

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редакторов перевода	9
Введение	13
Глава 1	
Терминология, стандартный человек, масштабирование	20
1.1. Анатомическая терминология	20
1.2. Движение человека как машины	25
1.3. Стандартный человек	38
1.4. Законы масштабирования	47
1.4.1. Аллометрические правила	47
1.4.2. Масштабирование в сенсорных системах	50
1.5. Заключение	51
Задачи	52
Глава 2	
Статика тела	64
2.1. Обзор сил, моментов вращения и равновесия	64
2.2. Статика: движение в одной плоскости и рычаги	67
2.3. Статика для частей тела	71
2.3.1. Предплечье	72
2.3.2. Задачи с бедром	78
2.3.3. Статика других синовиальных суставов	88
2.3.4. Поясница	96
2.3.5. Правило трёх сил	108
2.3.6. Мульти сегментное моделирование	109
2.4. Тактильное чувство	111
2.5. Обзор единиц силы и давления	112
2.5.1. Сила	112
2.5.2. Давление	113
2.6. Резюме	114
Задачи	115
Глава 3	
Движение	126
3.1. Кинематика и мускулатура	126
3.2. Вертикальная стойка	134
3.2.1. Устойчивость	134



3.2.2. Силы, действующие на стопу	137
3.3. Ходьба	137
3.3.1. Кинематика	137
3.3.2. Работа мышц	140
3.3.3. Трение	143
3.3.4. Энергетика	146
3.3.5. Гармонические колебания, маятники и моменты инерции	151
3.3.6. Баллистическая (маятниковая) модель ходьбы	156
3.3.7. Модель обратного маятника	160
3.4. Бег	161
3.4.1. Кинематика	161
3.4.2. Работа мышц	164
3.4.3. Энергетика	165
3.4.4. Модель прыгающего мяча и пружинной прыгалки	172
3.5. Прыжки	174
3.5.1. Вертикальный прыжок с места	175
3.5.2. Прыжок с шестом	180
3.6. Бросок мяча	182
3.6.1. Бросание вращающегося мяча	193
3.6.2. Мощность, развиваемая при броске мяча	197
3.7. Другие типы движения	198
3.8. Соударения тела человека	202
3.8.1. Кинематика соударения	203
3.8.2. Последствия соударений	204
3.8.3. Удары по мячу	216
3.8.4. Бег	219
3.8.5. Прыжки	221
3.9. Длительные ускорения	222
3.10. Физика спорта	224
3.11. Резюме	225
Задачи	225

Глава 4

Механические свойства тела	250
4.1. Ткани тела человека	254
4.1.1. Кости	255
4.1.2. Связки и сухожилия	257
4.1.3. Хрящи	259
4.2. Эластичность	260
4.2.1. Основные соотношения напряжения и деформации	260
4.2.2. Другие типы взаимосвязи напряжение–деформация	263
4.2.3. Сокращение длины костей	265
4.2.4. Энергия, запасаемая деформированной средой	266
4.3. Независимые от времени отклонения от эластичности	270
4.3.1. Негуковские материалы	280
4.4. Статическое равновесие деформированных тел (углубленная тема)	282
4.4.1. Изгиб балки (или кости)	289
4.5. Зависящие от времени отклонения от эластичности: вязкоэластичность	294
4.5.1. Идеальная пружина	301
4.5.2. Идеальный амортизатор	302
4.5.3. Простые вязкоэластичные модели	303
4.6. Вязкоэластичность костей	311
4.7. Переломы костей	313

4.7.1. Виды внезапного перелома костей	314
4.7.2. Переломы от длительного перенапряжения (углубленная тема)	322
4.8. Распространенные спортивные травмы	328
4.9. Защита от переломов и других травм: выбор материала для шлема	331
4.10. Резюме	334
Задачи	334

