

В. В. Бабанов

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ДЛЯ АРХИТЕКТОРОВ

УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ ДЛЯ ВУЗОВ

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве
учебника и практикума для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по инженерно-техническим направлениям*



**Курс с практическими заданиями и дополнительными материалами
доступен на образовательной платформе «Юрайт»,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

Москва • Юрайт • 2025

Оглавление

Предисловие	8
Введение.....	9
Глава 1. Расчетные схемы сооружений, их образование и анализ	13
1.1. Понятие о расчетной схеме сооружения	13
1.2. Твердое тело как элемент расчетной схемы сооружения	14
1.3. Связи и узлы расчетных схем.....	17
1.3.1. Связи и узлы плоских расчетных схем	17
1.3.2. Опорные связи плоских расчетных схем.....	19
1.3.3. Связи и узлы пространственных расчетных схем.....	21
1.3.4. Опорные связи пространственных расчетных схем	23
1.4. Классификация расчетных схем.....	25
1.5. Кинематический анализ расчетных схем	28
1.5.1. Кинематический анализ плоских расчетных схем	29
1.5.2. Кинематический анализ пространственных расчетных схем	36
1.6. Нагрузки и воздействия	40
1.6.1. Классификация нагрузок.....	40
1.6.2. Представление нагрузок в расчетных схемах.....	41
1.6.3. Принцип независимости действия сил	42
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>43</i>
<i>Задачи для самостоятельного решения.....</i>	<i>43</i>
Глава 2. Основные положения статики.....	46
2.1. Аксиомы статики	46
2.2. Реакции связей	50
2.3. Системы сил на плоскости	52
2.3.1. Система сходящихся сил.....	52
2.3.2. Система пар сил.....	55
2.3.3. Система произвольно расположенных сил	55
2.3.4. Система параллельных сил	60
2.4. Пространственные системы сил.....	63
2.4.1. Система сходящихся сил.....	63
2.4.2. Система пар сил.....	65
2.4.3. Система произвольно расположенных сил	67
2.4.4. Система параллельных сил	71
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>72</i>
Глава 3. Определение реакций в связях статически определимых расчетных схем	73
3.1. Общие положения	73

3.2. Определение реакций в связях плоских расчетных схем.....	77
3.2.1. Простые балки и однодисковые системы.....	77
3.2.2. Шарнирно-консольные балки.....	82
3.2.3. Трехшарнирные арки и рамы.....	87
3.2.4. Многодисковые рамы и комбинированные системы.....	96
3.3. Пространственные расчетные схемы.....	103
Контрольные вопросы.....	107
Задачи для самостоятельного решения.....	108
Глава 4. Основные понятия механики деформируемого	
твердого тела	110
4.1. Виды деформированных состояний твердого тела.....	110
4.2. Внутренние силы и напряжения.....	112
4.2.1. Усилия в поперечных сечениях элементов расчетных схем.....	112
4.2.2. Напряжения. Напряженное состояние в точке.....	113
4.2.3. Выражение усилий в поперечных сечениях через напряжения.....	116
4.2.4. Перемещения и деформации.....	117
4.3. Основные гипотезы и допущения.....	118
Контрольные вопросы.....	119
Глава 5. Растяжение и сжатие	120
5.1. Усилия при растяжении и сжатии.....	120
5.2. Напряжения и деформации. Закон Гука.....	125
5.3. Механические характеристики и свойства материалов.....	131
5.4. Основы расчета строительных конструкций на прочность и жесткость ...	138
5.5. Условия прочности и жесткости при растяжении и сжатии.....	141
Контрольные вопросы.....	145
Задачи для самостоятельного решения.....	146
Глава 6. Напряженное и деформированное состояние в точке	148
6.1. Напряженное состояние растянутых и сжатых стержней.....	148
6.2. Плоское и объемное напряженные состояния. Обобщенный закон Гука.....	150
6.3. Краткие сведения о теориях прочности.....	154
Контрольные вопросы.....	158
Глава 7. Статически определимые фермы.....	160
7.1. Общие сведения. Классификация ферм.....	160
7.2. Определение усилий в стержнях плоских ферм.....	163
7.3. Определение усилий в стержнях пространственных ферм.....	173
Контрольные вопросы.....	176
Задачи для самостоятельного решения.....	177
Глава 8. Геометрические характеристики плоских сечений.....	178
8.1. Общие положения.....	178
8.2. Статические моменты площади и определение центра тяжести сечений...	179
8.3. Моменты инерции плоских сечений.....	180
8.4. Понятие о радиусе инерции и моменте сопротивления сечения.....	183
Контрольные вопросы.....	190
Задачи для самостоятельного решения.....	191

