

А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб

# ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

ОБЩАЯ•СПОРТИВНАЯ•ВОЗРАСТНАЯ

---

Учебник для высших учебных заведений  
физической культуры

Издание 4-е, исправленное и дополненное

*Рекомендовано  
учебно-методическим объединением  
высших учебных заведений Российской Федерации по образованию  
в области физической культуры  
в качестве учебника для образовательных учреждений  
высшего профессионального образования,  
осуществляющих образовательную деятельность  
по направлению 032100 – «Физическая культура»*



---

Москва 2023

ББК 28.707.3я73  
С60

*Издание подготовлено на кафедре физиологии  
Национального государственного университета  
физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта,  
Санкт-Петербург*

Рецензенты:

**В. И. Кулешов**, д-р мед. наук, проф. (ВМедА),  
**И. М. Козлов**, д-р биол. и д-р пед. наук, проф.  
(НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург)

**Солодков А. С., Сологуб Е. Б.**

С60 Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная  
[Текст] : учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – Изд. 4-е,  
испр. и доп. – М. : Советский спорт, 2023. – 620 с. : ил.

ISBN 978-5-9718-0568-7

Учебник подготовлен в соответствии с новой программой по физиологии для вузов физической культуры и требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования.

Для студентов, аспирантов, научных сотрудников, преподавателей, тренеров и врачей, работающих в области физической культуры.

**ББК 28.707.3я73**

ISBN 978-5-9718-0568-7

© Солодков А. С., Сологуб Е. Б., 2023  
© Оформление. "Издательство  
"Советский спорт", 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
<b>Часть I</b>	
<b>ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ .....</b>	<b>8</b>
1. Введение. История физиологии .....	8
1.1. Предмет физиологии, ее связь с другими науками и значение для физической культуры и спорта .....	8
1.2. Методы физиологических исследований .....	9
1.3. Краткая история физиологии .....	10
2. Общие закономерности физиологии и ее основные понятия .....	12
2.1. Основные функциональные характеристики возбудимых тканей .....	12
2.2. Нервная и гуморальная регуляция функций .....	14
2.3. Рефлекторный механизм деятельности нервной системы .....	15
2.4. Гомеостаз .....	16
2.5. Возникновение возбуждения и его проведение .....	17
3. Нервная система .....	21
3.1. Основные функции ЦНС .....	21
3.2. Основные функции и взаимодействия нейронов ....	21
3.3. Особенности деятельности нервных центров .....	25
3.4. Координация деятельности ЦНС .....	29
3.5. Функции спинного мозга и подкорковых отделов головного мозга .....	33
3.6. Вегетативная нервная система .....	39
3.7. Лимбическая система .....	43
3.8. Функции коры больших полушарий .....	43
4. Высшая нервная деятельность .....	49
4.1. Условия образования и разновидности условных рефлексов .....	49
4.2. Внешнее и внутреннее торможение условных рефлексов .....	52
4.3. Динамический стереотип .....	52
4.4. Типы высшей нервной деятельности, первая и вторая сигнальная система .....	53
5. Нервно-мышечный аппарат .....	55
5.1. Функциональная организация скелетных мышц .....	55
5.2. Механизмы сокращения и расслабления мышечного волокна .....	57
5.3. Одиночное и тетаническое сокращение. Электромиограмма .....	60

