одну, отвечающую первой цифре шифра, вторую, отвечающую второй (средней) цифре, третью, отвечающую последней – третьей цифре шифра.

При оформлении работы следует записать условие задания с численными значениями параметров, вычертить заданную расчетную схему и указать на ней все размеры и нагрузки. Решение задачи должно сопровождаться краткими, последовательными пояснениями, четкими схемами со всеми размерами. Необходимы расчеты выполнять в десятичных дробях, оставляя две значащие цифры после запятой. Надо помнить, что язык техники – формулы и чертежи. Графическая часть работы должна быть оформлена в карандаше. Возможно оформление работ в компьютерном варианте.

Перед решением каждой задачи необходимо предварительно изучить соответственный теоретический материал курса. После изучения каждой темы надо обязательно ответить на вопросы для самопроверки; это способствует лучшему усвоению пройденного материала. До сдачи зачета или экзамена необходимо выполнить все контрольные работы, предусмотренные курсовой работой.

Несамостоятельное выполнение курсовых работ не дает возможности преподавателю-рецензенту вовремя заметить недочеты в подготовке студента, в результате чего студент не приобретает необходимых знаний и оказывается неподготовленным к экзамену.

Получив после рецензирования (очного и заочного) курсовую работу, студент обязан выполнить все указанные преподавателем исправления и дополнения. Окончательно вопрос о зачете задания решается после собеседования преподавателя со студентом.

Подбор литературы

Изучение литературы по выбранной теме целесообразно начинать с просмотра нескольких учебников. Это позволит получить общее представление о вопросах исследования.

Работа над текстом курсовой работы

После того, как работа по подбору источников завершена и имеется определенное представление об избранной теме, можно составить *предварительный план*. План курсовой работы должен включать введение, основную часть, заключение, список литературы и приложения.

Оформление курсовой работы

Тщательно отредактированный и вычитанный после написания (печати) текст курсовой работы необходимо правильно оформить. Курсовая работа сдается в печатном виде и электронном носителе (диске, дискете).

Нумерация страниц начинается с титульного листа. На титульном листе курсовой работы должна содержаться следующая информация: наименование вуза, кафедра, по которой выполняется работа, название темы, аббревиатура студенческой группы, фамилия и инициалы студента, фамилия и инициалы научного руководителя, а также его ученая степень и должность, город и текущий год. (см. *Приложение № 1*).

Основные требования, предъявляемые к курсовой работе

Соответствие курсовой работы предъявляемым требованиям является составной частью оценки за курсовую работу.

Работы, выполненные **не по шифру**, возвращаются **без рассмотрения**.

Задания и методика расчета

РАЗДЕЛ 1.

Расчет статически определимой многопролетной балки

Задание. Для балки, выбранной согласно варианту (рис.1), требуется

построить эпюры изгибающего момента M и поперечной силы Q

(аналитически).

Исходные данные выбираются в соответствии с цифрами из табл.1.

Таблица 1

Первая цифра шифра	$l_1, \text{м}$	q кН/м	b м	Вторая цифра шифра	l_2 м	F кН	№ сечений	Последняя цифра шифра (№ схемы)	a м	c м	M кНм
1	10	12	5	1	8	12	1,2	1	1	4	2
2	14	8	6	2	7	15	2,3	2	1	2	3
3	8	18	2	3	9	16	3,4	3	2	3	6
4	12	10	4	4	6	18	4,1	4	2	3	4
5	9	15	3	5	11	17	1,3	5	1	2	10
6	11	22	5	6	10	10	2,4	6	2	2	8
7	7	14	2	7	12	15	3,1	7	1	4	2
8	6	10	1	8	15	18	4,3	8	2	5	3
9	5	22	2	9	14	14	1,4	9	3	4	5
0	13	12	5	0	14	13	3,2	0	1	2	7

Методические указания:

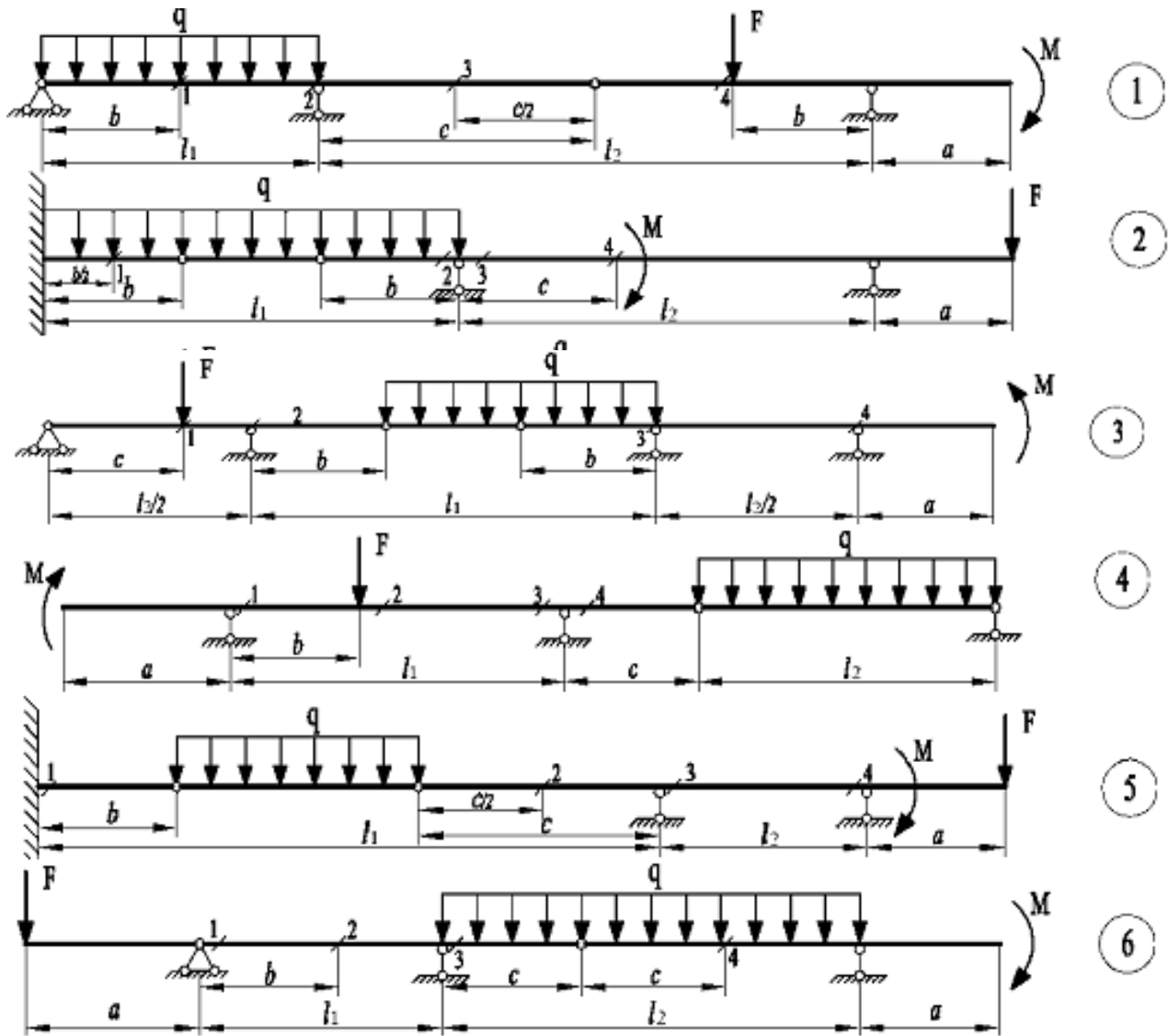
Расчет многопролетной балки следует начинать с построения этажной схемы. Для этого мысленно удаляют соединительные шарниры, при этом балка распадается на простые элементы (основные и вспомогательные балки). Основными балками будут считаться те, которые после удаления шарниров останутся без изменений. Это балки на двух опорах или с жесткой заделкой. Они располагаются на нижнем этаже. Вспомогательные балки – те, которые после удаления шарниров остаются на одной опоре или, вообще, без опор. Данные балки располагаются выше и опираются на нижележащий этаж с помощью дополнительных опор.

