

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Первый Московский государственный медицинский университет  
имени И.М. Сеченова



---

# БИОЛОГИЯ

---

## УЧЕБНИК для студентов высших учебных заведений

*Под редакцией академика Российской академии образования  
Н.В. Чебышева*

*Рекомендовано ГБОУ ВПО Первый Московский государственный  
медицинский университет имени И.М. Сеченова  
в качестве учебника для студентов образовательных учреждений  
высшего профессионального образования, обучающихся по группе специальностей  
«Здравоохранение и медицинские науки» по дисциплине «Биология»*



МЕДИЦИНСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ АГЕНТСТВО  
МОСКВА  
2016

УДК 57(075.8)  
ББК 28я73  
Б63

*Получена положительная рецензия Экспертного совета по рецензированию учебных изданий  
№ ЭСР-774 Первый МГМУ имени И.М. Сеченова  
ФГАУ «ФИРО» Министерства образования и науки РФ № 425 от 01 сентября 2015 г.*

#### **Авторский коллектив**

Авторами учебника «Биология» являются сотрудники кафедры биологии и общей генетики Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова:

**Николай Васильевич Чебышев**, академик Российской академии образования, профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой

**Иза Автандиловна Беречикидзе**, кандидат биологических наук, доцент

**Елена Сергеевна Горожанина**, кандидат биологических наук, доцент

**Галина Георгиевна Гринева**, кандидат биологических наук, доцент

**Елена Анатольевна Гришина**, кандидат биологических наук, доцент

**Марина Валерьевна Козарь**, кандидат биологических наук, доцент

**Юлия Борисовна Лазарева**, кандидат медицинских наук, доцент

**Светлана Николаевна Ларина**, кандидат биологических наук, доцент

**Лариса Михайловна Романова**, старший преподаватель

**Татьяна Викторовна Сахарова**, кандидат биологических наук, доцент

**Алла Викторовна Филиппова**, кандидат медицинских наук, доцент

**Татьяна Викторовна Викторова**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой биологии Башкирского государственного медицинского университета

**Общая редакция книги осуществлена академиком РАО Н.В. Чебышевым**

**Б63 Биология:** Учебник для студентов высших учебных заведений / Под ред. акад. РАО Н.В. Чебышева. — М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2016. — 640 с.: ил.

ISBN 978-5-9986-0229-0

Учебник написан коллективом кафедры биологии и общей генетики Первого МГМУ имени И.М. Сеченова в соответствии с программой по биологии для студентов медицинских вузов и медицинских факультетов университетов, обучающихся по группе специальностей «Здравоохранение и медицинские науки».

Учебник состоит из десяти глав, в которых последовательно рассматриваются биологические основы жизнедеятельности на всех уровнях организации живого. При подготовке материалов авторами были использованы современные достижения биологии. Большой объем информации хорошо систематизирован, материал содержит многочисленные наглядные таблицы, схемы, рисунки, после каждой главы даются контрольные вопросы и задания, что обеспечивает быстрый и удобный поиск и помогает при самоподготовке студентов к практическим занятиям и экзаменам.

Книга рекомендована ГБОУ ВПО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова в качестве учебника для студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования.

Для студентов медицинских, биологических вузов, а также преподавателей и научных работников.

**УДК 57(075.8)  
ББК 28я73**

**ISBN 978-5-9986-0229-0**

- © Чебышев Н.В., коллектив авторов, 2016
- © ГБОУ ВПО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России, 2016
- © Оформление. ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2016

