



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Строительная механика и теория сооружений»

Практикум

о порядке выполнения
расчетно-графической работы
и проведения практических занятий на тему
«Расчёт на прочность статически
неопределимых стержневых систем
при центральном растяжении (сжатии)»
по дисциплине

«Сопротивление материалов»

Авторы
Стрельников Г. П.,
Кадомцева Е. Э.

Ростов-на-Дону, 2024

Аннотация

Практикум содержит индивидуальные данные, расчетные схемы и контрольные вопросы к расчетно-графической работе на тему «Расчёт на прочность статически неопределимых стержневых систем при центральном растяжении (сжатии)» по дисциплинам сопротивление материалов, специальные вопросы сопротивления материалов, механика, теоретическая механика для архитекторов, строительная механика для архитекторов.

Пособие предназначено для студентов всех форм обучения (очной, очно-заочной, заочной) технических направлений подготовки (специальностей), в частности, для студентов, обучающихся по направлениям: 08.03.01 – Строительство; 07.03.01 – Архитектура; 07.03.02 – Реконструкция и реставрация архитектурного наследия; 07.03.04 – Градостроительство; 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов; 29.03.04 – Технология художественной обработки материалов и специальностям: 08.05.01 – Строительство уникальных зданий; 08.05.02 – Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей; 21.05.01 – Прикладная геодезия; 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства.

Авторы

к.ф.-м.н., доцент кафедры «Сопротивление материалов»
Стрельников Г.П.

к.т.н., доцент кафедры «Сопротивление материалов»
Кадомцева Е.Э.



Оглавление

| | |
|---|-----------|
| 1. Общие методические указания по выполнению расчетно-графической работы | 4 |
| 2. Указания о порядке выполнения расчетно-графической работы | 5 |
| 2.1. Индивидуальные данные | 6 |
| 2.2. Задача № 1. Расчетные схемы статически неопределимых стержней | 7 |
| 2.3. Задача № 2. Расчетные схемы статически неопределимых конструкций..... | 11 |
| 2.4. Контрольные вопросы к расчетно-графической работе на тему | 15 |
| Рекомендуемая литература..... | 16 |
| Приложение..... | 17 |

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

- Вариант работы включает номер индивидуальных данных (табл. 1) и номера расчетных схем задач (табл. 2 и 3).
- Выдача варианта работы и номеров задач, входящих в состав расчетно-графической работы, осуществляется преподавателем.
- Нельзя приступать к расчетам, не разобравшись досконально по учебнику или конспекту лекций в теории, связанной с выполнением расчетно-графической работы.
- Все расчеты необходимо вести очень четко и аккуратно, с предельной внимательностью, сначала в общем виде, затем в числах.
- Расчет на всех его этапах надо сопровождать необходимыми схемами и чертежами, выполненными с обязательным соблюдением масштабов.

Графическое оформление помогает не только произвести расчет, но и облегчает его просмотр с целью ознакомления с ним или для контроля правильности выполненного этапа работы.

- Необходимо использовать все средства для самоконтроля правильности выполненной части работы. Такие возможности обычно имеются на каждом этапе расчета.

- Все вычисления, как правило, достаточно производить с точностью до третьей значащей цифры.

- Чистовой вариант расчетно-графической работы сдается преподавателю на проверку в виде аккуратно оформленной и сброшюрованной пояснительной

записки на листах писчей бумаги формата А 4 с угловыми штампами, с титульным листом, исходными данными, всеми необходимыми расчетами, выполненными в общем виде и числах, схемами и чертежами.

- Графическая часть работы выполняется с соблюдением масштабов, на листах бумаги, вшиваемых в пояснительную записку.

- После проверки работы преподавателем и ее защиты расчетно-графическая работа сканируется и ее оригинал сдается на кафедру.

2. УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

«Расчёт на прочность статически неопределимых стержневых систем при центральном растяжении (сжатии)»

Для выполнения расчетно-графической работы требуется:

Задача 1. Для многоступенчатого статически неопределимого стального стержня, нагруженного осевыми продольными силами F_1 и F_2 (табл. 2), требуется:

1. Раскрыть статическую неопределимость системы (Определить опорные реакции).

2. Построить эпюры продольных сил.

3. Определить нормальные напряжения (σ) на каждом участке, выразив их через значение площади поперечного сечения стержня A .

4. Подобрать площадь поперечного сечения A из условия прочности по

допускаемым нормальным напряжениям на каждом участке многоступенчатого стержня.

Выбрать значение A , обеспечивающего прочность всего многоступенчатого стержня.

