



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

ПРАКТИКУМ

по дисциплинам «Соппротивление материалов»
и «Техническая механика»

Методические указания

к расчетно-графической работе на тему

«Расчет на устойчивость сжатых стержней»

Автор
Бондаренко В.П.

Ростов-на-Дону, 2024

Аннотация

Практикум «Расчет на устойчивость сжатых стержней»: методические указания о порядке выполнения расчетно – графической работы по дисциплинам сопротивление материалов, техническая механика, механика, теоретическая и прикладная механика, строительная механика.

Методические указания содержат индивидуальные данные, расчетные схемы и контрольные вопросы к расчетно – графической работе на тему «Расчет на устойчивость сжатых стержней».

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения (очной, очно – заочной, заочной) технических направлений подготовки (специальностей), в частности, для студентов, обучающихся по направлениям 08.03.01 – Строительство; 07.03.02 – Реконструкция и реставрация архитектурного наследия; 07.03.01 – Архитектура; 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; 21.05.01 – Прикладная геодезия; 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства.

Автор

к.т.н., доцент кафедры «Сопротивление материалов»
Бондаренко В.П.





Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Расчетно – графическая работа на тему «Расчет на устойчивость сжатых стержней» | 4 |
| 1. Методические указания о порядке выполнения расчетно -графической работы | 4 |
| 2. Индивидуальные данные и расчетные схемы задач | 5 |
| Контрольные вопросы к расчетно – графической работе..... | 10 |
| Приложение 1 | 11 |

РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА НА ТЕМУ «РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ»

1. Методические указания о порядке выполнения расчетно -графической работы

- Вариант работы включает в себя номер строки (табл.1), с заданными значениями длины стержня (l) и сжимающей силы (F), и номер строки (табл.2), который включает схему закрепления стержня и форму поперечного сечения.
 - Выдача варианта 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 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 электронный вариант вместе с оригиналом сдается на кафедру.

2. Индивидуальные данные и расчетные схемы задач

2.1. Задача № 1. Расчет на устойчивость деревянного стержня

Требуется:

1. Подобрать размеры поперечного сечения деревянного стержня из условия устойчивости при допускаемом нормальном напряжении на сжатие

$$[\sigma] = 10 \text{ МПа.}$$

Расчет производить по коэффициенту продольного изгиба φ методом последовательных приближений.

Если при расчете деревянной стойки ее гибкость в первом приближении окажется меньше 20, необходимо проектную длину стойки увеличить в два раза, а при гибкости более 150 – уменьшить в два раза.

Окончательные размеры сечения деревянных стоек округлить в большую сторону до размеров кратных 0,5 см.

2. Определить величину критической силы по соответствующим формулам. Принять модуль упругости для дерева $E = 1 \cdot 10^4$ МПа, а коэффициенты Ясинского для дерева: $a = 40$ МПа; $b = 0,203$ МПа.

3. Найти значения допускаемой нагрузки и коэффициента запаса устойчивости.

Данные взять из таблиц 1 и 2 для задачи № 1.

2.2. Задача № 2. Расчет на устойчивость стального стержня

Требуется:

1. Подобрать сечение стального стержня, составленного из прокатных профилей, из условия устойчивости при допускаемом нормальном напряжении на сжатие $[\sigma] = 160$ МПа.

Расчет производить по коэффициенту продольного изгиба φ методом последовательных приближений.

Если при расчете стальной стойки её гибкость в первом приближении окажется меньше 40, необходимо проектную длину стойки увеличить в два раза, а при гибкости более 200 – уменьшить в два раза.

2. Определить величину критической силы по соответствующим формулам. Принять модуль упругости для стали $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, а коэффициенты Ясинского для стали: $a = 310$ МПа; $b = 1.14$ МПа.

3. Найти значения допускаемой нагрузки и коэффициента запаса устойчивости.

Данные взять из таблиц 1 и 2 для задачи № 2.