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав

# Оглавление

<b>Список сокращений</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>Глава 1. Биология — наука о жизни</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>1.1. Введение в биологию</b> . . . . .	<b>11</b>
1.1.1. Основные свойства живых организмов . . . . .	11
1.1.2. Понятие систем. Системный подход . . . . .	12
1.1.3. Уровни организации живого . . . . .	13
1.1.3.1. Причины возникновения структурных уровней организации живого . . . . .	15
<b>Глава 2. Биология клетки</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>2.1. Основы цитологии</b> . . . . .	<b>17</b>
2.1.1. Методы изучения клетки . . . . .	19
2.1.1.1. Общее строение клетки . . . . .	20
<b>2.2. Химический состав клетки</b> . . . . .	<b>22</b>
2.2.1. Органические вещества клетки . . . . .	24
2.2.1.1. Белки . . . . .	24
2.2.1.1.1. Ферменты . . . . .	28
2.2.1.1.2. Липиды . . . . .	28
2.2.1.1.3. Углеводы . . . . .	30
2.2.1.1.4. Нуклеиновые кислоты . . . . .	30
2.2.1.1.4.1. ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) . . . . .	33
2.2.1.1.4.2. РНК (рибонуклеиновая кислота) . . . . .	35
2.2.1.1.4.3. АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) . . . . .	37
<b>2.3. Клетка — элементарная единица живого</b> . . . . .	<b>39</b>
2.3.1. Неклеточные формы жизни. Вирусы . . . . .	39
2.3.2. Клеточные формы жизни . . . . .	43
2.3.2.1. Надцарство прокариоты . . . . .	43
2.3.2.2. Надцарство эукариоты . . . . .	49
2.3.2.2.1. Поверхностный аппарат клетки . . . . .	49
2.3.2.2.2. Цитоплазма . . . . .	59
2.3.2.2.3. Клеточное ядро . . . . .	71
2.3.2.3. Основные различия между растительными и животными клетками . . . . .	77
<b>2.4. Обмен веществ и превращение энергии</b> . . . . .	<b>79</b>
2.4.1. Фотосинтез . . . . .	80
2.4.2. Хемосинтез . . . . .	86
2.4.3. Энергетический обмен . . . . .	87
<b>2.5. Деление клетки</b> . . . . .	<b>90</b>
2.5.1. Клеточный цикл . . . . .	90
2.5.2. Митоз . . . . .	92
2.5.3. Амитоз . . . . .	95
2.5.4. Эндомитоз и полиплоидизация . . . . .	95
2.5.5. Регуляция клеточного цикла . . . . .	96
2.5.6. Некроз. Апоптоз . . . . .	98
<b>Глава 3. Размножение организмов</b> . . . . .	<b>101</b>
<b>3.1. Способы и формы размножения</b> . . . . .	<b>101</b>
3.1.1. Бесполое размножение . . . . .	101
3.1.2. Половое размножение . . . . .	102
<b>3.2. Гаметогенез</b> . . . . .	<b>104</b>
3.2.1. Мейоз . . . . .	109
3.2.2. Первичные половые клетки . . . . .	115
<b>Глава 4. Генетика</b> . . . . .	<b>117</b>
<b>4.1. Хромосомы (хроматин)</b> . . . . .	<b>117</b>
4.1.1. Теломерные участки эукариотических хромосом . . . . .	119
4.1.1.1. Длина теломер и старение у человека . . . . .	119
4.1.2. Химический состав хромосом эукариот . . . . .	120

