

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет

РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ

**Методические указания и контрольные задания
по строительной механике
для студентов заочников специальности ПГС**

Челябинск
2006

УДК 624.04 (076.6)

Расчет статически определимых систем: Методические указания и контрольные задания по строительной механике для студентов заочников специальности ПГС /сост. В.Ф.Сбитнев, В.Л. Высоковский, Т.В Вяткина.– Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 20 с.

В методических указаниях приведены контрольные задания и общие методические указания к выполнению домашних контрольных работ по расчету статически определимых балок, ферм и рам.

Даны вопросы для самоконтроля, перечень тем курса, литературы и задач, рекомендованных для самостоятельного решения.

При подготовке настоящих методических указаний использованы «Методические указания и домашние задания по сопротивлению материалов, строительной механике и теории упругости» (для студентов инженерно-строительного факультета), изданных в ЧПИ в 1986 г.

Ил.4, табл.3, библиогр. 16.

Одобрено учебно-методической комиссией
архитектурно-строительного факультета.

Рецензент: Мартыненко Н.Е.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие методические указания по курсу ..	4
2. Общие указания и требования к выполнению контрольных работ ...	5
3. Перечень тем, литературы и задач, рекомендуемых для самостоятельного решения	7
4. Библиографический список	9
5. Контрольная работа № 1	10
5.1. Задача № 1. Многопролетные статически определимые балки	10
5.2. Вопросы для самоконтроля к задаче № 1	12
5.3. Задача № 2. Статически определимые плоские фермы	13
5.4. Вопросы для самоконтроля к задаче № 2.	15
6. Контрольная работа № 2	16
6.1. Задача № 3. Определение перемещений в статически определимых плоских рамах	16
6.2. Вопросы для самоконтроля к задаче № 3	18
7. Оформление титульного листа к заданиям ...	20

1. Общие методические указания по курсу

Строительная механика – это раздел теории деформируемых тел, разрабатывающий методы расчета стержневых систем. Задачами строительной механики являются: установление принципов образования стержневых конструкций; определение усилий и перемещений, возникающих в конструкциях; выявление наиболее рациональных и экономичных вариантов стержневых систем (оптимальное проектирование). Курс строительной механики изучается студентом-заочником самостоятельно по учебникам два семестра. По основным разделам курса для студентов читаются установочные лекции и проводятся практические занятия. Для лучшего усвоения курса следует вести конспект.

По мере изучения каждого раздела теории студент решает задачи и примеры. Если при решении задач возникнут затруднения, следует воспользоваться указаниями в приведенной ниже литературе. Главное, в конечном итоге, научиться самостоятельно решать задачи.

По важнейшим разделам курса студент выполняет индивидуальные контрольные работы. Самостоятельность выполнения этих работ имеет первостепенное значение для усвоения курса. Студенты специальности ПГС выполняют по курсу четыре контрольные работы, по две в каждом семестре. Выполненную контрольную работу студент высылает в университет с тем, чтобы указания преподавателя в рецензии по этой работе могли быть учтены в работе над ошибками.

Сроки сдачи должны соответствовать учебному графику работы студента в семестре. Работы должны быть присланы не позднее, чем за неделю до начала сессии. Высланные позднее работы преподаватель может не успеть проверить и студент не будет допущен к сессии.

Не следует откладывать выполнение контрольных работ на конец семестра.

Курс строительной механики условно разделен на две части. В первой части прорабатываются вопросы расчета статически определимых стержневых систем. Вторая часть посвящена вопросам расчета статически неопределимых систем. Настоящие методические указания составлены для первой части курса строительной механики, которая включает в себя две контрольные (расчетно-графические) работы (три задачи).

В первую контрольную работу входят две задачи:

Задача № 1 «Многопролетные статически определимые балки»;

Задача № 2 «Статически определимые плоские фермы».

Вторая контрольная работа состоит из одной задачи:

Задача № 3 «Определение перемещений в статически определимых рамах».

Для получения зачета и допуска к экзамену студенту нужно, в случае необходимости, сделать все исправления в работах и защитить их, т.е. показать осведомленность в теории и умение решать задачи.

После выполнения контрольных работ и изучения тем курса надо обязательно ответить на вопросы программы для самостоятельной проверки усвоения пройденного материала.

Студенты специальности ПГС по каждой части курса сдают экзамен. Экзаменационный билет включает теоретический вопрос из программы курса и две задачи. На экзамены студент должен явиться с выполненными и зачтенными контрольными работами.

2. Общие указания и требования по выполнению контрольных работ

Домашние расчетно-графические задания (контрольные работы) следует выполнять лишь после того, как полностью изучен соответствующий материал курса, т.е. проработано содержание параграфов, самостоятельно решены рекомендуемые задачи.

1. Исходные данные для задач, включенных в контрольные работы, принимаются согласно варианту. Вариант составляется из последних трёх цифр (личный номер) зачетной книжки студента. Например, если зачетная книжка имеет шифр 04 -702, то вариантом будет число – 2702. Для получения варианта нужно личный номер повторить дважды (702702) и взять четыре последние цифры. Причем, в данном случае цифра 2 – первая цифра варианта, 7 – вторая, 0 – третья и 2 – четвертая.

2. Цифра варианта показывает, какую строку следует взять из столбца таблицы, с порядковым номером, соответствующим этой цифре варианта. Например, при варианте 2702 для задачи №1 студент должен взять следующие данные: $F_1=80,0$ кН; $M = 180$ кН·м; $q = 16$ кН/м; $l_1= 8$ м; $l_2= 8$ м; $l_3= 11$ м; номер схемы – 2. Аналогично выбираются данные других задач.

Если личный номер зачетки имеет шифр, например, 04-1085, т.е. состоящим из четырех цифр, то вариант будет таким –1085.

