

# А

Российская академия наук  
Российская академия образования  
Издательство «Просвещение»

Академический школьный учебник

# Естествознание



  
ПРОСВЕЩЕНИЕ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО



лабиринт

# 11

часть 2

# А

Российская академия наук  
Российская академия образования  
Издательство «Просвещение»

Академический школьный учебник

# Естествознание

# 11

класс

Учебник  
для общеобразовательных  
учреждений

Базовый уровень  
В двух частях  
Часть 2  
И.Ю. Алексашина,  
К.В. Галактионов, Н.И. Орещенко

Под редакцией  
проф. И.Ю. Алексашиной

Рекомендовано  
Министерством образования и науки  
Российской Федерации

Москва «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 2008

лабиринт



УДК 373.167.1:502  
ББК 20я72  
Е86

Учебник получил положительное заключение Российской академии наук (№ 10106—5215/15 от 31.10.2007) и Российской академии образования (№ 01—480/5/7д от 24.10.2007) в 2007 году

Серия «Академический школьный учебник» основана в 2005 году  
Проект «Российская академия наук, Российская академия образования, издательство «Просвещение» — российской школе»

Руководители проекта: вице-президент РАН академ. **В. В. Козлов**, президент РАО академ. **Н. Д. Никандров**, генеральный директор издательства «Просвещение» чл.-корр. РАО **А. М. Кондаков**

Научные редакторы серии: академ.-секретарь РАО, д-р пед. наук **А. А. Кузнецов**, академ. РАО, д-р пед. наук **М. В. Рыжаков**, д-р экон. наук **С. В. Сидоренко**

Серия «Лабиринт» основана в 2004 году

Авторы: д-р пед. наук **И. Ю. Алексашина**,

д-р биол. наук **К. В. Галактионов**, канд. биол. наук **Н. И. Орещенко**

В создании книги приняли участие: **Н. К. Горшкова**, д-р биол. наук, проф. **А. В. Полевщиков**, **Л. В. Тимашева**, **И. А. Шерстобитова**.

**Естествознание** : 11 кл. : учеб. для общеобразоват. учреждений :  
Е86 базовый уровень : в 2 ч., ч. 2 / И. Ю. Алексашина, К. В. Галактионов,  
Н. И. Орещенко; под ред. И. Ю. Алексашиной; Рос. акад. наук, Рос. акад.  
образования, изд-во «Просвещение». — М. : Просвещение, 2008. —  
141 с. : ил. — (Академический школьный учебник) (Лабиринт). —  
ISBN 978-5-09-016509-9.

УДК 373.167.1:502  
ББК 20я72

ISBN 978-5-09-016509-9(2)  
ISBN 978-5-09-016508-2(общ.)

© Издательство «Просвещение», 2008  
© Художественное оформление.  
Издательство «Просвещение», 2008  
Все права защищены

## ОГЛАВЛЕНИЕ

**Глава 4. Естественные науки и здоровье человека**

§ 52. Человек как уникальная живая система .....	6
§ 53. Факторы здоровья человека: за и против .....	10
§ 54. Адаптация организма человека к факторам среды .....	12
§ 55. Мышечная деятельность .....	15
§ 56. Биохимические основы спортивной тренировки .....	20
§ 57. Проблемы сохранения здоровья человека .....	24
§ 58. Биохимические основы рационального питания .....	26
§ 59. Биохимическое обоснование рационов .....	30
§ 60. Витамины как биологически активные вещества .....	34
§ 61. Витамины: общая характеристика .....	38
§ 62. Принципы использования лекарственных веществ .....	43
§ 63. Биологически активные вещества, проблемы их использования ...	48
§ 64. Защитные механизмы организма человека .....	50
§ 65. Заболевания человека, вызываемые микроорганизмами .....	54
§ 66. Паразиты и паразитарные болезни .....	58
§ 67. Вирусы и их воздействие на человека .....	62
§ 68. Профилактика и методы лечения болезней, вызванных вирусами	66
§ 69. Закономерности наследственности .....	68
§ 70. Генетика человека .....	72
§ 71. Наследственные болезни .....	76
§ 72. Медико-генетическое консультирование и планирование семьи	78

**Глава 5. Естественные науки и глобальные проблемы человечества**

§ 73. Глобальные проблемы современности .....	82
§ 74. Человек как компонент биосферы .....	86
§ 75. Экологическая проблема .....	89
§ 76. Загрязнение окружающей среды и его последствия .....	94
§ 77. Нарушения глобальных круговоротов в биосфере .....	96
§ 78. Проблемы научно обоснованного природопользования .....	100
§ 79. Глобальные изменения климата и их последствия для человечества	102
§ 80. Экологические катастрофы и экологическая экспертиза .....	108
§ 81. Как выясняют причины экологической катастрофы .....	112
§ 82. Интеграция научного знания на пути решения глобальных проблем .....	116
§ 83. Ответственность человека за состояние биосферы .....	118
§ 84. Биосфера и ноосфера .....	121
§ 85. Проблемы устойчивого развития общества и биосферы .....	124
Приложение .....	130
Предметный указатель .....	138

# 4

Глава

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

ОБРАЗ И МЫСЛЬ



Ханни Люти  
Деревенские удовольствия (1974). Частное собрание

- Рассмотрите иллюстрацию. Попробуйте дать словесное определение настроению, которым пронизано полотно. Кто, по вашему мнению, является героем (героями) произведения? Как автор дает это понять зрителю, какие художественные способы и приемы использует, чтобы добиться нужного впечатления?
- Прокомментируйте мнение об этом произведении: «Картина «Деревенские удовольствия» — мечта художника о мире, в котором гармонично существуют Человек и Природа». Как вам кажется, в чем заключается секрет этой гармонии? Обоснуйте свои высказывания и сравните их с ответами одноклассников.
- Естественные науки «подсказывают» человеку, как рационально использовать резервы организма для поддержания здоровья. Как вы считаете, может ли искусство помочь нам осознать, что жизнь — величайшая ценность? Что оно «добавляет» к научным исследованиям, статистике, документальному кино и др., пропагандирующим здоровый образ жизни?

#### ПРЕАМБУЛА:

Человек — это уникальный феномен, триединство биологического, социального и духовного.

Естественные науки установили основы жизнедеятельности организма человека даже на молекулярном уровне.

Основная направленность всего учебного материала главы: здоровье — величайшая ценность как для самого человека, так и для общества. Оно определяется биологическими (наследственность и др.) и социальными (условия труда и быта, питания и др.) факторами; зависит от осознанного и компетентного выбора образа жизни самим человеком (занятия спортом, личная гигиена и др.).

Организм человека имеет резервы для развития и поддержания здоровья. Естественные науки обосновывают пути его достижения.

# 52 ЧЕЛОВЕК КАК УНИКАЛЬНАЯ ЖИВАЯ СИСТЕМА

## Урок-лекция

Частица целой я вселенной...  
Я царь — я раб — я червь — я Бог!  
Но, будучи столь чудесен,  
Отколе пришёл? — безвестен;  
А сам собой я быть не мог.

Г. Р. Державин

?

Почему важно рассмотреть организм человека как биологическую систему? Каковы специфические особенности организма человека? В чем заключается уникальность феномена «Человек»?

**Ключевые слова**

Биологическое • Духовное • Социальное

**Из старого портфеля**

Система, иерархия, функция, уровни организации живого, эволюция (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 77).

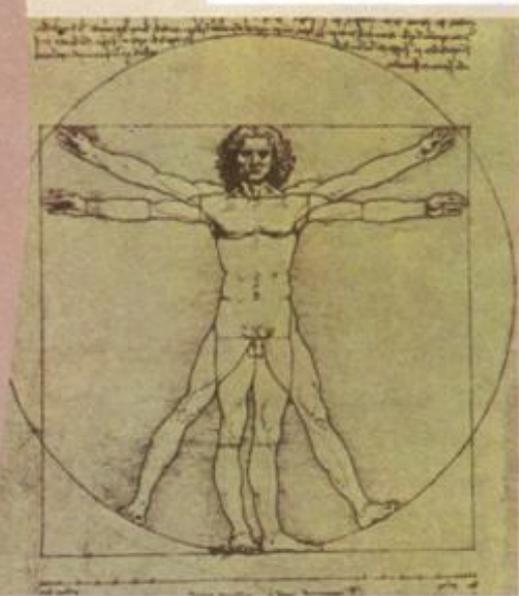


Рисунок Леонардо да Винчи из анатомических рукописей, связавший совершенные геометрические фигуры с пропорциями человека, стал своеобразным символом синтеза естествознания и искусства

Еще Аристотель в своей классификации причислил человека к Царству Животных. Там же нашлось ему место и в современной научной систематике: Царство Животные; Тип Хордовые; Класс Млекопитающие; Отряд Приматы; Семейство Гоминиды; Род Человек; Вид — человек разумный.

Человеку, как и любому живому организму, присущи все проявления жизнедеятельности (рост, развитие, размножение и др.) и их закономерности.

Как и все живые организмы, человек нуждается в системе жизнеобеспечения: кислороде, воде, пище и др. Все это он получает из окружающей среды.

Непрерывная и неразрывная связь живых организмов с природной средой, как вы уже знаете, достигается системным устройством природы.

**ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.** Организм человека может быть рассмотрен как биологическая система. Это означает, что он обладает целостностью, т. е. внутренним единством, обусловленным его структурной и функциональной организацией.



Рис. 72. Сравнение: а — объема мозга человека и человекообразной обезьяны; б — черепа человека и человекообразной обезьяны

**ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА.** Человек по ряду свойственных ему биологических признаков резко отличается от ближайших к нему высших животных. Укажем некоторые из отличий:

- значительно более развитая нервная система по некоторым морфологическим и функциональным показателям, способствующим ее интегративным и координирующим функциям;

- очень большой головной мозг (соответственно крупные размеры мозгового и малые размеры лицевого черепа; рис. 72, а, б). У человека мозг составляет 1/46 веса тела, в то время как наибольший по размеру и весу мозг самых крупных животных составляет: у слона — 1/560, а у кита — 1/8000 веса тела;

- наличие речи — способность к созданию и использованию сложных звуков;
- богатая мимическая сигнализация;
- бинокулярное зрение;
- прямохождение и связанные с этим отличия опорно-двигательного аппарата (подвижная кисть руки, подвижный плечевой сустав и некоторые другие отличия) (рис. 73).

Специфические биологические особенности человека способствовали тому, что его возможности и потребности не могли ограничиваться исключительно биологическими потребностями.



Рис. 73. Позвоночник человека

Рассматривая организм человека как биологическую систему, можно выделить его общие и специфические особенности организации, изучить и объяснить особенности взаимодействия с факторами среды.

В новый портфель

Становление человека путем усвоения культурного наследия стало основным способом его эволюции.

*В новый портфель*

В биологической эволюции животных, происходящей на уровне популяций, имеет место научение. Подобная передача навыков поведения не стала ведущим фактором эволюции. Биологи отмечают, что роль обучения в эволюции животных возрастает при неблагоприятных условиях среды, так как именно в этих условиях способность популяции функционировать существенно зависит от способа поведения. В периоды относительно стабильного состояния среды этот путь эволюции вообще отсутствует.

### *УНИКАЛЬНОСТЬ ФЕНОМЕНА «ЧЕЛОВЕК».*

Человек — существо мыслящее, способное познавать законы природы и общества, осознавать себя в этом мире.

Как человек познает социальные законы общества? Это познание осуществляется как приобщение к культурным традициям, как воспитание и образование. Тем самым человек кристаллизует в себе все, что накоплено человечеством в течение веков.

Интересно отметить, что биологическое в человеке изменяется намного медленнее, чем социальное. 40—50 тыс. лет — колоссальное время с точки зрения человеческой истории, однако биология человека не изменилась сколько-нибудь заметным образом — прежними остались объем мозга, строение систем органов,

органов чувств, эмоции. В то же время социальное в нем неузнаваемо и быстро преобразуется.

Биологическое начало не является для человека основным определяющим фактором. Человек формируется в социокультурной среде, которая, с одной стороны, постепенно становится для него специфической средой обитания, а с другой — является продуктом его деятельности. Это взаимодействие и взаимовлияние происходит на протяжении всей жизни человека. По мере развития человека как личности под влиянием социокультурной среды его биологические инстинкты как бы «укрощаются».

Неотъемлемая характеристика человека, резко и принципиально отличающая его от животных, — это **духовность**. Это понятие можно определять по-разному, однако смысл его остается единым: это способность к восприятию нематериальных ценностей. Человек, даже хорошо адаптированный к социальной среде, не может жить в обществе только по юридическим законам, так как они не могут предусмотреть все случаи поведения людей в различных ситуациях. Существуют и неписанные законы морали, которыми люди руководствуются в своих повседневных решениях и поступках. Они определяются личными ценностями человека. Поиск нравственных ориентиров, духовное развитие человеку дают все виды искусства, литература, религия, философия и другие способы познания мира, культурного наследия человечества.

Человек — биосоциальное и духовное существо. Как живой организм, он включен в природную связь явлений и подчиняется биофизическим, биохимическим и физиологическим закономерностям.



Рис. 74. Различные расы человека — единство человека как биологического вида

Человек — уникальная живая система, так как он представляет собой триединство биологического, социального и духовного.

Организм человека можно рассматривать как биологическую систему. Человек как биологический вид имеет специфические биологические особенности, отличающие его от ближайших к нему высших животных. Эволюция человека существенно отличается от эволюции животных.

Как биологический вид человечество едино вне зависимости от расовых, национальных, этнических или религиозных особенностей. Индивидуальное разнообразие людей очень велико (значительно больше, чем у животных).

В новый  
портфель

??

- ▶ По каким признакам вы охарактеризуете человека, рассказывая о нем?
- ▶ Могут ли, по вашему мнению, социальные факторы оказывать преобладающее влияние на биологию человека?
- ▶ Как вы понимаете выражение «негенетическая преемственность»?

# 53 ФАКТОРЫ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА: ЗА И ПРОТИВ

## Урок-семинар

Не только сам врач должен употреблять в дело все, что необходимо, но и больной, и окружающие, и все внешние обстоятельства должны способствовать врачу в его деятельности.

*Гиппократ*

?

Почему так сложны проблемы здоровья человека?

*Из старого портфеля*

Экология, генетика, иммунология, вирусы, бактерии (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 35, 50, 51).

### ЦЕЛЬ СЕМИНАРА

Осознать здоровье человека как единство биосоциального и духовного.