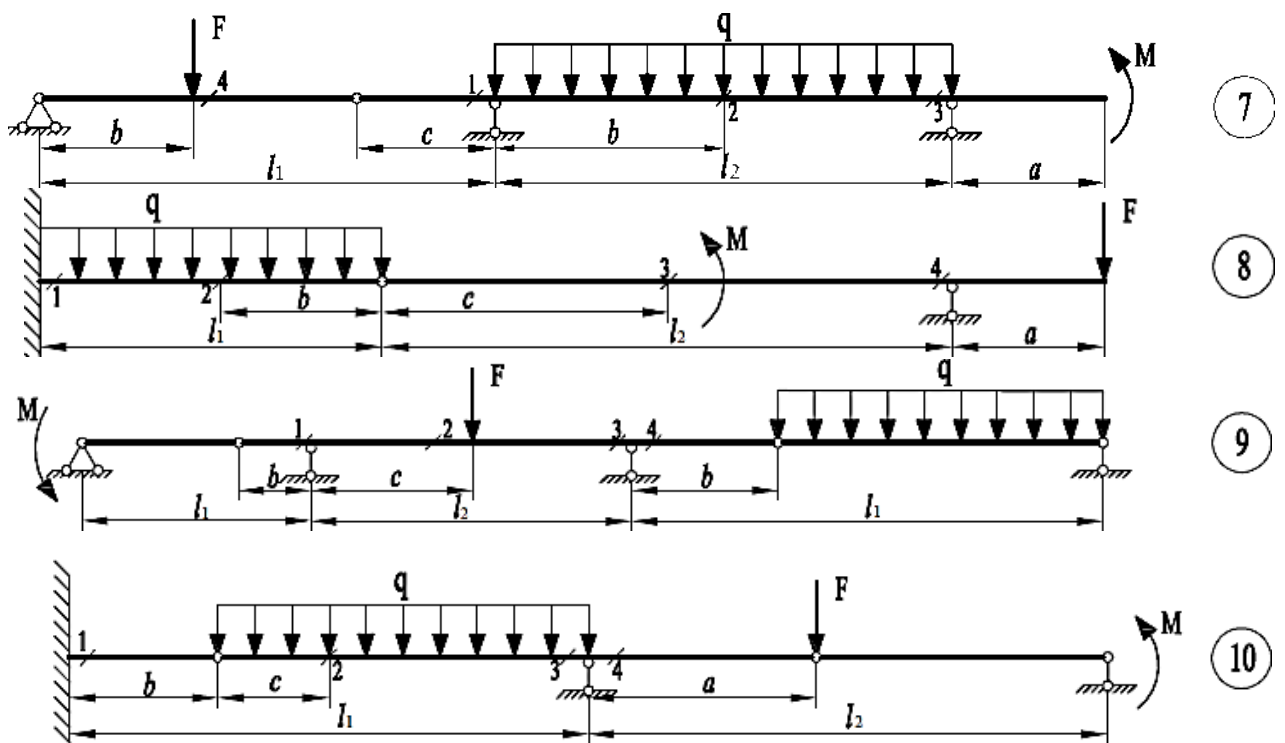
Расчет ведется с верхнего этажа. Для верхней балки определяются реакции и строятся эпюры поперечной силы и изгибающего момента.

Далее рассчитываются нижележащие этажи. При этом нагрузка с верхнего этажа на нижний передается через реакцию в соответствующей

опоре с обратным знаком.

После расчетов всех этажей построенные эпюры поперечных сил и изгибающих моментов соединяются поодной линии.





РАЗДЕЛ 2

Расчет статически определимой балки с помощью линий влияния

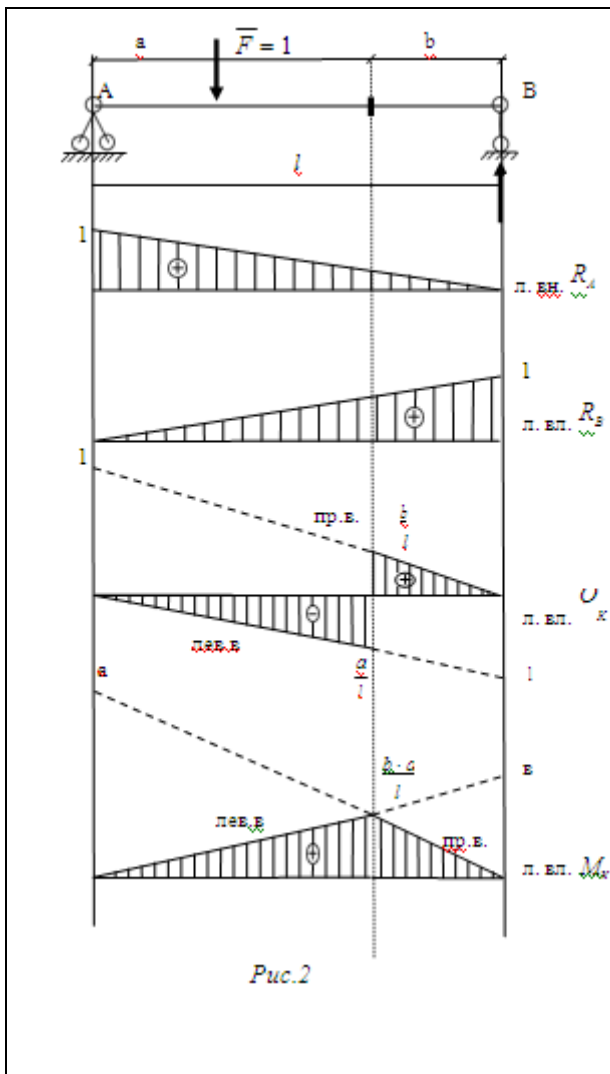
Задание. Для балки, выбранной согласно варианту (рис.1), требуется:

1. Построить линию влияния опорной реакции (по выбору студента),
2. Построить линии влияния изгибающего момента M и поперечной силы Q в указанных сечениях
3. Вычислить по линиям влияния значения реакции, изгибающего момента M и поперечной силы Q
4. Сравнить результаты вычислений с результатами работы 1 и сделать выводы

Исходные данные выбираются в соответствии с шифром из табл.1.