3. Прежде чем приступить к решению какой-то задачи контрольной работы, нужно изучить соответствующие разделы курса и проработать решение задач, разобранных в учебнике или задачнике. Следует оценивать правдоподобность полученных в процессе решения результатов с точки зрения физической сущности задачи и ее исходных данных.

4. Если основные положения теории усвоены слабо и не проработаны разобранные в учебнике примеры, то при выполнении контрольных работ возникнут затруднения.

5. На титульном листе контрольной работы должны быть четко написаны: наименование и номер контрольной работы, название дисциплины, фамилия, имя и отчество студента (полностью), название факультета и специальности, учебный шифр (номер зачетной книжки), дата отсылки работы, точный почтовый адрес.

6. Каждая контрольная работа должна быть выполнена на одной стороне стандартных листов писчей бумаги (размер 210x297) или в отдельной тетради. Страницы должны быть пронумерованы. Задание должно быть сброшюровано в альбом с обложкой из плотной бумаги (ватмана), выполнено (по возможности) на компьютере или четко написано от руки синей или черной пастой. Справа должны быть поля шириной около 50 мм для замечаний рецензента.

7. Перед решением каждой задачи нужно записать сначала условие её, а затем полностью выписать исходные данные. По этим данным составить аккуратно эскиз, определяющий условие задачи в соответствии с вариантом. Вычерчивание схем и чертежей должно выполняться строго в масштабе с применением чертежных инструментов. На схемах следует проставлять как буквенные обозначения, так и численные значения размеров и нагрузок с указанием их размерности.

8. Не нужно указывать те нагрузки, размеры и другие данные, которые согласно варианту задания равны нулю. Если в таблице значения нагрузок имеют знак минус, то необходимо изменить на расчетной схеме их направление на противоположное, после чего знак минус опустить.

9. Решение должно сопровождаться краткими и грамотными, без сокращения слов, пояснениями и четкими выполненными в масштабе эскизами. Перед решением задачи следует ознакомиться с относящимися к ней указаниями.

10. Каждый пункт решения должен содержать вспомогательные чертежи (при необходимости), расчетную формулу, выраженную через исходные данные, цифровое повторение этой формулы и ответ. В ответах необходимо проставлять размерность получаемых величин.

11. Расчеты нужно выполнять с точностью до четырех-пяти значащих цифр, соблюдая правила приближенных вычислений.

12. Решение задачи должно быть тщательно проверено. Во многих случаях принятый путь решения задачи не является единственно возможным, поэтому весьма желательно найти, помимо использованного, какой-либо иной способ и решить задачу вновь. Совпадение результатов является наиболее надежной гарантией правильного ответа.

13. Получив проверенную работу, следует внимательно ознакомиться с замечаниями рецензента и в решение задачи внести соответствующие исправления.

14. Если работа не зачтена, решение всей задачи или указанной рецензентом её части приводится в той же тетради в разделе «Работа над ошибками». Не следует что-либо стирать или зачеркивать в работе, проверенной рецензентом.

15. При исправлении ошибок должно быть четко указано, к какой задаче относятся исправления. Исправления, направленные рецензенту отдельно от работы, не рассматриваются.

16. Контрольные работы, оформленные неаккуратно или с нарушением настоящих указаний, возвращаются без рассмотрения и не зачитываются.

Консультации: в процессе изучения дисциплины неизбежно возникают вопросы. Не следует оставлять их без ответов. Не нужно также откладывать разрешение вопросов на более поздний срок. На вопросы, возникающие во время

изучения материала, необходимо получать ответы своевременно. Для этого их полезно записывать и выяснять на консультации у преподавателя на кафедре строительной механики, ауд. 606 (гл. корпус).

3. Перечень тем, литературы и задач, рекомендуемых для самостоятельного решения

1. Введение.

Учебники: [1,Введение]; [2,гл.1,§1.1-1.5]; [3,Введение]; [4,гл.1]; [5,гл.1,§1.1-1.6]; [6,гл.1,§1-4].

Задачи: [12,гл.1,§1.1-1.6].

2. Кинематический анализ сооружений.

Учебники: [1,гл.1,§1.1-1.3]; [2,гл.1,§1.6]; [3,гл.1,§1.1-3.1;гл.4,§5.4]; ([4,гл.2,§7-8]; [5,гл.1,§1.7-1.13;1.17]; [6,гл.2,§5-9]. Задачи: [7,гл.1,§1.1-1.3]; [8,гл.1,А-Б];[10,гл.1,§1.1-1.3]; [13,гл.1,§1.1-1.5].

3. Определение сил взаимодействия между частями сооружений.

Учебники: [1,гл.2,§2.1;2.7-2.10;гл.3,§3.1-3.4].

Задачи: [10,гл.2,§2.1]; [13,гл.2,§1.1-1.4]; [14,гл.1,§1.2].

4. Построение эпюр внутренних силовых факторов.

4.1.Балки и рамы.

Учебники: [2,гл.4,§4.1]; [3,гл.2,§9;10-12]; [4,гл.4,§4-7]; [5,гл.1,§1.18-1.19]; [6,гл.3,§10-16].

Задачи: [7,гл.Ш;гл.1У]; [8,гл.2,А-Г]; [12,гл.2,§2.3-2.5;гл.3,§3.4-3.6]; [14,гл.2,§2.1-2.4]; [15,гл.1,§1.1-1.3].

4.2. Плоские фермы

Учебники: [1,гл.4,§4.1-1.4]; [2,гл.4,§4.3]; [3,гл.4,§1.14-1.16]; [6,гл.4,§19-23].

Задачи: [7,гл.У,§У.1-У.2]; [8,гл.5,А-Ж]; [10,гл.2,§2.4]; [13,гл.5,§5.1-5.6]; [15,гл.1,§1.4].

