



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Сопротивление материалов»

## **ПРАКТИКУМ**

по дисциплинам «Сопротивление материалов»  
и «Техническая механика»

**Методические указания**  
к расчетно-графической работе на тему

**«Расчет на устойчивость сжатых стержней»**

Автор  
Бондаренко В.П.

Ростов-на-Дону, 2018

## 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

<b>Расчетно – графическая работа на тему «Расчет на устойчивость сжатых стержней» .....</b>	<b>4</b>
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
<b>Приложение 1 .....</b>	<b>11</b>

## 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  $\varphi$  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  $\varphi$  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.**

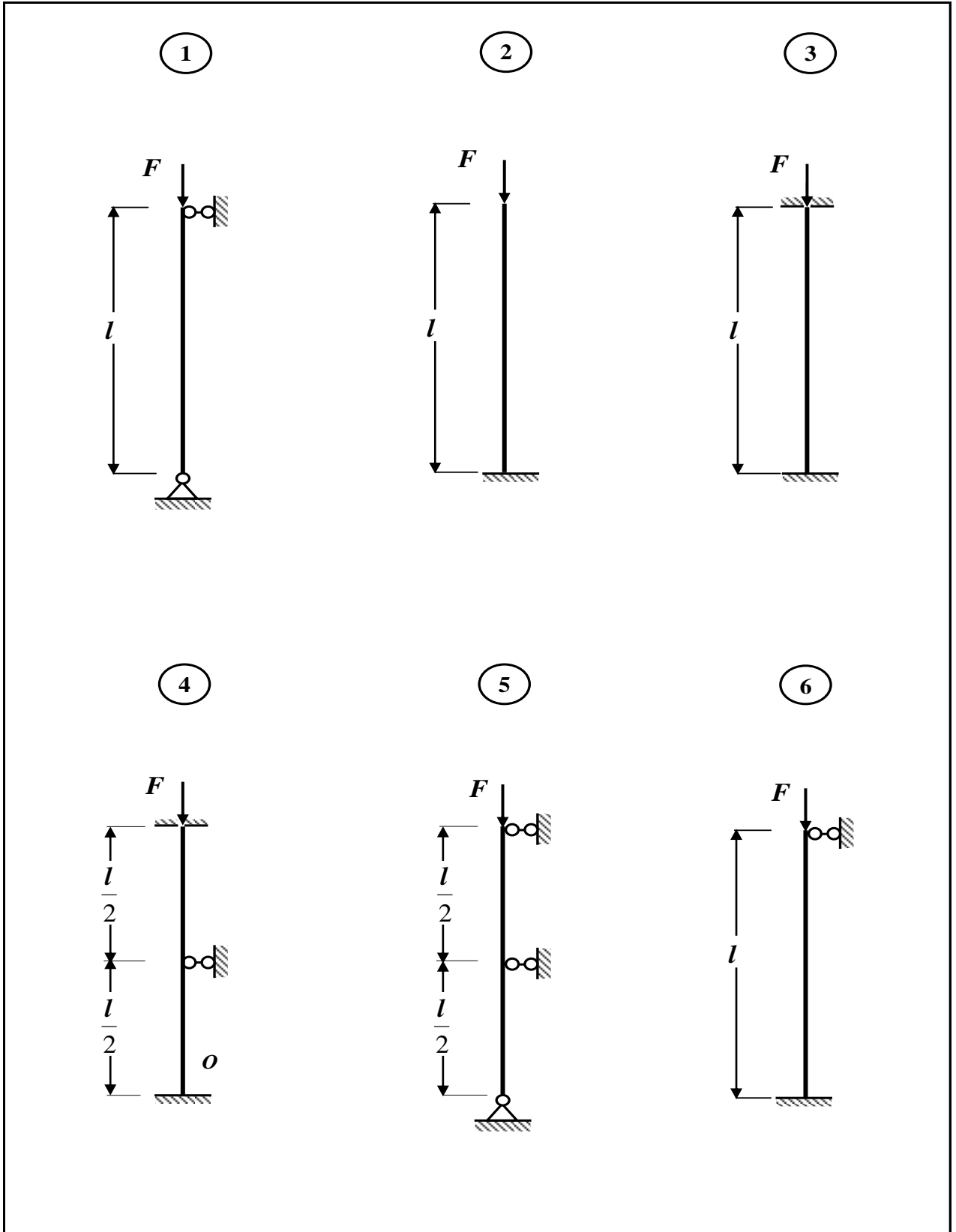
**Таблица 1**  
**Длины стержней и нагрузка**