Принять допускаемое напряжение $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$, модуль упругости при растяжении-сжатии $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

В схемах 2, 5, 9, 11, 14, 17, 21, 22, 26, 28 зазоры

$$\Delta = \frac{1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{A}$$

имеют указанный размер до приложения нагрузок. После приложения нагрузки зазоры закрываются.

Индивидуальные данные взять из таблиц 1 и 2.

Задача 2. Для статически неопределимой конструкции, состоящей из жёсткого бруса, опирающегося на шарнирную опору и двух стержней, нагруженной силой F и равномерно распределённой нагрузкой интенсивностью $q = F/a$. (табл. 3), необходимо:

1. Раскрыть статическую неопределимость системы (Определить опорные реакции и усилия в стержнях).

2. Подобрать поперечные сечения стержней **1** и **2** из условия прочности по допускаемым нормальным напряжениям.

Считать, что стержень **1** стальной с поперечным сечением,

сопротивление материалов, специальные вопросы сопротивления материалов, механика, теоретическая механика для архитекторов, строительная механика для архитекторов

состоящим из двух равнополочных уголков. Принять допустимое напряжение $[\sigma_1] = 160 \text{ МПа}$, модуль упругости при растяжении (сжатии) $E_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Считать, что стержень **2** медный, круглого поперечного сечения. Принять допустимое напряжение $[\sigma_2] = 60 \text{ МПа}$, модуль упругости при растяжении (сжатии) $E_2 = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Индивидуальные данные взять из таблиц 1 и 3.