4.3. Пространственные фермы

Учебники: [3,гл.5,§1.5-5.5]; [4,гл.7,§33-35;37]; [5,гл.1,§1.29-1.31]; [6,гл.8,§44-46].

Задачи: [7,гл.УП,§УП.1-УП.3]; [8,гл.7,А-В]; [13,гл.5,§5.1-5.6].

4.4. Арки и другие распорные системы

Учебники: [1,гл.3,§3.1-3.4]; [2,гл.4,§4.2]; [3,гл.3,§1.3-4.3]; [4,гл.4,§27-30]; [5,гл.1,§1.26-1.28]; [6,гл.5,§26-27].

Задачи: [7,гл.1У,§1У.1-1У.4]; [8,гл.4,А-Б]; [10,гл.2,§2.4]; [13,гл.4,§4.1-4.3]; [15,гл.1,§1.5].

4.5. Комбинированные системы

Учебники: [1,гл.4,§4.8-4.9]; [2,гл.4,§4.4]; [6,гл.6,§32-33]; [13,Р.2,гл.1,§1.1-1.2].

Задачи: [7,гл.У1,§У1.2-У1.3]; [10,гл.2,§2.4]; [13,Р.2,гл.1,§1.1-1.2]; [15,гл.1,§1.5].

5. Построение линий влияния.

Учебники:[1,гл.2,§2.2-2.6;2.9;2.11];[2,гл.3,§3.1-3.7]; [3,гл.2,§1.2-7.2;10.2-12.2]; [4,гл.2,§20;21;24-26]; [5,гл.1,§1.21-1.24]; [6,гл.3,§10-17].

Задачи: [7,гл.П,§П.1-П.4];[8,гл.3,А];[10,гл.4,§4.1];[13,гл.3,§3.2]; [15,гл.1,§1-2].

5.1. Балки и рамы

Учебники: [1,гл.3,§3.1-3.4]; [2,гл.4,§4.1]; [3,гл.2,§2.2-8.2;11.2-13.2]; [5,гл.1,§1.21-1.24]; [6,гл.3,§10-17].

Задачи: [7,гл.П,§П.1-П.5]; [8,гл.3,Б;гл.4,Б]; [10,гл.4,§4.1-4.3]; [13,гл.2,§3.3-3.8]; [15,гл.1,§1.2].

5.2. Плоские фермы

Учебники: [1,гл.4,§4.6-4.8]; [2,гл.4,§4.3]; [3,гл.4,§6.4-8.4]; [4,гл.4,§28-35]; [5,гл.1,§1.25]; [6,гл.4,§24-26].

Задачи: [7,гл.У,§У.3-У.4]; [8,гл.6,А-Б]; [10,гл.4,§4.2]; [13,гл.5,§5.7-5.8]; [15,гл.1,§1.4].

5.3. Арки и другие распорные системы

Учебники: [1,гл.3,§3.5]; [2,гл.4,§4.2]; [3,гл.3,§5.3-7.3;гл.4,§9.4]; [4,гл.7,§36-37]; [5,гл.1,§1.28]; [6,гл.4,§28-30].

Задачи: [7,гл.1У,§1У.3-1У.5; гл.У1,§У1.1]; [8,гл.4,Б]; [10,гл.4,§4.3-4.4]; [13,гл.4,§4.5-4.6]; ([5,гл.1,§1.5].

5.4. Комбинированные системы

Учебники: [1,гл.4,§4.9]; [2,гл.4,§4.4]; [4,гл.4,§8-10]; [6,гл.6,§31-34].

Задачи: [7,гл.У1,§У1.1-У1.3]; [10,гл.4,§4.3-4.4]; [13,Р.2,гл.1,§1.3-1.5]; [15,гл.1,§1.5].

6. Основные теоремы строительной механики

Учебники: [1,гл.5,§5.1-5.5]; [2,гл.5,§5.1-5.5]; [3,гл.7,§1.7-5.7;гл.11,§11.6]; [5,гл.2,§2.1-2.5]; [4,гл.9,§48]; [6,гл.7,§35-37].

Задачи: [7,гл.УШ,§УШ.1-УШ.3]; [8,гл.9,А]; [10,гл.3,§3.1]; [13,Р.2,гл.3,§3.1-3.6].

7. Определение перемещений в стержневых системах

Учебники: [1,гл.5,§5.4-5.6]; [2,гл.5,§5.6]; [4,гл.7,§6;7;14]; [6,гл.7,§38].

Задачи: [7,гл.УШ,§УШ.3]; [10,гл.3,§3.1]; [13,Р.2,гл.3,§3.7-3.8].

7.1. Определение перемещений от внешней нагрузки

Учебники: [1,гл.5,§5.6]; [2,гл.5,§5.7]; [3,гл.7,§6.7-9.7]; [4,гл.8,§40]; [6,гл.7,§39].

Задачи: [7,гл.УШ,§УШ.4]; [8,гл.9,Б]; [10,гл.3,§3.2]; [13,Р.2,гл.3,§3.8-3.11]; [15,гл.2,§2.1].

7.2. Определение перемещений от заданных смещений опор

Учебники: [1,гл.5,§5.9]; [2,гл.5,§5.9]; [3,гл.7,§14.7]; [6,гл.7,§41]; [4,гл.8,§40].

Задачи: [7,гл.УШ,§УШ.6]; [8,гл.9,Г]; [10,гл.3,§3.4]; [13,Р.2,гл.3,§3.9]; [15,гл.2,§2.3].

7.3. Определение перемещений от температурного воздействия

Учебники: [1,гл.5,§5.7-5.8]; [2,гл.5,§5.8]; [3,гл.7,§7.7]; [4,гл.8,§40]; [6,гл.7,§40].