Методические указания:

Линией влияния в балке называется график, показывающий изменение



исследуемого фактора при движении по балке единичной силы.

Любая ордината линии влияния показывает величину исследуемого фактора в тот момент, когда сила находится над этой ординатой.

Статический способ построения линий влияния в балках основан на составлении уравнений статики (уравнений равновесия). Рассмотрим простую балку на двух шарнирных опорах (рис.2).

1. Построение линии влияния реакции R_A .

Составим уравнение моментов вокруг опоры B. $\sum M_B = 0;$

$$R_A \cdot l - \bar{F} \cdot (l - z) = 0;$$

$$R_A = \frac{\bar{F} \cdot (l - z)}{l} = \frac{l - z}{l}$$

Получаем аналитическое выражение для реакции R_A .

Строим график по 2-м точкам.

$$z = 0 \quad R_A = 1, \quad z = l \quad R_A = \frac{l - l}{l} = 0$$

2. Аналогично строится линия влияния реакции R_B .

Составим уравнение моментов вокруг опоры A. $\sum M_A = 0, \quad \bar{F} \cdot z - R_B \cdot l = 0,$

$R_B = \frac{z}{l}$. Получаем аналитическое выражение для реакции R_B . Строим график

по 2-м точкам: $z = 0 \quad R_B = 0, \quad z = l \quad R_B = 1.$

3. Построим линию влияния поперечной силы Q_K .

Возьмем произвольное сечение k, находящееся на расстоянии a от опоры A. Рассмотрим два положения силы $\bar{F} = 1$.

a) сила $\bar{F} = 1$ находится слева от точки сечения K, тогда $Q_K^{np} = -R_B$. Это значит, что линия влияния Q_K повторит линию влияния R_B , но с отрицательным знаком. Справедлива эта линия влияния, когда сила находится левее от точки k, значит, мы получаем левую ветвь линии влияния;

b) сила $\bar{F} = 1$ справа от сечения К, тогда $Q_K^{лев} = R_A$. Это значит, что линия влияния Q_K повторит линию влияния R_B . Справедлива эта линия влияния, когда сила находится справа от точки к, значит, мы получаем правую ветвь линии влияния.

4. Построим линию влияния изгибающего момента M_K - ?

a) сила $\bar{F} = 1$ находится слева от точки сечения К, тогда $\sum M_K^{np} = R_B b$. Это значит, что линия влияния M_K повторит линию влияния R_B , но увеличенную в b раз. Справедлива эта линия влияния, когда сила находится левее от точки к,

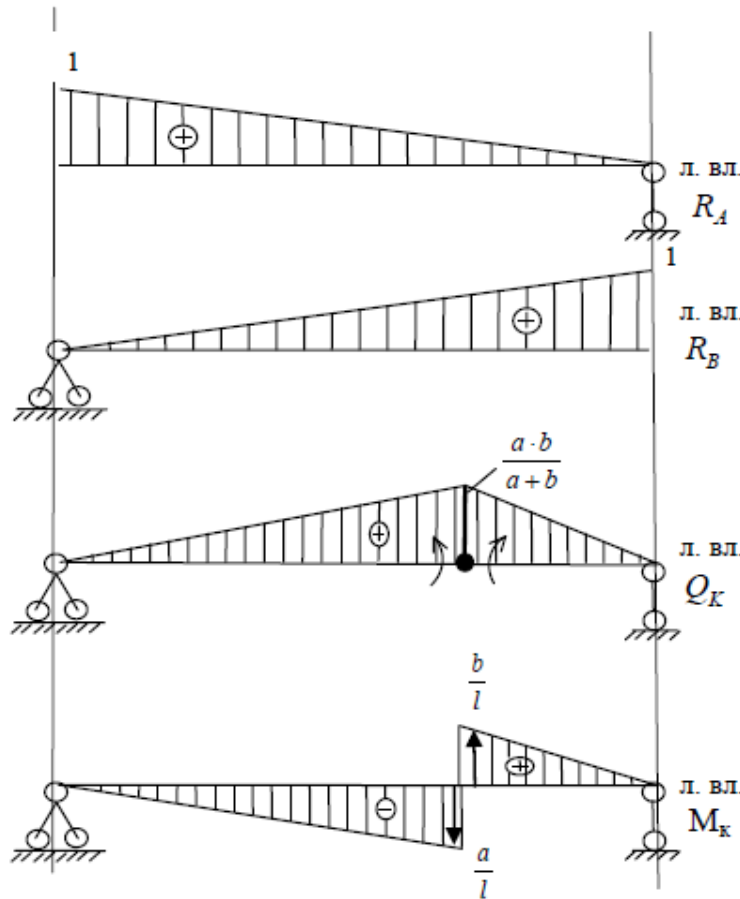


Рис.3

значит, мы получаем левую ветвь линии влияния;

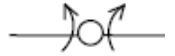
b) сила $\bar{F} = 1$ справа от сечения К, тогда $\sum M_K^{лев} = R_A \cdot a$. Это значит, что линия влияния M_K повторит линию влияния R_A , но увеличенную в a раз. Справедлива эта линия влияния, когда сила находится справа от точки к, значит, мы получаем правую ветвь линии влияния.

Кинематический способ построения линий влияния основан на принципе возможных перемещений:

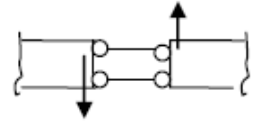
1) для того чтобы построить линию влияния реакции какой-нибудь опоры, нужно изобразить балку без этой опоры, дать данной точке возможное перемещение в

положительном направлении (вверх на единицу) и зарисовать новое положение полученного механизма;

2) для того чтобы построить линию влияния изгибающего момента M_K , нужно в данное сечение врезать шарнир и повернуть полученный механизм в положительном направлении на единичный угол;



3) для того чтобы построить линию влияния поперечной силы Q_K , нужно в данное сечение врезать ползун и раздвинуть части балки в положительном направлении на единицу.



Построим линии влияния кинематическим методом в этой же балке (рис.3). Линии влияния получились такие же.