№ 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

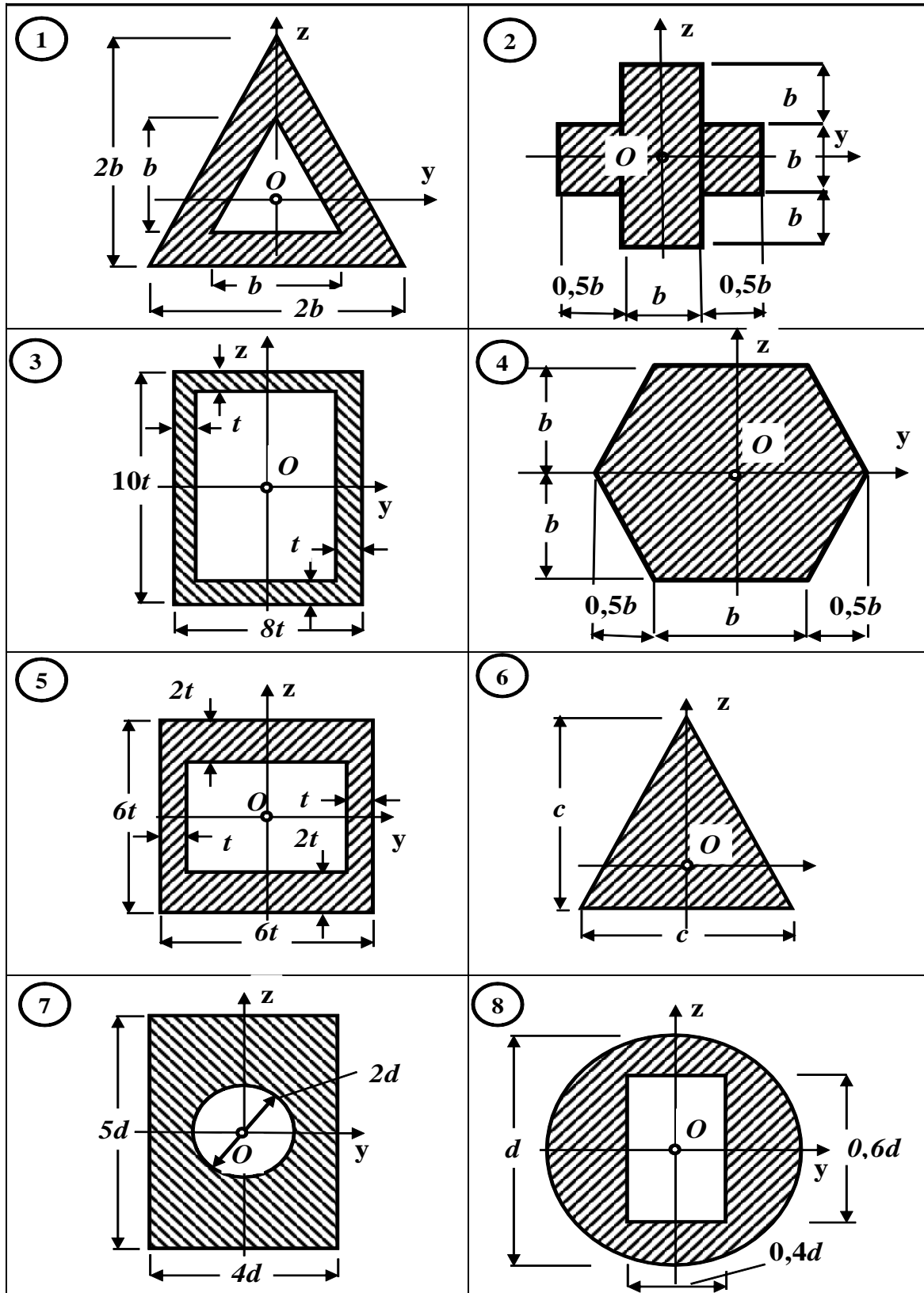
**Таблица 2**  
**Схемы**

№ 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?



Расчет на устойчивость сжатых стержней

**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**