Задачи: [7,гл.УШ,§УШ.5]; [8,гл.9,В]; [10,гл.3,§3.3]; [13,Р.2,гл.3,§3.9]; [15,гл.2,§2.2].

4. Библиографический список

1. Дарков, А.В. Строительная механика / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. - 9-е изд. перераб. и доп. - М.: Изд-во АСВ, 2004 г. - 655 с.

2. Леонтьев, Н.Н. Основы строительной механики стержневых систем / Н.Н. Леонтьев, Д.Н. Соболев, А.А. Амосов. - М.: Изд-во АСВ, 1996 г. - 521 с.

3. Строительная механика: учебник для строительных специальностей вузов/А.В.Дарков, Г.К.Клейн, В.И.Кузнецов и др., под ред. А.В.Даркова.-М.:Высшая школа,1976г. –600с.
4. Строительная механика; стержневые системы: учебник для строительных специальностей вузов /А.Ф.Смирнов, А.В.Александров, Б.Я.Лащеников и др.; под ред. А.Ф.Смирнова. – М.:Стройиздат,1981г.-512с.
5. Ржаницин, А.Р. Строительная механика: учебное пособие для строительных специальностей вузов/А.Р.Ржаницин.-2-е изд. перераб. и доп.-М.: Высшая школа,1991г.-438с.
6. Снитко, Н.К. Строительная механика/Н.К.Снитко.-3-е переаб.-М.: Высшая школа,1980г.-431с.
7. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (статика стержневых систем): учебное пособие для студентов строительных специальностей вузов/Г.К.Клейн, Н.Н.Леонтьев, М.Г.Ванюшенков и др.; под ред. Г.К.Клейна.-М.:Высшая школа,1980г.-384с.
8. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики/Д.В.Бычков, Г.К.Клейн, Р.Ф.Габбасов и др.; отв. ред. Д.В.Бычков.-М.:Высшая школа,1973г. 326с.
9. Кузьмин, Н.Я. Сборник задач по курсу строительной механики/Н.Я.Кузьмин, В.Г.Рекач, Г.И.Розенблат; под ред. И.М.Рабиновича.-М.:Стройиздат,1962г. –384с.
10. Анохин, Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах, Ч.1 (статически определимые системы)/Н.Н.Анохин.-М.:Изд-во АСВ,1999г.-334с.
11. Киселев, В.А. Строительная механика/В.А.Киселев.-4-е изд., доп.-М.: Стройиздат,1986г. –512с.
12. Икрин, В.А. Эпюры внутренних силовых факторов: учебное пособие для самостоятельной работы/В.А.Икрин, В.Н.Широков.-Челябинск:ЧПИ,1988г.-68с.
13. Тутынин, В.Ф. Расчет статически определимых стержневых систем: учебное пособие, Разделы 1 и 2/В.Ф.Тутынин.-Челябинск:ЧПИ,1982г.-78 и 80с.
14. Мельчаков, А.П. Построение эпюр внутренних силовых факторов в плоских рамах: учебное пособие/А.П.Мельчаков, А.С.Сытник.-Челябинск, Изд-во ЮурГУ,2000г. –18с.
15. Мельчаков, А.П. Сборник задач по строительной механике (с примерами и пояснениями): учебное пособие/А.П.Мельчаков, И.Н.Никольский.-Челябинск:Изд-во ЮУрГУ,2004г. –58с.
16. Саргсян, А.Е. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов/А.Е.Саргсян, Н.В.Дворянчиков, Г.А.Джинчвелашвили; под ред. А.Е.Саргсяна.-М.:Изд-во АСВ,1998г. -330с.

5. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

5.1. Задача №1. Многопролетные статически определимые балки.

Для одной из балок, согласно варианту (табл.1, рис.1), требуется:

1. Произвести кинематический анализ.

2. Составить поэтажную схему.
 3. Изобразить систему в расчленённом виде, раздвинув элементы и показав все нагрузки, опорные реакции и усилия взаимодействия в шарнирах.
 4. Рассматривая равновесие каждого элемента, начиная с самого второстепенного, определить опорные реакции и усилия взаимодействия в шарнирах.
 5. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
 6. Построить линии влияния M , Q для указанных сечений балки.
 7. По линиям влияния вычислить величины внутренних усилий, возникающих от заданных нагрузок, и сравнить с полученными на эпюрах.
 8. Установить невыгодное нагружение линий влияния изгибающих моментов нагрузкой, показанной на рис.2 (нагрузки в кН, размеры в м).
 9. Вычислить наибольшие значения (\max и \min) изгибающих моментов. Исходные данные принять согласно табл.1 и рис.1 и 2.
- В задании должны быть представлены:
1. Условие задачи; исходные данные; расчетная схема балки.
 2. Рисунки и вычисления, связанные с кинематическим анализом.
 3. Поэтажная схема. Определение опорных реакций и сил взаимодействия.
 4. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов в отдельных балках.
 5. Окончательные эпюры Q и M в заданной балке.
 6. Линии влияния поперечных сил и изгибающих моментов (сеч.1-1 и 2-2).
 7. Вычисление внутренних усилий от заданных нагрузок по линиям влияния, сравнение их с полученными на эпюрах.
 8. Определение невыгодного нагружения линий влияния.
 9. Вычисление наибольших изгибающих моментов (\max и \min).