5.4. Морфофункциональные основы мышечной силы .....	63
5.5. Режимы работы мышц .....	67
5.6. Энергетика мышечного сокращения .....	68
6. Произвольные движения .....	71
6.1. Основные принципы организации движений .....	71
6.2. Роль различных отделов ЦНС в регуляции позно-тонических реакций .....	75
6.3. Роль различных отделов ЦНС в регуляции движений .....	77
6.4. Нисходящие моторные системы .....	81
7. Сенсорные системы .....	83
7.1. Общий план организации и функции сенсорных систем .....	83
7.2. Классификация и механизмы возбуждения рецепторов .....	84
7.3. Свойства рецепторов .....	86
7.4. Кодирование информации .....	87
7.5. Зрительная сенсорная система .....	88
7.6. Слуховая сенсорная система .....	93
7.7. Вестибулярная сенсорная система .....	96
7.8. Двигательная сенсорная система .....	99
7.9. Сенсорные системы кожи, внутренних органов, вкуса и обоняния .....	102
7.10. Переработка, взаимодействие и значение сенсорной информации .....	105
8. Кровь .....	109
8.1. Состав, объем и функции крови .....	110
8.2. Форменные элементы крови .....	112
8.3. Физико-химические свойства плазмы крови .....	116
8.4. Свертывание и переливание крови .....	118
8.5. Регуляция системы крови .....	121
9. Кровообращение .....	123
9.1. Сердце и его физиологические свойства .....	123
9.2. Движение крови по сосудам (гемодинамика) .....	128
9.3. Регуляция сердечно-сосудистой системы .....	132
10. Дыхание .....	136
10.1. Внешнее дыхание .....	136
10.2. Обмен газов в легких и их перенос кровью .....	139
10.3. Регуляция дыхания .....	143
11. Пищеварение .....	145
11.1. Общая характеристика пищеварительных процессов .....	145
11.2. Пищеварение в различных отделах желудочно-кишечного тракта .....	147
11.3. Всасывание продуктов переваривания пищи .....	153

12. Обмен веществ и энергии .....	155
12.1. Обмен белков .....	155
12.2. Обмен углеводов .....	156
12.3. Обмен липидов .....	157
12.4. Обмен воды и минеральных солей .....	159
12.5. Обмен энергии .....	160
12.6. Регуляция обмена веществ и энергии .....	163
13. Выделение .....	165
13.1. Общая характеристика выделительных процессов .....	165
13.2. Почки и их функции .....	165
13.3. Процесс мочеобразования и его регуляция .....	168
13.4. Гомеостатическая функция почек .....	170
13.5. Мочевыведение и мочеиспускание .....	170
13.6. Потоотделение .....	171
14. Тепловой обмен .....	173
14.1. Температура тела человека и изотермия .....	173
14.2. Механизмы теплообразования .....	174
14.3. Механизмы теплоотдачи .....	176
14.4. Регуляция теплообмена .....	177
15. Внутренняя секреция .....	178
15.1. Общая характеристика эндокринной системы .....	178
15.2. Функции желез внутренней секреции .....	181
15.3. Изменения эндокринных функций при различных состояниях .....	192

## Часть II

### **СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ** ..... 198

#### Раздел I

### **ОБЩАЯ СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ** ..... 198

1. Спортивная физиология – учебная и научная дисциплина .....	199
1.1. Спортивная физиология, ее содержание и задачи .....	199
1.2. Кафедра физиологии и ее роль в становлении и развитии спортивной физиологии .....	201
1.3. Состояние и перспективы развития спортивной физиологии .....	206
2. Адаптация к физическим нагрузкам и резервные возможности организма .....	210
2.1. Динамика функций организма при адаптации и ее стадии .....	211
2.2. Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам .....	215

2.3. Срочная и долговременная адаптация к физическим нагрузкам .....	217
2.4. Функциональная система адаптации .....	221
2.5. Понятие о физиологических резервах организма .....	224
3. Функциональные состояния спортсменов .....	226
3.1. Общая характеристика функциональных состояний .....	226
3.2. Физиологические закономерности развития функциональных состояний .....	229
3.3. Виды функциональных состояний .....	231
4. Функциональные изменения в организме при физических нагрузках .....	237
4.1. Изменения функций различных органов и систем организма .....	237
4.2. Функциональные сдвиги при нагрузках постоянной мощности .....	240
4.3. Функциональные сдвиги при нагрузках переменной мощности .....	241
4.4. Прикладное значение функциональных изменений для оценки работоспособности спортсменов .....	243
5. Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности .....	244
5.1. Роль эмоций при спортивной деятельности .....	244
5.2. Предстартовые состояния .....	247
5.3. Разминка и вбрасывание .....	250
5.4. Устойчивое состояние при циклических упражнениях .....	252
5.5. Особые состояния организма при ациклических, статических и упражнениях переменной мощности .....	253
6. Физическая работоспособность спортсмена .....	254
6.1. Понятие о физической работоспособности и методические подходы к ее определению .....	255
6.2. Принципы и методы тестирования физической работоспособности .....	257
6.3. Связь физической работоспособности с направленностью тренировочного процесса в спорте .....	262
6.4. Резервы физической работоспособности .....	264
7. Физиологические основы утомления спортсменов .....	269
7.1. Определение и физиологические механизмы развития утомления .....	269
7.2. Факторы утомления и состояние функций организма .....	273