4.1.2.1.	Уровни компактизации хроматина . . . . .	120
4.1.2.2.	Гетерохроматин и эухроматин . . . . .	122
<b>4.2.</b>	<b>Закономерности наследования признаков, контролируемых ядерными генами . . . . .</b>	<b>124</b>
4.2.1.	Аутосомное наследование . . . . .	125
4.2.1.1.	Анализирующее скрещивание . . . . .	129
4.2.2.	Взаимодействие генов. . . . .	130
4.2.2.1.	Аллельные гены . . . . .	130
4.2.2.2.	Неаллельные гены . . . . .	134
4.2.3.	Хромосомная теория наследственности . . . . .	138
4.2.3.1.	Полное сцепление . . . . .	139
4.2.3.2.	Неполное сцепление. . . . .	139
4.2.3.3.	Хромосомный механизм определения пола . . . . .	142
4.2.3.4.	Развитие признаков пола у млекопитающих и человека . . . . .	143
4.2.3.5.	Наследование признаков, сцепленных с полом. . . . .	146
<b>4.3.</b>	<b>Молекулярная генетика . . . . .</b>	<b>149</b>
4.3.1.	Доказательства роли нуклеиновых кислот в хранении и передаче генетической информации. Опыты Гриффита и Эвери . . . . .	149
4.3.2.	Модель ДНК. . . . .	150
4.3.3.	РНК . . . . .	151
4.3.4.	Репликация ДНК. . . . .	152
4.3.5.	Репарация при повреждении ДНК. . . . .	156
4.3.6.	Реализация генетической информации . . . . .	159
4.3.6.1.	Свойства генетического кода . . . . .	160
4.3.6.2.	Транскрипция . . . . .	160
4.3.6.3.	Процессинг РНК . . . . .	163
4.3.6.4.	Трансляция . . . . .	165
4.3.6.5.	Посттрансляционные изменения белков . . . . .	169
4.3.6.6.	Особенности трансляции у прокариот и эукариот. . . . .	169
4.3.7.	Регуляция экспрессии генов. . . . .	170
4.3.7.1.	Регуляция транскрипции . . . . .	170
4.3.7.2.	Факторы транскрипции. . . . .	170
4.3.7.3.	Индукция транскрипционной активности с помощью факторов внешней и внутренней среды. . . . .	172
4.3.7.4.	Регуляция экспрессии генов у прокариот. . . . .	174
4.3.7.5.	Регуляция экспрессии генов у эукариот . . . . .	176
4.3.7.6.	Уровни регуляции экспрессии генов у эукариот . . . . .	176
<b>4.4.</b>	<b>Изменчивость и ее формы. . . . .</b>	<b>179</b>
4.4.1.	Фенотипическая (модификационная) изменчивость . . . . .	179
4.4.2.	Генотипическая изменчивость . . . . .	180
4.4.2.1.	Комбинативная изменчивость . . . . .	180
4.4.2.2.	Мутационная изменчивость . . . . .	181
4.4.2.2.1.	Генные, или точечные, мутации. . . . .	182
4.4.2.2.2.	Хромосомные мутации, или абберации . . . . .	184
4.4.2.2.3.	Геномные мутации . . . . .	185
4.4.2.3.	Мутагенные факторы . . . . .	186
<b>4.5.</b>	<b>Медицинская генетика . . . . .</b>	<b>187</b>
4.5.1.	Наследственные болезни человека . . . . .	187
4.5.1.1.	Генные болезни . . . . .	188
4.5.1.2.	Хромосомные болезни . . . . .	192
4.5.1.3.	Болезни с наследственной предрасположенностью (мультифакториальные). . . . .	197
4.5.1.4.	Генетические болезни соматических клеток . . . . .	198
4.5.1.5.	Болезни с генетической несовместимостью матери и плода . . . . .	198
4.5.1.6.	Митохондриальные болезни . . . . .	199
4.5.1.7.	Болезни экспансии тринуклеотидных повторов . . . . .	199
4.5.2.	Методы изучения генетики человека. . . . .	200
4.5.2.1.	Генеалогический метод . . . . .	200

4.5.2.2.	Близнецовый метод . . . . .	202
4.5.2.3.	Цитогенетический метод . . . . .	202
4.5.2.4.	Популяционно-статистический метод . . . . .	203
4.5.2.5.	Метод генетики соматических клеток . . . . .	204
4.5.2.6.	Биохимический метод . . . . .	204
4.5.2.7.	Метод дерматоглифики . . . . .	204
4.5.2.8.	Молекулярно-генетический метод . . . . .	204
4.5.2.9.	Методы пренатальной диагностики. . . . .	205
4.5.3.	Использование методов молекулярной биологии в медицине. . . . .	206
4.5.3.1.	Генная инженерия. Получение инсулина . . . . .	206
4.5.3.2.	Стволовые клетки, терапевтическое клонирование, репродуктивное клонирование . . . . .	207
4.5.3.3.	Принцип генной терапии. . . . .	209
4.5.4.	Генетические основы канцерогенеза. . . . .	211
4.5.5.	Геномика. . . . .	213
4.5.6.	Новые направления в изучении генетики. . . . .	214
4.5.6.1.	Иммуногенетика. . . . .	214
4.5.6.2.	Фармакогенетика . . . . .	215
4.5.6.3.	Фармакогеномика . . . . .	217