5.2. Вопросы для самоконтроля к задаче № 1

1. Что такое «диск» ?
2. Какая стержневая система называется неизменяемой?
3. Что такое «степень свободы» стержневой системы?
4. В чем состоит цель кинематического анализа?
5. Сколько кинематических связей представляют собой:
 - шарнирно-подвижная опора;
 - шарнирно-неподвижная опора;
 - заделка (защемление);
 - скользящая заделка ?
2. Сколько кинематических связей представляет собой шарнир, соединяющий два диска?
3. Что понимают под «кратным» шарниром?
8. Как определяется кратность шарнира?
9. Как находится число степеней свободы в плоской стержневой системе?
10. Какой является стержневая система, если у неё:
 - степень свободы положительная;
 - степень свободы равна нулю;
 - степень свободы отрицательная.

Табл. 1

Цифры вари- анта	Порядковый номер цифры варианта						Номер схемы
	1	2		3			
	F, кН	q, кН/м	M, кН·м	l ₁ , м	l ₂ , м	l ₃ , м	
1	70	10	140	9	11	10	1
2	80	19	130	10	8	9	2
3	90	11	200	11	9	10	3
4	100	13	170	9	10	11	4
5	110	20	120	10	9	9	5
6	120	12	100	8	10	9	6
7	85	16	180	8	10	11	7
8	75	14	110	9	8	9	8
9	95	15	150	10	9	10	9
0	105	18	160	8	8	11	10

11. Зачем производится структурный анализ сооружения?
12. В чем состоит метод нулевых нагрузок?
13. Какая стержневая система называется «мгновенно изменяемой»?
14. Назовите признаки «мгновенно изменяемых» стержневых систем?
15. Каковы условия неизменяемости системы?
16. Назовите простейшие способы образования геометрически неизменяемых систем?
17. В чем сущность метода сечений?
18. Что такое «внутренние силовые факторы» ?
19. Какие внутренние силовые факторы возникают в многопролетных балках
20. Что такое линия влияния? Дайте определение.
21. Каково различие между эпюрой и линией влияния ?
22. Сформулируйте правило построения линии влияния поперечной силы, если сечение задано в пролете балки.

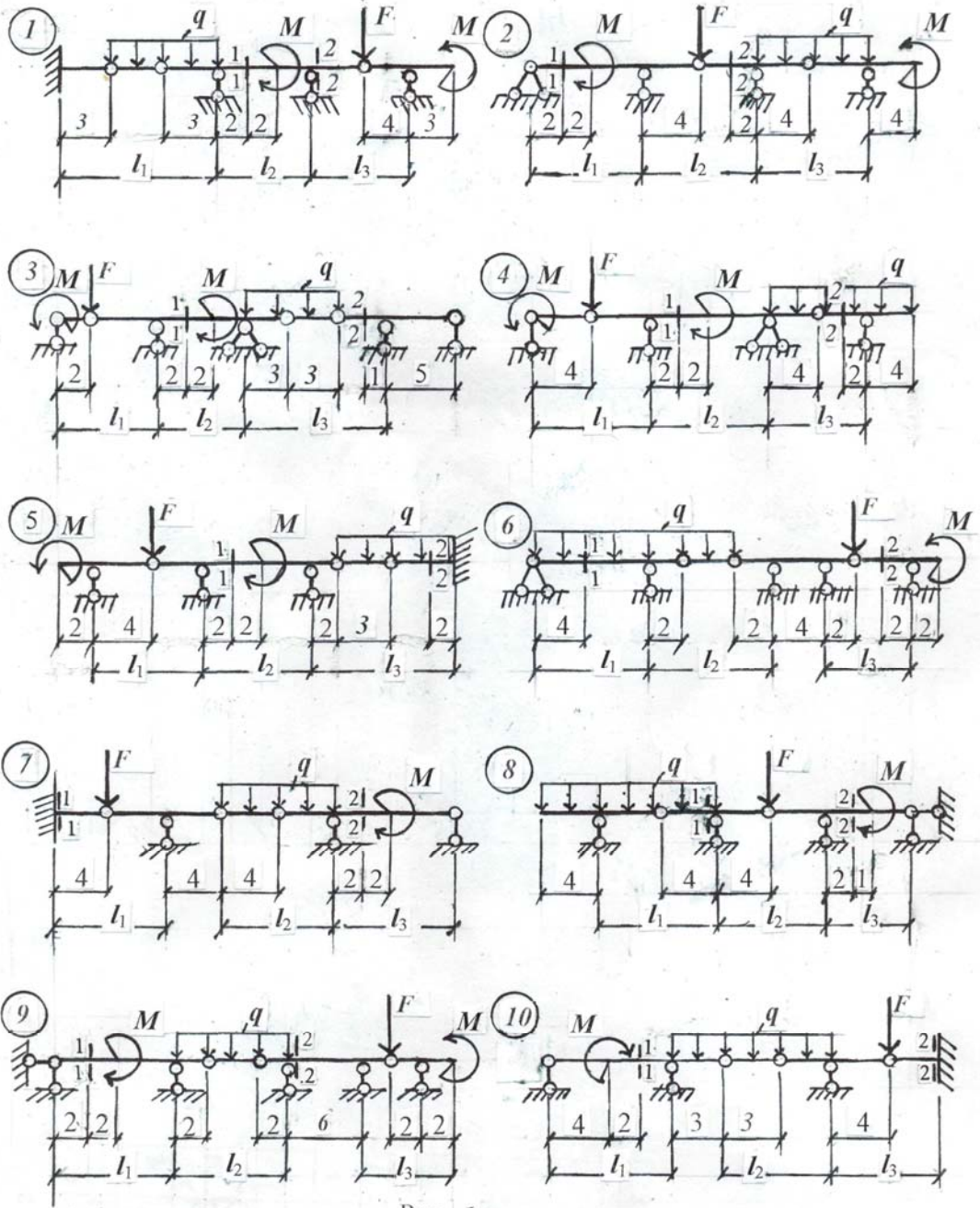


Рис. 1

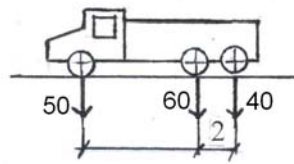


Рис. 2

23. Сформулируйте правило построения линии влияния изгибающего момента, если сечение находится в пролете балки.

