

**УДК 50/796**  
**ББК 20/75.0я73**  
**Е86**

**Рецензенты:**

**Ю.Ф. Курамин**, доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой теории и методики физической культуры Национального государственного университета физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, заслуженный работник высшей школы РФ;

**С.С. Михайлов**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой биохимии Национального государственного университета физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, заслуженный деятель науки РФ;

**В.А. Морозов**, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой физической механики СПбГУ (раздел I – «Математика»);

**В.Ю. Карасёв**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей физики СПбГУ (раздел II – «Физика»);

**Е.Д. Суглобова**, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией почечной недостаточности НИИ нефрологии ГБОУ ВПО СПбГМУ им. И.П. Павлова (раздел III – «Химия»);

**Л.А. Мамон**, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры генетики и селекции СПбГУ (раздел IV – «Биология с основами экологии»).

**Естественно-научные основы физической культуры**  
**Е86 и спорта : учебник / под ред. А. В. Самсоновой, Р. Б. Цаллаго-**  
**вой. – М. : Советский спорт, 2014. – 456 с. : ил.**

ISBN 978-5-9718-0697-4

Учебник написан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 034300 (62) – «Физическая культура» (квалификация «бакалавр»). Учебник составляют четыре раздела дисциплины «Естественно-научные основы физической культуры и спорта»: математика, физика, химия, биология с основами экологии.

Предназначен для студентов дневной и заочной форм обучения высших и средних учебных заведений физической культуры.

**УДК 50/796**  
**ББК 20/75.0я73**

ISBN 978-5-9718-0697-4

© Коллектив авторов, 2014  
 © Оформление. ОАО «Издательство  
 “Советский спорт”», 2014

## Введение

В настоящее время все больший удельный вес в подготовке специалистов в вузах физической культуры приобретают дисциплины естественно-научного цикла: анатомия, биохимия, биомеханика, физиология, спортивная медицина и др. Сегодня, в век развития информационных технологий, во всех областях деятельности человека на передний план выдвигаются фундаментальные знания специалиста. Все большую роль играет математизация знаний.

Еще недавно казавшиеся чисто гуманитарными образовательные профили студентов вузов физической культуры (физкультурное образование, спортивно-оздоровительный туризм, двигательная рекреация, спортивный менеджмент, физкультурно-оздоровительные технологии, спортивные сооружения и индустрия, спортивная тренировка в избранном виде спорта) не обходятся без знаний в области математики, физики, химии, биологии.

Начавшийся в первой половине XX века процесс математизации знаний в наше время затронул гуманитарные дисциплины. Практически во всех гуманитарных науках для описания изучаемых ими объектов (процессов, явлений) используется математический язык. Без математики невозможно изложение физики, химии и биомеханики. Этим объясняется тот факт, что именно с математики начинается предлагаемый читателю учебник.

В настоящем учебнике объединены все разделы, входящие в дисциплину «Естественно-научные основы физической культуры и спорта» (ЕНОФКС). Это позволит студентам иметь одну книгу, по которой можно учиться и готовиться к сдаче зачетов и экзаменов по перечисленным разделам, не прибегая к помощи других учебных пособий.

К сожалению, количество часов, предусмотренное программой и планом обучения на усвоение каждого раздела дисциплины ЕНОФКС, невелико. Поэтому авторы основное внимание уделили только тем темам, которые необходимы студентам при последующем обучении.

Учебник состоит из четырех разделов, соответствующих основной образовательной программе направления подготовки 034300 (62) – «Физическая культура» по дисциплине «Естественно-научные основы физической культуры и спорта». Каждый раздел учебника содержит список условных обозначений, контрольные вопросы, глоссарий и рекомендуемую литературу.

Материал представлен в доступной для студентов форме, по мере возможности упрощено изложение, главным образом в области терминологии. Особое внимание уделено вводной части каждой крупной

темы. Разделы разбиты на подразделы или главы, внутри текста тем или иным способом выделяются те или иные положения, важные для усвоения материала. Мы надеемся, что все это облегчит усвоение студентами предлагаемой информации.