Таблица 1
Длины стержней и нагрузка

| № п/п | Задача 1 | | Задача 2 | |
|-------|------------|-------------|------------|-------------|
| | l (м) | F (кН) | l (м) | F (кН) |
| 1. | 1, 5 | 150 | 4, 2 | 600 |
| 2. | 1, 6 | 145 | 4, 4 | 580 |
| 3. | 1, 7 | 140 | 4, 6 | 560 |
| 4. | 1, 8 | 135 | 4, 8 | 550 |
| 5. | 1, 9 | 130 | 5, 0 | 540 |
| 6. | 2, 0 | 125 | 5, 2 | 530 |
| 7. | 2, 1 | 120 | 5, 4 | 520 |
| 8. | 2, 2 | 115 | 5, 6 | 510 |
| 9. | 2, 3 | 110 | 5, 8 | 500 |
| 10. | 1, 5 | 145 | 6, 0 | 480 |
| 11. | 1, 6 | 140 | 6, 2 | 460 |
| 12. | 1, 7 | 135 | 6, 4 | 450 |
| 13. | 1, 8 | 130 | 6, 6 | 420 |
| 14. | 1, 9 | 125 | 4, 2 | 560 |
| 15. | 2, 0 | 120 | 4, 4 | 550 |
| 16. | 2, 1 | 115 | 4, 6 | 540 |
| 17. | 2, 2 | 110 | 4, 8 | 530 |
| 18. | 2, 3 | 120 | 5, 0 | 520 |
| 19. | 1, 5 | 140 | 5, 2 | 510 |
| 20. | 1, 6 | 135 | 5, 4 | 500 |
| 21. | 1, 7 | 130 | 5, 6 | 480 |
| 22. | 1, 8 | 125 | 5, 8 | 460 |
| 23. | 1, 9 | 120 | 6, 0 | 450 |
| 24. | 2, 0 | 115 | 6, 2 | 420 |
| 25. | 2, 1 | 110 | 6, 4 | 410 |
| 26. | 2, 2 | 125 | 6, 6 | 400 |
| 27. | 2, 3 | 120 | 4, 2 | 550 |
| 28. | 2, 4 | 115 | 4, 4 | 540 |
| 29. | 2, 5 | 110 | 4, 6 | 530 |
| 30. | 2, 6 | 105 | 4, 8 | 520 |

Таблица 2
Схемы

| № п/п | Задача 1 | | Задача 2 | |
|-------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | Схема закрепления стержня (Табл.3) | Поперечное сечение стержня (Табл.4) | Схемы закрепления стержня (Табл.3) | Поперечное сечение стержня (Табл.5) |
| 1. | 1 | 8 | 3 | 1 |
| 2. | 2 | 7 | 4 | 2 |
| 3. | 3 | 6 | 5 | 3 |
| 4. | 4 | 5 | 6 | 4 |
| 5. | 5 | 4 | 1 | 5 |
| 6. | 6 | 3 | 2 | 6 |
| 7. | 1 | 2 | 3 | 7 |
| 8. | 2 | 1 | 4 | 8 |
| 9. | 3 | 8 | 5 | 1 |
| 10. | 4 | 7 | 6 | 2 |
| 11. | 5 | 6 | 1 | 3 |
| 12. | 6 | 5 | 2 | 4 |
| 13. | 1 | 4 | 3 | 5 |
| 14. | 2 | 3 | 4 | 6 |
| 15. | 3 | 2 | 5 | 7 |
| 16. | 4 | 1 | 6 | 8 |
| 17. | 5 | 8 | 1 | 1 |
| 18. | 6 | 7 | 2 | 2 |
| 19. | 1 | 6 | 3 | 3 |
| 20. | 2 | 5 | 4 | 4 |
| 21. | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 22. | 4 | 3 | 6 | 6 |
| 23. | 5 | 2 | 1 | 7 |
| 24. | 6 | 1 | 2 | 8 |
| 25. | 1 | 6 | 3 | 1 |
| 26. | 2 | 5 | 4 | 2 |
| 27. | 3 | 4 | 5 | 3 |
| 28. | 4 | 3 | 6 | 4 |
| 29. | 5 | 2 | 1 | 5 |
| 30. | 6 | 1 | 2 | 6 |