24. Как строится линия влияния поперечной силы, если сечение расположено на консоли ?

25. Как строится линия влияния изгибающего момента, если сечение задано на консоли ?

26. Какой вид имеет линия влияния при узловой передаче нагрузки ?

27. Как строится линия влияния в многопролетной балке ?

28. Как определяются усилия от неподвижной нагрузки по линиям влияния:

- при действии сосредоточенных сил;
- при действии распределенных нагрузок;
- при действии сосредоточенных моментов?

29. Как определяется невыгодное положение системы сосредоточенных, связанных между собой сил, если линия влияния имеет вид:

- треугольника;
- полигональный характер;
- если некоторые из сил сходят с линии влияния ?

5.3. Задача №2. Статически определимые плоские фермы

Для одной из ферм, изображенных на рис.3, требуется:

1. Произвести кинематический анализ.
2. Аналитически вычислить усилия в четырех перечеркнутых стержнях от нагрузки F .

3. Для этих же стержней построить линии влияния усилий.

4. Вычислить по линиям влияния усилия от заданной нагрузки F и сравнить их с усилиями, полученными из аналитического расчета.

Исходные данные принять согласно табл. 2 и рис. 3.

В задании должны быть представлены:

1. Условие задачи; исходные данные; расчетная схема.
2. Кинематический анализ.
3. Определение опорных реакций.
4. Схемы, рисунки и вычисления, связанные с определением усилий в элементах фермы аналитическим методом.
5. Пояснения при построении линий влияния.
6. Линии влияния для четырех перечеркнутых стержней.
7. Вычисление усилий в стержнях фермы по линиям влияния.
8. Сравнение усилий, вычисленных аналитически и по линиям влияния.

5.4. Вопросы для самоконтроля к задаче № 2

1. Что такое ферма? По каким признакам классифицируются фермы ?

2. Назовите виды ферм ?

3. Как производится кинематический анализ ферм ?

4. Назовите аналитические способы определения усилий в стержнях ферм.

5. В каких случаях применяется тот или иной способ ?
6. В чем состоит суть способа:
 - вырезания узлов;
 - проекций;
 - моментной точки ?
7. Что такое “нулевой” стержень ?
8. Перечислите признаки “нулевых” стержней плоской фермы.

Табл.2

Цифры вари- анта	Порядковый номер цифры варианта			
	1	2	3	4
	F, кН	a, м	b, м	№ схемы
1	20	3,0	3,0	1
2	30	3,5	2,1	2
3	40	4,0	2,0	3
4	50	3,1	2,3	4
5	60	3,9	2,2	5
6	55	3,2	2,4	6
7	45	3,3	2,7	7
8	35	3,7	2,6	8
9	25	3,4	2,8	9
0	65	3,6	2,5	10

9. На чем основан графический способ вычисления усилий в фермах ?
10. Расскажите порядок построения диаграммы Максвелла-Кремоны.
11. Как определяются знаки усилий по диаграмме ?
12. Что такое шпренгельные (составные) фермы ?
13. Каковы особенности расчета шпренгельных (составных) ферм ?
14. На какие категории делятся элементы шпренгельных ферм при их расчете на внешнюю нагрузку ?
15. Каков порядок построения линий влияния усилий в простых фермах ?
16. В чем преимущество использования “балочных” линий влияния ?
17. На какие категории делятся элементы в шпренгельных фермах при построении линий влияния ? Почему выделяют “четвертую” категорию ?
18. Каков порядок построения линий влияния усилий в составных фермах ?
19. Как строится передаточная прямая ? От чего она зависит ?
20. Что такое “однорусный” шпренгель ? Какова его особенность ?
21. Что такое “двухрусный” шпренгель ? Какова его особенность ?
22. Как вычисляются усилия в элементах фермы по линиям влияния ?