2.1. Индивидуальные данные

Таблица 1

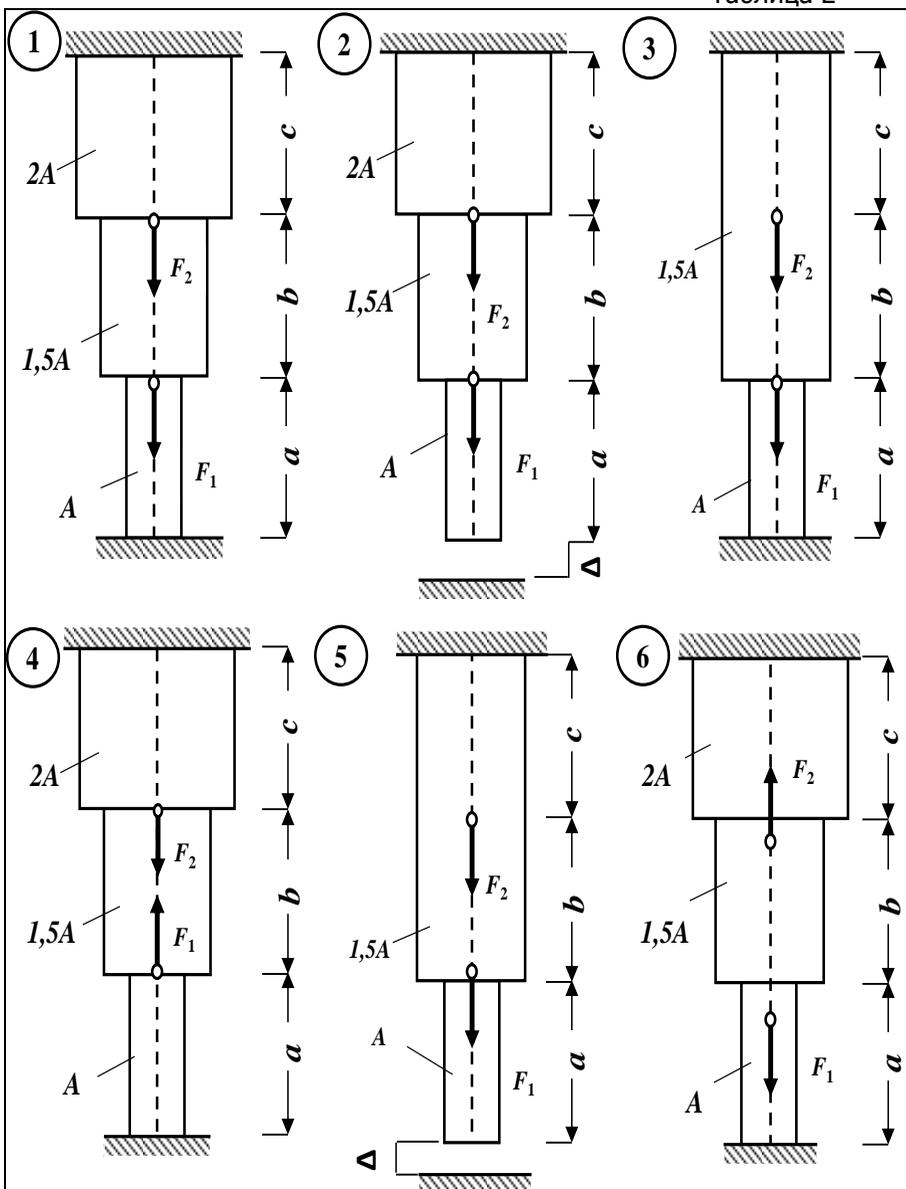
| № п/п | a , м | b , м | c , м | $F(qa)$, кН | F_1 , кН | F_2 , кН |
|-------|---------|---------|---------|--------------|------------|------------|
| 1 | 0,8 | 1,2 | 1 | 300 | 200 | 700 |
| 2 | 1 | 1 | 1,2 | 400 | 300 | 600 |
| 3 | 1,2 | 0,8 | 1,4 | 500 | 400 | 500 |
| 4 | 1,4 | 1,2 | 1,6 | 600 | 500 | 400 |
| 5 | 1,6 | 1 | 1 | 700 | 600 | 300 |
| 6 | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 300 | 700 | 200 |
| 7 | 1 | 1,2 | 1,4 | 400 | 200 | 800 |
| 8 | 1,2 | 1 | 1,6 | 500 | 300 | 700 |
| 9 | 1,4 | 0,8 | 1 | 600 | 400 | 600 |
| 10 | 1,6 | 1,2 | 1,2 | 700 | 600 | 400 |
| 11 | 0,8 | 1 | 1,4 | 300 | 200 | 600 |
| 12 | 1 | 0,8 | 1,6 | 400 | 300 | 500 |
| 13 | 1,2 | 1,2 | 1 | 500 | 400 | 400 |
| 14 | 1,4 | 1 | 1,2 | 600 | 500 | 300 |
| 15 | 1,6 | 0,8 | 1,4 | 700 | 600 | 200 |
| 16 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 300 | 700 | 300 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 400 | 200 | 800 |
| 18 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 500 | 300 | 700 |
| 19 | 1,4 | 1,2 | 1,4 | 600 | 400 | 600 |
| 20 | 1,6 | 1 | 1,6 | 700 | 500 | 400 |
| 21 | 1 | 0,8 | 1 | 300 | 600 | 300 |
| 22 | 1,2 | 1 | 1,2 | 400 | 700 | 200 |