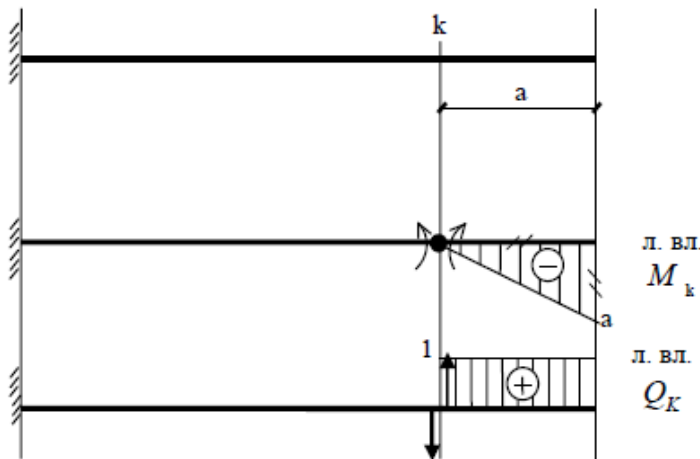


Рис. 4

Построим линии влияния поперечной силы и изгибающего момента в консольной балке (рис.4) кинематическим способом. Так как левая часть в этой балке неподвижна, движется только правая часть в положительном направлении. При этом ордината линии влияния момента равна a , ордината линии влияния поперечной силы равна 1.

С помощью линий влияния можно определить любые усилия по формуле

$$(R, Q, M) = \sum F_i Y_i + \sum q_i w_i + \sum M_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i,$$

где сила считается положительной, если направлена вниз $\downarrow F \oplus$, Y_i - ордината линии влияния под силой, берется со своим знаком,

нагрузка считается положительной, если направлена вниз $\downarrow q_i \oplus$,

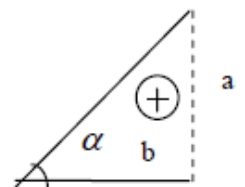
w_i - площадь в линии влияния под нагрузкой, берется со своим знаком,

момент считается положительным, если направлен по часовой стрелке $\curvearrowright M_i \oplus$,

$\operatorname{tg} \alpha$ - тангенс угла наклона линии влияния над моментом,

равный $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}$ и считается положительным, если линия

влияния возрастает.



РАЗДЕЛ 3

Расчет простой плоской статически определимой фермы

Задание. Для фермы (рис.5) с выбранными по шифру из табл. 2 размерами и нагрузкой требуется определить (аналитически) усилия в стержнях заданной панели, включая правую и левую стойку (5 стержней).

Таблица 2

Первая цифра шифра	$l, \text{м}$	$F_1, \text{кН}$	Вторая цифра шифра	№ панели (считая справа)	Последняя цифра шифра (№ схемы)	$h, \text{м}$
1	33	2	1	2	1	6
2	30	3	2	3	2	5
3	27	1	3	4	3	4
4	24	1	4	5	4	4
5	21	2	5	2	5	6
6	18	2	6	3	6	4
7	33	1	7	4	7	5
8	30	3	8	5	8	4
9	21	3	9	2	9	5
0	24	2	0	3	0	4

Методические указания:

Фермой называется конструкция, состоящая из стержней, соединённых между собой шарнирами, которые называются узлами фермы. Внешняя нагрузка на ферму передаётся через эти узлы. Каждый стержень в ферме находится в условиях простого осевого растяжения – сжатия, но общая деформация фермы – изгибная, то есть ферма работает на изгиб.

Пролет фермы - это расстояние между опорами. Расстояние между узлами фермы по горизонтали называется панелью фермы и обозначается d .

Выполнить расчет фермы, это значит, что в первую очередь нужно определить усилия в стержнях фермы.

Общепринятые обозначения усилий в стержнях фермы: O – усилие в

стержнях верхнего пояса, U – усилие в стержнях нижнего пояса, V – усилие в стойках, D – усилие в раскосах. Расчет фермы начинают с определения опорных реакций. Опорные реакции в ферме определяются как в простой балке, работающей на изгиб.