Глава 5

Мышцы	344
5.1. Скелетные мышцы тела	345
5.1.1. Типы мышечной деятельности	349
5.2. Структура мышц	350
5.3. Покоящаяся (пассивная) мышца	356
5.4. Активная мышца: макроскопический уровень	357
5.4.1. Механическая модель активного состояния мышц	361
5.5. Влияние упражнений	368
5.5.1. Утомление мышц	369
5.6. Координация мышечной деятельности	370
5.7. Активация и тетанус: микроскопический уровень	373
5.7.1. Общее напряжение мышцы	376
5.7.2. Примеры ограниченного предела полезной длины мышцы	377
5.8. Кривая Хилла сила—скорость	380
5.9. Модель скользящих филаментов: наноскопический уровень	386
5.10. Резюме	392
Задачи	392

Глава 6

Метаболизм: энергия, теплота, работа и мощность, развиваемая телом	401
6.1. Сохранение энергии и тепловые потоки	402
6.2. Содержание энергии в продуктах питания	405
6.2.1. Энергия, трансформируемая в ходе обмена веществ, и сохранение энергии	410
6.3. Молекулы, в виде которых запасается энергия	414
6.3.1. Как образуется АТФ и как он используется	414
6.3.2. Как организм использует молекулы АТФ	417
6.4. Уровни метаболизма	427
6.4.1. Основной обмен	427
6.4.2. Уровни метаболизма при обычных видах деятельности	434
6.4.3. Прибавка и потеря веса	452
6.5. Потери тепла организмом	456
6.5.1. Способы теплоотдачи	456
6.6. Температура тела	477
6.7. Заключение	484
Задачи	485

Глава 7

Давление и поток жидкости в организме; течение жидкостей и газов	505
7.1. Характеристики давления в организме	506
7.1.1. Определения и единицы измерения	506
7.1.2. Измерение давления	506
7.2. Физические основы давления и течения жидкостей	510
7.2.1. Закон Лапласа	510



7.2.2. Движение жидкости	512
7.2.3. Уравнение неразрывности	514
7.2.4. Уравнение Бернулли	515
7.2.5. Взаимосвязь параметров, описывающих поток	516
7.2.6. Течение вязкой жидкости и закон Пуазейля	517
7.3. Диффузия (тема для углубленного изучения)	530
7.4. Давление и поток в разных системах организма	533
7.5. Движение человека в жидкости или в атмосфере	536
7.5.1. Плавание	536
7.5.2. Почему люди не летают	540
7.6. Заключение	541
Задачи	541

Глава 8

Сердечно-сосудистая система	549
8.1. Общие сведения о сосудистой системе и сердечном цикле	541
8.1.1. Кровообращение	549
8.1.2. Сердечный цикл	555
8.1.3. Клапаны сердца	560
8.2. Физика сосудистой системы	563
8.2.1. Свойства крови	563
8.2.2. Давление и кровоток в кровеносных сосудах	564
8.2.3. Капилляры и осмотическое давление	582
8.2.4. Объемная скорость кровотока и скорость течения крови	586
8.2.5. Последствия частичного перекрытия просвета артерий	599
8.2.6. Работа, производимая сердцем, и метаболические потребности сердца	602
8.3. Инсульты и аневризмы	604
8.3.1. Ветвление артерий и мешкообразные аневризмы	611
8.3.2. Стенозы и ишемические инсульты	614
8.3.3. Уравнение движения артерий и аневризм при пульсирующем потоке (тема для углубленного изучения)	615
8.4. Моделирование сосудистой системы и сердца	618
8.4.1. Модель сердца	618
8.4.2. Моделирование кровотока в сосудистой системе	622
8.4.3. Артериальный пульс	626
8.4.4. Модель упругого резервуара	629
8.4.5. Моделирование нарушений работы сердца	632
8.5. Заключение	634
Задачи	634

Глава 9

Легкие и внешнее дыхание	648
9.1. Строение легких	649
9.2. Физика альвеол	655
9.3. Физика дыхания	659
9.4. Легочные объемы и емкости	662
9.5. Дыхание при нормальных условиях и при патологических состояниях	665
9.5.1. Поток воздуха в процессе дыхания	665
9.5.2. Механическая модель процесса дыхания и параметры модели	668
9.5.3. Цикл вдоха-выдоха	669
9.5.4. Дыхание при заболеваниях легких	670
9.5.5. Дыхание на высоте	674
9.6. Работа, необходимая для осуществления дыхания	675