### ПЛАН СЕМИНАРА

1. Здоровье человека как ценность.
2. Современное научное понимание феномена «здоровье человека».
3. Основные факторы, приводящие к развитию болезней у человека.
4. Основные факторы, способствующие сохранению здоровья человека.



Как вы думаете, почему можно прийти к заключению о полноценном здоровье этой крестьянской девушки? О каких факторах здоровья напоминает нам эта картина?

*Валентин Серов. Крестьянка с лошастью*

**МЫСЛЬ И ОБРАЗ**

### Необходимые источники информации

1. Колесов Д. В. Основы гигиены и санитарии / Д. В. Колесов, Р. Д. Маш. — М.: Просвещение, 1989.
2. Медицинская энциклопедия. — М.: Сов. энциклопедия, 1972.

3. Смирнов А. Т. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни / А. Т. Смирнов. — М.: Просвещение, 2006.
4. Сергеев Б. Ф. Занимательная физиология / Б. Ф. Сергеев. — М.: Просвещение, 2006.

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 1**

Здоровье человека как ценность.

Найдите пословицы и поговорки, связанные с проблемами сохранения здоровья. Обсудите те аспекты сохранения здоровья, на которые они ориентируют человека. Устарели ли эти советы? Найдите репродукции с картин художников, отражающие различные идеалы здоровья и красоты человека в разные исторические времена. С чем связаны их особенности?

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 2**

Современное научное понимание феномена «здоровье человека».

Подумайте, почему первоначально здоровье понимали только как отсутствие болезней. Почему существует понятие «практически здоров»? Современное понимание феномена «здоровье человека» сформулировано в Уставе Всемирной Организации Здравоохранения: «Здоровье — это полное физическое, духовное и социальное благополучие, которое не сводится к простому отсутствию болезней и физических недостатков». Дайте свое объяснение высказыванию о том, что здоровье зависит от духовного мира человека. Найдите различные определения понятия «духовность». Что в этих определениях общего? Обсудите суждение: «В здоровом теле — здоровый дух». Приведите известные вам из литературы или из жизни примеры того, как сильные духом люди побеждали болезни.

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 3**

Как поддерживать здоровье?

Выясните, что означают понятия «профилактика здоровья», «здоровый образ жизни», «фактор риска». Какое значение имеют режим труда и отдыха, занятия физкультурой и спортом в вашей жизни?

Почему знание особенностей каждой группы этих факторов, общая ориентация в их специфическом воздействии на организм представляют собой важный компонент общебиологической подготовки каждого современного человека? Обсудите, с какими именно особенностями нашего времени это связано.

**ПОДВЕДЕНИЕ  
ИТОГОВ**

Биологическое, социальное и духовное здоровье человека взаимно дополняют друг друга. Человек обязан осознавать, что его здоровье — это величайшая ценность не только для него самого, но и для его микросреды (семья) и макросреды (производственной, бытовой, общества в целом).

# 54 АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К ФАКТОРАМ СРЕДЫ

## Урок-лекция

Ведь нам не заказано ни у птиц летать, ни у рыб плавать перенимать, и к чему мы не способны от природы, то делать нашим искусством.

Г. В. Рихман

?

В чем заключается биологическое значение гомеостаза? Каков биологический механизм поддержания гомеостаза? Как влияет способность организма человека к адаптации на состояние его здоровья?

**Ключевые слова** Адаптация • Гомеостаз • Резервы здоровья

**Из старого портфеля** Обмен веществ (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 30—32, 38).

В очень известных произведениях Александра Дюма и Артура Конан-Дойла представлен реальный факт биохимической адаптации организма человека. Какие это литературные произведения? Какой вид биохимической адаптации описан этими авторами?

### МЫСЛЬ И ОБРАЗ

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГОМЕОСТАЗА.** Здоровье человека — это комплексный феномен, существенно зависящий от социальных факторов и духовного мира человека. Они могут способствовать развитию резервных возможностей организма человека или же подавлять их.

При биохимическом подходе становится очевидным, что нормальное состояние организма прежде всего зависит от тех механизмов, которые регулируют и координируют протекание биохимических реакций. Биохимические реакции, как и все процессы жизнедеятельности, требуют строго постоянных условий. В то же время каждый организм подвергается самым разнообразным воздействиям внешней среды. Вследствие этого у живых организмов выработались приспособления, которые позволяют им адаптироваться к изменившимся условиям (например, система терморегуляции и др.). Их действие направлено на поддержание постоянства внутренней среды — **гомеостаза** (от греч. *homoios* — одинаковый и *stasis* — состояние). Идею о существовании механизмов поддержания внутренней среды организма выдвинул еще в 1878 г. знаменитый французский ученый Клод Бернар.

Гомеостаз — понятие динамическое. Значения различных параметров гомеостаза могут варьироваться. Например, гомеостаз покоя и гомеостаз деятельности существенно различаются. Многие физиологические функции (и, следовательно, биохимические процессы) должны

изменяться, и эти изменения происходят не во вред, а в интересах организма для приспособления к новым условиям внешней или внутренней среды. Так, при интенсивной мышечной деятельности необходимо повышенное содержание глюкозы в крови.

В чем заключается биологическое значение гомеостаза? В результате длительного приспособления к условиям среды разные виды организмов приобретали новые признаки. Такая адаптация позволила живому заселить все климатические зоны земного шара. Это говорит о том, что живые организмы способны адаптироваться к труднейшим условиям существования, и они становятся для них нормой. Гомеостаз характерен для всех форм живого — от одноклеточных организмов до гигантских животных и растений. Он присущ даже целым экологическим системам: в экосистеме поддерживается численность вида в данных условиях. Для популяций характерен генетический гомеостаз — поддержание стабильности генотипической структуры в изменяющихся условиях среды.

**БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОМЕОСТАЗА.** Приспособительное реагирование на изменяющиеся условия существования (температуру, давление, химический состав среды и др.) — одно из самых важных свойств живых организмов. Оно противостоит неблагоприятным влияниям среды и обеспечивает поддержание нового уровня гомеостаза, адекватного изменившимся условиям. При этом одни параметры внутренней среды без вреда для организма могут изменяться только в узких пределах, другие, наоборот, весьма значительно.

Организм имеет как специфические защитные системы (см. § 65), так и общие, неспецифические способы адаптации. Любое приспособление организма к изменившимся условиям среды — процесс биохимический.

Гомеостаз позволяет сохранить целостность системы и обеспечивает взаимодействие организма со средой.

Адаптация организма к условиям среды определяется его способностью к поддержанию гомеостаза.

В новый портфель

Приспособленность видов формируется в течение тысячелетий и является результатом естественного отбора.

В новый портфель

Если яд имеет белковую природу, то для защиты от него организм вырабатывает антитела (см. § 65). Если яд попадает в организм систематически, то его присутствие индуцирует синтез ферментов, разрушающих это вещество. Эти ферменты могут быть не строго специфичными, к тому же иногда для обезвреживания вещества не обязательно требуется разрушить всю его молекулу, достаточно окислить или отщепить какую-либо химически активную группу.

При систематическом употреблении алкоголя у человека активизируется синтез фермента алкогольдегидрогеназы. Этот фермент катализирует превращение этанола в уксусный альдегид (который затем окисляется далее и выводится из организма). Поэтому физиологический эффект опьянения у алкоголика наступает от больших доз алкоголя, чем у непьющего человека.

В основе любых адаптаций лежат биохимические процессы. Взаимодействие биохимических и физиологических процессов в организме обуславливает поддержание гомеостаза в новых условиях.

В новый портфель

мический. Даже в основе поведенческих реакций лежат биохимические изменения в нервных клетках. Биохимической основой большинства адаптаций является синтез специфических белков. Например, так происходит приспособление организма к действию некоторых ядов.

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА.** Человеку нередко приходится покидать привычные климатические условия и попадать, например, из умеренной зоны в полярную или тропическую, в горы или пустыни. Иногда приходится трудиться на открытом воздухе в любое время года и в любую погоду, а в космосе человек работает в условиях невесомости. Какими резервами обладает организм человека для адаптации к изменившимся условиям?

В первую очередь это *энергетические ресурсы* организма, а также возможности регуляции биохимических процессов, т. е. *функциональные ресурсы*. Адаптация, как правило, сопровождается изменением обмена веществ, особенно белкового, жирового и минерального, изменением активности ферментов и гормонов. В конечном итоге происходит повышение устойчивости организма к факторам среды и в частности к недостатку кислорода.

Об уровне резервных возможностей человека судят в первую очередь по показателям функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Функциональные резервы организма — это диапазон изменения и корреляции физиологических функций (сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы и др.).

Здоровье человека напрямую зависит от резерва адаптационных возможностей его организма к тем или иным условиям окружающей среды и видам деятельности.

В новый  
портфель

??

- ▶ Понтийский царь Митридат VI (132—63 гг. до н. э.) во время неудачной войны с Римом пытался отравиться, не желая попасть в плен. Это ему не удалось. Узнайте или догадайтесь, почему он не смог это осуществить.
- ▶ Приведите факты, подтверждающие, что гомеостаз — это относительное динамическое постоянство внутренней среды организма.
- ▶ Какие функциональные системы организма регулируют и координируют механизм поддержания гомеостаза?

# 55 МЫШЕЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

## Урок-лекция

Истинная тема исследований для человечества есть человек.

*Дж. Максвелл*

?

Как осуществляется мышечная деятельность? Как происходит энергетическое обеспечение работающих мышц?

**Ключевые слова**

Ресинтез • АТФ • Актинмиозин

**Из старого портфеля**

Мышечные фибриллы, нервный импульс, АТФ, актин, миозин (Естествознание, 10 кл., § 67, 68).

**МЫШЕЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.** Характер движения, встречающийся в мире животных, чрезвычайно разнообразен: и по биомеханической структуре, и по величине мышечных усилий, и по частоте циклов сокращения и расслабления, и по двигательному режиму.

Большое разнообразие движений свойственно и человеку. Сравните работу мышц музыканта и тяжелоатлета-штангиста, бег спринтера и марафонского бегуна, тяжелые физические работы в чрезвычайной ситуации (передвижение тяжестей и др.) и вышивание.

Изучение мышц показало, что мышцы и животных, и человека имеют не только разную форму, но и разное строение в связи с разнообразием выполняемых ими движений. Волокна, из которых

Нередко эволюционно близкие животные обладают совершенно различным характером движения. Сравните, например, движение ящерицы и черепахи; планирующий полет орла и птиц отряда куриных с их частыми взмахами крыльев. Многие рыбы, мигрирующие для нереста, совершают путь до 8 тыс. км со скоростью до 4 км/ч, а перелетные птицы преодолевают расстояния до 5 тыс. км. При движении многие животные проявляют не только выносливость, но и большую быстроту. Так, лиса, преследуя жертву, длительное время бежит со скоростью 35 км/ч. А что говорить о гепарде, который является рекордсменом в спринтерском беге: он легко догоняет самую быструю антилопу. Недаром в старину в средней Англии и Индии гепардов использовали как охотничьих собак.



*Атланты. Зимний дворец. Новый Эрмитаж*

Атлант после поражения титанов в наказание поддерживал небесный свод. Почему ему это так долго удавалось?

**МЫСЛЬ И ОБРАЗ**

построены мышцы, тоже неоднородны. Они различаются по ряду физиологических параметров (возбудимость, ритм сокращений, скорость сокращений и расслаблений и т. д.), а также имеют выраженные биохимические особенности (содержание компонентов, активность ферментов и др.). В разные мышцы волокна входят в различных соотношениях. Это и определяет функциональные особенности мышц.

Поэтому одни мышцы могут при работе проявлять большую силу при незначительном напряжении и долго не утомляться, другие отличаются быстротой сокращения, сильно напрягаются и быстро утомляются. Например, у человека к быстрым сокращениям и длительной работе способен ряд мышц голени, бедра, плеча, а мышцы туловища сокращаются более медленно, противостоят утомлению и способны к длительной

Основу приспособленности организма к различным видам движения составляют его анатомо-морфологические особенности, а также физиологические механизмы регуляции и координации функций.

В новый  
портфель

работе умеренной интенсивности. Эти примеры подтверждают, что приспособленность организма к различным видам движения имеет сложную и специфическую основу.

Как вы знаете, основу всех видов адаптации организмов к условиям среды составляют биохимические

процессы в тканях и клетках. Именно они обеспечивают все жизненно важные функции на молекулярном уровне.

**МЕХАНИЗМ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.** При всем разнообразии и отличиях в строении мышц животных и человека тонкая структура мышечной ткани и ее химический состав практически не различаются.

Вспомним мышечное сокращение (см. Естествознание, 10 кл., § 64).

Мышечное сокращение является следствием взаимодействия сократительного белкового комплекса актомиозина с АТФ. При этом химическая энергия, заключенная в фосфатных связях АТФ, переходит в механическую энергию, за счет которой и совершается работа.

Учтем, что в покое мышце актомиозин отсутствует, в мышечных фибриллах имеются тонкие нити белка актина и толстые нити белка миозина (рис. 75). Обратим внимание на то, что в отличие от актина белок **миозин** содержит **HS-группы**. В покое мышце также имеется АТФ. Иначе говоря, в покое мышце присутствуют

все «потенциальные участники» процесса сокращения мышцы. Возникает вопрос: почему мышца не сокращается постоянно?

Поперечно-полосатые мышцы имеют большое количество нервных окончаний, с помощью которых осуществляется регуляция мышечной деятельности со стороны нервных центров. Оказывается, мышца не сокращается до тех пор, пока не придет двигательный нервный импульс. Это означает,



Рис. 75. Схема мышечного волокна

что до прихода двигательного нервного импульса не образуется актомиозин и отсутствует его взаимодействие с АТФ.

Владимир Александрович Энгельгардт в 1939 г. обнаружил ферментативную активность структурного белка мышц — миозина и доказал, что источником энергии для работы мышц является АТФ. В процессе мышечного сокращения миозин расщепляет АТФ на АДФ и фосфат, а энергия, заключенная в фосфатной связи, используется на совершение работы.

Было установлено, что способность расщеплять АТФ — АТФазная активность — связана с наличием в миозине HS-групп.

Выяснилась и роль двигательного нервного импульса. С его приходом в мышцу происходит перераспределение ионов в мышечном волокне. Благодаря этому разобщенные ранее АТФ и HS-группы миозина вступают во взаимодействие с образованием актомиозина. Один двигательный импульс вызывает одиночное мышечное сокращение. Для продолжения работы требуется дальнейшее поступление нервных импульсов.