Разделы учебника выступают в роли пререквизитов при изучении последующих предметов. А именно: раздел «Математика» выполняет такую функцию для физики, биомеханики и спортивной метрологии. В этом разделе излагаются основы элементарной математики, математического анализа, аналитической геометрии и теории дифференциальных уравнений.

Раздел «Физика» выполняет такую же функцию при изучении курса биомеханики, где основное внимание уделено классической механике.

Раздел «Химия» необходим для усвоения курса биохимии и других дисциплин медико-биологического цикла.

Раздел «Биология с основами экологии» выступает как пререквизит для большинства дисциплин медико-биологического цикла. В нем наряду с фундаментальными знаниями содержится и факультативная информация по некоторым специальным областям. В первую очередь – это прикладные аспекты биологии, подчеркивающие ее возрастающую роль в современном мире (например, прикладная генетика в области физической культуры и спорта). В учебнике достаточно широко освещена экологическая тематика с изучением неблагоприятного воздействия ряда факторов на здоровье человека. Включено новое вводное обсуждение вопросов систематики организмов.

Учебник подготовлен сотрудниками кафедр биомеханики, биохимии, профилактической медицины и основ здоровья НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, с участием специалистов родственных кафедр других вузов.

*Авторский коллектив:*

Редакторы: А.В. Самсонова, Р.Б. Цаллагова.

Раздел 1. Математика: А.Г. Катранов, В.В. Азанчевский.

Раздел 2. Физика: А.Б. Яковлев, А.В. Самсонова.

Раздел 3. Химия: И.М. Зубина, Э.А. Фактор.

Раздел 4. Биология с основами экологии: А.В. Кьергаард, Р.Б. Цаллагова, О.Е. Симакина.

Авторы благодарят Н.А. Катранову, А.А. Комарову, Г.А. Самсонову, М.А. Борисевич за подготовку качественных иллюстраций и оформление текста.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
-----------------------	---

## РАЗДЕЛ I. МАТЕМАТИКА

<b>Список условных обозначений</b> .....	6
--	---

<b>Глава 1. Введение в математику</b> .....	8
---	---

1.1. Числовые множества .....	8
-------------------------------	---

1.2. Абсолютная и относительная погрешности .....	9
---	---

1.3. Системы координат на прямой и плоскости .....	9
--	---

1.4. Уравнение прямой на плоскости .....	10
--	----

1.5. Кривые на плоскости .....	11
--------------------------------	----

<i>Контрольные вопросы</i> .....	12
----------------------------------	----

<b>Глава 2. Линейная алгебра</b> .....	13
--	----

2.1. Векторная алгебра .....	13
------------------------------	----

2.2. Линейные алгебраические системы. Метод Крамера .....	16
---	----

<i>Контрольные вопросы</i> .....	18
----------------------------------	----

<b>Глава 3. Введение в математический анализ</b> .....	19
--	----

3.1. Определение функции .....	19
--------------------------------	----

3.2. Свойства функций .....	20
-----------------------------	----

3.3. Вектор-функция .....	20
---------------------------	----

3.4. Элементарные функции .....	20
---------------------------------	----

3.5. Некоторые неэлементарные функции .....	23
---	----

3.6. Предел и непрерывность функции .....	24
---	----

<i>Контрольные вопросы</i> .....	25
----------------------------------	----

<b>Глава 4. Дифференциальное исчисление</b> .....	26
---	----

4.1. Определение производной. Ее геометрический смысл .....	26
---	----

4.2. Таблица производных и правила дифференцирования .....	28
--	----

4.3. Частные производные .....	29
--------------------------------	----

4.4. Производная вектор-функции .....	30
---------------------------------------	----