## **Глава 5. Индивидуальное развитие организмов — онтогенез . . . . . 221**

<b>5.1.</b>	<b>Периодизация онтогенеза. . . . .</b>	<b>221</b>
5.1.1.	Понятие онтогенеза . . . . .	221
5.1.2.	Периоды онтогенеза . . . . .	221
5.1.3.	Классификация яйцеклеток . . . . .	223
5.1.3.1.	Значение химического состава цитоплазмы яйцеклетки . . . . .	224
5.1.4.	Осеменение. . . . .	225
5.1.5.	Оплодотворение . . . . .	225
5.1.6.	Эмбриональное развитие . . . . .	227
5.1.6.1.	Дробление . . . . .	227
5.1.6.2.	Гастрюляция. . . . .	229
5.1.6.3.	Гисто- и органогенез . . . . .	231
5.1.6.4.	Провизорные органы зародышей позвоночных . . . . .	234
5.1.7.	Развитие зародыша человека . . . . .	235
5.1.7.1.	Близнецы . . . . .	239
5.1.7.2.	Нарушения развития. . . . .	240
5.1.8.	Экстракорпоральное оплодотворение . . . . .	243
<b>5.2.</b>	<b>Закономерности индивидуального развития . . . . .</b>	<b>244</b>
5.2.1.	История развития эмбриологии . . . . .	244
5.2.2.	Эмбриология и генетика . . . . .	245
5.2.2.1.	Этапы становления генетики развития. . . . .	246
5.2.3.	Свойства онтогенеза . . . . .	248
5.2.4.	Механизмы онтогенеза . . . . .	248
5.2.5.	Генетические механизмы дифференцировки клеток . . . . .	250
5.2.6.	Эмбриональная индукция . . . . .	251
5.2.7.	Генетический контроль развития . . . . .	253
5.2.8.	Целостность онтогенеза . . . . .	254
5.2.9.	Общие закономерности эмбриогенеза (закон зародышевого сходства) . . . . .	256
5.2.10.	Генетические механизмы эмбрионального развития . . . . .	257
5.2.10.1.	Общие закономерности регуляции онтогенеза . . . . .	260
5.2.10.2.	Дифференциальная активность генов в ходе развития . . . . .	260
5.2.10.3.	Гомология генов, контролирующих раннее развитие . . . . .	261
<b>5.3.</b>	<b>Постнатальное развитие человека. . . . .</b>	<b>261</b>
5.3.1.	Этапы развития организмов . . . . .	261
5.3.2.	Старение и смерть . . . . .	263
<b>5.4.</b>	<b>Регенерация. . . . .</b>	<b>266</b>
<b>5.5.</b>	<b>Трансплантация . . . . .</b>	<b>271</b>