сопротивление материалов, специальные вопросы сопротивления материалов, механика, теоретическая механика для архитекторов, строительная механика для архитекторов

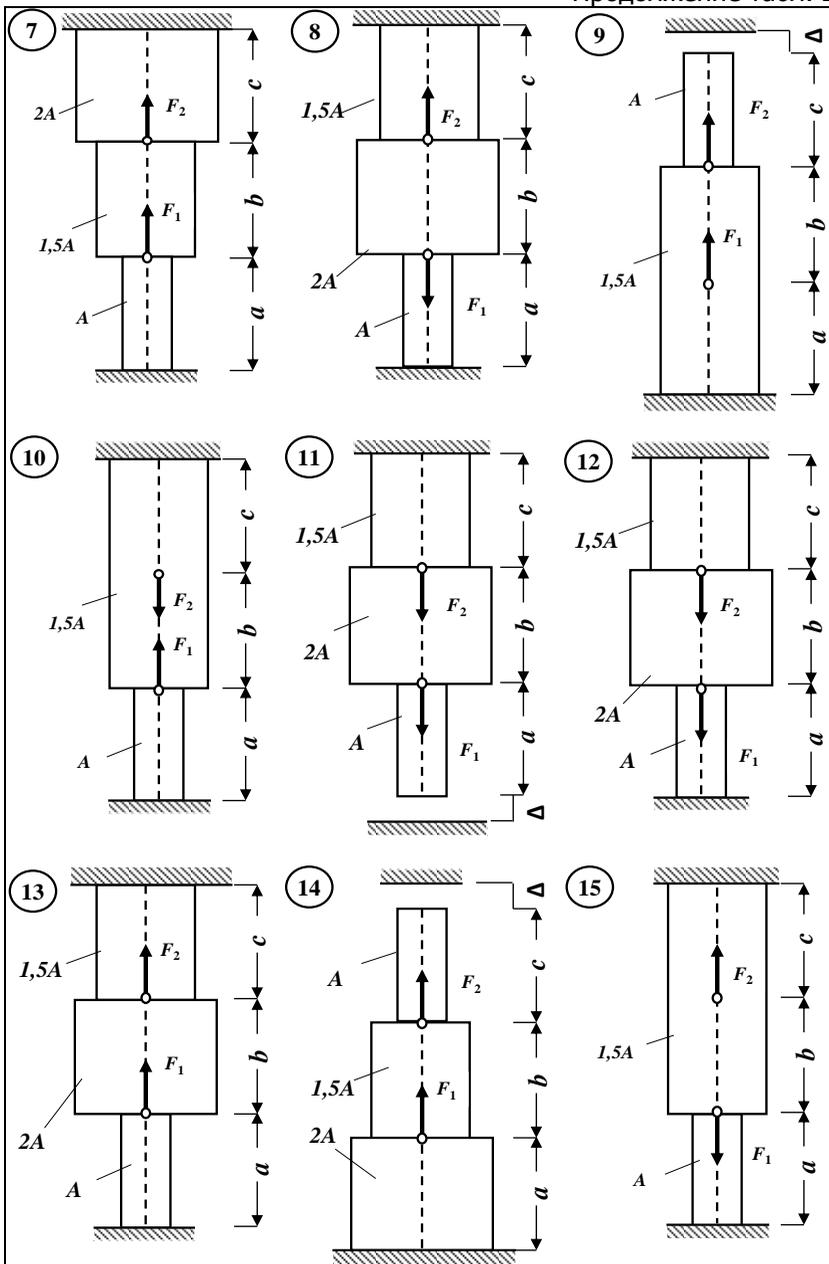
| | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 23 | 1,4 | 0,8 | 1,4 | 500 | 200 | 500 |
| 24 | 1,2 | 1 | 1,4 | 600 | 300 | 400 |
| 25 | 1,4 | 0,8 | 1,6 | 700 | 400 | 300 |
| 26 | 1,6 | 1,2 | 1 | 300 | 500 | 200 |
| 27 | 0,8 | 1 | 1,2 | 400 | 600 | 300 |
| 28 | 1 | 0,8 | 1,4 | 500 | 700 | 400 |
| 29 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 600 | 200 | 700 |
| 30 | 1,4 | 1 | 1 | 700 | 300 | 600 |