Расслабление мышцы также активный процесс, требующий затраты АТФ на восстановление исходного распределения ионов. Если АТФ недостаточно, что бывает в переутомленной мышце, то мышца не может расслабиться.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТАЮЩИХ МЫШЦ.** Поскольку АТФ при мышечной деятельности непрерывно расходуется, то ее запасы должны постоянно возобновляться. Запасы АТФ в мышце малы — их хватило бы всего на 2—3 с работы. Почему содержание АТФ в мышцах так невелико? Это вполне объяснимо, поскольку АТФ расходуется не только на мышечную деятельность, но и на синтезы всех веществ в организме, на работу других функциональных систем. Потребность в АТФ и многообразие путей ее использования в организме координируются и регулируются: организм как бы направляет АТФ в самые «горячие точки». Иначе говоря, во время активного функционирования мышц АТФ в большей степени обеспечивает их работу, а остальные процессы в это время заторможены, они получают меньшее количество энергии, требуемое для их поддержания.

Однако в организме все же имеется механизм некоторого «запасания» богатых энергией фосфатных связей. Происходит это следующим

Расщепление АТФ при взаимодействии с HS-группами миозина является непосредственной причиной, обуславливающей мышечное сокращение.

В **НОВЫЙ**  
портфель

Спортсмены хорошо знают, что такое разминка, которую проводят перед началом занятия. После периода двигательной активности мышца реагирует на двигательные импульсы быстрее, чем после периода покоя. Это объясняется тем, что в начале работы начинается окисление глюкозы и образуется молочная кислота, что способствует передвижению ионов — мышца становится более чувствительной к нервным импульсам и значительно сильнее реагирует на последующие сигналы.

Мышечная деятельность обеспечивается нервными импульсами, определенным соотношением ионов и энергией, выделяющейся при гидролизе АТФ.

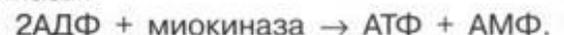
В **НОВЫЙ**  
портфель

образом. В мышцах содержится вещество *креатин*, которое способно присоединять богатый энергией остаток фосфорной кислоты от АТФ, при этом оно превращается в эфир креатинфосфат, а во время работы мышц отдает фосфат на «экстренное» образование АТФ. Таким образом обеспечиваются энергией первые моменты начала работы (6—8 с). Эта реакция протекает очень быстро, это и есть первый по времени путь возобновления (**ресинтеза**) АТФ в работающей мышце. Поскольку запасы креатинфосфата в мышцах ограничены, такой путь ресинтеза АТФ может осуществляться очень недолгое время. Он характерен для кратковременных интенсивных физических нагрузок (рывок со старта, подъем штанги и т. п.).

Далее ресинтез АТФ происходит за счет углеводных ресурсов организма. Они обычно достаточно велики (в виде гликогена печени и мышц), и к тому же на стадии гликолиза реакции окисления протекают в отсутствие кислорода. Это второй путь ресинтеза АТФ, который преобладает при спортивных упражнениях максимальной интенсивности, когда наблюдается резкое несоответствие между возросшей потребностью организма в кислороде и ограниченными возможностями его поступления. Например, бег на 100 м осуществляется на 95% за счет гликолиза, при беге на 400 м — на 65%. Однако этот бескислородный (анаэробный) путь является энергетически малоэффективным, поскольку не происходит полного окисления глюкозы. К тому же накапливаются недоокисленные продукты — молочная и пировиноградная кислоты. Они затормаживают процесс гликолиза, и организм вынужден использовать третий путь ресинтеза — аэробное окисление, при котором АТФ образуется с участием кислорода (так называемый цикл Кребса). Это очень эффективный путь, имеющий существенные преимущества перед гликолизом. Во-первых, в качестве веществ, подвергающихся окислению, используются остатки углеводов, и липидов, и аминокислот. Во-вторых, он выгоден энергетически. Для ресинтеза одного и того же количества АТФ при гликолизе требуется 1 г глюкозы, а при аэробном окислении — 0,08 г глюкозы или около 0,03 г жирных кислот, поскольку это процесс полного окисления веществ. В-третьих, конечные продукты аэробного окисления — углекислый газ и вода — не вызывают резких изменений внутренней среды организма и легко из него удаляются.

Обязательным условием аэробного окисления является хорошее снабжение организма кислородом, что происходит при физических упражнениях средней и умеренной интенсивности.

Наконец, при мышечной деятельности, связанной со значительными степенями утомления, когда другие способы ресинтеза АТФ становятся затруднительными, АТФ образуется путем взаимодействия двух частиц АДФ с помощью фермента миокиназы:



Этот путь невыгоден, так как из двух молекул АДФ образуется лишь одна молекула АТФ (50%, образно говоря, — «издержки производства»), и является как бы «аварийным».

Биохимические изменения в организме под влиянием определенной мышечной деятельности носят приспособительный характер.

В новый  
портфель

### Сравнительная характеристика путей ресинтеза АТФ при мышечной деятельности различного характера

	Пути ресинтеза	Условия протекания	Характеристика мышечной деятельности	Оценка эффективности
1	Креатинфосфатный (использование креатинфосфата мышц)	Анаэробные	Кратковременные нагрузки высокой интенсивности	Содержание креатинфосфата в мышцах невелико
2	Гликолиз (использование углеводов)	Анаэробные	Большая интенсивность	Энергетически мало эффективен. Ограничен продуктами неполного окисления углеводов
3	Цикл Кребса (использование углеводов, липидов, белков)	Аэробные	Длительные нагрузки умеренной интенсивности	Энергетически эффективен, образуются конечные продукты — углекислый газ и вода
4	Миокиназная реакция (использование АДФ)	Анаэробные	При утомлении	Энергетически невыгоден

??

- ▷ Как происходит сокращение и расслабление мышцы?
- ▶ Каково происхождение термина «марафонский бег», какова дистанция марафонского бега, принятая программой Олимпийских игр? Какое отношение он имеет к Греко-персидскому сражению, произошедшему 13 сентября 490 г. до н. э.?

# 56 БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

## Урок-лекция

Умеренно и своевременно занимающийся физическими упражнениями человек не нуждается ни в каком лечении, направленном на устранение болезни.

Авиценна

?

Какие вопросы решает биохимия спорта?

**Ключевые слова**

Суперкомпенсация • Специфичность адаптации • Тренированность

**Из старого портфеля**

Адаптация, гомеостаз, АТФ, ресинтез, гликолиз, аэробное окисление, креатинфосфат (Биология, 9 кл.; Естествознание, 11 кл., § 4).

**АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНА К ИНТЕНСИВНОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.** Глубокие функциональные изменения организма, возникающие в процессе адаптации его к повышенной мышечной деятельности, изучает физиология спорта. В их основе лежат биохимические изменения в обмене веществ тканей и органов и в конечном итоге в организме в целом. Однако мы рассмотрим в самом общем виде основные изменения, возникающие под влиянием тренировки только в мышцах.

В основе биохимической перестройки мышц под влиянием тренировки лежит взаимозависимость процессов расходования и восстановления функциональных и энергетических резервов мышц. Как вы помните, во время мышечной деятельности происходит активное расщепление АТФ и соответственно интенсивно расходуются и другие вещества. В мышцах это креатинфосфат, гликоген, липиды; в печени происходит расщепление гликогена; усиленно расщепляются липиды и окисляются жирные кислоты. При этом в организме накапливаются продукты обмена веществ. Мышечная деятельность сопровождается увеличением активности многих ферментов, в результате чего начинается синтез израсходованных веществ. Ресинтез АТФ, креатинфосфата и гликогена возможен уже и во время работы, однако одновременно идет и интенсивное расщепление этих веществ. Поэтому содержание их в мышцах во время работы никогда не достигает исходного.



Александр Дейнека. Бег

В период отдыха, когда интенсивное расщепление источников энергии прекращается, процессы ресинтеза приобретают явный перевес. При этом происходит не только восстановление затраченного (компенсация), но и сверхвосстановление (суперкомпенсация), превышающее исходный уровень. Эта закономерность получила название **закон суперкомпенсации** (рис. 76).



Рис. 76. Закон суперкомпенсации

**СУЩНОСТЬ ЯВЛЕНИЯ СУПЕРКОМПЕНСАЦИИ.**

В биохимии спорта установлено, что, чем интенсивнее происходит расходование веществ в мышцах, печени и других органах, тем быстрее идет ресинтез и тем значительнее выражено явление сверхвосстановления. Например, после кратковременной интенсивной работы повышение уровня гликогена в мышцах сверх исходного наступает уже после 1 ч отдыха, а через 12 ч возвращается к исходному, дорабочему уровню.

После работы большой длительности суперкомпенсация наступает только через 12 ч, но зато повышенный уровень гликогена в мышцах сохраняется более трех суток. Это возможно только благодаря высокой активности ферментов и их усиленному синтезу.

Знание закономерностей суперкомпенсации позволяет научно обосновать интенсивность нагрузок и интервалы отдыха во время обычных физических упражнений и при спортивных тренировках.

Поскольку суперкомпенсация сохраняется некоторое время по окончании работы, последующая работа может совершаться в более выгодных биохимических условиях и в свою очередь приводить к дальнейшему повышению функционального уровня. Если же последующая работа совершается в условиях неполного восстановления, то это приводит к понижению функционального уровня (рис. 77).

Под влиянием тренировки в организме происходит активное приспособление, но не к работе вообще, а к конкретным ее видам (**принцип специфичности биохимической адаптации**).

Одной из биохимических основ изменения организма под влиянием тренировки является повышение активности ферментных систем и суперкомпенсация источников энергии, затрачиваемых во время работы.

В новый портфель

**БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕНИРОВАННОГО ОРГАНИЗМА**

В мышцах тренированного организма:

- увеличивается содержание миозина, число в нем свободных HS-групп, т. е. способность мышц к расщеплению АТФ;
- увеличиваются запасы веществ, необходимых для ресинтеза АТФ (креатинфосфата, гликогена, липидов и др.);
- значительно повышается активность ферментов, катализирующих как анаэроб-

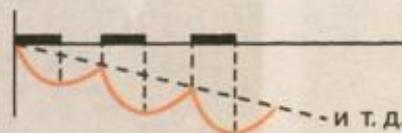


Рис. 77. Повторная нагрузка при неполном восстановлении

Вспомните, как после интенсивной скоростной нагрузки (бег) наступает усиление дыхания (одышка). С чем это связано? Во время совершения работы (бег) из-за недостаточности кислорода в крови скопились недоокисленные продукты (молочная кислота и др.), а также углекислый газ, что приводит к изменению степени кислотности крови. Соответственно это вызывает возбуждение дыхательного центра в продолговатом мозге и усиление дыхания. В результате интенсивного окисления нормализуется кислотность крови. А это возможно только при высокой активности ферментов аэробного окисления. Следовательно, по окончании интенсивной работы в период отдыха активно функционируют ферменты аэробного окисления. В то же время от активности аэробного окисления напрямую зависит выносливость спортсменов, выполняющих работу большой длительности. На этом основании именно биохимики рекомендовали включать в тренировки спортсменов, занимающихся разными видами спорта, кратковременные нагрузки высокой интенсивности, что в настоящее время общепринято.

ный, так и аэробный окислительные процессы;

- содержание АТФ в мышцах под влиянием тренировки заметно не увеличивается, однако быстрота обменяемости фосфатных групп значительно возрастает. Это означает, что тренированные мышцы получают возможность выполнения большей работы при том же количестве АТФ, что и в нетренированных мышцах;

- возрастает содержание в мышцах миоглобина — белка, запасящего кислород;

- увеличивается содержание белков, обеспечивающих расслабление мышцы. Способность к расслаблению мышц под влиянием тренировки возрастает;

- адаптация к одному фактору повышает устойчивость к другим факторам (например, стрессам и пр.).

Основоположником научной системы физического воспитания и

врачебно-педагогического контроля в физической культуре является замечательный отечественный ученый, выдающийся педагог, анатом и врач Петр Францевич Лесгафт. В основе его теории лежит принцип единства физического и умственного, нравственного и эстетического развития человека. Теорию физического воспитания он рассматривал как «филиальную ветвь биологической науки».



Н. Н. Яковлев  
(1911—1992)

Огромная роль в системе биологических наук, изучающих основы занятий в области физической культуры и спорта, принадлежит биохимии.

Уже в 40-х гг. ушедшего века в лаборатории ленинградского ученого Николая Николаевича Яковлева были начаты целенаправленные научные исследования в области биохимии спорта. Они позволили обосновать принципы спортивной тренировки, выяснить сущность и специфические особенности адаптации организма к различным видам мышечной деятельности, факторы, влияющие на работоспособность спортсмена, на состояние утомления, перетренировки и многое другое. В дальнейшем развитие биохимии спорта составило основу подготовки космонавтов к космическим полетам.

Тренировка современного спортсмена требует высокой интенсивности и большого объема физических нагрузок, что может оказывать одностороннее влияние на организм. Поэтому она требует постоянного контроля врачей, специалистов по спортивной медицине, опирающейся на биохимию и физиологию спорта.

И занятия физкультурой, как и спортивная деятельность, позволяют развить резервные возможности организма человека и обеспечить ему полноценное здоровье, высокую работоспособность и долголетие. Физическое здоровье составляет неотъемлемую часть гармоничного развития личности человека, формирует характер, устойчивость психических процессов, волевые качества и т. д.

Биохимия спорта является основой физиологии спорта и спортивной медицины. В биохимических исследованиях работающих мышц установлены:

- закономерности биохимических изменений как активной адаптации к повышенной мышечной деятельности;
- обоснования принципов спортивной тренировки (повторность, регулярность, соотношение работы и отдыха и др.);
- биохимическая характеристика качеств двигательной деятельности (быстрота, сила, выносливость);
- способы ускорения восстановления организма спортсмена и многое другое.

В новый  
портфель

??

- ▷ Почему скоростные нагрузки действуют на организм более разно-  
сторонне?
- ▷ Попробуйте дать физиологическое и биохимическое обоснование  
высказыванию Аристотеля: «Ничто так не истощает и не разруша-  
ет человека, как продолжительное физическое бездействие». Поче-  
му оно так актуально для современного человека?
- ▷ Какие виды спорта вы любите больше других? Какими видами  
спорта вы занимались? Кого вы считаете наиболее выдающимися  
спортсменами нашего времени? Какие высшие рекорды в большом  
спорте вам известны? Когда и где состоялись первые Олимпийские  
игры, возрожденные со времен Древней Греции?