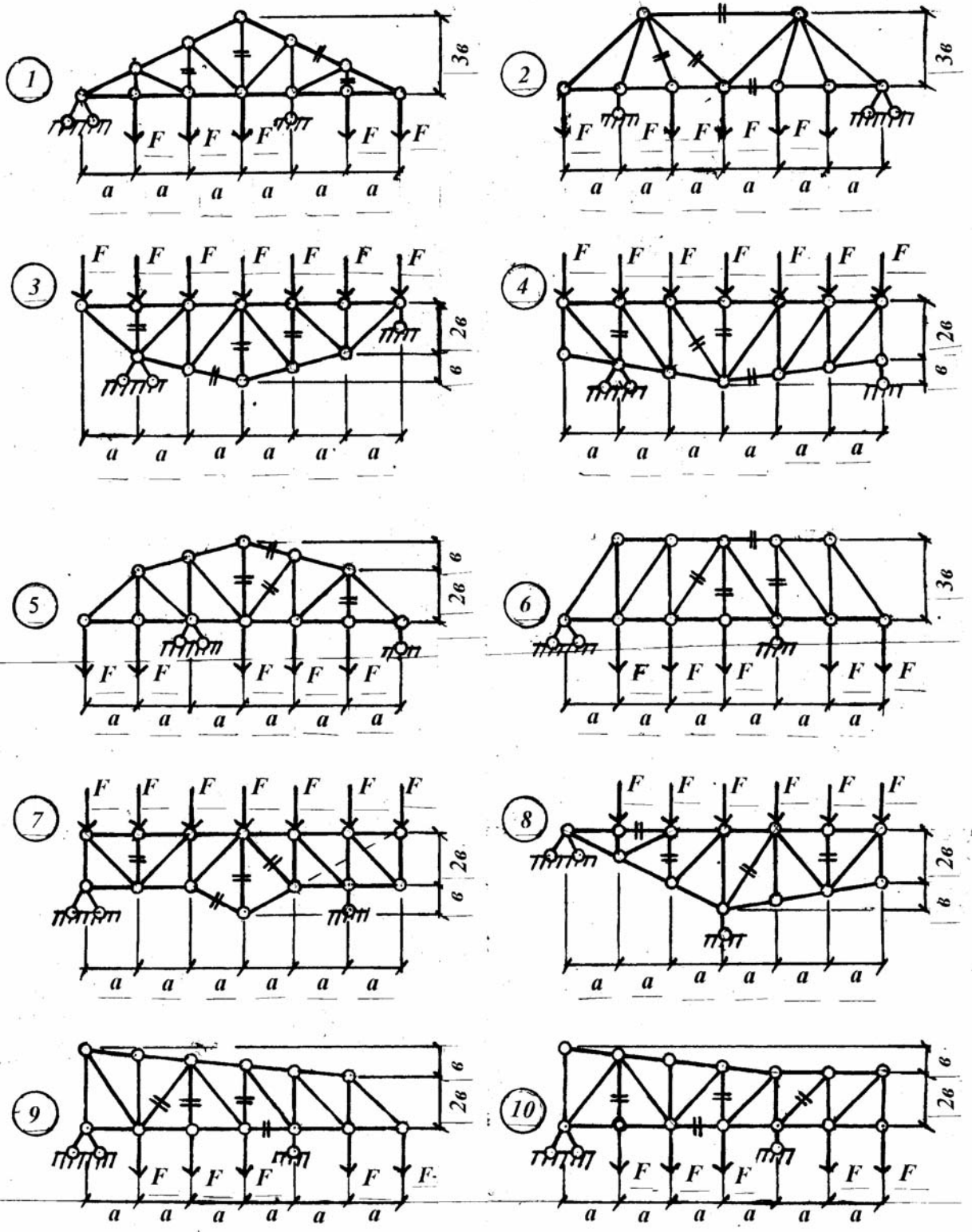


Рис. 3

6. Контрольная работа № 2

6.1 Задача №3. Определение перемещений в статически определимых плоских рамах

Для одной из плоских рам, изображенных на рис.4, требуется:

1. Произвести кинематический анализ.
2. Построить эпюры внутренних силовых факторов от внешней нагрузки.
3. Определить линейные перемещения сечения А и углы поворота сечения В отдельно от нагрузки, температурного воздействия и осадки опор.

Исходные данные принять согласно табл.3 и рис.4.

Примечание. Все стержни выполнены из одинакового материала, имеют одинаковые поперечные сечения с осью симметрии и высотой $h = 0.1 \cdot b$;

t_v и t_n – внутренняя и наружная температуры соответственно.

Изгибная жесткость вертикальных стержней EI , горизонтальных- $2EI$.

В задании должны быть представлены:

1. Условие задачи; исходные данные; расчетная схема рамы.
2. Кинематический анализ рамы.
3. Расчет рамы на внешнюю нагрузку, включая определение опорных реакций и сил взаимодействия между элементами рамы.
4. Определение усилий аналитическим методом на двух участках рамы (один из них обязательно с распределенной нагрузкой) .
5. Эпюры N , Q и M от внешней нагрузки.
6. Единичные ($i= 1,2,3$) (вспомогательные) состояния с пояснениями.
7. Определение опорных реакций во вспомогательных состояниях.
8. Построение эпюр M_i и N_i ($i = 1,2,3$) от единичных нагрузок.
9. Вычисление перемещений от внешней нагрузки.
10. Вычисление перемещений от температурного воздействия.
11. Определение перемещений от осадки опор.

Табл.3

Цифры варианта	Порядковый номер цифры варианта						
	1		2		3		4
	F/qa	M/qa ²	b/a	$\varphi \cdot b/\Delta$	t_n/t	t_v/t	Номер схемы
1	1	2	1,0	- 1,0	5	10	1
2	- 1	- 2	1,5	0,5	- 2	4	2
3	2	1	1,0	0,4	- 4	8	3
4	- 2	- 1	1,5	1,0	4	12	4
5	3	3	1,6	- 0,5	8	- 6	5
6	- 3	- 3	1,2	- 0,8	6	10	6
7	2	2	1,4	1,2	2	8	7
8	- 2	- 2	2,2	- 0,4	- 6	- 2	8
9	1	1	2,0	0,6	- 5	4	9
0	-1	- 1	2,4	0,8	- 8	- 5	10