2.2. Задача № 1. Расчетные схемы статически неопределимых стержней

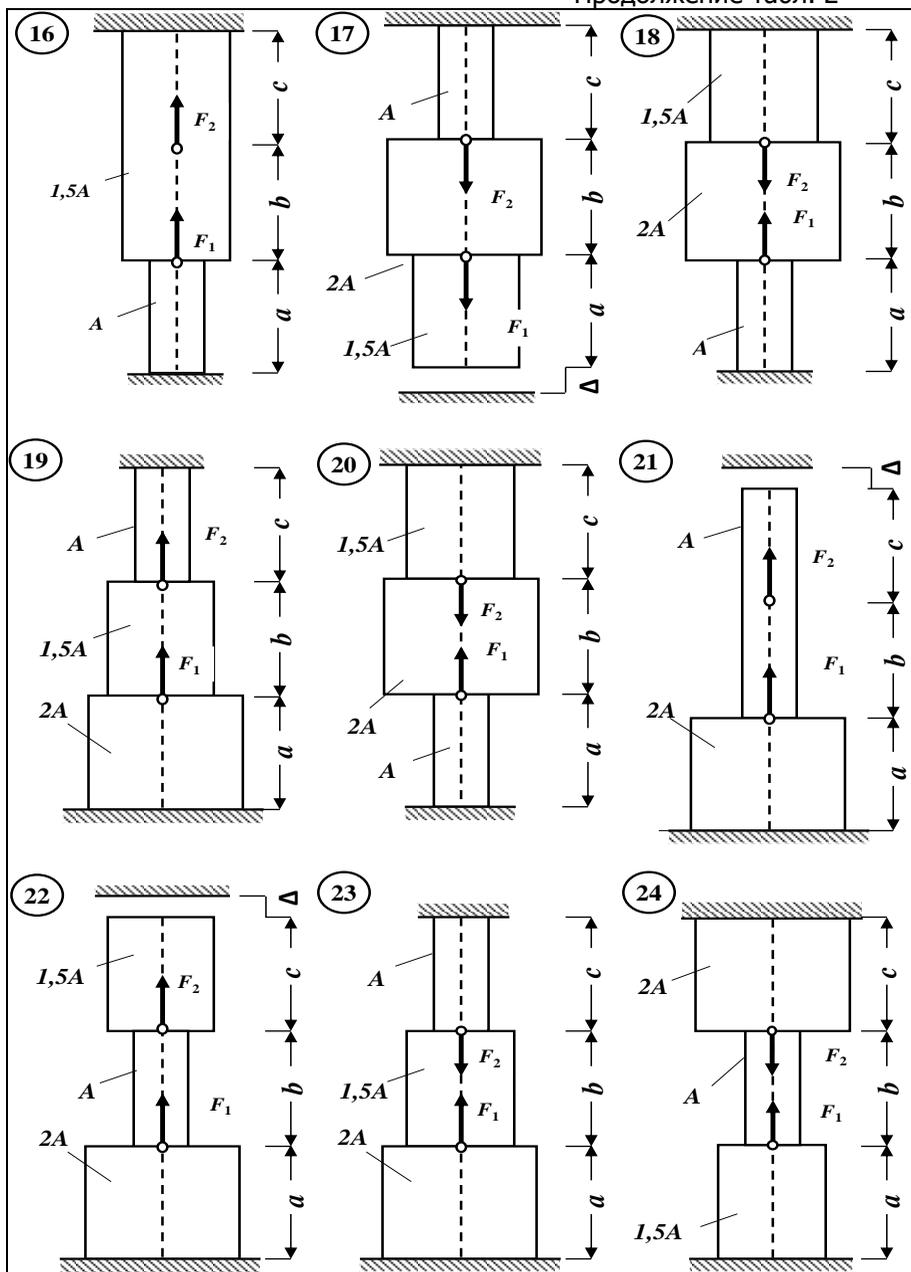
Таблица 2



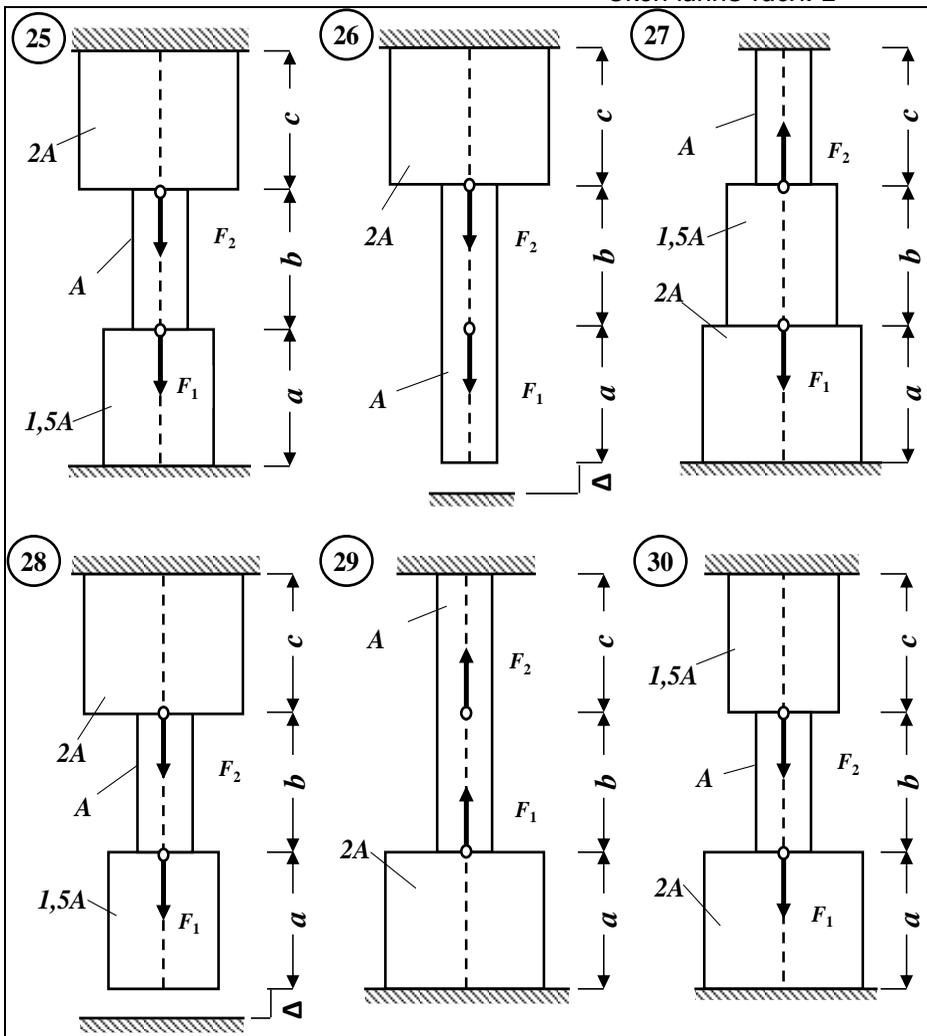
Продолжение табл. 2



Продолжение табл. 2

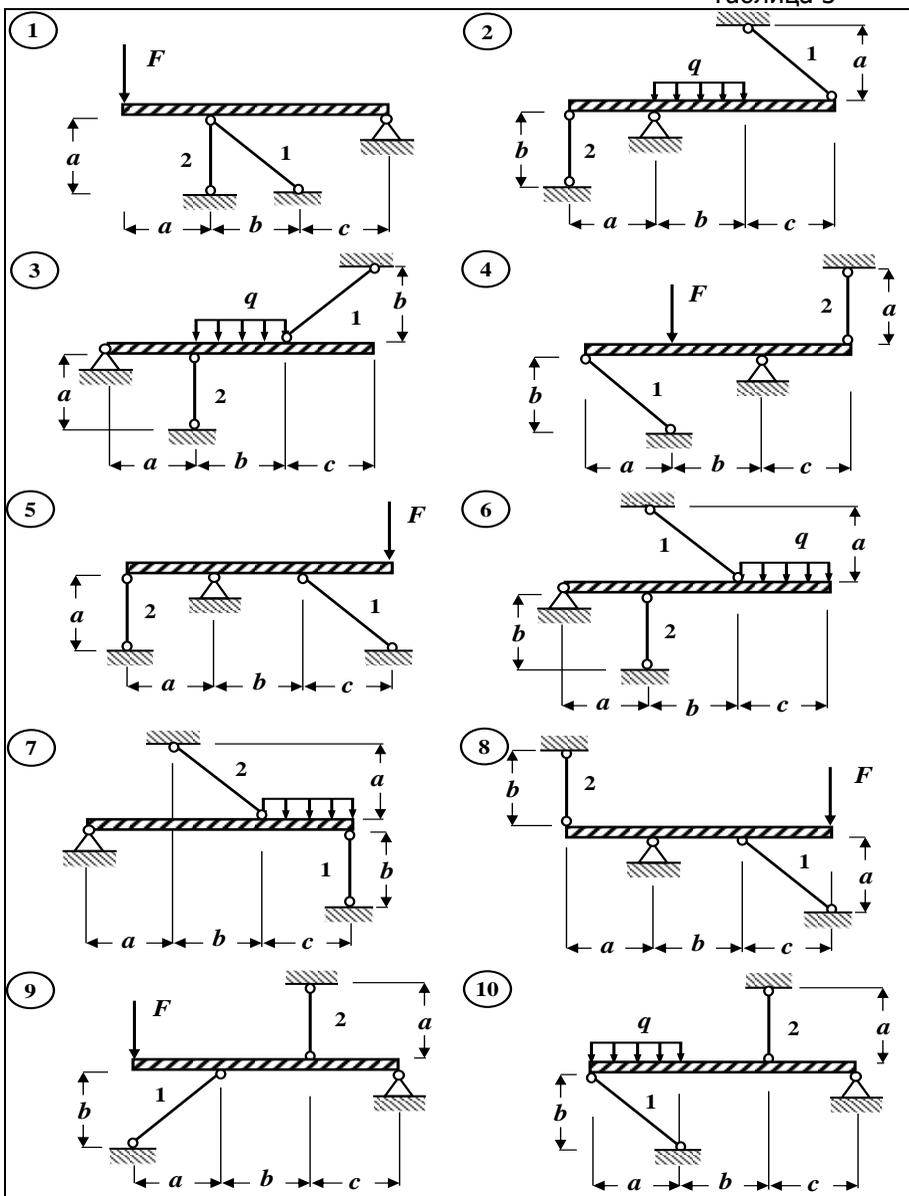


Окончание табл. 2

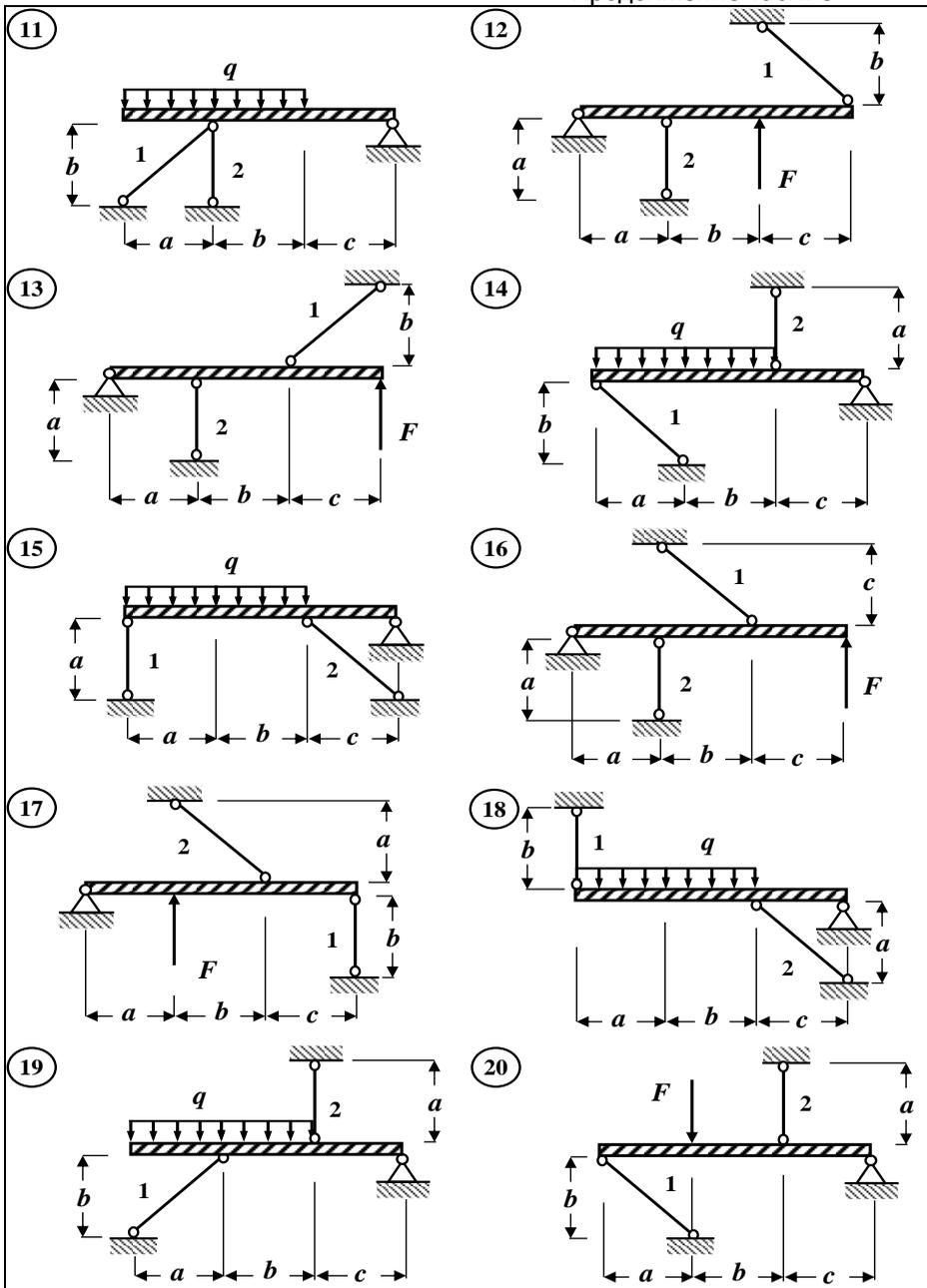


2.3. Задача № 2. Расчетные схемы статически неопределимых конструкций

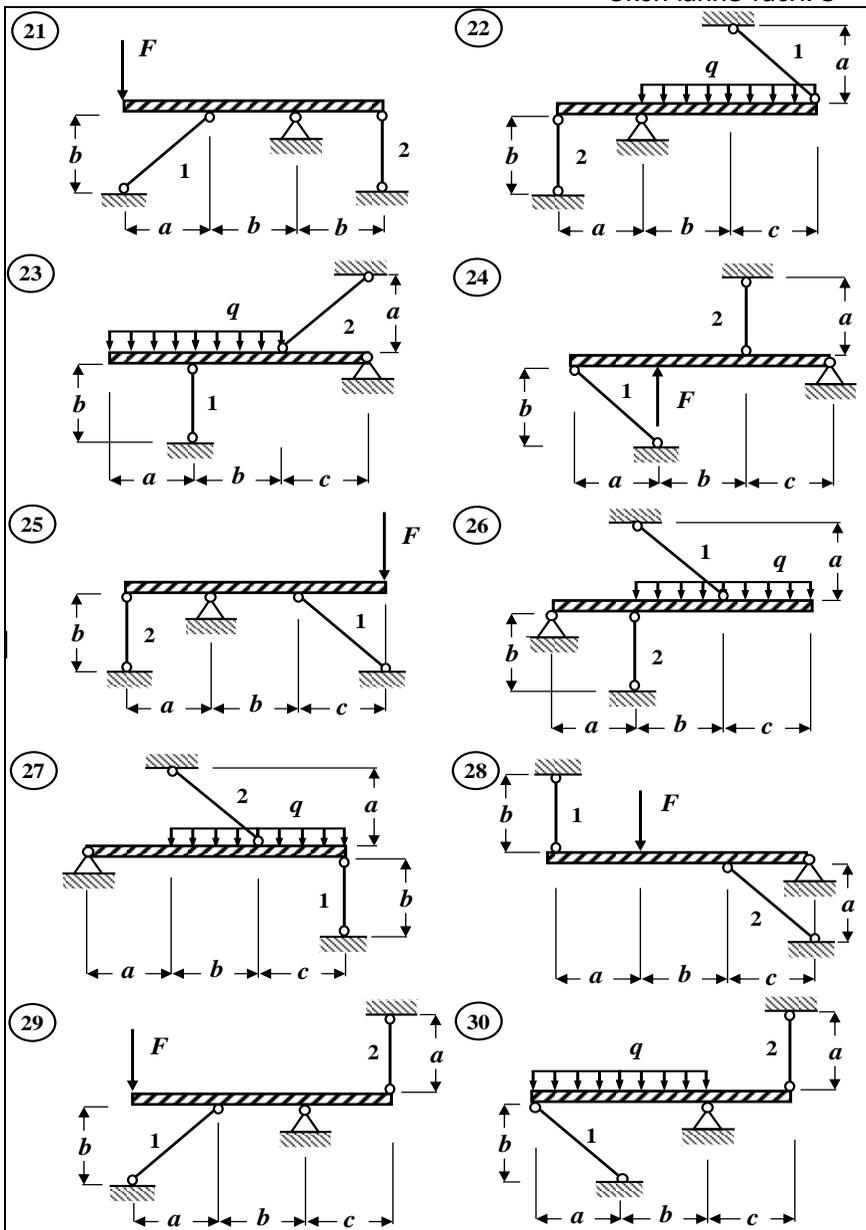
Таблица 3



Продолжение табл. 3



Окончание табл. 3



2.4. Контрольные вопросы к расчетно-графической работе на тему

«Расчёт на прочность статически неопределимых стержневых систем при центральном растяжении (сжатии)»

1. Какой вид деформации называется центральным (осевым) растяжением-сжатием?

2. Что называется перемещением и деформацией стержня?