7.3. Особенности утомления при различных видах физических нагрузок .....	275
7.4. Предутомление, хроническое утомление и переутомление .....	278
8. Физиологическая характеристика восстановительных процессов .....	281
8.1. Общая характеристика процессов восстановления .....	281
8.2. Физиологические механизмы восстановительных процессов .....	283
8.3. Физиологические закономерности восстановительных процессов .....	285
8.4. Физиологические мероприятия повышения эффективности восстановления .....	288

## Раздел II

### ЧАСТНАЯ СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ..... 291

9. Физиологическая классификация и характеристика физических упражнений .....	291
9.1. Различные критерии классификации упражнений .....	292
9.2. Современная классификация физических упражнений .....	293
9.3. Физиологическая характеристика спортивных поз и статических нагрузок .....	294
9.4. Физиологическая характеристика стандартных циклических и ациклических движений .....	298
9.5. Физиологическая характеристика нестандартных движений .....	303
10. Физиологические механизмы и закономерности развития физических качеств .....	305
10.1. Формы проявления, механизмы и резервы развития силы .....	306
10.2. Формы проявления, механизмы и резервы развития быстроты .....	310
10.3. Формы проявления, механизмы и резервы развития выносливости .....	313
10.4. Понятие о ловкости и гибкости. Механизмы и закономерности их развития .....	318
11. Физиологические механизмы и закономерности формирования двигательных навыков .....	320
11.1. Двигательные умения, навыки и методы их исследования .....	320
11.2. Физиологические механизмы формирования двигательных навыков .....	321

11.3. Физиологические закономерности и стадии формирования двигательных навыков .....	324
11.4. Физиологические основы совершенствования двигательных навыков .....	330
12. Физиологические основы развития тренированности .....	333
12.1. Физиологическая характеристика тренировки и состояния тренированности .....	334
12.2. Тестирование функциональной подготовленности спортсменов в покое .....	336
12.3. Тестирование функциональной подготовленности спортсменов при стандартных и предельных нагрузках .....	339
12.4. Физиологическая характеристика перетренированности и перенапряжения .....	343
13. Спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды .....	346
13.1. Влияние температуры и влажности воздуха на спортивную работоспособность .....	346
13.2. Спортивная работоспособность в условиях измененного барометрического давления .....	348
13.3. Спортивная работоспособность при смене поясно-климатических условий .....	353
13.4. Физиологические изменения в организме при плавании .....	355
14. Физиологические основы спортивной тренировки женщин .....	357
14.1. Морфофункциональные особенности женского организма .....	357
14.2. Изменения функций организма в процессе тренировок .....	365
14.3. Влияние биологического цикла на работоспособность женщин .....	370
14.4. Индивидуализация тренировочного процесса с учетом фаз биологического цикла .....	373
15. Физиолого-генетические особенности спортивного отбора .....	375
15.1. Физиолого-генетический подход к вопросам спортивного отбора .....	376
15.2. Наследственные влияния на морфо-функциональные особенности и физические качества человека .....	378
15.3. Учет физиолого-генетических особенностей человека в спортивном отборе .....	383
15.4. Значение генетически адекватного и неадекватного выбора спортивной	



специализации, стиля соревновательной деятельности и сенсомоторного доминирования .....	390
15.5. Использование генетических маркеров для поиска высоко- и быстротренируемых спортсменов .....	395
16. Влияние генома на функциональное состояние, работоспособность и здоровье спортсменов .....	398
16.1. Хранение, передача наследственной информации и расшифровка генома .....	398
16.2. Генетические маркеры ДНК в спорте .....	402
16.3. Генетические допинги в спорте .....	405
16.4. Обнаружение допингов .....	415
16.5. Риск для здоровья .....	417
17. Физиологические основы оздоровительной физической культуры .....	421
17.1. Роль физической культуры в условиях современной жизни .....	422
17.2. Гипокинезия, гиподинамия и их влияние на организм человека .....	425
17.3. Основные формы оздоровительной физической культуры и их влияние на функциональное состояние организма .....	428