6.2. Вопросы для самоконтроля к задаче № 3

1. Что называют перемещением точки ?
2. Для чего нужно знать перемещения ?
 3. Что понимают под “обобщенным перемещением“ ?
 4. Что понимают под “обобщенной силой“ ?
 5. Что понимают под возможным перемещением ?
 6. Что значит “статически” приложенная нагрузка ?
 7. Дайте определение действительной работы внешних сил.
 8. Как определяется действительная работа сосредоточенной силы ?
 9. Как вычисляется действительная работа сосредоточенного момента ?
 10. Во что переходит действительная работа внешних сил в процессе деформирования линейно-упругой системы ?
 11. В чем различие между действительной и возможной работой ?
 12. Выведите формулу для действительной работы внутренних сил.
 13. Выразите действительную работу внешних сил через внутренние силовые факторы.
 14. Приведите формулу для возможной работы внутренних сил.
 15. Дайте определение потенциальной энергии деформации и приведите её формулу.
 16. Назовите основные свойства потенциальной энергии.
 17. Приведите формулу потенциальной энергии для балок и рам.
 18. Напишите выражение потенциальной энергии для ферм.
 19. Как формулируется принцип возможных перемещений ?
 20. В чем состоит основная идея вывода интеграла Максвелла-Мора ?
 21. Сколько и какие состояния заданной стержневой системы нужно рассмотреть при вычислении перемещений по интегралу Максвелла-Мора ?
 22. Что такое “единичное” состояние ? Чем оно определяется ?
 23. В каком случае в качестве вспомогательной нагрузки принимается:
 - единичная сила;
 - единичный момент ?
 24. Почему единичная нагрузка – безразмерная величина ?
 25. Как записывается интеграл Максвелла-Мора в случае:
 - температурного воздействия;
 - заданного смещения опор?
 26. Что такое в “температурных” слагаемых: α , t , h , t^1 , t^{11} , ω_N , ω_M ?
 27. Перечислите возможные способы вычисления интеграла Мора.
 28. В чем заключается правило Верещагина ?
 29. Сформулируйте формулу Симпсона.
 30. Как устанавливаются знаки при вычислении перемещений:
 - от силового воздействия;
 - от температурного воздействия;
 - от осадки опор ?
 31. Чем определяются границы участков при вычислении перемещений использованием правила Верещагина?

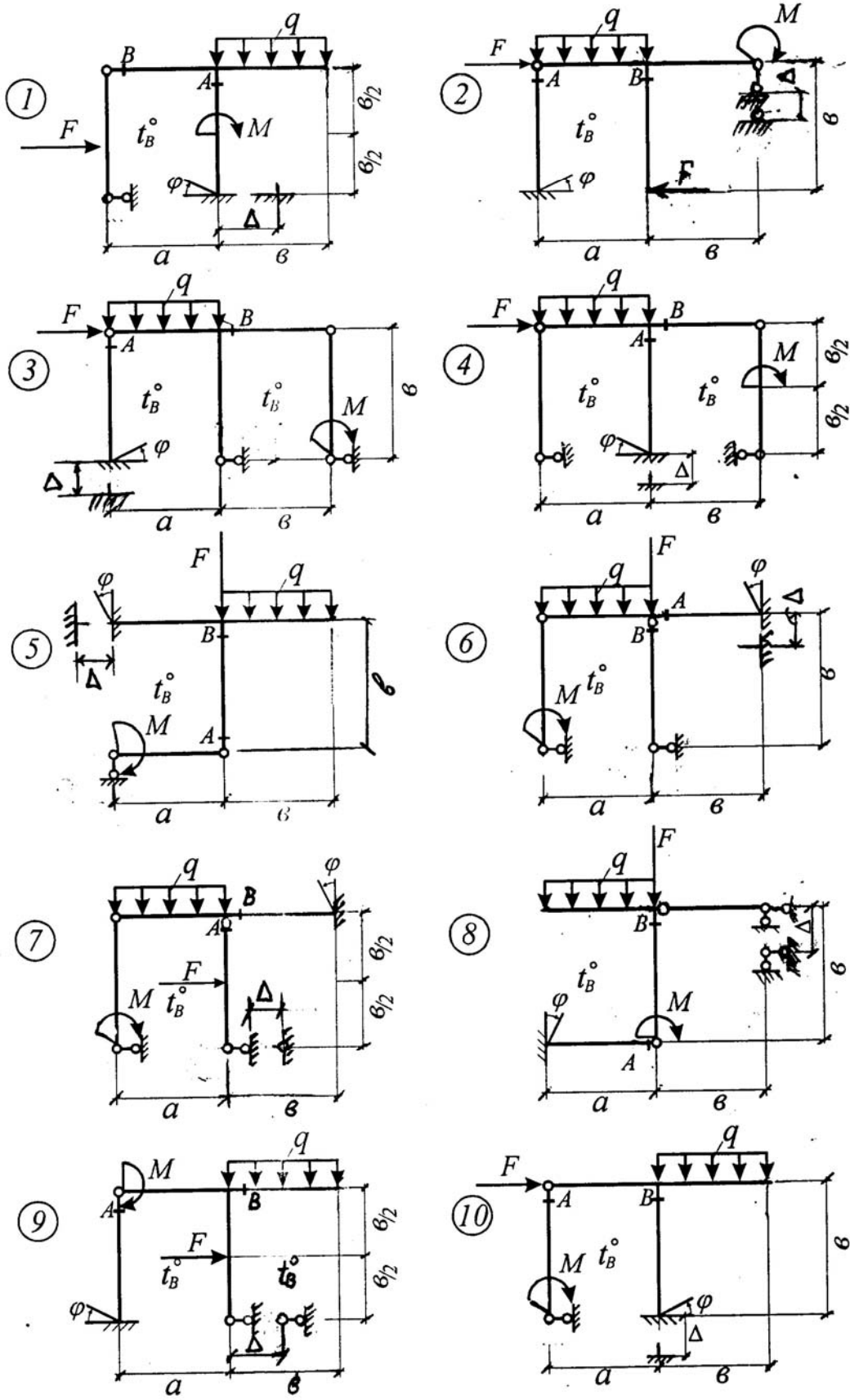


Рис. 4.

32. Когда удобнее пользоваться правилом Верещагина ?
33. В каких случаях удобнее пользоваться формулой Симпсона ?
34. Возникают ли усилия в статически определимых системах:
- при действии внешней нагрузки;
 - при температурном воздействии;
 - при осадках опор ?
35. В каких случаях правило Верещагин дает точное значения интеграла?
36. В каких случаях формула Симпсона дает точное значение интеграла?

7. Оформление титульного листа к заданиям

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра строительной механики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № ____
ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ

ВАРИАНТ _____

Выполнил
студент группы: _____
Ф.И.О.

Проверил
преподаватель: _____

Челябинск
200