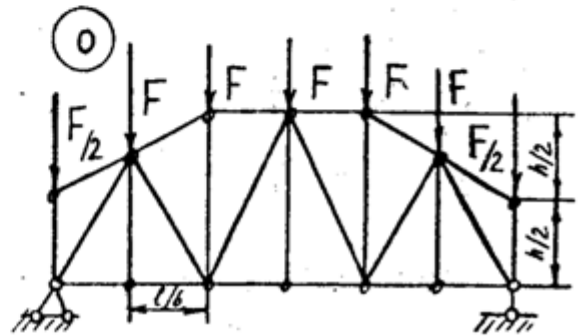
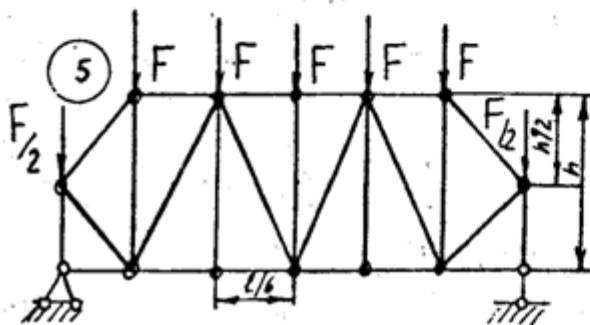
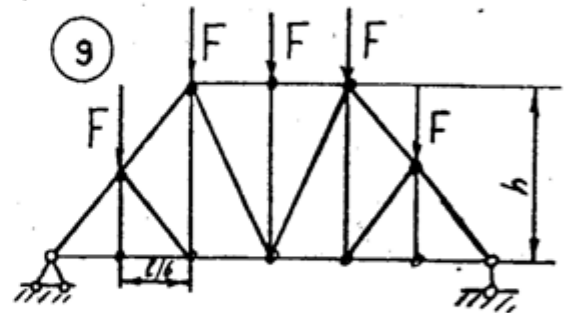
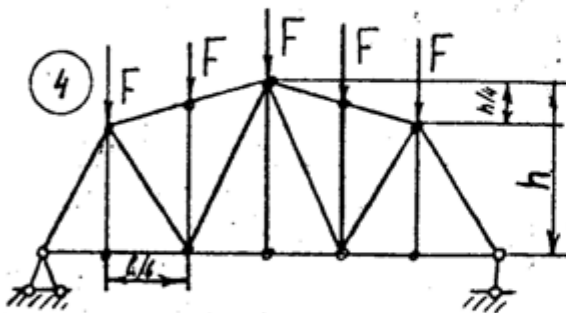
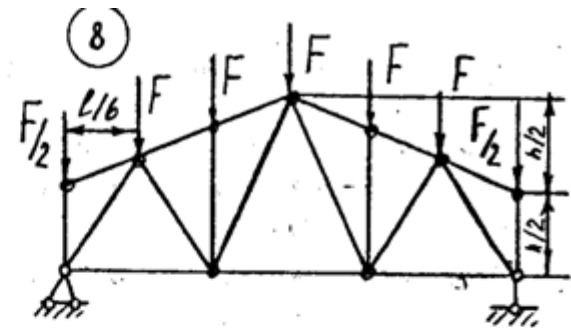
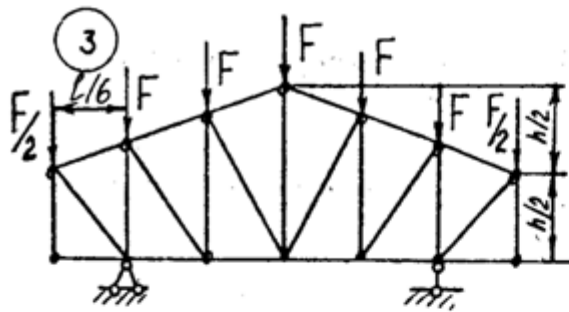
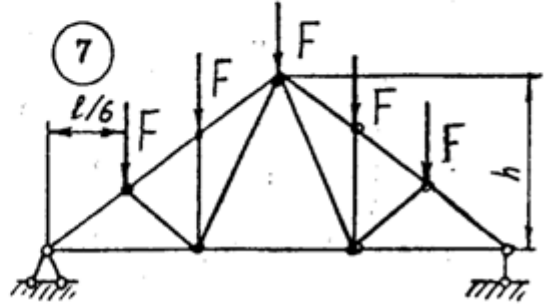
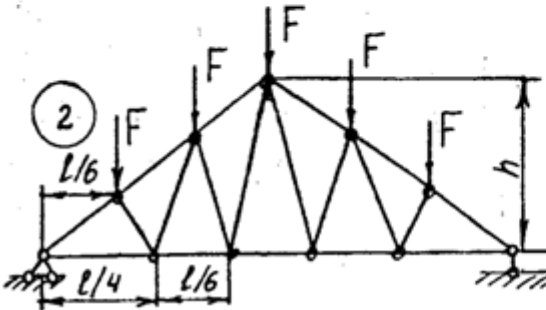
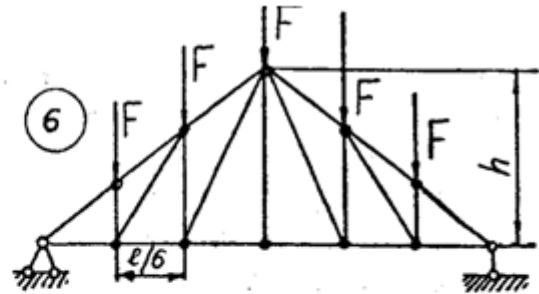
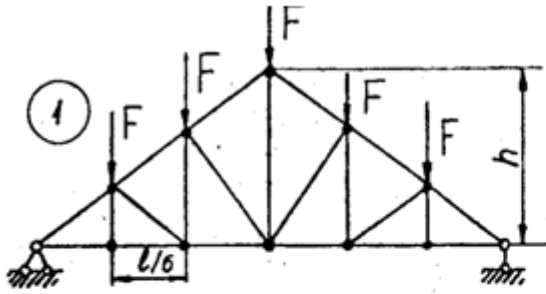
Для определения усилий в стержнях ферм существуют несколько способов. Рассмотрим некоторые из них:

а) *способ моментной точки*. Применяется, когда можно разрезать ферму на две части так, чтобы в разрез попало три стержня. Для нахождения усилия в одном из них необходимо найти точку пересечения двух других разрезанных стержней (моментная точка) и записать уравнение равновесия (сумма моментов всех сил вокруг этой точки) любой отсечённой части фермы.

б) *способ проекций*. Применяется, когда можно разрезать ферму на две части так, чтобы в разрез попало три стержня. При нахождении усилия в одном из

них двух других стержней оказываются параллельны (т.е. моментная точка оказывается в бесконечности). Записывается сумма проекций сил на вертикальную ось у любой отсечённой части фермы. Способ проекций чаще всего применяется для нахождения усилий в раскосах или стойках фермы с параллельными поясами.

в) *способ вырезания узлов*. Применяется, когда два предыдущих способа не применимы, т.е. нельзя провести сечение через три стержня. Данный способ заключается в вырезании узла, к которому принадлежит искомый стержень и рассмотрении равновесия этого узла.



РАЗДЕЛ 4

Расчет трехшарнирной арки или трехшарнирной рамы

Задание. Для сплошной трехшарнирной арки или рамы (рис.6)требуется определить аналитически моменты, поперечные и нормальные силы в сечениях K_1 и K_2 от действия постоянной нагрузки.

Исходные данные, согласно шифру, выбираются по табл.3.

Таблица 3

Первая цифра шифра	l м	α	β_1	Вторая цифра шифра	β_2	q_1 кН/м	q_2 кН/м	Последняя цифра шифра	Схема по рис.2	Очертание ося	f l	F кН
1	26	0.20	0.20	1	0.65	0	4	1	а	Парабола	0.34	4
2	36	0.50	0.30	2	0.68	4	0	2	а	Окружность	0.35	3
3	18	0.30	0.22	3	0.70	0	5	3	б	Рама	0.39	5
4	28	0.60	0.25	4	0.72	5	0	4	в	Рама	0.40	6
5	20	0.40	0.15	5	0.80	0	6	5	г	Рама	0.32	7
6	32	0.70	0.40	6	0.84	6	0	6	а	Парабола	0.36	8
7	22	0.80	0.35	7	0.86	7	0	7	а	Окружность	0.38	2
8	34	0.25	0.12	8	0.75	0	7	8	б	Рама	0.33	5
9	24	0.35	0.33	9	0.85	8	0	9	в	Рама	0.30	8
0	39	0.45	0.45	0	0.90	0	8	0	г	Рама	0.31	4

Методические указания:

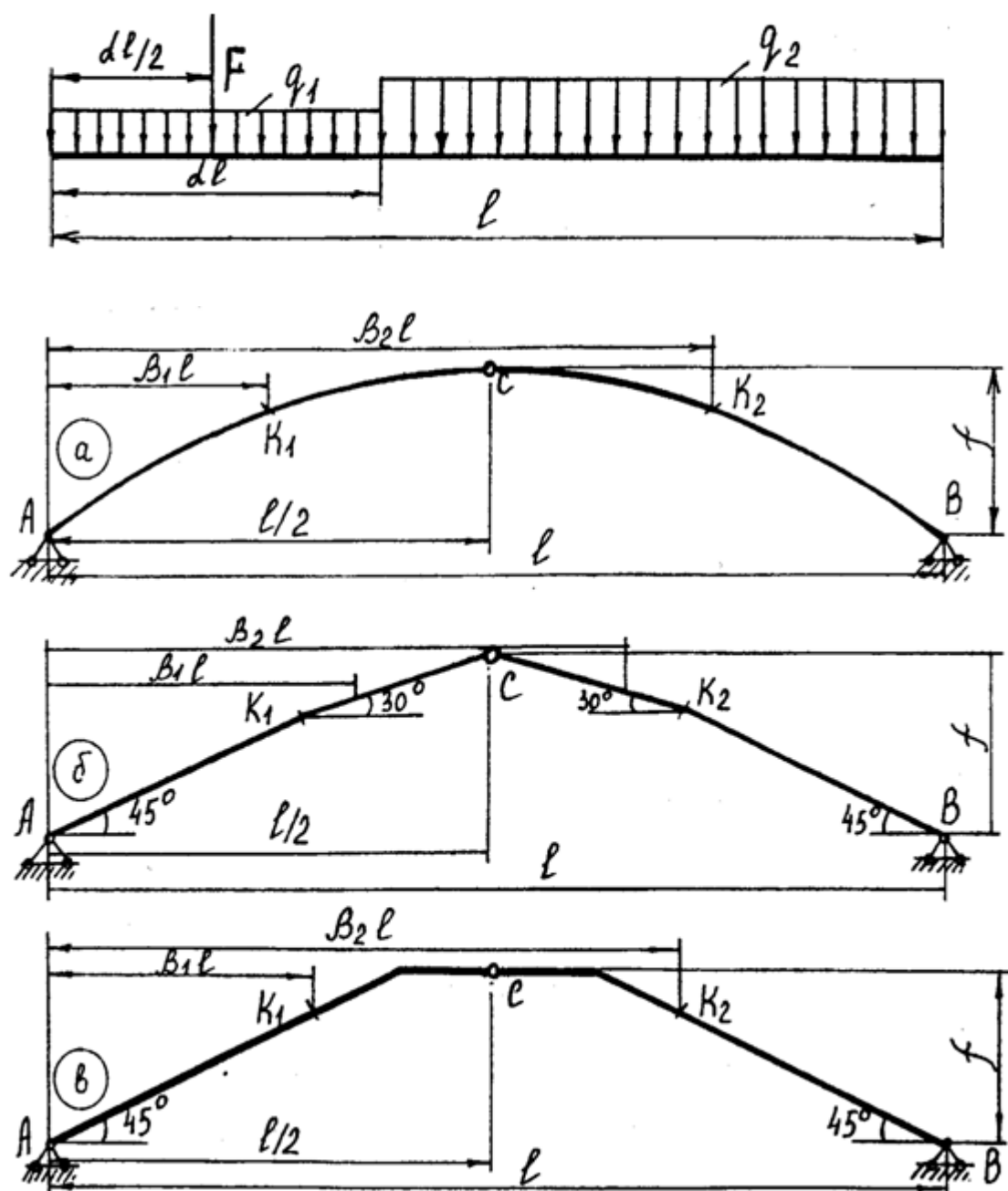
Расчет трехшарнирных арок следует начинать с определения реакций. Вертикальные составляющие реакций в арке R_A и R_B определяются так же, как в балке. Горизонтальные реакции H_A , H_B (называемые распором) определяются из уравнений равновесия правой части арки или левой (сумма моментов) вокруг соединительного шарнира.

В поперечном сечении арки возникают продольная и поперечная силы и изгибающий момент. Для их определения необходимо составить уравнения равновесия любой отсеченной части арки (рис.7).

Для определения изгибающего момента: $\sum M_x^{лев} = 0$,

Если рассмотреть балочную аналогию, то момент в сечении К левой части балки будет равен: $M_K^{\xi} = R_A \cdot X_K - F(X_K - X_F)$. Тогда формула для определения изгибающего момента в арке будет: $M_K = M_K^{\xi} - H \cdot Y_K$, где M_K^{ξ} - момент в соответствующей балке, H - распор арки, Y_K - ордината (высота) сечения К.

Схема нагрузки



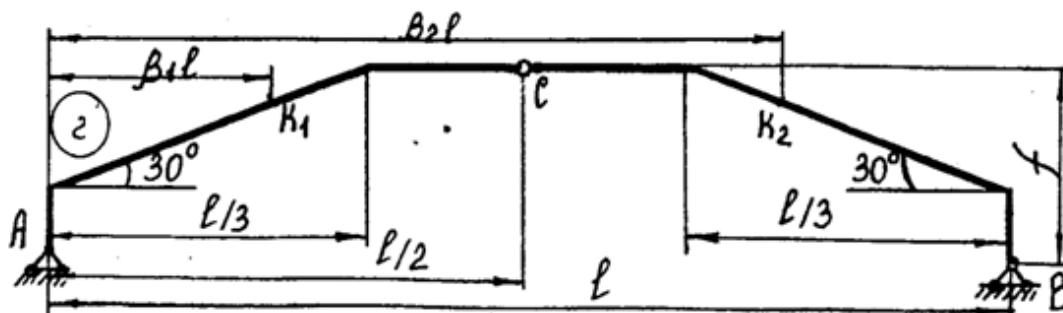
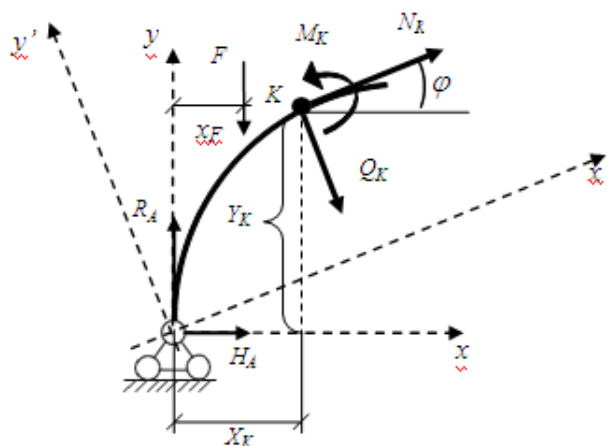


Рис.6

Для определения продольной силы: $\sum X'_{лев} = 0$,



$$N_K + H \cdot \cos \varphi + R_A \cdot \sin \varphi - F \cdot \sin \varphi = 0,$$

$$N_K = -[(R_A - F_1) \cdot \sin \varphi + H \cdot \cos \varphi].$$

Если рассмотреть балочную аналогию, то поперечная сила в сечении К левой части балки будет равна: $Q_K = R_A - F$. Тогда формула для определения продольной силы в арке будет:

$$N_K = -(Q_K^e \cdot \sin \varphi_K + H \cdot \cos \varphi_K),$$

где Q_K^e - поперечная сила в соответствующей балке, φ - угол наклона касательной в сечении К.