4.5. Исследование функций с помощью производных .....	30
---	----

<i>Контрольные вопросы</i> .....	33
----------------------------------	----

<b>Глава 5. Интегральное исчисление</b> .....	34
---	----

5.1. Определение первообразной и неопределенного интеграла .....	34
--	----

5.2. Определение определенного интеграла и его свойства .....	35
---	----

5.3. Приложения определенного интеграла .....	37
5.4. Интегрирование вектор-функции одного аргумента.....	38
5.5. Криволинейные интегралы .....	38
5.6. Определение двойного и тройного интегралов .....	41
<i>Контрольные вопросы</i> .....	44
<b>Глава 6. Обыкновенные дифференциальные уравнения</b> .....	45
6.1. Основные определения .....	45
6.2. Общее и частное решения дифференциального уравнения. Задача Коши .....	46
6.3. Интегрирование линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка с постоянными коэффициентами .....	46
<i>Контрольные вопросы</i> .....	49
<b>Глоссарий</b> .....	49
<b>Рекомендуемая литература</b> .....	50

## РАЗДЕЛ II. ФИЗИКА

<b>Глава 1. Предмет и метод физики. Измерения.</b>	
<b>Физические величины</b> .....	52
1.1. Физика – основа естествознания .....	52
1.2. Понятие о научном методе .....	54
1.3. Понятие физической величины .....	57
<i>Контрольные вопросы</i> .....	59
<b>Глава 2. Основные положения классической механики</b> .....	60
2.1. Что изучает механика .....	60
2.2. Анализ основных положений классической механики .....	61
2.3. Используемые в механике модели тел .....	64
2.4. Виды механического движения .....	66
<i>Контрольные вопросы</i> .....	67
<b>Глава 3. Кинематика поступательного движения</b> .....	68
3.1. Скорость и ускорение материальной точки .....	68
3.2. Ускорение при движении по криволинейной траектории .....	71
3.3. Прямая и обратная задачи кинематики .....	72
<i>Контрольные вопросы</i> .....	73
<b>Глава 4. Физические поля</b> .....	74
4.1. Понятие физического поля .....	74
4.2. Напряженность поля .....	75
4.3. Принцип суперпозиции .....	76

4.4. Сила .....	77
4.5. Вычисление сил между телами конечных размеров .....	78
4.6. Выражения для моделей тел .....	78
4.7. Эмпирические выражения для сил .....	79
4.7.1. Сила тяжести .....	79
4.7.2. Контактные силы .....	80
4.7.3. Сила упругости .....	81
4.7.4. Сила вязкого трения .....	82
<i>Контрольные вопросы</i> .....	83
<b>Глава 5. Динамика поступательного движения</b> .....	84
5.1. Первый закон Ньютона .....	84
5.2. Второй закон Ньютона .....	85
5.3. Третий закон Ньютона .....	87
5.4. Закон сохранения импульса .....	88
5.5. Центр масс .....	89
5.6. Работа силы .....	90
5.6.1. Работа постоянной силы .....	90
5.6.2. Работа переменной силы .....	90
5.7. Энергия .....	91
5.7.1. Кинетическая энергия .....	91
5.7.2. Консервативные силы .....	92
5.7.3. Потенциальная энергия .....	93
5.7.4. Вычисление сил .....	93
5.7.5. Закон сохранения механической энергии .....	94
5.7.6. Закон сохранения полной энергии .....	94
<i>Контрольные вопросы</i> .....	95
<b>Глава 6. Кинематика и динамика вращательного движения</b> .....	97
6.1. Кинематика вращательного движения .....	97
6.2. Связь с характеристиками поступательного движения .....	100
6.3. Динамика вращательного движения .....	100
6.3.1. Момент силы .....	101
6.3.2. Основной закон динамики вращательного движения .....	102
6.3.3. Момент импульса .....	104
6.4. Работа и энергия при вращательном движении .....	106
6.5. Трение качения .....	106
<i>Контрольные вопросы</i> .....	107
<b>Глава 7. Статика</b> .....	109
7.1. Условия равновесия тел .....	109
7.2. Деформация тел .....	111
<i>Контрольные вопросы</i> .....	112