Таблица 3
Схема закрепления стержня

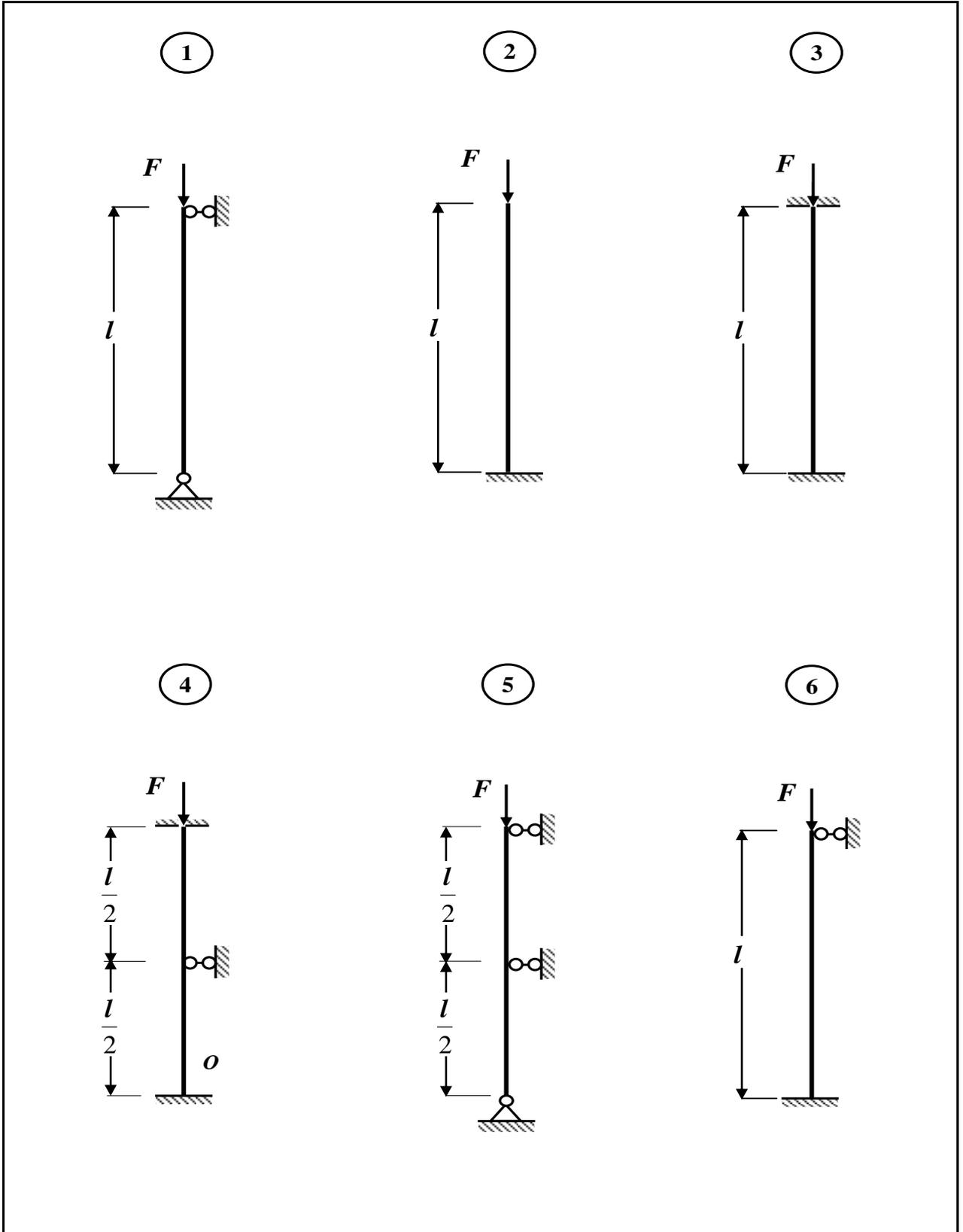


Таблица 4
Поперечные сечения стержней к задаче № 1

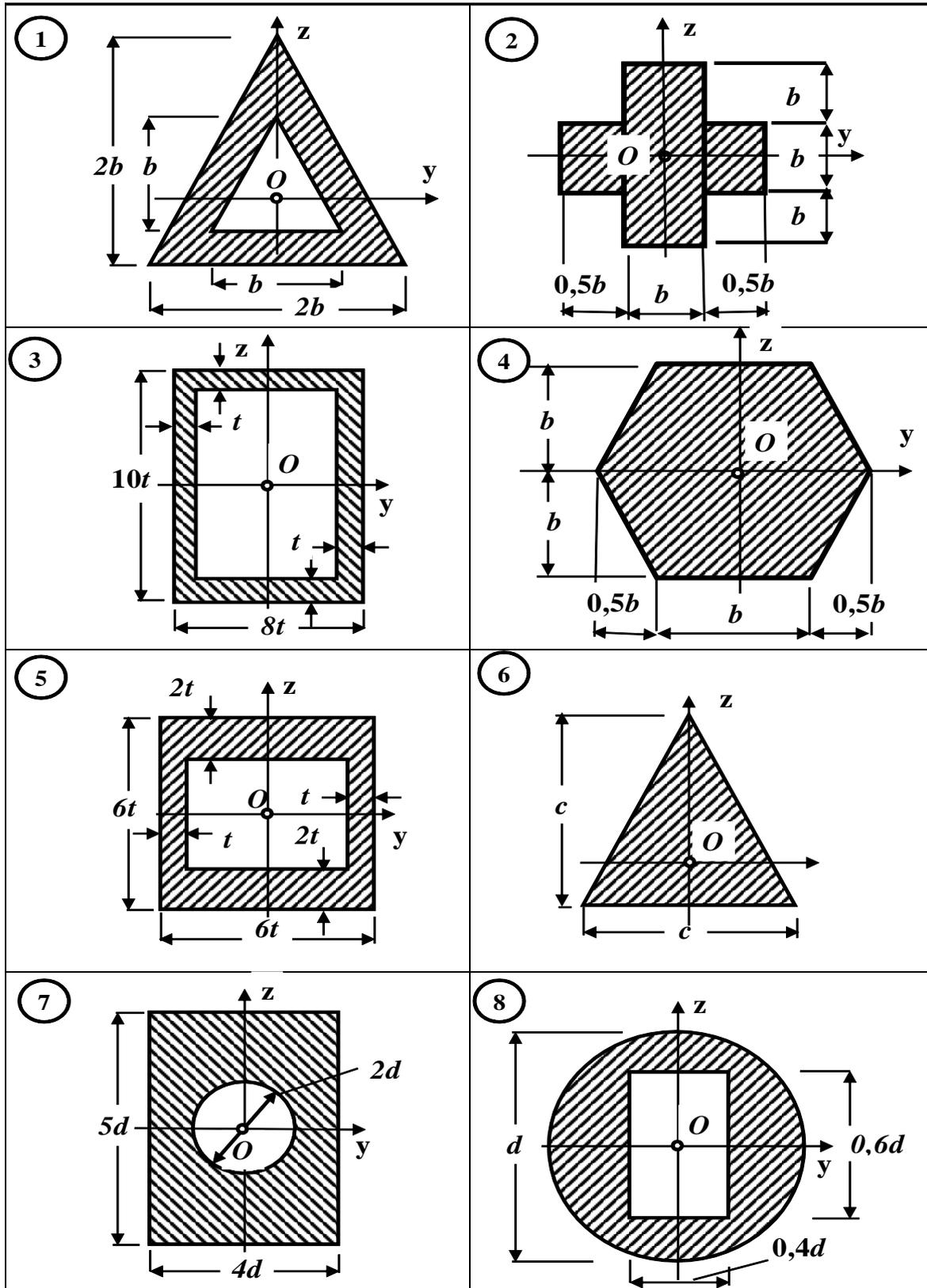


Таблица 5
Поперечные сечения стержней к задаче № 2

| | |
|---|--|
| <p>①</p> <p><i>Равнополочные уголки</i></p> <p>10 мм</p> <p>20 мм</p> | <p>②</p> |
| <p>③</p> <p><i>Неравнополочные уголки</i></p> | <p>④</p> <p><i>Неравнополочные уголки</i></p> <p>10 мм</p> |
| <p>⑤</p> <p>10 мм</p> | <p>⑥</p> <p>10 мм</p> <p><i>Равнополочные уголки</i></p> |
| <p>⑦</p> | <p>⑧</p> |

Контрольные вопросы к расчетно – графической работе

1. Что означает выражение «сжатый стержень потерял устойчивость»?
2. Какое равновесное состояние гибкого стержня является устойчивым, а какое – неустойчивым?
3. Как определяется приведённая длина стержня?
4. Как определяется гибкость стержня?
5. Что такое предельная гибкость и как она вычисляется?
6. Чему равна предельная гибкость для стали?
7. Какая сила называется критической?
8. Запишите формулу Эйлера с учетом условий закрепления стержня.
9. Сформулируйте условие применимости формулы Эйлера по напряжениям и по гибкости.
10. Формула Ясинского для вычисления критического напряжения.
11. Сформулируйте условия применимости формулы Ясинского по напряжениям и по гибкости.
12. Условие устойчивости центрально сжатого гибкого стержня и какие задачи решаются с помощью этого условия?
13. Как определяется коэффициент продольного изгиба и от чего он зависит?
14. Что такое коэффициент запаса на устойчивость и как он определяется?
15. Как выглядит график зависимости критического напряжения от гибкости для пластичной (низкоуглеродистой) стали?



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

*Образец оформления
титального листа расчетно – графической работы*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Сопротивление материалов»

РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

на тему

«Расчет на устойчивость сжатых стержней»

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О.)

Принял _____

(Ф.И.О.)

Ростов – на - Дону

2018 год