# 57 ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

## Урок-конференция

Одного долгожителя спросили, что он делал для достижения полного здоровья в таком почтенном возрасте. Он ответил: «Я ничего не делал для этого, но и против этого тоже».



Что называют фактором риска?



Огюст Роден. Врата ада

Как-то Конфуций произнес: «Не все ли равно, как длинна будет дорога?» Может быть, проще сразу войти во «Врата ада»?

**МЫСЛЬ И ОБРАЗ**

**ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ** Осознать сложность проблем здоровья человека и ответственность человека за свое здоровье, как личное, так и общественно значимое.

### ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Алкоголизм в жизни человека и общества.
2. Курение в жизни человека и общества.
3. Наркомания в жизни человека и общества.

Почему так сложны проблемы здоровья человека? Человек одновременно является компонентом многих систем. Он активно взаимодействует с каждой из них. Как биологическая система, организм человека имеет индивидуальную генетическую программу, влияющую на его здоровье. Как член своей семьи, он связан с ее образом жизни, представлениями о здоровье и возможностями его поддержания. Человек — член производственного коллектива и своего бытового окружения, а также представитель своего времени, живущий на планете Земля.

Все эти факторы взаимодействуют в сложнейшем переплетении, воздействуя на здоровье человека. Каким образом в жизнь человека вошли такие факторы разрушения здоровья, как алкоголь, никотин и наркотики?

### СООБЩЕНИЕ 1

Алкоголь в жизни человека и общества. Каков биохимический механизм воздействия алкоголя на организм? Чистый спирт является сильным ядом, 60—70%-ный раствор убивает микроорганизмы. Если концентрация спирта выше 20%, он вызывает обезвоживание и коагуляцию белковых веществ. Поскольку этанол хорошо растворим, выпитый алкоголь очень быстро всасывается в кровь. Спирт, являясь хорошим растворителем жиров, легко проходит через клеточные мембраны, особенно в нервные клетки, и на длительное время остается в них.

Обсудите социальные факторы алкоголизма, меры борьбы и профилактики на разных уровнях (семья, коллектив, государство).

#### Источники информации

Вохмянин Г. И. Не подлежат оправданию / Г. И. Вохмянин. — М.: Педагогика, 1986.

#### СООБЩЕНИЕ 2

Курение в жизни человека и общества.

Соберите материал по истории табачных культур в жизни человечества. Выясните, почему настои табака высокоэффективны в борьбе с вредителями плодово-ягодных культур. Обратите внимание на то, что в жизнь людей табак вошел как средство для защиты растений и как декоративная оранжерейная культура.

Известно, что под влиянием курения происходит изменение личности курильщика. Какова психология курения? Ознакомьтесь с медицинскими методами излечения от никотиновой зависимости. Обсудите правила, которые помогут курильщику отказаться от курения.

#### Источники информации

Шаповалов К. Медико-социальные последствия курения табака и борьба с ним // ОБЖ. — М.: Русский журнал, 2005. — № 11, 12; 2006. — № 1.

#### СООБЩЕНИЕ 3

Наркотики в жизни человека и общества.

С наркотическими веществами человек познакомился предположительно 40 тыс. лет назад, однако применяли их только в лечебных целях. Обсудите причины наркомании в современном мире и действие наркотиков на организм человека. Обратите внимание на то, что редкий наркоман доживает до 30 лет. Почему? Каковы методы профилактики и лечения наркомании?

#### Источники информации

1. Левин Б. М. Наркомания и наркоманы / Б. М. Левин, М. Б. Левин. — М.: Просвещение, 1991.

2. Решетников М. О борьбе с наркоманиями в России // ОБЖ, 2005. — № 6, 7, 8.

3. Веселова О. В. Наркотики: жизнь или смерть? // Биология в школе, 2002. — № 2.

#### ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Человек может активно содействовать факторам, укрепляющим здоровье. Это зависит от уровня его знаний и степени ответственности.

# 58 БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

## Урок-лекция

Здоровье близко — ищи его в миске.

Русская народная пословица

?

Каковы биохимические функции питания? Как осуществляется энергетическая функция питания? Каковы биохимические критерии рационального питания?

**Ключевые слова**

Адаптация к питанию • Энерготраты

**Из старого портфеля**

Обмен веществ, гликолиз, аэробное окисление. Белки, жиры, углеводы (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл.).



Якоб Йорданс. Праздник бобового короля

Дайте оценку трапезе, представленной художником, с точки зрения биохимика.

**МЫСЛЬ И ОБРАЗ**

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПИТАНИЯ.** Питание преследует ряд основных задач:

- обеспечить организм источниками энергии, постоянно расходуемой в процессе жизнедеятельности;
- обеспечить организм пластическим («строительным») материалом, необходимым для построения и постоянного обновления клеточных структур;
- обеспечить организм витаминами, водой и минеральными солями, которые не только принимают активное участие в обмене веществ, но поддерживают нормальное осмотическое давление в крови и тканях.

**КАКИМ ОБРАЗОМ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ПИТАНИЯ?** Энергетическая функция в первую очередь принадлежит углеводам и липидам, а пластическая — белкам. В то же время часть аминокислот используется в качестве источника энергии.

Окисление глюкозы в клетках, как вы уже знаете, происходит в двух стадиях: гликолиз и аэробное окисление. При этом постепенно освобождается энергия химических связей в молекуле глюкозы. Из 1 г глюкозы освобождается 4,1 ккал (17,6 кДж) энергии.

Калорийность 1 г белков также составляет 4,1 ккал. Липиды имеют значительно большую калорийность: 1 г липидов соответствует 9,3 ккал. Такая высокая калорийность объясняется их составом.

Липиды содержат 9/10 углерода и водорода и лишь 1/10 часть кислорода. Поскольку именно атомы углерода и водорода в конечном

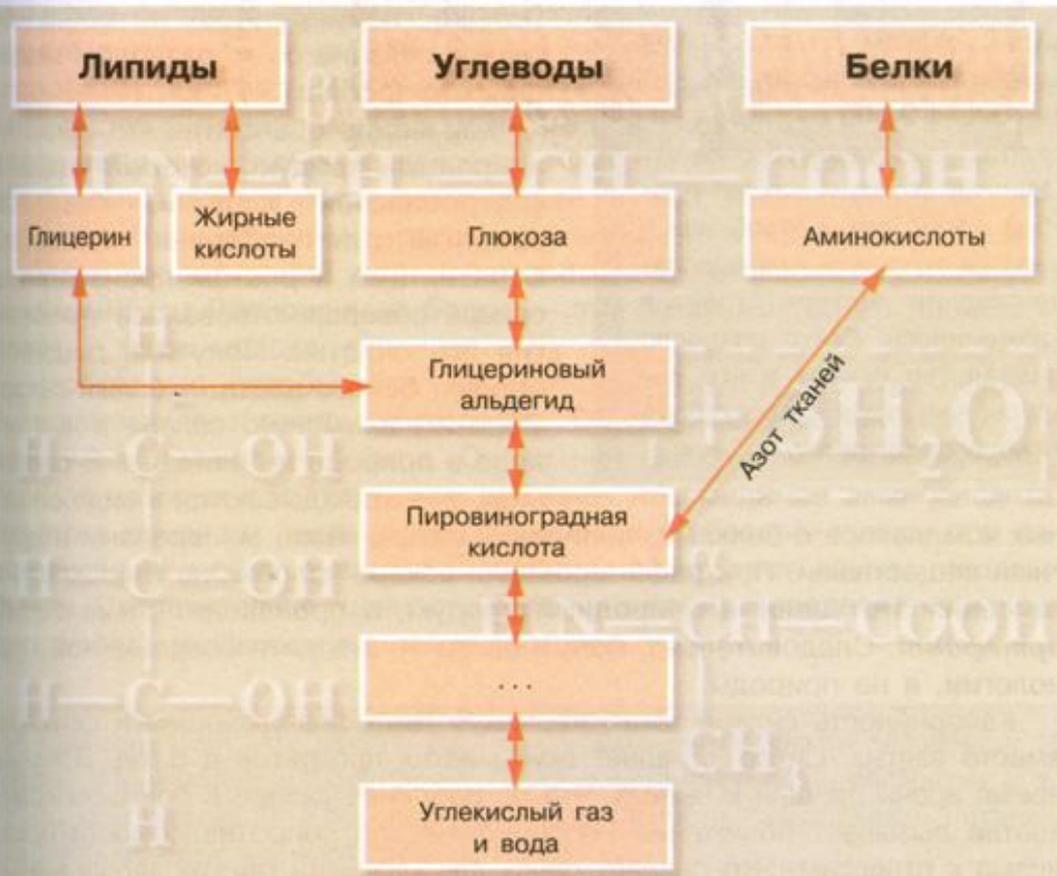


Рис. 78. Схема единого пути окисления

счете подвергаются окислению, то понятно, что в липидах сконцентрировано значительно больше энергии.

Энергетическая функция углеводов, и липидов, и белков осуществляется единым биохимическим путем окисления образовавшихся из них веществ (рис. 78). Поскольку многие из этих реакций обратимы, то схема показывает также некоторые пути взаимопревращения углеводов, липидов, остатков молекул белков.

**БИОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ.** В науке о питании долго господствовал «энергетический» подход: для оценки любого рациона учитывалась только его калорийность. Действительно, недостаточная калорийность питания приводит к истощению организма, а избыточная — к патологическому ожирению. Однако и при адекватной калорийности питание может быть весьма неполноценным. Это связано с тем, что различные углеводы, липиды и белки неравноценны по своему биологическому значению для организма. Какова биологическая ценность различных углеводов?

Наиболее легко усваиваются моносахариды. Они легко всасываются из кишечника в кровь, не подвергаясь предварительному гидролизу. Особенно быстро всасываются глюкоза, галактоза и фруктоза. Сахароза, как и другие дисахариды, расщепляется до моносахаридов и, таким образом, также является легко усвояемой формой углеводов.

Потребности людей в сладком долгое время удовлетворялись исключительно плодами и фруктами, реже — медом. Около 2 500 лет назад научились получать сахар из высушенного сока сахарного тростника. Многие столетия сахара производили мало, он был дорог, его употребляли в небольших количествах (в основном для подслащения пищи). За последние полтора столетия положение сильно изменилось. Резко возросло промышленное производство сахара и его потребление, выяснилось, что сахар может быть причиной ряда тяжелых заболеваний.

Однако неумеренное потребление сахара связано со множеством медицинских проблем.

Как можно объяснить, что сахар — природный продукт, который издавна употребляется людьми, оказался вредным для здоровья человека? С развитием и ростом производства сахара совершенствовалась технология его очистки. Получили пищевой продукт белого цвета — белый сахар. Обратим внимание: сахара в чистом виде в природе не найдены. В растениях они откладываются в виде слож-

ных комплексов с белками, липидами, витаминами, минералами и другими веществами. При рафинировании сахара человек не извлекает из растения этот ценный природный продукт, а производит химический артефакт. Следовательно, белый сахар — это дитя современной технологии, а не природы.

Калорийность сахара такая же, как у картофеля, овощей и фруктов вместе взятых. Сахар улучшает вкус многих продуктов и блюд. В то же время врачи пришли к выводу, что потребление сахара в большом количестве вызывает понижение неспецифической сопротивляемости организма к стрессам. Это создает почву для развития многих заболеваний.

Не подлежит сомнению, что основное место в питании человека должно принадлежать другому углеводу — крахмалу, содержащемуся в зернах злаков, семенах растений, клубнях картофеля, овощах и других растительных источниках. Обязательным компонентом пищи человека является другой полисахарид — клетчатка. Клетчатка не переваривается в пищеварительной системе человека, она оказывает опосредованное влияние на биохимические процессы в организме: обеспечивает функционирование кишечника и поддерживает бактериальную микрофлору, в симбиозе с которой существует такая сложная система, как организм человека.

Какова биологическая ценность различных липидов? Природные липиды состоят из многих компонентов. Основную массу представляют триглицериды, а также свободные жирные кислоты, пигменты, жирорастворимые вещества (липоиды), витамины, растворимые в жирах, и другие компоненты. Многие вещества являются очень ценными и незаменимыми факторами питания (непредельные жирные кислоты, витамины и т. д.). Следовательно, нерафинированное масло (как и нерафинированный сахар) содержит много биологически ценных веществ. Некоторые из них (например, фосфатиды) придают маслу мутность, постепенно выпадают в осадок, сохраняя свои ценные качества. С другой стороны, если масличная культура выращена в экологически неблагоприятных условиях, то в масле и в осадке могут скапливаться ядовитые загрязнители, например тяжелые металлы. В таком случае рафинирование масла совершенно необходимо и требует специального биохимического контроля.

Какова биологическая ценность различных белков? Белки, используемые в питании, существенно отличаются друг от друга по аминокислотному составу. Для удовлетворения потребностей организма наибольшее значение имеют восемь аминокислот, которые не могут образовываться в организме человека. Они являются *незаменимыми* и обязательно должны поступать с пищей. К ним относятся: валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, фенилаланин, триптофан, лизин.

Белок, содержащий все незаменимые аминокислоты, называют *полноценным*. Полноценные белки — это белки животного происхождения — мяса, молока, яиц и др.

Необходимо, чтобы все незаменимые аминокислоты были в организме в достаточном количестве. Обычно человек получает с пищей смесь различных белков. Среди них имеются и *неполноценные* белки, в которых отсутствует та или иная незаменимая аминокислота. Однако в конечном счете смесь аминокислот, образовавшаяся при переваривании, может оказаться полноценной за счет других пищевых белков. Следовательно, ценность белка в питании определяется в первую очередь их аминокислотным составом.

Рациональное питание должно соответствовать потребностям человека и обеспечивать оптимальное его состояние. Пища должна возмещать организму все вещества, расходуемые им в процессе жизнедеятельности. Калорийность питания должна соответствовать энергозатратам человека.

Пищевые продукты должны быть сбалансированы по составу белков, липидов, углеводов, витаминов, минеральных солей. Вещества, поступающие с пищей, должны обеспечивать организм энергией и пластическим материалом.

В новый  
портфель

??

- ▶ В популярной книге о питании имеются главы с названиями «Белый, чистый и смертельный» и «Великолепная восьмерка». Объясните, к каким проблемам питания привлекает внимание автор книги.
- ▶ Почему не любая пища полезна для нас? Сколько аргументов вам удалось найти? Все ли вы учли?
- ▶ Соберите материал о пользе и вреде употребления сахара в питании. Какова ваша позиция?

# 59 БИОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНОВ

## Урок-практикум

Завтрак съешь сам, обед раздели с другом, ужин отдай врагу.