3. Что называется напряжением?

4. Назовите виды напряжений.

5. Что называется полным напряжением?

6. Что называется нормальным напряжением?

7. Что называется касательным напряжением?

8. Какие напряжения возникают в поперечном сечении стержня при центральном растяжении-сжатии?

9. Напишите формулу нормального напряжения, возникающего в поперечном сечении стержня, при центральном растяжении-сжатии.

10. Напишите формулу для определения величины абсолютного удлинения.

11. Напишите условие прочности по нормальным напряжениям по методу допускаемых напряжений при центральном растяжении-сжатии.

12. Что называется статически неопределимыми конструкциями?

13. Что называется степенью статической неопределимости конструкции?

14. Как определяется степень статической неопределимости системы?

15. Что называется условием совместности деформаций?

16. Как получить дополнительные уравнения для определения неизвестных усилий или реакций, используя условия совместности деформаций?

17. Назовите план решения статически неопределимых задач.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеев С.И. Сопротивление материалов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014.
2. Александров А.В., Потапов В.Д. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 2011.
3. Варданян Г.С., Атаров Н.М. Сопротивление материалов: С основами строительной механики. – М.: ИНФРА-М, 2011.
4. Степин П.А. Сопротивление материалов. – СПб.: Лань, 2010.
5. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. – СПб.: Лань, 2005.
6. Копнов В.А., Кривошапко С.Н. Сопротивление материалов: Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ. – М.: Высшая школа, 2003.

сопротивление материалов, специальные вопросы сопротивления материалов, механика, теоретическая механика для архитекторов, строительная механика для архитекторов

ПРИЛОЖЕНИЕ

*Образец оформления
титального листа расчетно-графической работы*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Сопротивление материалов»

**РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
по сопротивлению материалов на тему
«Расчёт на прочность статически неопределимых стержневых систем
при центральном растяжении (сжатии)»**

Вариант № _____

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О.)

Принял _____

(Ф.И.О.)

**Ростов-на-Дону
2020**