<b>Глава 6.</b>	<b>Медицинская паразитология</b> . . . . .	<b>277</b>
<b>6.1.</b>	<b>Вопросы общей паразитологии</b> . . . . .	<b>277</b>
6.1.1.	Паразитизм как явление . . . . .	277
6.1.1.1.	Формы паразитизма . . . . .	278
6.1.1.2.	Пути проникновения паразитов в организм хозяина . . . . .	280
6.1.1.3.	Адаптации паразитов к паразитическому образу жизни . . . . .	281
6.1.1.4.	Жизненные циклы паразитов . . . . .	284
6.1.1.5.	Специфические ответные реакции хозяина на воздействие паразитов . . . . .	287
6.1.1.6.	Негативное влияние, оказываемое паразитом на организм хозяина . . . . .	290
6.1.1.7.	Механизмы защиты паразитов от воздействия со стороны хозяина . . . . .	293
6.1.2.	Природная очаговость паразитарных болезней и роль членистоногих в природных очагах трансмиссивных болезней. . . . .	296
<b>6.2.</b>	<b>Медицинская протозоология</b> . . . . .	<b>303</b>
6.2.1.	Клеточная организация и жизнедеятельность простейших ( <i>Protozoa</i> ) . . . . .	303
6.2.2.	Тип саркомастигофора ( <i>Sarcomastigophora</i> ). . . . .	306
6.2.2.1.	Класс саркодовые ( <i>Sarcodina</i> ) . . . . .	306
6.2.2.1.1.	Отряд <i>Amoebida</i> . . . . .	306
6.2.2.1.1.1.	Дизентерийная амеба . . . . .	306
6.2.2.1.1.2.	Акантамебы, неглерия . . . . .	310
6.2.2.2.	Класс жгутиковые ( <i>Mastigophora</i> ) . . . . .	312
6.2.2.2.1.	Жгутиковые пищеварительного и мочеполового трактов . . . . .	312
6.2.2.2.1.1.	Кишечная лямблия . . . . .	312
6.2.2.2.1.2.	Трихомонады . . . . .	315
6.2.2.2.2.	Жгутиковые паразиты, обитающие в крови и тканях . . . . .	318
6.2.2.2.2.1.	Трипаномы . . . . .	318
6.2.2.2.2.2.	Лейшмании . . . . .	327
6.2.3.	Тип апикомплексы ( <i>Apicomplexa</i> ) . . . . .	333
6.2.3.1.	Класс споровики ( <i>Sporozoa</i> ) . . . . .	333
6.2.3.1.1.	Отряд <i>Coccidia</i> . . . . .	333
6.2.3.1.1.1.	Токсоплазма . . . . .	333
6.2.3.1.1.2.	Малярийные плазмодии . . . . .	340
6.2.4.	Тип инфузории ( <i>Ciliophora</i> ) . . . . .	348
6.2.4.1.	Класс ресничные инфузории ( <i>Ciliata</i> ) . . . . .	348
6.2.4.1.1.	Отряд равноресничные инфузории ( <i>Holotricha</i> ) . . . . .	348
6.2.4.1.1.1.	Балантидий . . . . .	348
<b>6.3.</b>	<b>Медицинская гельминтология</b> . . . . .	<b>355</b>
6.3.1.	Тип плоские черви ( <i>Plathelminthes</i> ) . . . . .	357
6.3.1.1.	Характерные особенности типа . . . . .	357
6.3.1.2.	Класс сосальщики ( <i>Trematoda</i> ) . . . . .	358
6.3.1.3.	Класс ленточные черви ( <i>Cestoda</i> ) . . . . .	375
6.3.2.	Тип круглые черви ( <i>Nemathelminthes</i> ) . . . . .	390
6.3.2.1.	Характерные особенности типа . . . . .	390
6.3.2.2.	Класс собственно круглые черви ( <i>Nematoda</i> ) . . . . .	391
6.3.2.2.1.	Круглые черви — геогельминты . . . . .	394
6.3.2.2.1.1.	Геогельминты, развивающиеся с миграцией . . . . .	395
6.3.2.2.1.2.	Геогельминты, развивающиеся без миграции . . . . .	407
6.3.2.2.2.	Круглые черви — биогельминты. . . . .	413
6.3.2.2.2.1.	Биогельминты, заражение которыми происходит при проглатывании личинок с тканями промежуточного хозяина . . . . .	414
6.3.2.2.2.2.	Биогельминты, передающиеся трансмиссивно . . . . .	422
<b>6.4.</b>	<b>Медицинская арахноэнтомология</b> . . . . .	<b>435</b>
6.4.1.	Тип членистоногие ( <i>Arthropoda</i> ) . . . . .	436
6.4.2.	Подтип жабернодышащие ( <i>Branchiata</i> ) . . . . .	438
6.4.2.1.	Класс ракообразные ( <i>Crustacea</i> ) . . . . .	438
6.4.2.1.1.	Подкласс низшие раки ( <i>Entomostraca</i> ) . . . . .	438
6.4.2.1.2.	Подкласс высшие раки ( <i>Malacostraca</i> ) . . . . .	439
6.4.3.	Подтип хелицероные ( <i>Chelicerata</i> ) . . . . .	440
6.4.3.1.	Класс паукообразные ( <i>Arachnida</i> ) . . . . .	440