*Старинная солдатская поговорка*

?

Как составляют биохимически обоснованный рацион? Как провести лабораторный анализ пищевых продуктов для определения степени их кислотности, наличия некоторых ионов?

*Из старого портфеля*

Биохимическое обоснование рационального питания (см. § 58). Качественные реакции на ионы (Химия, 9 кл.).

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** Научиться составлять биохимически обоснованный рацион. Научиться некоторым лабораторным методам анализа пищевых продуктов.

**Оборудование:** Фруктовые и овощные соки, свежие овощи и фрукты, универсальная лакмусовая бумага, раствор щелочи, раствор нитрата серебра ( $\text{AgNO}_3$ ).

**ПЛАН РАБОТЫ** Последовательно выполнить задания.



Винсент Ван Гог. Едоки картофеля

По каким основаниям данный рацион не может считаться полноценным?

Каково должно быть соотношение основных компонентов питания?

Основное место в питании человека принадлежит углеводам. Они составляют приблизительно  $\frac{2}{3}$  (сухой вес) потребляемых пищевых веществ. Соотношение белков, жиров и углеводов в рационе должно быть 1:1:4, т. е. на 100 г белков приходится 100 г жиров и 400 г углеводов. Следует понимать, что это соотношение — самый общий ориентир, не отражающий индивидуальные особенности и, следовательно, потребности каждого отдельного человека.

Люди, живущие в различных климатических зонах, имеют свои особенности адаптации к условиям питания. Одни употребляют главным образом мясную пищу (Кавказ, Азия), другие предпочитают рыбу (северные народы, полинезийцы), а в Индии преобладают строгие вегетарианцы. Адаптация к питанию, как и любая другая

реализуется в организме на молекулярном уровне и связана прежде всего с синтезом и выделением соответствующих пищеварительных ферментов. Длительная адаптация к традиционному питанию оказывается адекватной к условиям и образу жизни людей.

Питание — одна из древнейших связей организма со средой. Приспособлений и к способу питания, и к его недостатку выработалось множество (поведенческие, инстинктивные и др.). Одно из приспособлений к недостатку питания — это поедание большего количества пищи, чем это требуется организму, и преобразование ее в жировые запасы. Поскольку биохимические процессы, обеспечивающие этот режим питания, также связаны с повышенным синтезом и активацией соответствующих ферментных систем, то становится понятным, что переизбыток вызывает глубокие изменения в обмене веществ уже на молекулярном уровне.

Составьте свой суточный рацион. С этой целью:

1. • учтите ваш вес тела и приблизительный расход энергии;
- используйте приведенную таблицу энергетической ценности пищевых продуктов;

**Энергетическая ценность некоторых продуктов и блюд**

Наименование продукта, блюда	Масса, г	Калорийность, ккал	Наименование продукта, блюда	Масса, г	Калорийность, ккал
Хлеб ржаной	50	109	Говядина отварная	90	134
Хлеб пшеничный	50	123	Треска жареная	100	162
Масло	20	76	Котлета говяжья паров.	100	168
Яйцо	1 шт.	133	Овощи тушеные	225	140
Чай с сахаром	200	86	Картофель отварной с маслом	250	280
Кофе с молоком и сахаром	200	139	Зеленый горошек	100	40
Какао с молоком и сахаром	200	218	Сельдь слабой соли	100	120
Сыр российский	50	104	Макароны отварные с маслом	200	364
Колбаса вареная	50	103	Орехи грецкие	100	565
Каша гречневая	200	102	Мороженое пломбир	100	226
Каша геркулесовая молочная с маслом	200	200	Шоколад молочный	50	233
Йогурт	200	100	Печенье	100	298

Продолжение

Наименование продукта, блюда	Масса, г	Калорийность, ккал	Наименование продукта, блюда	Масса, г	Калорийность, ккал
Творог полужирный	100	175	Огурец свежий	100	30
Молоко	180	111	Салат из свежей капусты с растит. маслом	155	100
Кефир	180	109	Отвар шиповника с сахаром	200	161
Бульон куриный с вермишелью	200	260	Яблоко, груша, апельсин	100	42
Борщ со сметаной	300	169	Сок фруктовый	200	90

• опирайтесь на сведения о биохимических обоснованиях рационального питания.

Оформление результатов

Результаты работы оформите в таблице.

**Суточный рацион питания**

Прием пищи	Наименование блюд	Общая масса, г	Общая калорийность, ккал
Завтрак			
Обед			
Полдник			
Ужин			

2.

Выполните практическую работу «Исследование фруктовых и овощных соков по степени их кислотности и содержанию некоторых ионов».

1. С помощью универсальной индикаторной бумаги определите среду, которую имеют: лимонный сок, яблочный сок, капустный сок, огуречный сок.

2. Определите, содержатся ли ионы железа в яблоке, винограде, огурцах. Для этого добавьте в пробирку с соком несколько капель раствора щелочи.

3. Определите, содержатся ли ионы иода в киви, морской капусте, рыбе, гречневой крупе, картофеле сыром, картофеле вареном, яблоке. Для этого в пробирку с соком или вытяжкой из продуктов добавьте несколько капель раствора нитрата серебра.

4. Определите, содержатся ли ионы меди в винограде, яблоке, лимоне. Для этого в пробирку с соком добавьте несколько капель раствора щелочи.

Оформление результатов

Одновременно с выполнением задания записывайте результаты наблюдения в таблицу.

Номер задания	Объект исследования	Реактив	Наблюдение	Выводы

3.

Выполните творческое домашнее задание: найдите в медицинских энциклопедиях и справочниках или интернет-ресурсах ответы на вопросы:

1. Что такое макро- и микроэлементы?
2. Какое значение для здоровья человека имеют элементы: железо, иод, медь, кобальт, натрий, калий, кальций, марганец, фосфор?
3. В каких продуктах содержатся эти элементы?

# 60 ВИТАМИНЫ КАК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

## Урок-лекция

К открытиям приводит случайность, но своевременная и подмеченная зорким глазом.

Луи Пастер



Почему витамины были открыты значительно позже других компонентов питания? Что показали результаты химического синтеза витаминных препаратов? В чем проявляется биологическая активность витаминов?

**Ключевые слова**

Витамины • Антивитамины

**Из старого портфеля**

Обмен веществ, ферменты (Биология, 9 кл.).



Меризи да Караваджо. Корзина с фруктами

**МЫСЛЬ И ОБРАЗ**

От недостатка витаминов особенно страдали путешественники и мореплаватели. Так, например, цинга вызвала гибель большего числа моряков, чем морские бои и кораблекрушения. Известно, что из 160 участников экспедиции Васко да Гама, прокладывавшего путь в Индию, 100 человек погибли от цинги, так как питались почти исключительно солониной. Правда, имеются исторические свидетельства о том, что средиземноморские пираты запасали бочки с лимонным соком и благодаря этому могли очень долго жить в море.

**ПОЧЕМУ ВИТАМИНЫ БЫЛИ ОТКРЫТЫ ЗНАЧИТЕЛЬНО ПОЗЖЕ ДРУГИХ КОМПОНЕНТОВ ПИТАНИЯ?** О существовании такой группы веществ, как витамины, в наше время знает каждый человек. Известно, что витамины должны находиться в пищевых продуктах, и их отсутствие в пище может вызвать различные нарушения обмена веществ и даже тяжелые заболевания. Однако понадобились годы кропотливого труда, чтобы выделить витамины из природных материалов и изучить их свойства, найти способы оптимального использования в рационах человека, а также в лечебных целях.

Каким образом узнали о существовании витаминов? Многовековой опыт врачей подсказывал, что многие заболевания человека, несомненно, связаны с дефектами питания. При этом даже самая обильная пища не гарантирует защиты от этих заболеваний.

К числу болезней, связанных с витаминной недостаточностью, относятся цинга, рахит, пеллагра, бери-бери (полиневрит) и др.

Первое экспериментальное доказательство того, что, кроме белков, жиров и углеводов, существуют другие незаменимые компоненты питания, было получено в класси-

сическом научном эксперименте, который провел Николай Иванович Лунин в 1880 г. Он пришел к выводу: «...вышеупомянутые опыты учат, что невозможно обеспечить жизнь белками, жирами, сахарами, солями и водой — из этого следует, что в молоке... содержатся помимо этих веществ другие, незаменимые для питания. Представляет большой интерес исследовать эти вещества и изучить их значение для питания».

Следующий шаг в истории открытия витаминов сделал голландский врач Христиан Эйкман в 1896 г.

Им было экспериментально доказано, что в оболочках риса содержится неизвестное вещество, предохраняющее от очень тяжелого заболевания — бери-бери.

Только в 1911 г. польскому ученому Казимиру Функу удалось выделить это вещество из оболочки риса в кристаллическом виде. В его составе Функ обнаружил аминогруппу ( $-NH_2$ ). Так появился термин «**витамины**» (от лат. *vita* — жизнь, т. е. *vitamin* — амин жизни). В дальнейшем выяснилось, что многие витамины не только не содержат аминогруппы, но даже азота (например, витамин С — аскорбиновая кислота). Однако термин «витамины» настолько прочно вошел в обиход, что менять его не имело смысла.

В настоящее время известны десятки витаминов. До тех пор, пока не были изучены состав и химическая структура витаминов, их выделяли из природных продуктов. Насколько это было трудно, можно судить по следующим примерам:

- для получения нескольких граммов витамина  $B_1$  требовалась сложная переработка 1 т дрожжей;
- 0,5 г витамина  $B_2$  получали при обработке 1 т молочной сыворотки;
- из 30 000 яиц удавалось выделить 11 г биотина (витамина H);
- из 50 000 апельсинов — несколько граммов витамина С.

Теперь становится понятным, почему витамины были открыты позже других

Н. И. Лунин изучал значение минеральных солей в питании. Подопытные мыши были разделены на две группы: экспериментальную и контрольную. Экспериментальная группа получала пищу из искусственно приготовленной смеси. В нее входили химически чистые вещества: молочный белок (казеин), молочный жир, молочный сахар, вода и минеральные соли. Контрольная группа мышей получала натуральное молоко.

Мыши, находившиеся на экспериментальной диете, через некоторое время переставали расти и развиваться, теряли в весе, переставали поедать предложенный им корм и, наконец, погибали, если им не начинали давать натуральное молоко.

Н. И. Луниным впервые было экспериментально доказано, что существуют незаменимые для питания вещества, кроме всех ранее известных. Эти опыты были повторены и подтверждены другими учеными (обязательное условие в научных исследованиях). Н. И. Лунина считают основоположником науки витаминологии.

В новый  
портфель

Работая тюремным врачом на о. Ява, он обратил внимание на то, что среди заключенных практически не встречалась болезнь бери-бери, которая была широко распространена в этом регионе. Эйкман предположил, что имеется прямая связь между заболеванием и характером питания. Заключенным давали в пищу неочищенный рис и отходы его обработки (рисовые отруби), в то время как остальное население питалось очищенным (полированным) рисом. Сходная болезнь возникала у кур и голубей, живших в тюремном дворе и питавшихся отходами пищи. Эйкман перевел заболевших кур на питание неочищенным рисом, заболевание прошло. Эйкман приготовил экстракт из рисовых отрубей и с его помощью также вылечил заболевших кур.

После того как были установлены химический состав и структура витаминов, стало возможным их промышленное производство путем химического синтеза.

В новый  
портфель

кую природу и выделить их было трудной задачей для химиков.

**ЧТО ПОКАЗАЛИ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ВИТАМИННЫХ ПРЕПАРАТОВ?** При исследовании химической природы витаминов оказалось, что многие из них встречаются группами по 3—5 родственных соединений и более (витамины группы А, группы В и др.). Витамины одной группы незначительно различаются и по химической природе, и по степени физиологической активности. Для выяснения роли различных функциональных групп таких соединений было синтезировано много их искусственных аналогов. При этом выяснилось, что некоторые производные витаминов оказывают на организм противоположное действие по сравнению с витаминами. Эти вещества получили название **антивитамины**. Будучи ложными заменителями, они тормозят или нарушают нормальное течение обменных процессов. Возникает острая витаминная недостаточность даже в тех случаях, когда соответствующий витамин поступает с пищей в достаточном количестве.

Таковыми антагонистами витаминов могут быть, например, и антибиотики, и сульфаниламидные препараты. Так, сульфаниламидный препарат стрептоцид угнетает рост бактерий, потому что является антивитаминном *para*-аминобензойной кислоты, а она служит фактором роста бактерий. Сравните состав и строение стрептоцида с составом и строением *para*-аминобензойной кислоты (рис. 79) — они очень

сходны. Поэтому стрептоцид конкурирует с *para*-аминобензойной кислотой за связывание с определенными ферментами в бактериальной клетке. В результате соединения стрептоцида с этими ферментами бактерии теряют способность синтезировать необходимый им витамин — фолиевую кислоту.

**В ЧЕМ ПРОЯВЛЯЕТСЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВИТАМИНОВ?** Механизм действия

витаминов был расшифрован в результате длительных и сложных исследований. Установлено, что витамины являются биологическими катализаторами, большинство из них входит в состав ферментов. Так, витамин В<sub>1</sub> входит в состав фермента, осуществляющего процесс декарбоксилирования. Витамин РР входит в состав ферментов дегидрогенирования окислительных процессов и т. д.

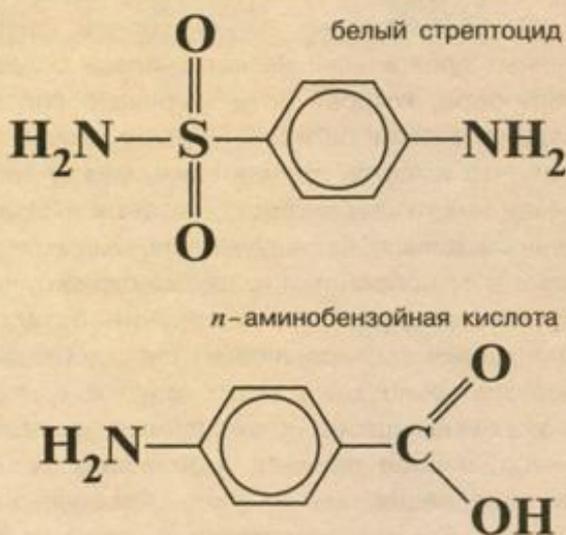


Рис. 79. Стрептоцид и *p*-аминобензойная кислота

Имеются витамины, которые образуют не ферментные системы, а другие сложные вещества в организме. Например, витамин А<sub>1</sub> входит в состав белка, обеспечивающего световосприятие зрительного нерва, а также участвует в образовании специфического фермента — лизоцима. Лизоцим содержится в легочной ткани, в слизистой оболочке глаз, во многих выделениях (носовая слизь, слезы и др.) и обладает бактерицидным действием.