<b>Глава 8. Колебания</b>	114
8.1. Гармонические колебания	114
8.1.1. Уравнение гармонических колебаний	116
8.1.2. Энергия гармонического осциллятора	118
8.1.3. Фазовые траектории	119
8.2. Затухающие колебания	120
8.3. Вынужденные колебания	122
8.3.1. Энергетические соотношения	125
<i>Контрольные вопросы</i>	126

<b>Глава 9. Кинетический и термодинамический подход к описанию сред</b>	127
9.1. Основы термодинамики	127
9.1.1. Гипотеза сплошной среды	128
9.1.2. Термодинамическая система	128
9.1.3. Термодинамические переменные и функции	129
9.1.4. Термодинамическое равновесие	129
9.2. Законы термодинамики	129
9.2.1. Нулевое начало термодинамики	130
9.2.2. Термодинамическая работа, связанная с изменением объема	130
9.2.3. Первое начало термодинамики	130
9.2.4. Второе начало термодинамики	132
9.2.5. Третье начало термодинамики	132
9.2.6. Уравнение состояния	133
9.3. Неравновесные системы	133
9.4. Термодинамика идеального газа	133
9.5. Кинетическая теория	135
9.5.1. Модель идеального газа	135
9.5.2. Закон идеального газа	136
9.6. Распределение молекул по скоростям в газе	138
9.7. Закон равнораспределения энергии	140
<i>Контрольные вопросы</i>	142

<b>Глава 10. Электричество</b>	143
10.1. Начала электростатики	143
10.2. Поток напряженности поля	145
10.2.1. Теорема Гаусса	146
10.2.2. Электрическая индукция	147
10.3. Электрический потенциал	148
10.4. Конденсатор	148
10.4.1. Накопление энергии	149
10.4.2. Диэлектрики	149

10.5. Законы электрического тока .....	150
10.5.1. Закон Ома .....	150
10.5.2. Правила Кирхгофа .....	151
<i>Контрольные вопросы</i> .....	152
<b>Глоссарий</b> .....	153
<b>Рекомендуемая литература</b> .....	163

### РАЗДЕЛ III. ХИМИЯ

<b>Глава 1. Базовые представления о строении вещества</b> .....	166
1.1. Строение атома .....	166
1.2. Периодический закон Д.И. Менделеева. Периодическая система химических элементов .....	176
1.3. Химические связи в молекуле .....	181
<i>Контрольные вопросы</i> .....	188

<b>Глава 2. Дисперсные системы</b> .....	189
2.1. Истинные растворы. Вода, ее особые свойства .....	189
2.2. Растворение. Характеристика растворов .....	190
2.3. Буферные растворы. Буферное действие .....	198
2.4. Коллоидные системы .....	201
<i>Контрольные вопросы</i> .....	207

<b>Глава 3. Основные положения химической кинетики.</b>	
<b>Катализ</b> .....	208
3.1. Основные понятия и определения .....	208
3.2. Скорость химической реакции .....	209
3.3. Факторы, влияющие на скорость химической реакции .....	210
3.4. Элементы формальной кинетики: кинетический порядок и молекулярность реакции .....	213
3.5. Химическое равновесие .....	215
3.6. Принцип Ле-Шателье .....	216
3.7. Катализ .....	217
<i>Контрольные вопросы</i> .....	224

<b>Глава 4. Основы органической химии</b> .....	225
4.1. Органическая химия – область химической науки, изучающая соединения углерода .....	225
4.2. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова .....	227
4.3. Ациклические насыщенные углеводороды .....	229