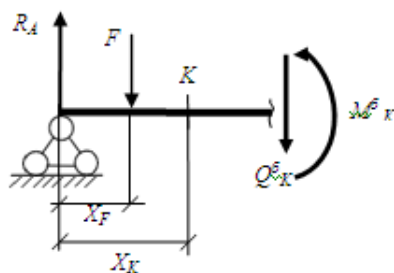


Рис.7

Для определения поперечной силы: $\sum Y'_{лев} = 0$

$$-Q_K - H \cdot \sin \varphi + R_A \cdot \cos \varphi - F_1 \cdot \cos \varphi = 0$$

$$Q_K = (R_A - F_1) \cdot \cos \varphi_K - H \cdot \sin \varphi_K.$$

Тогда формула для определения поперечной силы в арке будет:

$$Q_K = Q_K^e \cdot \cos \varphi_K - H \cdot \sin \varphi_K.$$

Ординаты точек оси арки и углы наклона касательных определяются по следующим уравнениям:

- при очертании оси по параболе: $v = \frac{4f}{l^2} x(l-x)$, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{4f}{l^2} (l-2x)$;

- при очертании оси по окружности: $y = \sqrt{R^2 - \left(\frac{l}{2} - x\right)^2} - R + f$,

где $R = \frac{f}{2} + \frac{l^2}{8f}$, $\sin \varphi = \frac{l-2x}{2R}$, $\cos \varphi = \frac{y+R-f}{R}$.

Следует помнить, что для правой половины арки (рамы) угол наклона касательной в сечении К отрицателен, т.е. $\varphi_K < 0$

Это значит, что $\operatorname{Cos}(-\varphi_K) = \operatorname{Cos} \varphi_K$, $\operatorname{Sin}(-\varphi_K) = -\operatorname{Sin} \varphi_K$

РАЗДЕЛ 5

Определение перемещений в статически определимой раме

Задание. Для рамы (рис.8) с выбранными по шифру из табл.4 размерами и нагрузкой требуется определить горизонтальное перемещение (ГП) или угол поворота (УП) одного из сечений.

Таблица 4

Первая цифра шифра	l , м	q , кН/м	Вторая цифра шифра	F кН	h , м	Номер сечения	Последняя цифра шифра (№ схемы)	Вид перемещения	$I_1:I_2$
1	8	1	1	9	7	1	1	УП	1:2
2	9	2	2	2	6	2	2	УП	2:1
3	9	2	3	5	5	3	3	УП	1:3
4	8	3	4	4	8	4	4	УП	3:1
5	5	2	5	3	9	1	5	УП	1:4
6	5	3	6	10	9	2	6	ГП	4:1
7	6	4	7	7	8	3	7	ГП	1:3
8	8	3	8	8	6	4	8	ГП	3:1
9	6	2	9	1	10	1	9	ГП	1:2
0	7	1	0	6	7	3	0	ГП	2:1

Методические указания:

Все перемещения следует определять по методу Мора с применением формулы Симпсона.

$$\Delta(\varphi) = \sum \frac{l_i}{6EI} \left(M_F^L M^R + 4M_F^C M^C + M^L M^R \right).$$

Здесь: Δ - линейное перемещение,

φ - угловое перемещение,

l_i - длина участка,

EI - изгибная жесткость на участке,

M_F, \bar{M} - моменты с грузовой и с единичной эпюры, взятые соответственно в начале, середине и конце участка.

Грузовая эпюра (эп. M_F) - это эпюра моментов, построенная от действия всей внешней нагрузки.

Единичная эпюра (эп. \bar{M}) - эпюра моментов, построенная от действия единичного фактора. В качестве единичного фактора применяется либо сила, равная 1 ($\bar{F}=1$), для определения линейного смещения, либо момент, равный 1 ($\bar{M}=1$), для определения угла поворота поперечного сечения.