Установлено, что витамины, имея различную химическую природу, обладают общей биохимической функцией — входят в состав ферментов либо являются компонентами ферментативных реакций.

У каждой группы витаминов свой путь проявления биологической активности.

Для практических целей и понимания процессов обмена веществ в организме существенное значение имеет изучение витаминных комплексов и их взаимодействия друг с другом и с другими веществами.

В новый  
портфель

**ОБРАЗ ЖИЗНИ**

*Имейте в виду:* при лечении антибиотиками необходимо согласовывать с врачом курс витаминизации и строго соблюдать его.

??

- Соберите аннотации к витаминным препаратам, выпускаемым разными фармацевтическими фирмами. Сопоставьте дозировки различных витаминов, их сочетание, рекомендации к приему.

# 61 ВИТАМИНЫ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Урок-лекция

Мал золотник, да дорог

Русская пословица

?

Как называют и классифицируют витамины? Почему организм человека не синтезирует витамины самостоятельно? Какие факторы влияют на потребность организма в витаминах?

Ключевые слова

Авитаминоз • Гипервитаминоз • Гиповитаминоз • Водорастворимые витамины • Жирорастворимые витамины

Из старого портфеля

Ферменты (Естествознание, 10 кл., § 30; Биология, 7, 8, 9 кл.).

**НАЗВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ВИТАМИНОВ.** До тех пор пока химическая структура витаминов оставалась неизученной, их обозначали буквами латинского алфавита (А, В, С и т. д.).

Еще чаще витаминам давали название, соответствующее тому заболеванию, которое возникает при полном отсутствии этого витамина в организме. Такое состояние организма обозначают как **авитаминоз**. С этим связаны названия: «противоцинготный» для витамина С, «антирахитический» для витамина D<sub>6</sub>, «антидерматитный» для витамина В<sub>6</sub> и т. д.

Некоторые витамины были названы по отдельным физиологическим проявлениям их действия. Например, «витамин роста», «витамин зрелости» и т. п., а часть витаминов названа по другим основаниям. Например, один из витаминов группы В был выделен из листьев шпината и поэтому был назван «фолиевая кислота» (от лат. *folium* — лист). Витамин Н — биотин — получил свое название от латинского слова *bios* — жизнь.

В настоящее время, когда изучена химическая природа витаминов, они получили соответствующие строго научные названия. Например, витамин В<sub>6</sub> — пиридоксин, витамин РР — никотиновая кислота и т. д.

В качестве классификационного признака выбрана способность витаминов к растворению — в воде или жирах.

Витамины образуются в основном в клетках растений, у высших растений синтез витаминов происходит в зеленом листе. Большинство витаминов встречается почти во всех растениях, но в разных органах и в различных количествах. Некоторые витамины вырабатываются только определенными растениями.

Обратим внимание: водорастворимые витамины не откладываются в организме про запас. Если не все количество водорастворимых витаминов, поступающих с пищей, будет использовано организмом, то избыточное количество удаляется с мочой. В то же время жирорастворимые витамины способны накапливаться в печени и в жировой ткани, что может сопровождаться тяжелыми патологическими изменениями.

(гипервитаминоз). Например, ядовитость печени полярных животных для человека связана с большой концентрацией в ней витамина А. Это необходимо знать и учитывать в практической жизни, не допуская передозировки соответствующих жирорастворимых витаминов как при употреблении соответствующих пищевых продуктов, так и при использовании витаминных препаратов.

**ПОЧЕМУ ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА НЕ СИНТЕЗИРУЕТ ВИТАМИНЫ САМОСТОЯТЕЛЬНО?** Ряд витаминов человек получает с продуктами животного происхождения (мясо, рыба, яйца, молоко). Однако будем помнить, что это не уменьшает зависимость человека от витаминного обеспечения, которое ему дают растения. Да и сами животные, послужившие нам продуктами питания, существовали благодаря растениям. Каков биологический смысл такого биохимического устройства природы, при котором необходимые организму человека витамины синтезируют для него растения, бактерии, передают другие животные?

Известно, что природа устроена очень рационально и экономично. Поскольку витамины — это компоненты каталитических процессов, они требуются организму в крайне малых количествах. Следовательно, синтез витаминов в организме человека был бы нерациональным. В самом деле, для того чтобы самостоятельно синтезировать такое малое количество биологически активных веществ, природе пришлось бы создавать сложнейшие и дорогие в энергетическом отношении циклы. В то же время растения получают достаточно дешевой солнечной энергии и обладают огромной синтетической способностью.

Кто, помимо растений, обеспечивает человека витаминами? Огромную роль в жизни человека играют бактерии. Среди наших постоянных попутчиков можно назвать кишечные бактерии, живущие в кишечнике человека. Они используют «обломки» пищи, которые еще не успели перевариться и всосаться. Такой пищи бактериям

Для удобства изучения витамины классифицируют по физическим свойствам — растворимости в воде и растворимости в жирах (водо- и жирорастворимые витамины).

В новый  
портфель

В растениях образуются также вещества, содержащие биологически активную часть молекул витаминов. Такие вещества называют *провитаминами*. В организме животного они превращаются в витамины. Например, растения накапливают провитамин А — каротин. В корнях моркови содержание каротина особенно велико. В организме человека из каротина может синтезироваться витамин А. Однако каротин должен находиться в пище, т. е. для синтеза витамина А организму человека опять-таки нужна помощь растений, которые заготовили для него «полуфабрикат».

Еще пример подобного рода. Витамин РР может образоваться в организме человека из триптофана (см. § 53). Триптофан, как и все циклические аминокислоты, является незаменимой для животных аминокислотой. Он должен быть синтезирован растением и обязательно присутствовать в пище человека.

Животные меньше специализируются на синтезе всех необходимых для их жизни веществ и поэтому попадают в зависимость от потребляемой пищи. Однако это дает им и большие преимущества, так как клеточные механизмы, освобождающиеся от синтеза «полуфабрикатов», могут быть использованы для обеспечения более сложных функций.

В новый  
портфель

вполне достаточно, и поэтому они не распространяются далее по организму. Бактериальные клетки способны интенсивно расти и развиваться. Природа снабдила их для этого набором ферментов, а недостающие они сами синтезируют — затруднений с энергетическим обеспечением в условиях изобилия пищи у них не имеется. И для себя (заодно и для человека) кишечные бактерии производят витамины, используя в качестве сырья более простые химические соединения. Бактерии производят так много витаминов, что часть их переходит из бактериальных клеток в кишечник. Из кишечника образовавшиеся витамины всасываются в кровь, разносятся ко всем тканям, обеспечивая нормальный обмен веществ.

Если процесс всасывания витаминов в кишечнике нарушен, то может возникнуть **гиповитаминоз** (болезненное состояние из-за недостаточности витаминов) и даже авитаминоз. При нормальном всасывании роль кишечных бактерий настолько существенна, что они способны, например, полностью обеспечить организм человека витамином К. Когда была выяснена роль бактериального синтеза витаминов, стало понятным то странное обстоятельство, что некоторые витамины содержатся в помете животных в большем количестве, чем в исходной пище.

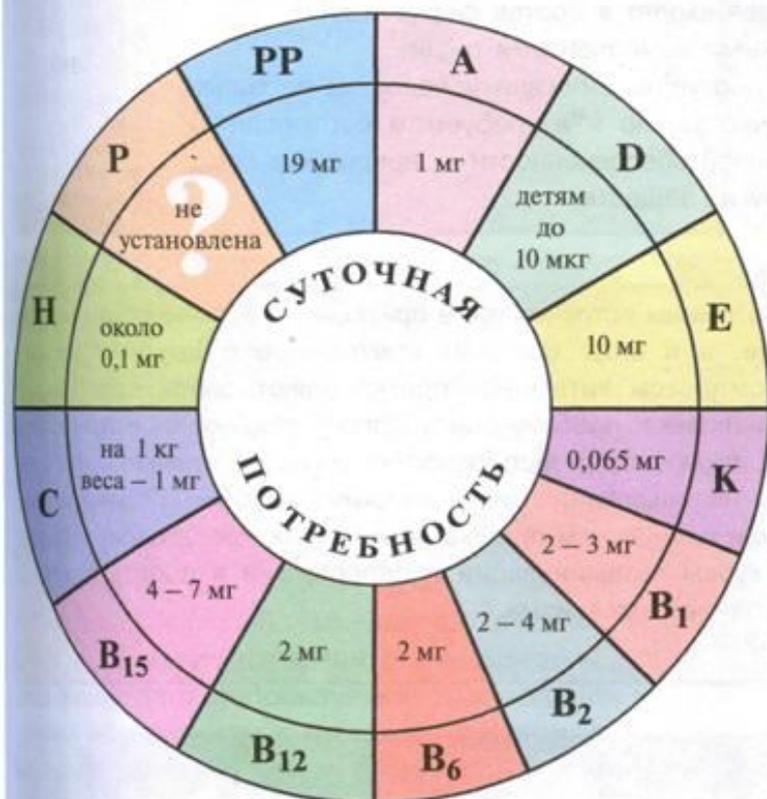
**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИТАМИНОВ. Водорастворимые витамины.** Это обширная группа веществ (В, С, РР и др.). Они имеют различную химическую природу, однако все они — низкомолекулярные вещества, содержащие функциональные группы органических веществ: спиртов, альдегидов, аминов, карбоновых кислот. Водорастворимые витамины чаще всего выполняют окислительно-восстановительные функции и самостоятельно, и в составе ферментов. В их отсутствие процессы сгорания, деструкции углеводов, жиров, белков будут протекать замедленно, с серьезными нарушениями и накоплением недоокисленных промежуточных продуктов обмена.

**Жирорастворимые витамины.** Это постоянный компонент природных жиров. В каждой группе жирорастворимых витаминов имеется не одно, а несколько соединений, сходных по своей химической природе. Все витамины этой группы являются циклическими соединениями, имеющими длинную боковую углеводородную цепь, что и объясняет их нерастворимость в воде. Растворимость в жирах обуславливает особенности их биологической роли. Они медленно вовлекаются в химическую динамику клетки, подобно жирам, их действие распространяется на такие процессы в организме, которые совершаются длительное время, например процессы построения структур иммунной защиты организма и т. п. Так, витамин D участвует в формировании костей, витамин А необходим для нормального развития эпителия покровных тканей и других процессов.

Как видим, биологическая функция витаминов не ограничивается участием в образовании ферментов. Они также могут обладать антиоксидантным действием (защищать организм от повреждающего действия свободнорадикальных форм кислорода) и гормональной активностью.

**КАКОВА ПОТРЕБНОСТЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В ВИТАМИНАХ?**

Потребность в витаминах зависит от возраста человека, массы тела и других особенностей его организма. Ее можно определить с помощью биохимических анализов, врачебных наблюдений, а в ряде случаев (например, гиповитаминозов) и по самонаблюдению. Средняя суточная потребность в витаминах приведена на рисунке 80.



Гиповитаминоз проявляется в быстрой утомляемости, снижении работоспособности, возможен плохой сон и аппетит, головокружения, снижение сопротивляемости к инфекциям.

Симптомами недостаточности витаминов может быть кровоточивость десен (витамин С), подкожные кровоизлияния (витамины Р, К), трещины в уголках рта (В<sub>1</sub>, С). Врачи могут установить гиповитаминоз по состоянию кожных покровов.

Специфическое проявление гиповитаминоза А связано с плохим зрением в сумерки. Такое явление называют «куриная слепота». Оно проявляется в том, что при переходе из светлого помещения в слабо освещенное глаз долго не адаптируется к световосприятию.

Рис. 80. Среднесуточная потребность в витаминах

Точно установлено, что потребность в витаминах увеличивается при напряженной физической и умственной деятельности, при стрессовых ситуациях, при заболеваниях гриппом и другими инфекционными болезнями.

Небольшие отклонения от средних норм поступления витаминов несущественны для процессов обмена веществ, поскольку организм человека, как и любая биологическая система, обладает способностью к саморегуляции.

Исследования ученых показали, что витамины должны поступать в рацион человека в определенных соотношениях, так, при увеличении дозы витамина С требуется большее количество витамина В<sub>2</sub>, а эффективность действия витамина С выше, если он находится в комплексе с витамином Р, как он и встречается в природе. Подобные зависимости найдены и для других витаминов. И это понятно, поскольку организм человека — единая, целостная система. Все биохимические реакции, протекающие в нем, должны проходить согласованно, при этом витамины должны входить в общие биохимические циклы в определенных пропорциях.

**Витамины:**

- представляют собой низкомолекулярные органические вещества;
- имеют различную химическую природу;
- могут быть синтезированы химическим путем;
- являются биологическими катализаторами;
- в большинстве случаев входят в состав ферментов;
- являются незаменимыми компонентами пищи.

Витамины должны поступать в организм человека не только в определенном количестве, но и в требуемом соотношении. Лучшая форма витаминной обеспеченности — природные комплексы витаминов и других веществ.

*В новый  
портфель*

**ОБРАЗ ЖИЗНИ**

- Витамины встречаются в природе не в химически чистом виде, а в виде сложных комплексов с другими веществами. Природные комплексы витаминов представляют собой ценнейший продукт для здоровья человека, поэтому они предпочтительнее синтетических препаратов. К тому же исключается передозировка и гипervитаминоз, что нередко наблюдается при использовании синтетических витаминных препаратов.
- При лечебном и профилактическом приеме витаминных препаратов следует проводить отдельные курсы витаминизации с перерывами в соответствии с физиологическим состоянием организма.

- Пользуясь дополнительной литературой, интернет-ресурсами, аннотациями к витаминным препаратам, составьте обобщенную справочную таблицу, сделайте по ней сообщение в классе.

# 62 ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

## Урок-лекция

Ну, сколько есть этих лекарств на свете?

Пятьдесят, сто, ну сто двадцать, наконец!

*И. Ильф, Е. Петров*

?

Какие вещества называют лекарствами? Чем обусловлено целебное действие лекарственных растений? Почему в наше время знание принципов использования лекарственных веществ необходимо каждому?

**Ключевые слова**

Лекарства • Биологически активные вещества • Обмен веществ

**Из старого портфеля**

Ферменты, гормоны, витамины (Биология, 9 кл.).