9.7. Заключение	676
Задачи	677
Глава 10	
Звук, речь и слух	683
10.1. Физика звуковых волн	684
10.1.1. Скорость и свойства звуковых волн	686
10.1.2. Интенсивность звуковых волн	687
10.1.3. Что происходит, когда звук передается из одной среды в другую?	695
10.1.4. Объемные резонаторы	697
10.2. Формирование голоса	702
10.2.1. Типы звуков	702
10.2.2. Системы, участвующие в формировании речи	706
10.2.3. Параметры голоса человека	722
10.2.4. Энергетика речи	723
10.3. Слух	723
10.3.1. Слуховая чувствительность	724
10.3.2. Связь со слуховым восприятием	746
10.4. Другие колебания в организме	751
10.4.1. Сердце и другие источники звука	751
10.5. Заключение	754
Задачи	755
Глава 11	
Свет, глаза и зрение	766
11.1. Структура глаза	766
11.2. Фокусировка и формирование изображения хрусталиком	774
11.2.1. Формирование изображения	774
11.2.2. Научная основа формирования изображения	777
11.2.3. Комбинации линз и преломляющих поверхностей	783
11.3. Формирование изображения и детектирование в глазу	791
11.3.1. Передача света в глазу	791
11.3.2. Глаз как сложная линза	794
11.3.3. Аккомодация	799
11.3.4. Поле зрения и бинокулярное зрение	801
11.3.5. Регулирование уровня освещенности	802
11.3.6. Ограничения остроты зрения	804
11.3.7. Несовершенство человеческого зрения	816
11.3.8. Коррекция зрения с помощью очков, контактных линз и других средств	821
11.4. Типы нарушений зрения	831
11.5. Связь со зрительным восприятием	833
11.6. Зрение у животных	841
11.7. Заключение	845
Задачи	846
Глава 12	
Электрические и магнитные свойства	861
12.1. Обзор электрических свойств	862
12.2. Электрические свойства тканей тела	867
12.2.1. Электрическое проведение в крови и тканях	867
12.3. Проведение по нервам	869
12.3.1. Клеточные мембраны и распределение ионов	871
12.3.2. Варианты возбуждения мембраны	881



12.3.3. Математическая модель возбудимой мембраны	884
12.4. Ионные каналы, волосковые клетки, вестибулярный аппарат, вкус и обоняние	901
12.5. Электрические свойства сердца	904
12.6. Электрические сигналы мозга	918
12.7. Действие электрического тока на человека	918
12.8. Магнитное поле	920
12.8.1. Магнитное поле аксона	921
12.8.2. Восприятие магнитного поля	922
12.9. Электромагнитные волны	922
12.10. Заключение	924
Задачи	924
 Глава 13	
Регуляция и обратные связи	931
13.1. Основы регуляции и обратных связей	932
13.1.1. Теория управления (тема для углубленного изучения)	934
13.2. Регуляция параметров организма человека	936
13.2.1. Регуляция температуры	936
13.2.2. Регуляция артериального давления	943
13.2.3. Регуляция во время физической работы	944
13.3. Заключение	946
Задачи	946
 Приложение А	
Символы и единицы измерения	947
 Приложение В	
Основная анатомическая и антропометрическая информация	952
 Приложение С	
Дифференциальные уравнения	954
C1. Простые дифференциальные уравнения первого и второго порядков	955
C2. Экспоненциальный спад	956
C3. Гармонический осциллятор	959
C4. Уравнения в частных производных	961
 Приложение D	
Общие модельные системы	963
D.1. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами: электрические аналоги кровотока (тема для углубленного изучения)	967
 Приложение E	
Биофизика организма человека	969
 Ответы к отдельным задачам	971
 Библиография к разд. 1-4 книги	976