6.4.3.1.1.	Отряд скорпионы ( <i>Scorpionidae</i> ) . . . . .	441
6.4.3.1.2.	Отряд пауки ( <i>Aranei</i> ) . . . . .	442
6.4.3.1.3.	Надотряд клещи ( <i>Acarina</i> ). . . . .	443
6.4.3.1.3.1.	Отряд акариформные клещи ( <i>Acariformes</i> ) . . . . .	444
6.4.3.1.3.2.	Отряд паразитиформные клещи ( <i>Parasitiformes</i> ). . . . .	447
6.4.4.	Подтип трахейнодышащие ( <i>Tracheata</i> ) . . . . .	451
6.4.4.1.	Класс насекомые ( <i>Insecta</i> ). . . . .	451
6.4.4.1.1.	Насекомые с неполным метаморфозом (надотряд <i>Hemimetabola</i> ). . . . .	454
6.4.4.1.1.1.	Отряд таракановые ( <i>Blattoidea</i> ) . . . . .	454
6.4.4.1.1.2.	Отряд клопы ( <i>Heteroptera</i> ) . . . . .	455
6.4.4.1.1.3.	Отряд вши ( <i>Anoplura</i> ). . . . .	457
6.4.4.1.2.	Насекомые с полным метаморфозом (надотряд <i>Holometabola</i> ). . . . .	460
6.4.4.1.2.1.	Отряд блохи ( <i>Aphaniptera</i> ) . . . . .	460
6.4.4.1.2.2.	Отряд двукрылые ( <i>Diptera</i> ) . . . . .	461
<b>Глава 7.</b>	<b>Эволюция.</b> . . . .	<b>485</b>
<b>7.1.</b>	<b>История взглядов на теорию эволюции</b> . . . . .	<b>485</b>
7.1.1.	Понятие вида и его структура . . . . .	485
7.1.2.	Критерии вида . . . . .	486
<b>7.2.</b>	<b>Популяция — элементарная единица эволюции</b> . . . . .	<b>488</b>
7.2.1.	Вид и популяция. . . . .	488
7.2.1.1.	Экологическая характеристика популяции. . . . .	489
7.2.1.2.	Генетическая характеристика популяции . . . . .	492
7.2.1.3.	Полиморфизм . . . . .	493
7.2.1.4.	Динамическое равновесия отдельных генотипов (аллелей). Закон Харди–Вайнберга . . . . .	496
<b>7.3.</b>	<b>Элементарные эволюционные факторы</b> . . . . .	<b>497</b>
7.3.1.	Мутационный процесс . . . . .	497
7.3.2.	Рекомбинации генов . . . . .	499
7.3.3.	Генетическая трансформация . . . . .	499
7.3.4.	Трансдукция у бактерий . . . . .	500
7.3.5.	Мейотический драйв. . . . .	500
7.3.6.	Генетический импринтинг . . . . .	500
7.3.7.	Эффект Болдуина . . . . .	501
7.3.8.	Эффект бутылочного горлышка . . . . .	501
7.3.9.	Популяционные волны . . . . .	502
7.3.10.	Изоляция . . . . .	503
7.3.11.	Дрейф генов (генетико-автоматические процессы) . . . . .	504
7.3.12.	Миграции, или поток генов . . . . .	506
<b>7.4.</b>	<b>Естественный отбор — движущий и направляющий фактор эволюции</b> . . . . .	<b>506</b>
7.4.1.	Взаимодействие между мутационным процессом и естественным отбором. . . . .	507
<b>7.5.</b>	<b>Формы естественного отбора</b> . . . . .	<b>508</b>
<b>7.6.</b>	<b>Значение эволюционных факторов для медицины</b> . . . . .	<b>510</b>
<b>7.7.</b>	<b>Адаптации</b> . . . . .	<b>511</b>
7.7.1.	Генетический груз. . . . .	511
<b>7.8.</b>	<b>Видообразование</b> . . . . .	<b>512</b>
7.8.1.	Пути видообразования . . . . .	513
<b>7.9.</b>	<b>Макроэволюция</b> . . . . .	<b>515</b>
<b>7.10.</b>	<b>Главные пути и направления органической эволюции</b> . . . . .	<b>517</b>
<b>7.11.</b>	<b>Пути достижения биологического прогресса</b> . . . . .	<b>517</b>
<b>7.12.</b>	<b>Правила макроэволюции</b> . . . . .	<b>520</b>
<b>7.13.</b>	<b>Ход эволюции</b> . . . . .	<b>520</b>
<b>7.14.</b>	<b>Эпигенетика и эволюция</b> . . . . .	<b>521</b>
<b>Глава 8.</b>	<b>Филогенез систем органов</b> . . . . .	<b>526</b>
<b>8.1.</b>	<b>Общие закономерности филогенеза организмов</b> . . . . .	<b>526</b>
8.1.1.	Эволюционная морфология . . . . .	526
8.1.2.	Эволюционные преобразования органов. . . . .	528
<b>8.2.</b>	<b>Филогенез нервной системы позвоночных</b> . . . . .	<b>537</b>