**КАКИЕ ВЕЩЕСТВА НАЗЫВАЮТ ЛЕКАРСТВАМИ?** Лекарственное средство — это вещество, используемое для воздействия на организм в целях предупреждения или лечения болезни. Лекарства рассматривают как частный случай **биологически активных веществ**.

Наука о лекарствах (фармакология) сформировалась лишь в XIX в. Только в 1860-х гг. начались первые экспериментальные исследования лекарств. За 150 лет существования фармакологии в практику вошли более 200 тыс. лекарственных средств.

В XX в. фармакология стремительно развивалась на основе общепризнанных биологических знаний и достижений органической химии. В настоящее время можно выделить следующие основные направления фармакологии:

- молекулярная фармакология;
- фармакология малых, средних и больших доз;
- фармакология биорегуляторов;
- иммунофармакология;
- профилактическая фармакология;
- создание перспективных лекарственных форм (ингаляции, спреи, аппликации и т. д.);
- содружество фармакологии с биокибернетикой и медицинской генетикой;

...Чем ближе к натуре, тем лучше, — лекарств дорогих мы не употребляем. Человек простой: если умрет, то и так умрет; если выздоровеет, то и так выздоровеет.

*Н. В. Гоголь. Ревизор*

Понятно, почему у доктора Гибнера «все, как мухи, выздоравливают». Однако какой общий принцип использования лекарственных веществ отражен в этой реплике?

**МЫСЛЬ И ОБРАЗ**

- поиск веществ, целенаправленно воздействующих на клетку, для своей регуляции клеточной активности;
- использование природного лекарственного сырья.

Почему оздоравливающее действие пищевых продуктов со временем уменьшается? Уже с изобретением огня появилась обработка пи-

щевых продуктов, и это способствовало от жи...  
появлению в пище ряда ядовитых веществ образ...  
(формальдегида, многих потенциальных С чем...  
канцерогенов и др.). Потребности разви...  
тия сельского хозяйства привели к попа...  
данию в пищу ядов, которые в наши дни сторо...  
скапливаются в больших количествах на...  
ряду со многими промышленными загрязн...  
нителями окружающей среды. На смену...  
натуральным компонентам пищи пришли печен...  
синтетические вещества: консерванты С дру...  
красители, антиокислители, сгустители...  
стабилизаторы, нейтрализаторы и многие...  
другие. Масштабы их использования все...  
растут. В числе пищевых добавок появи...  
лись синтетические заменители необходи...  
эколо...

К. Меер писал об употреблении чая: «О безрассудная предприимчивость! Неужели не можно сыскать у нас растений, сему подобных... у нас везде в лесах, полях и лугах растут дикие растения, не только своими свойствами подходящие к оному чаю, но и польза гораздо превосходную имеющие». В своей книге автор приводит описания вероники, шалфея, земляники, черники, малины, винограда, ивы и многих других растений. Он описывает настои листьев и цветов, «производящих в желудке целебные действия» и т. п.

мым человеку пищевых веществ. В настоящее время довольно трудно дать какую-либо характеристику целебных свойств продуктов питания как это было возможно в древности.

В то же время несомненно, что успехи научного знания могут обеспечить синтез биологически активных добавок к пище, обладающих лечебно-профилактическим действием.

**ЧЕМ ОБУСЛОВЛЕНО ЦЕЛЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ?** В древности не было резкого деления природных продуктов на пищевые и лекарственные (рис. 81).

Дикорастущие растения употребляли и в пищу, и в качестве лекарственных средств не только в восточных странах, но и в северных регионах. Вместе с тем путешественник и исследователь Клар Меер



Валериана Красавка Женьшень Арника Горичвет Ландыш

Рис. 81. Лекарственные растения

Санкт...  
на то, расти...  
отлича...  
от жи...  
образ...  
С чем...  
Вс...  
ния р...  
стор...  
вальн...  
неба»...  
вать...  
печен...  
С дру...  
вижны...  
ствени...  
ны бы...  
живот...  
эколо...  
секом...  
биоло...  
польз...  
ствам...  
насеко...  
бактер...  
Че...  
расте...  
расти...  
жат м...  
для ч...  
приме...  
лена...  
было...  
карст...  
цилов...  
В...  
получ...  
ных п...  
из ни...  
тин, с...  
пин, >...  
расте...  
ствени...  
В...  
ко пр...  
масла

своей книге о чае, вышедшей в Санкт-Петербурге в 1787 г., сетует на то, что в России недооценивают растительные богатства. Растения отличаются от бактерий и особенно от животных поразительным многообразием синтетических процессов. С чем это связано?

Вспомним условия существования растений в природе. С одной стороны, солнечная энергия в буквальном смысле «льется на них с неба», и растения могут использовать ее для энергетического обеспечения самых сложных синтезов. С другой стороны, растения неподвижны. Как выжить в условиях есте-

ственного отбора? У растений множество врагов в природе. Они должны быть защищены от вирусов, бактерий, насекомых и их личинок, от животных и даже от других растений, конкурирующих с ними за свою экологическую нишу. В то же время растения должны приманивать насекомых для опыления. Для этих целей существует большой арсенал биологически активных веществ. К их числу относятся вещества, используемые человеком, вещества и с ядовитыми, и с целебными свойствами. Например, обладающие инсектицидными (воздействующими на насекомых) свойствами; фунгицидными (воздействующими на грибы); бактерицидными (воздействующими на бактерий) и др.

Чему учатся химики-синтетики у растений? Природные молекулы растительного происхождения служат моделями для синтеза полезных для человека соединений. Так, например, салициловая кислота выделена из коры ивы. На ее основе было создано такое популярное лекарство, как аспирин (ацетилсалициловая кислота).

В настоящее время из растений получают более трети лекарственных препаратов. Структура многих из них настолько сложна (винбластин, сердечные гликозиды, резерпин, хинин, пилокарпин и т. п.), что растения еще долго будут их единственным источником.

В современной медицине широко применяют жирные кислоты и масла, а также полисахариды расти-

В традиционной медицине восточных стран большинство лекарственных растений составляли те же растения, которые использовались и в пищу. Описание разнообразных базаров тех времен позволяет судить о том, что в пищу употребляли многие десятки видов фруктов, овощей, приправ, пряностей, в том числе огромное разнообразие дикорастущих растений. Со временем их число все уменьшалось, но еще долго сохраняло свое значение. Пищевые добавки, разумеется, были только природного происхождения. Хлеб выпекался со специями и приправами еще за 3000 лет до н. э.; овсяную кашу обильно сдабривали укропом и мятой уже более 3000 лет тому назад, еще раньше использовали лук, чеснок и перец.

Таким образом, многообразие биологически активных веществ, продуцируемых растениями, является результатом *биохимической адаптации* к выживанию растений в биоценозах.

В новый  
портфель

В настоящее время насчитывают более 10 тыс. алкалоидов! Наиболее известные: *папаверин*, регулирующий кровяное давление; *кодеин*, подавляющий кашлевой центр; *морфин*, обладающий болеутоляющим и противошоковым действием. Алкалоиды, выделяемые из корней и листьев красавки (белладонны), обладают способностью к снятию спазмов гладкой мускулатуры. Препарат (бесалол, беллалгин, беллатаминал) используют для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта. *Винбластин* и *винкристин*, выделяемые из растения барвинок розовый, используют для борьбы с раком и т. д.

тельного происхождения. Например, касторовое масло из семян клещевины, масло облепихи, обладающие ранозаживляющим действием, и др. Большинство лекарственных растений используется для получения *алкалоидов* — веществ, обладающих высокой фармакологической активностью.

Алкалоиды используют не только в медицине, но и в генетике. Считается, что к настоящему времени обследовано не более 15% все

Растения — это уникальные продуценты биологически активных веществ. Наряду с общими для всего живого биохимическими процессами они обладают специфическими и уникальными биохимическими превращениями.

Человек использует лекарственные растения (настои, отвары) для лечения многих заболеваний, как сырье для производства лекарственных веществ и в качестве моделей для новых технологий.

В **НОВЫЙ**  
портфель

обитающих на Земле видов растений, а их насчитывается не менее 250 тысяч видов. К сожалению, прогресс цивилизации на нашей планете носит техногенный характер, а это неминуемо влечет за собой уничтожение дикорастущей флоры. Безвозвратно исчезают многие виды растений и вместе с ними присущие только им биологически активные соединения, которые могли бы принести большую пользу медицине будущего.

**ЧТО ДОЛЖЕН ЗНАТЬ КАЖДЫЙ ЧЕЛОВЕК ОБ ОБЩИХ ПРИНЦИПАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ.** Еще в древности люди знали, что многие лекарственные вещества растений ядовиты, и действие их на организм человека зависит от дозы. Это означает, что **лекарство само по себе еще не целебное средство. Надо знать как им пользоваться.**

Проблемы, связанные с культурой потребления лекарств, стали особенно актуальными в наше время. Это обусловлено множеством медицинских, социальных и психологических факторов. Современный человек должен владеть определенными знаниями, актуальной информацией и иметь определенные убеждения для того, чтобы успешно пользоваться достижениями современной фармакологии и медицины. Это крайне актуально, так как сегодня существует огромное многообразие лекарственных средств, биологически активных пищевых добавок, а также различных средств поддержания устойчивости организма человека к стрессам и утомлению, повышения его работоспособности. Многие из них нетрадиционны, выпускаются различными фирмами, имеют разные названия, и число их непрерывно растет. Сведения о них зачастую приходят из рекламы, а ведь реклама дает неполную, выборочную и часто недостоверную информацию.

#### ОБРАЗ ЖИЗНИ

*Следует знать:*

- Только врач может правильно выбрать лекарственное средство, учитывая состояние и особенности организма больного, и указать условия его применения.

- Недопустимо заниматься самолечением, использовать лекарства по совету знакомых, сочетая различные (может быть, несовместимые!) лекарствен

ные средства. Необходимо помнить об индивидуальной непереносимости лекарств.

- В ряде случаев можно приобретать лекарства без рецепта. (Людам, страдающим хроническими заболеваниями, находящимся под наблюдением врача или продолжающим лечение; людям с простудой и легким недомоганием, если они используют данное противовоспалительное лекарство не впервые, а также в случае небольших ушибов, порезов, ожогов, при головной боли, кишечных инфекциях и др.)

- Недопустимо злоупотреблять лекарственными и другими биологически активными препаратами (особенно обезболивающими, снотворными, успокаивающими), вызывающими лекарственную зависимость и связанными с глубоким расстройством обмена веществ.

- Дозы и способы применения лекарств должны неукоснительно соблюдаться.

- Необходимо помнить, что абсолютно не влияющих на обмен веществ лекарств не существует.

??

- ▶ Соберите сведения о культуре пользования лекарствами дополнительно к материалу параграфа и обсудите их в классе.
- ▶ Проанализируйте аннотации к нескольким лекарственным препаратам. Сравните их по содержанию. Какие сведения приводятся в них обязательно?
- ▶ Привычкам и склонностям современного человека соответствует принцип «таблетки в кармане». Как вы думаете, что имеется в виду и с чем это связано?

# 63

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

### Урок-семинар

Пользуйтесь, но не злоупотребляйте.  
Ни воздержание, ни излишества не  
дают счастья.

Франсуа Вольте



«Все на свете может быть или ядом, или лекарством. Все зависит от дозы» — в метком высказывании Гиппократом содержится вековая мудрость. Какая?

Эмблема «Яд + лекарство». Лавка аптекаря. Итальянская миниатюра XV в.

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

#### ЦЕЛЬ СЕМИНАРА

Осознать необходимость общебиологических знаний принципов использования препаратов биологически активных веществ.

#### ПЛАН СЕМИНАРА

1. Биологически активные вещества в нашей жизни.
2. Лекарства как биологически активные вещества.
3. Витамины как биологически активные вещества.
4. Культура потребления лекарственных препаратов для сохранения здоровья и в лечебных целях.

#### Необходимые источники информации

1. Медицинская энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1972.
2. Колесов Д. В. Основы гигиены и санитарии / Д. В. Колесов, Р. Д. Маш. — М.: Просвещение, 1989.
3. Смирнов А. Т. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни / А. Т. Смирнов. — М.: Просвещение, 2006.
4. Смирнов А. В. Мир растений / А. В. Смирнов. — М.: Молодая гвардия, 1988.

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 1**

Биологически активные вещества в нашей жизни.

Биологически активные вещества можно разделить на две группы — эндогенные и экзогенные. *Эндогенные* — вещества, которые входят в состав организма и принимают участие в процессах обмена веществ. Это многие химические элементы (натрий, калий, фосфор и др.), низкомолекулярные регуляторы (глюкоза, АТФ, адреналин и другие гормоны, ацетилхолин и т. д.) и высокомолекулярные биополимеры (ДНК, РНК, белки).

*Экзогенные* биологически активные вещества поступают в организм с пищей (в составе белков, липидов, углеводов, включая витамины), а также в виде лекарственных препаратов.

Обсудите проблемные вопросы:

- Какие компоненты пищевых белков, липидов и углеводов представляют собой биологически активные составляющие, эффективно действующие на обмен веществ?
- Что должен учитывать человек, использующий препараты биологически активных веществ?
- Почему природные растительные продукты предпочтительнее, чем синтетические препараты, содержащие соответствующие биологически активные вещества?

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 2**

Лекарства как биологически активные вещества.

С чем связан бурный рост производства лекарственных препаратов в наше время? В чем заключается принципиальное отличие поиска лекарственных средств в наше время? Найдите сведения о масштабах создания новых современных лекарственных средств. Сравните: в XVIII в. было создано только пять полезных лекарств (одно лекарство требовало для своего создания около 20 лет); в XIX в. появилось 20 новых эффективных средств.

Какие биологические и медицинские аспекты могут привести к злоупотреблению лекарствами? Что означают понятия «лекарство для здоровых», «допинги», «стимуляторы»?

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 3**

Витамины как биологически активные вещества.

Обсудите причины, симптомы и методы устранения состояний гиповитаминозов и гипервитаминозов организма человека. Какие факторы влияют на потребность организма в витаминах?

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 4**

Культура потребления лекарственных препаратов.

Обсудите следующие вопросы: самонаблюдение или самолечение? Всегда ли нужен рецепт? Что называют «лекарственными болезнями»? Какие средства поддержания здоровья могут способствовать уменьшению потребности в лекарствах?

Нужна ли реклама лекарственных препаратов? Что необходимо учитывать при получении рекламной информации?