Глава 9. Сдвиг и кручение	192
9.1. Чистый сдвиг	192
9.2. Кручение	195
9.2.1. Общие положения	195
9.2.2. Напряжения и деформации при кручении стержней круглого сечения	198
9.2.3. Напряжения и деформации при кручении стержней некруглых сечений	201
9.3. Расчеты на прочность и жесткость при кручении	204
<i>Контрольные вопросы</i>	205
Глава 10. Плоский изгиб	206
10.1. Общие положения	206
10.2. Определение усилий. Дифференциальные зависимости между M , Q и q	208
10.3. Нормальные напряжения при изгибе	216
10.4. Касательные напряжения при изгибе	219
10.5. Деформации при изгибе	222
10.6. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе	227
10.7. Понятие о косом изгибе	229
<i>Контрольные вопросы</i>	239
<i>Задачи для самостоятельного решения</i>	240
Глава 11. Совместное действие растяжения (сжатия) с изгибом	243
11.1. Определение усилий в статически определимых расчетных схемах	243
11.1.1. Балки и рамы	243
11.1.2. Трехшарнирные арки	248
11.1.3. Комбинированные расчетные схемы	255
11.2. Напряжения при совместном действии растяжения (сжатия) с изгибом	257
11.3. Внецентренное сжатие. Понятие о ядре сечения	259
<i>Контрольные вопросы</i>	263
<i>Задачи для самостоятельного решения</i>	263
Глава 12. Основные теоремы строительной механики.	
Определение перемещений	266
12.1. Общие положения	266
12.2. Работа сил. Потенциальная энергия деформации	267
12.3. Принцип возможных перемещений	271
12.4. Основные теоремы строительной механики	272
12.4.1. Теоремы о взаимности возможных работ и взаимности возможных перемещений	272
12.4.2. Теорема о взаимности возможных реакций	274
12.5. Определение перемещений в статически определимых расчетных схемах	275
12.5.1. Перемещения от внешней нагрузки	275
12.5.2. Перемещения от теплового воздействия	286

12.5.3. Перемещения от неравномерной осадки опор и неточности изготовления стержней.....	291
<i>Контрольные вопросы</i>	294
<i>Задачи для самостоятельного решения</i>	294
Глава 13. Расчет статически неопределимых систем методом сил	298
13.1. Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости.....	298
13.2. Идея метода сил. Система канонических уравнений	303
13.3. Выбор основных систем метода сил. Общая последовательность расчета.....	306
13.4. Расчет при наличии начальных деформаций	324
13.5. Упрощения при расчете симметричных систем	329
13.6. Понятие о расчете пространственных рам	340
<i>Контрольные вопросы</i>	343
<i>Задачи для самостоятельного решения</i>	343
Глава 14. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.....	347
14.1. Основные положения. Степень кинематической неопределимости.....	347
14.2. Идея метода перемещений. Система канонических уравнений и общая последовательность расчета.....	350
14.3. Расчет при наличии начальных деформаций	358
14.4. Упрощения расчетов при использовании метода перемещений	363
14.4.1. Использование основной системы без постановки линейных связей	363
14.4.2. Учет симметрии	367
14.5. Понятие о расчете пространственных рам	370
14.6. Принципы определения перемещений в статически неопределимых системах.....	375
<i>Контрольные вопросы</i>	376
<i>Задачи для самостоятельного решения</i>	377
Глава 15. Основы динамики сооружений	380
15.1. Общие положения.....	380
15.2. Колебания упругих систем с одной степенью свободы	385
15.2.1. Свободные колебания.....	386
15.2.2. Вынужденные колебания при действии вибрационной нагрузки	392
15.2.3. Действие ударной нагрузки.....	399
15.3. Колебания упругих систем с несколькими степенями свободы.....	402
15.3.1. Свободные колебания.....	402
15.3.2. Вынужденные колебания при действии вибрационной нагрузки	410
15.3.3. Учет симметрии в задачах динамики	416
15.4. Меры защиты от динамических воздействий.....	419
<i>Контрольные вопросы</i>	422
<i>Задачи для самостоятельного решения</i>	423

Глава 16. Основы устойчивости сооружений	427
16.1. Основные положения	427
16.2. Устойчивость центрально сжатых прямолинейных стержней	429
16.3. Применение метода перемещений при расчете устойчивости плоских рам.....	438
16.3.1. Общие принципы использования метода.....	438
16.3.2. Упрощения при расчете рам на устойчивость.....	445
16.4. Критические напряжения и пределы применимости формулы Эйлера...	451
16.5. Практические расчеты на продольный изгиб.....	453
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>458</i>
<i>Задачи для самостоятельного решения.....</i>	<i>459</i>
Приложения.....	463
<i>Приложение 1. Модули упругости и коэффициенты Пуассона</i>	<i>463</i>
<i>Приложение 2. Расчетные сопротивления проката для стальных конструкций и отливок из серого чугуна.....</i>	<i>464</i>
<i>Приложение 3. Расчетные сопротивления бетона, камня и кирпичной кладки.....</i>	<i>465</i>
<i>Приложение 4. Расчетные сопротивления для некоторых сортов древесины</i>	<i>466</i>
<i>Приложение 5. Геометрические характеристики некоторых плоских сечений</i>	<i>467</i>
<i>Приложение 6. Двутавры горячекатаные (ГОСТ 8239–93)</i>	<i>469</i>
<i>Приложение 7. Швеллеры горячекатаные (по ГОСТ 8240–97)</i>	<i>470</i>
<i>Приложение 8. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные (ГОСТ 8510–93).....</i>	<i>472</i>
<i>Приложение 9. Уголки горячекатаные равнополочные (ГОСТ 8509–93)....</i>	<i>473</i>
<i>Приложение 10. Таблица реакций и усилий в изгибаемых стержнях от единичных смещений связей и теплового воздействия.....</i>	<i>475</i>
<i>Приложение 11. Таблица реакций и усилий в изгибаемых стержнях от внешних воздействий</i>	<i>476</i>
<i>Приложение 12. Таблица реакций в сжато-изогнутых стержнях от единичных смещений связей при расчете на устойчивость</i>	<i>477</i>
<i>Приложение 13. Таблица значений функций метода перемещений для сжато-изогнутых стержней.....</i>	<i>479</i>
<i>Приложение 14. Таблица значений специальных функций метода перемещений для сжато-изогнутых стержней</i>	<i>481</i>
<i>Приложение 15. Коэффициенты продольного изгиба.....</i>	<i>483</i>
Список литературы.....	484
Новые издания по дисциплине «Строительная механика» и смежным дисциплинам.....	486