8.3.	<b>Филогенез кровеносной системы позвоночных</b> . . . . .	544
8.4.	<b>Филогенез мочеполовой системы позвоночных</b> . . . . .	560
8.4.1.	Эволюция выделительной системы . . . . .	560
8.4.2.	Связь выделительной и половой систем у позвоночных . . . . .	563
<b>Глава 9.</b>	<b>Происхождение и этапы эволюция человека</b> . . . . .	<b>573</b>
9.1.	<b>Происхождение человека</b> . . . . .	573
9.2.	<b>Место человека в системе животного мира</b> . . . . .	574
9.3.	<b>Палеонтологические доказательства происхождения человека</b> . . . . .	576
9.3.1.	Эволюция приматов . . . . .	576
9.3.1.1.	Развитие высших приматов . . . . .	577
9.3.2.	Основные стадии эволюции человека . . . . .	578
9.4.	<b>Современный человек и эволюция (неантропы)</b> . . . . .	583
9.4.1.	Молекулярная антропогенетика . . . . .	583
9.4.2.	Расселение современного человека по Земле . . . . .	586
9.4.3.	Гипотезы происхождения рас человека . . . . .	586
9.4.4.	Адаптивные экологические типы человека . . . . .	588
9.4.5.	Размывание рас . . . . .	589
9.5.	<b>Факторы антропогенеза</b> . . . . .	590
<b>Глава 10.</b>	<b>Экология</b> . . . . .	<b>593</b>
10.1.	<b>Учение о биосфере</b> . . . . .	593
10.1.1.	Строение оболочек Земли и участие в их формировании живых организмов. . . . .	594
10.1.2.	Этапы эволюции биосферы . . . . .	595
10.1.3.	Круговороты веществ . . . . .	595
10.2.	<b>Общая экология</b> . . . . .	596
10.2.1.	Предмет экологии . . . . .	596
10.2.2.	Факториальная экология . . . . .	596
10.2.2.1.	Понятие об экологических факторах . . . . .	596
10.2.2.2.	Действие экологических факторов на организмы . . . . .	596
10.2.2.3.	Концепция лимитирующих факторов . . . . .	598
10.2.2.4.	Взаимодействие факторов . . . . .	599
10.2.2.5.	Адаптации организмов к окружающей среде . . . . .	600
10.2.3.	Структура биосферы . . . . .	601
10.2.3.1.	Биоценоз, экосистема, компоненты экосистем . . . . .	601
10.2.3.2.	Пищевые цепи. Пищевые уровни. Перенос энергии по пищевым уровням . . . . .	602
10.2.3.3.	Экологические сукцессии . . . . .	605
10.2.3.4.	Искусственные экосистемы — агроценозы . . . . .	606
10.2.4.	Биотические факторы . . . . .	607
10.2.4.1.	Внутривидовые биотические факторы . . . . .	607
10.2.4.2.	Концепция экологической ниши . . . . .	608
10.2.4.3.	Классификация межвидовых взаимодействий . . . . .	608
10.2.5.	Экология популяций . . . . .	609
10.2.5.1.	Экологические характеристики популяций . . . . .	609
10.2.5.2.	Численность и плотность популяций . . . . .	610
10.2.5.3.	Динамика численности популяций. Скорость роста популяций. Типы роста популяций . . . . .	610
10.2.5.4.	Значение законов популяционной экологии для устойчивого функционирования биосферы и эксплуатации ее ресурсов человеком . . . . .	613
10.2.6.	Взаимодействие человека и биосферы . . . . .	613
10.2.6.1.	Виды воздействия человека на биосферу и ее ресурсы . . . . .	613
10.2.6.2.	Искусственные урбоэкосистемы — города . . . . .	614
10.3.	<b>Экология человека</b> . . . . .	616
10.3.1.	Предмет и задача экологии человека . . . . .	616
10.3.2.	Связь между здоровьем человека и окружающей средой . . . . .	617
<b>Список литературы</b> . . . . .		<b>622</b>
<b>Предметный указатель</b> . . . . .		<b>624</b>