4.4. Номенклатура органических соединений (базовые понятия) .....	235
4.5. Полимеризация. Высокомолекулярные соединения .....	237
4.6. Алкены .....	240
4.7. Алкины .....	244
4.8. Кислородсодержащие соединения. Общие сведения о кислородсодержащих соединениях .....	246
4.9. Амины .....	258
4.10. Гетерофункциональные соединения .....	261
4.11. Ароматические соединения. Бензол и его производные .....	262
4.12. Гетероциклические соединения .....	268
<i>Контрольные вопросы</i> .....	269
<b>Глоссарий</b> .....	270
<b>Рекомендуемая литература</b> .....	277

## РАЗДЕЛ IV. БИОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ

<b>Список условных обозначений</b> .....	279
--	-----

### Подраздел I. БИОЛОГИЯ

#### **Глава 1. Введение в дисциплину.**

<b>Эволюция – история жизни</b> .....	280
1.1. Биология как наука .....	280
1.2. Определение жизни и основные свойства живой материи .....	281
1.3. Уровни организации живой материи .....	285
1.4. Теории происхождения жизни .....	287
1.5. Элементарные факторы, пути и результаты эволюции .....	291
1.6. Геохронологическая шкала. Происхождение человека .....	296
<i>Контрольные вопросы</i> .....	298

#### **Глава 2. Клетка – структурная и функциональная единица живого**

.....	299
2.1. Основы цитологии. Клеточная теория .....	299
2.2. Классификация форм жизни на основе их клеточного строения ...	300
2.3. Строение эукариотической клетки .....	303
2.4. Клеточный метаболизм .....	312
2.5. Клеточный цикл. Способы деления клеток. Половое и бесполое размножение .....	316
<i>Контрольные вопросы</i> .....	321

#### **Глава 3. Генетика: основные понятия и законы**

.....	322
3.1. Генетика как наука .....	322
3.2. Основные понятия и законы генетики .....	324

3.3. Материальные основы наследственности .....	326
3.4. Генетический код .....	335
3.5. Применение генетических знаний .....	338
<i>Контрольные вопросы</i> .....	340
<b>Глава 4. Организм как единое целое</b> .....	341
4.1. Онтогенез .....	341
4.2. Гистогенез и органогенез .....	343
4.3. Механизмы поддержания гомеостаза в организме .....	347
4.4. Адаптационные возможности организма .....	349
<i>Контрольные вопросы</i> .....	351

## Подраздел II. ЭКОЛОГИЯ

<b>Глава 1. Введение в экологию.</b>	
<b>Основные понятия экологии</b> .....	352
1.1. Экология как наука .....	352
1.2. Биосфера и ее границы .....	354
1.3. Биогеохимические циклы .....	356
1.4. Экология спорта .....	360
<i>Контрольные вопросы</i> .....	363

<b>Глава 2. Экология экосистем</b> .....	364
2.1. Структура экосистемы .....	364
2.2. Экологические пирамиды .....	367
2.3. Продуктивность экосистем .....	369
2.4. Закономерности трофического оборота .....	370
2.5. Экологические факторы .....	371
2.6. Закономерности действия экологических факторов .....	377
<i>Контрольные вопросы</i> .....	384

<b>Глава 3. Популяционная экология. Понятие о сообществах</b> .....	385
3.1. Экология популяций .....	385
3.2. Понятие о сообществах .....	390
3.3. Экологические сукцессии .....	393
<i>Контрольные вопросы</i> .....	397

<b>глава 4. Глобальные экологические проблемы, рациональное природопользование и охрана природы</b> .....	398
4.1. Глобальные экологические проблемы. Антропогенный стресс .....	398
4.2. Классификация антропогенных воздействий на биосферу .....	399

4.3. Охрана природы и рациональное природопользование .....	413
4.4. Система управления и контроля в области охраны окружающей среды .....	418
4.5. Международное сотрудничество в области экологии .....	423
4.6. Правовые и экономические вопросы экологической безопасности .....	427
<i>Контрольные вопросы</i> .....	430
<b>Глоссарий</b> .....	431
<b>Рекомендуемая литература</b> .....	446