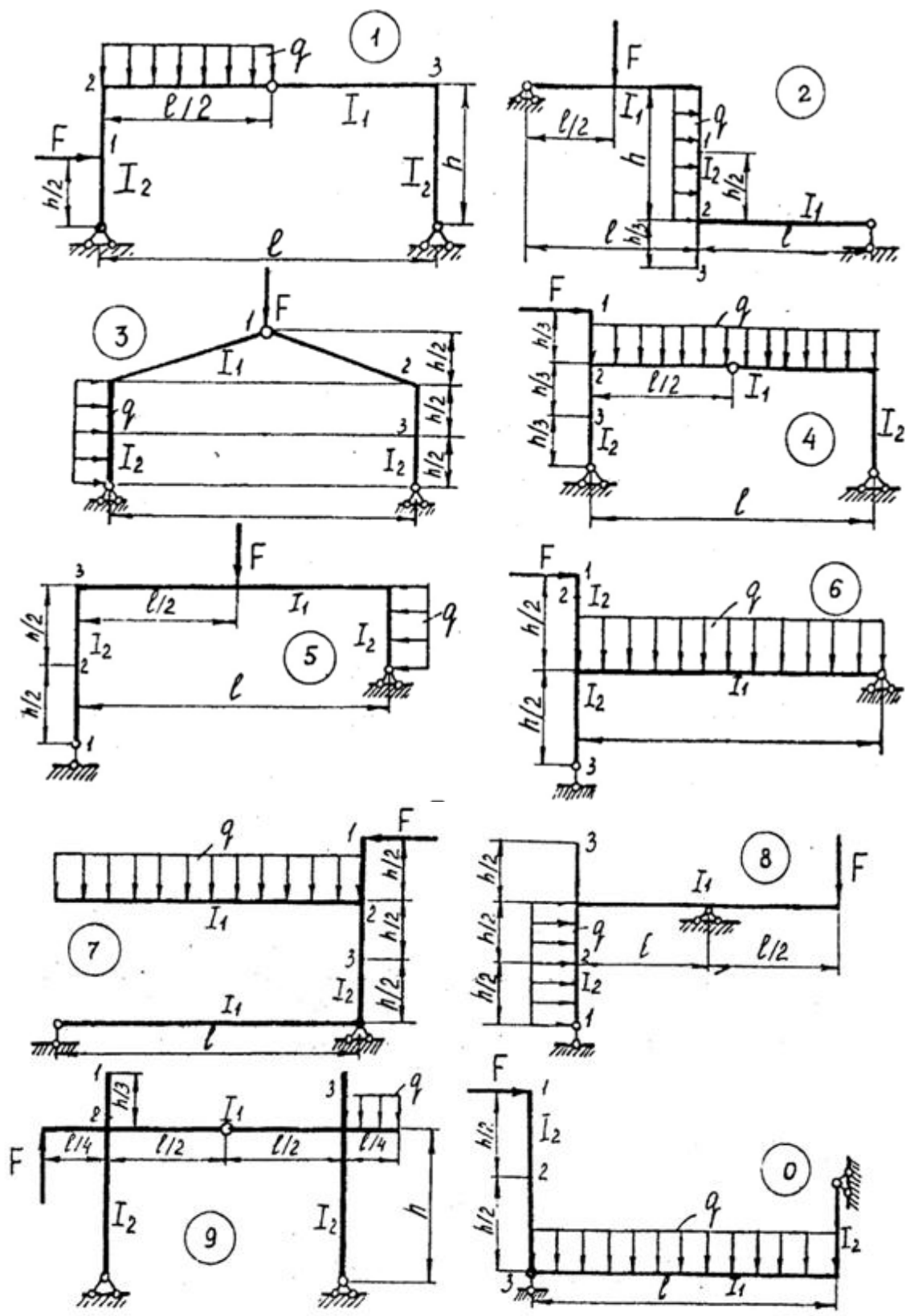


Рис. 8

4 Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие статически неопределимой системы.
2. Свойства статически неопределимых систем.
3. Канонические уравнения метода сил.
4. Группировка неизвестных.
5. Определение числа лишних связей фермы.
6. Выбор основной системы.
7. Двухшарнирная арка.
8. Бесшарнирная арка.
9. Перемещения, используемые в методе перемещений.
10. Степень кинематической неопределимости.
11. Основная система метода перемещений.
12. Канонические уравнения.
13. Проверка неразрезной балки.
14. Уравнение трех моментов.
15. Основная система метода сил.
16. Формулы опорных моментов загруженного пролета.

5 Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Задачи и методы строительной механики.
2. Понятие о расчетной схеме сооружения.
3. Классификация сооружений и их расчетных схем.
4. Кинематический анализ сооружений.
5. Мгновенная изменяемость.
6. Понятие многопролетных статически определимых балок.
7. Понятие о линиях влияния.
8. Линии влияния поперечных сил.
9. Линии влияния изгибающих моментов.
10. Понятие о ферме.

11. Классификация ферм по очертанию поясов.
12. Классификация ферм по системе решетки.
13. Классификация ферм по расположению опор и назначению.
14. Способы определений усилий в стержнях ферм.

6 Требования по оформлению курсовой работы.

Объем курсовой работы (без списка литературы и приложений) должен составлять 25-35 страниц. Титульный лист курсовой работы приведён в приложении А. Текст должен оформляться на компьютере, размер шрифта не более 14 пт, но не менее 12 пт, TimesNewRoman, межстрочный полуторный интервал, или рукописным способом черной или синей пастой.

Страницы должны иметь поля, мм: 30 - левое; 10 - правое; 20 -верхнее; 20 - нижнее. Текст должен выравниваться по ширине. В тексте должны быть расставлены переносы.

7 Список рекомендуемой литературы

7.1. Печатная учебно-методическая литература

Основная литература

1. Кривошапко, С. Н. Строительная механика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата/ С.Н. Кривошапко. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2015. – 391с. : ил, - (Профессиональное образование).

2. Кривошапко, С. Н. Строительная механика. Теория и практика: учебное пособие для прикладного бакалавриата / С.Н. Кривошапко. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2014. – 391с. : ил.

3. Бабанов, В.В. Строительная механика. В 2т. Т1.: учебник для студ. учреждений высш. учеб.заведений / В.В. Бабанов, - М: Академия, 2011 - 304 с.

4. Бабанов, В.В. Строительная механика. В 2т. Т.2: учебник для студ. учреждений высш. учеб.заведений / В.В. Бабанов, - М: Академия, 2011 - 288 с.

Дополнительная литература

1. Старцева, Л.В. Строительная механика в примерах и задачах: учебное пособие / Л.В. Старцева, В.Г. Архипов, А.А. Семенов. - М. : Изд-во АСВ, 2014. - 224 с. : ил

7.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная	Дарков, А.В. Строительная механика/А.В. Дарков, В.А. Шапошников. – 12-е изд. -Электрон. версия учебника. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. -556с.	https://e.lanbook.com/book/121	Сеть Интернет /авторизованный
Основная	Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебник / Н. Н. Шапошников, Р. Х. Кристаллинский, А. В. Дарков ; под общей редакцией Н. Н. Шапошникова. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018- 692 с	https://e.lanbook.com/book/105987	Сеть Интернет /авторизованный
Основная	Васильков, Г.В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений/Г.В. Васильков, З.В. Буйко. – Электрон.версия учебника. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 256с.	https://e.lanbook.com/book/5110	Сеть Интернет /авторизованный
Основная	Кузьмин, Л.Ю. Строительная механика/ Л.Ю. Кузьмин, В.Н. Сергиенко. - 2 изд., испр. и доп. - Электрон.версия-Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 296 с.	https://e.lanbook.com/book/76273	Сеть Интернет /авторизованный
Дополни	Сон, М.П. Строительная механика	http://elib.pstu.ru/	Сеть Интернет

тельная	зданий и сооружений: спецкурс/ М.П. Сон, С.Г. Кузнецова; Перм. гос. техн. ун-т. – Электрон.версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009. – 185с.	docview/?id=2781.pdf	/авторизованный
Дополнительная	Кузнецова, С.Г. Строительная механика стержневых систем: в 2-х частях. Часть 1/ С.Г. Кузнецов; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон.версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. – 143 с.	http://elib.pstu.ru/docview/?id=2556.pdf	Сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная	Кузнецова, С.Г. Строительная механика стержневых систем: в 2-х частях. Часть 2/ С.Г. Кузнецов; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон.версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. – 140 с.	http://elib.pstu.ru/docview/?id=2890.pdf	Сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная	Строительная механика: методические указания/ сост.С.Г. Кузнецова; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон.версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 51 с.	http://elib.pstu.ru/docview/?id=274.pdf	Сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная	Суходоева, А.А. Конечные элементы в строительной механике/ А.А. Суходоева; Перм. гос. техн. ун-т. – Электрон.версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006. – 100с.	http://elib.pstu.ru/docview/?id=2721.pdf	Сеть Интернет /авторизованный
Периодические издания	Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2019 гг.	http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/	Сеть Интернет /авторизованный
Периодические издания	Вестник ПНИПУ. Урбанистика [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2011-2019 гг.	http://vestnik.pstu.ru/urbanistic/about/inf/	Сеть Интернет /авторизованный
Периодические издания	Строительные материалы: научно-технический и производственный журнал/Учредитель ООО РИФ «Стройматериалы». – Архив номеров в электронном формате 1989-2019гг.	http://rifsm.ru/editions/journals/1/2015/	Сеть Интернет /авторизованный

Приложение А – Образец титульного листа курсовой работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Направление: 08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине «Строительная механика»

На тему: « »

Выполнил:

студент группы _____

И.О.Фамилия _____

(Подпись)

Руководитель:

(Подпись)

Курсовая работа допущена к защите «__» _____ 20__ г. _____

Курсовая работа защищена _____ «__» _____ 20__ г. _____

Лысьва 2021 г.