### Часть III

## **ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ..... 435**

1. Общие физиологические закономерности роста и развития организма человека .....	435
1.1. Периодизация и гетерохронность развития .....	435
1.2. Сенситивные периоды .....	438
1.3. Влияние наследственности и окружающей среды на развитие организма .....	441
1.4. Акселерация эпохальная и индивидуальная, биологический и паспортный возраст .....	444
2. Физиологические особенности организма детей дошкольного и младшего школьного возраста и их адаптация к физическим нагрузкам .....	448
2.1. Развитие центральной нервной системы, высшей нервной деятельности и сенсорных систем .....	448
2.2. Физическое развитие и опорно-двигательная система .....	456
2.3. Особенности крови, кровообращения и дыхания .....	457
2.4. Особенности пищеварения, обмена веществ и энергии .....	461

2.5. Особенности терморегуляции, процессов выделения и деятельности желез внутренней секреции .....	462
2.6. Физиологические особенности адаптации детей дошкольного и младшего школьного возраста к физическим нагрузкам .....	466
3. Физиологические особенности организма детей среднего и старшего школьного возраста и их адаптация к физическим нагрузкам .....	488
3.1. Развитие центральной нервной системы, высшей нервной деятельности и сенсорных систем .....	489
3.2. Физическое развитие и опорно-двигательная система .....	494
3.3. Особенности крови, кровообращения и дыхания ....	497
3.4. Особенности пищеварения, выделения и эндокринной системы .....	500
3.5. Особенности терморегуляции, обмена веществ и энергии .....	506
3.6. Физиологические особенности адаптации детей среднего и старшего школьного возраста к физическим нагрузкам .....	508
4. Физиологические особенности урока физической культуры в школе .....	530
4.1. Физиологическое обоснование нормирования физических нагрузок для детей школьного возраста .....	530
4.2. Изменение функций организма школьников на уроке физической культуры .....	533
4.3. Влияние занятий физической культурой на физическое, функциональное развитие, работоспособность и состояние здоровья школьников .....	536
4.4. Физиолого-педагогический контроль за занятиями физической культурой и физиологические критерии восстановления организма школьников .....	543
5. Физиологические особенности организма людей зрелого и пожилого возраста и их адаптация к физическим нагрузкам .....	548
5.1. Старение, продолжительность жизни, адаптивные реакции и реактивность организма .....	549
5.2. Возрастные особенности опорно-двигательного аппарата, вегетативных и сенсорных систем .....	553
5.3. Возрастные особенности регуляторных систем .....	557

5.4. Физиологические особенности адаптации людей зрелого и пожилого возраста к физическим нагрузкам .....	561
6. Физиологические особенности переработки информации у спортсменов разного возраста .....	573
6.1. Значение для спорта процессов переработки информации и их возрастные особенности .....	573
6.2. Физиологические основы процессов восприятия, принятия решения и программирования ответных действий .....	575
6.3. Скорость и эффективность тактического мышления. Пропускная способность мозга .....	579
6.4. Помехоустойчивость спортсменов, ее возрастные особенности .....	582
7. Функциональные асимметрии спортсменов разного возраста .....	583
7.1. Моторные асимметрии у человека, их возрастные особенности .....	583
7.2. Сенсорные и психические асимметрии. Индивидуальный профиль асимметрии .....	586
7.3. Проявление функциональной асимметрии у спортсменов .....	589
7.4. Физиологические основы управления тренировочным процессом с учетом функциональной асимметрии .....	593
8. Физиологические основы индивидуально-типологических особенностей спортсменов и их развитие в онтогенезе .....	595
8.1. Индивидуально-типологические особенности человека .....	596
8.2. Развитие типологических особенностей в онтогенезе .....	598
8.3. Индивидуально-типологические особенности спортсменов и их учет в тренировочном процессе .....	601
8.4. Индивидуально-типологические особенности биоритмов и их влияние на работоспособность человека .....	604
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	609