Чему учат русские пословицы: «На болячку не молись, а лечись», «Есть болезнь — есть и лекарство», «Чеснок да лук от семи недуг», «Мухомор красен, да для здоровья опасен», «Модная-модная — три дня сидит голодная», «В пустых щах нету лукавки, зато блестящие пуговицы».

# 64 ЗАЩИТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

## Урок-лекция

Белки в живой клетке умеют делать практически все, причем с необычайной легкостью и изяществом.

Ф. Кри

?

Что такое иммунитет? Как организм борется с проникшими в него вирусами и бактериями? Какова специфика реакций врожденного и приобретенного иммунитета? С какими механизмами связана невосприимчивость к повторным инфекциям? Почему развивается аллергия?

**Ключевые слова**

Врожденный и приобретенный иммунитет  
 • Антигены • Антитела (иммуноглобулины)  
 • Тимус • Красный костный мозг • Т- и В-лимфоциты  
 Иммунный ответ • Лечебная сыворотка • Вакцина  
 Аллергия

**Из старого портфеля**

Биология. человек, 8 кл.; Естествознание, 10 кл., § 30—33.

**ПОНЯТИЕ ОБ ИММУНИТЕТЕ.** **Иммунология** — наука о защитных реакциях организма, наука об иммунитете.

Под **иммунитетом** подразумевают устойчивость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам (их называют **антигенами**), его способность защищать свою целостность и биологическую индивидуальность. Иммунитет проявляется в системе защитных реакций организма, которые можно разделять на реакции врожденного и приобретенного иммунитета. Только действуя совместно, они способны

Годом рождения иммунологии считают 1880-й, когда французский ученый Луи Пастер провел первые опыты с возбудителем куриной холеры. Он установил, что прививка птицам ослабленного или убитого возбудителя полностью защищала их в дальнейшем от живого микроорганизма. Именно это наблюдение и дало название всему явлению невосприимчивости организма к болезни, образовавшейся в результате предварительной встречи с ослабленным или убитым возбудителем, — явлению иммунитета. Огромный вклад в становление иммунологии как науки внесли лауреаты Нобелевской премии (1908) Илья Ильич Мечников, обосновавший роль фагоцитирующих клеток в защитных реакциях, и Пауль Эрлих, доказавший огромную роль молекул антител в формировании иммунитета.

ны обеспечить эффективную защиту внутренней среды организма его слизистых и кожных покровов от вирусов и бактерий. Реакции **врожденного иммунитета** обусловлены генетически и протекают одинаково в отношении всех микроорганизмов, вторгающихся во внутреннюю среду. Реакции приобретенного иммунитета направлены против конкретного возбудителя. Они требуют созревания основных клеток, вовлеченных в иммунную реакцию, — **лимфоцитов**. Лимфоциты уничтожают клетки, в которые проник вирус, и вырабатывают **антитела** (иммуноглобулины), направленные против бактерий. Протка

обретенный иммунитет обеспечивает также уничтожение опухолевых клеток и регулирует восстановление поврежденных тканей.

И врожденный, и приобретенный иммунитет опирается на *клеточные* и *гуморальные* (т. е. молекулярные, передающиеся через жидкость) механизмы (табл.).

#### Основные механизмы врожденного и приобретенного иммунитета

Механизмы	Факторы врожденного иммунитета	Факторы приобретенного иммунитета
Гуморальные	Лизоцим (фермент, разрушающий клеточную стенку бактерий)	Собственные антитела (иммуноглобулины), синтезируемые лимфоцитами
Клеточные	Большинство лейкоцитов крови (нейтрофилы, моноциты, эозинофилы, базофилы), а также фагоциты других органов и тканей	Лимфоциты крови и органов иммунной системы (лимфатических узлов, селезенки, небных миндалин и др.)

Иммунитет — это универсальное свойство человека и животных, благодаря которому их организм может распознавать чужеродные молекулы клетки (антигены) и защищаться от них в ходе клеточных и гуморальных реакций. Врожденный иммунитет проявляется в серии стандартных защитных реакций в ответ на проникновение любого чужеродного объекта. Приобретенный иммунитет формируется после рождения и направлен на уничтожение конкретного возбудителя.

В новый  
портфель

**РЕАКЦИИ ВРОЖДЕННОГО И ПРИОБРЕТЕННОГО ИММУНИТЕТА.** Типичным примером реакции врожденного иммунитета является ответ организма на любое повреждение кожных покровов, например на занозу.

Почти сразу в месте проникновения занозы кожа краснеет и опухает. К этому вскоре добавляется местное повышение температуры и боль. Покраснение поврежденного участка и его отек связаны с накоплением около занозы лейкоцитов крови, осуществляющих реакции врожденного иммунитета. Главным способом уничтожения попавших вместе с занозой микроорганизмов становится фагоцитоз, который обеспечивает их уничтожение, а также сигнализирует клеткам приобретенного иммунитета о проникновении патогена.

Реакции приобретенного иммунитета осуществляются иммунной системой. При этом в центральных органах иммунной системы происходит размножение и «обучение» новых клеток, а в периферических органах иммунной системы происходит развитие иммунного ответа.

К центральным органам иммунной системы относятся **тимус** (там развиваются **Т-лимфоциты**) и **красный костный мозг** (там развиваются **В-лимфоциты**). К периферическим органам относятся лимфатические узлы, некоторые участки селезенки, скопления лимфоидной ткани по ходу кишечника, дыхательных и мочеполовых путей, а также

кожи. Таких скоплений в организме человека насчитывается не менее 2000, что обеспечивает постоянный и широкий контроль за появлением в организме чужеродных клеток и макромолекул, а также мутантных клеток. Эти периферические органы иммунной системы играют роль фильтров, в которых проходят очистку от проникших антигенов разные биологические жидкости. Так, лимфа очищается в лимфатических узлах

Реакции врожденного иммунитета обеспечивают первый эшелон обороны организма от чужеродных объектов, при этом главным способом их уничтожения является фагоцитоз. Реакции приобретенного иммунитета обеспечиваются Т- и В-лимфоцитами. Они уничтожают клетки, в которые проник возбудитель заболевания, и вырабатывают антитела, направленные против него.

*В новый  
портфель*

кровь — в селезенке, а скопления Т- и В-лимфоцитов по ходу кровотока и слизистых оболочек призваны уничтожать бактерии и вирусы еще до их проникновения во внутреннюю среду организма.

После проникновения бактерии или вируса в организм развивается иммунный ответ. В результате Т-лимфоциты уничтожают клетки, в которые проник вирус или помогают В-лимфоцитам

запуске синтеза молекул антител (иммуноглобулинов), направленных главным образом против бактерий. Следовательно, Т-лимфоциты регулируют все реакции приобретенного иммунитета.

После иммунного ответа, завершающегося уничтожением всех инфицированных вирусом клеток или проникших бактерий, в организме остаются антитела и особые лимфоциты, так называемые клетки иммунологической памяти. При повторной встрече с антигеном они обеспечивают ускоренный иммунный ответ и невосприимчивость к повторному инфицированию.

На этом же явлении основано предохранение от инфекционных заболеваний с помощью прививок, когда в организм вводят **вакцину** содержащую убитых или ослабленных возбудителей. Такие возбудители, неспособные вызвать заболевание, тем не менее провоцируют иммунный ответ (синтез специфических антител и клеток иммунологической памяти). Благодаря этому при контакте с активной формой данного возбудителя обеспечивается его быстрая нейтрализация.

Иногда предварительная прививка по тем или иным причинам невозможна, и незащищенный человек может быть инфицирован возбудителем опасного заболевания. В этом случае для спасения жизни человеку вводят **лечебную сыворотку**. Она представляет собой выделенные и очищенные антитела, полученные из крови животных (лошадей, коров и др.), направленные против возбудителя заболевания или опасного для жизни человека вещества (например, змеиного яда). Готовые антитела немедленно связываются с бактерией, вирусом или опасными веществами и инактивируют их и способствуют быстрому уничтожению и выведению из организма.

**АЛЛЕРГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ.** Одним из наиболее распространенных нарушений работы иммунной системы является развитие аллергических реакций. **Аллергия** — это повышенная чувствительность организма

чужеродным молекулам и клеткам, не несущим какой-либо опасности для организма. Аллергия всегда связана с определенными веществами (*аллергенами*), которые организм воспринимает как антигены, поэтому неправильно говорить об аллергии на холод, тепло, изменение погоды и другие физические факторы. Очень часто аллергенами являются шерсть домашних животных, домашняя пыль, пыльца растений, многие пищевые продукты (цитрусовые, куриное яйцо, рыба, мед, шоколад, ананас и др.), компоненты бытовой химии, косметики и парфюмерии, некоторые лекарственные препараты.

Признаками аллергических реакций, как правило, становятся обильные слизистые выделения из носа, слезотечение, кашель и затруднение дыхания, нарушение пищеварения, кожные реакции. Очевидно, что многие симптомы аллергии очень похожи на ранние признаки инфекционных заболеваний, поэтому окончательное заключение о наличии у человека аллергии на то или иное вещество может дать только врач.

Невосприимчивость организма к повторному инфицированию вирусами и бактериями обеспечивается благодаря ускоренной иммунной реакции на проникновение конкретного возбудителя, осуществляемой клетками иммунологической памяти, а также выработанными при первичной инфекции антителами (иммуноглобулинами). Вакцина представляет собой препарат, содержащий ослабленный или убитый микроорганизм, лечебная сыворотка — это препарат антител животных, выработанных в ответ на конкретного возбудителя. Аллергия — это повышенная чувствительность организма к обычно безвредным чужеродным молекулам и клеткам. Возникновение аллергии связано с нарушениями в работе иммунной системы.

В новый  
портфель

??

- ▷ Что такое иммунитет?
- ▷ Каковы механизмы врожденного и приобретенного иммунитета?
- ▷ Какова роль антител, Т- и В-лимфоцитов в реакциях приобретенного иммунитета?
- ▷ В чем состоит отличие вакцины от лечебной сыворотки?
- ▷ Что такое аллергия и с чем связано развитие аллергических реакций?

## 65

ЗАБОЛЕВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА,  
ВЫЗЫВАЕМЫЕ  
МИКРООРГАНИЗМАМИ

## Урок-лекция

Есть болезнь — есть и лекарство

*Русская народная пословица*

?

В чем заключаются специфические особенности заболеваний человека, вызываемых микроорганизмами? Как проводится рациональное лечение инфекционных болезней?

**Ключевые слова**

Микроорганизмы • Микоплазмы • Патогенность • Бактериофаги • Инфекционность • Носительство

**Из старого портфеля**

Естествознание, 11 кл., § 13.

Сквозь волшебный прибор Левенгука  
На поверхности капли воды  
Обнаружила наша наука  
Удивительной жизни следы.

*Николай Заболоцкий*

Как вы думаете, имеются ли среди этой «удивительной жизни» организмы — друзья человека?

**МЫСЛЬ И ОБРАЗ**

Современные методы микробиологии и иммунологии очень сложны и многообразны. Они позволяют проводить исследования в гармоничном сочетании разных подходов: популяционного, клеточного, субклеточного и молекулярно-генетического. В то же время, как и любую другую болезнь, эти заболевания рассматривают как *общую сложную реакцию*, возникающую в результате нарушения взаимоотношения организма и среды.

**Микроорганизмы** — это собирательное наименование большой группы организмов, видимых невооруженным глазом. К ним относятся бактерии, микоплазмы, актиномицеты, дрожжи и другие микроскопические грибы, простейшие и одноклеточные водоросли. Раньше к ним относились также вирусы. Позже возникла самостоятельная область научного знания — вирусология.

Изучением микроорганизмов занимаются микробиология, иммунология и многие другие отрасли биологических и медицинских наук. На

Микроорганизмы составляют целый мир живых существ, который отличается огромным разнообразием структурной и функциональной организации, являясь при этом биохимически очень активными, широко распространенными в природе. Как вы знаете, в биосфере не существует «безжизненных» мест. В. И. Вернадский обозначил это свойство биосферы как «всеобщность жизни». Микроорганизмы живут в почве, воде, грунте водоемов, на поверхности земной коры, на живых организмах и в их внутренней среде. Об организме человека можно сказать, что он «купается в море бактерий». Не являясь препятствием для заселения бактериями поверхности Земли и климатические условия,

Бактерии живут и в полярных льдах, и в жарких пустынях. Их биогеохимическая активность проявляется во множестве процессов, формирующих почву, минералы, в едином биогеохимическом круговороте веществ

и энергии. Болезнетворные микроорганизмы (*патогенные* для человека и животных) составляют ничтожное меньшинство.

Микроорганизмы не представляют единой группы, они возникли и развивались разными эволюционными путями, не случайно они имеют глубокие различия на молекулярно-генетическом уровне организации. Выделяя группу патогенных микроорганизмов, их классифицируют с определенными практическими, медицинскими целями (возбудители респираторных заболеваний, кишечных и т. п.).

В то же время первоисточником всех знаний для врача-инфекциониста служат сведения о *биологической и экологической характеристике* микроорганизма, об его ареале, экологической нише, природных «друзьях», «врагах», конкурентах, а они имеются у всего живого, в том числе и у микроорганизмов (например, болезни бактерий вызывают вирусы-бактериофаги).

Самостоятельное значение имеет знание особенностей той антропогенной природно-социальной среды, в которой проживает современный человек с окружающими его организмами. Для ряда микроорганизмов эти изменения природной среды являются несовместимыми с жизнью, но большинство адаптируются к ним, формируют и изменяют соответствующие сообщества микроорганизмов. В практической медицине врач обычно имеет дело именно со смешанными инфекциями сопутствующих друг другу микроорганизмов.

Однако способы лечения существенно зависят от специфических видовых особенностей микроорганизмов. Например, патогенные микроорганизмы **микоплазмы** нечувствительны к антибиотикам.

Основной общий признак заболеваний, вызываемых микроорганизмами, — это возможность их передачи от зараженного организма (человека, животного, птицы) здоровому. Эти заболевания получили названия **инфекционные** (от лат. *infectio* — заражение) (рис. 82).

Решающую роль в распространении инфекционных болезней играют социально-бытовые факторы (экономический и культурный уровень населения, жилищные условия, труд, питание). Эти факторы могут быть причиной появления вспышек или даже эпидемий инфекционных заболеваний.

Интересно отметить, что микоплазмы в систематике микроорганизмов занимают особое место. Многие морфологические и физиологические признаки микоплазм сближают их с некоторыми бактериями. Вместе с тем они, в отличие от бактерий, не имеют плотной клеточной стенки, не образуют спор, проходят через бактериальные фильтры подобно вирусам. Микоплазмы являются внутриклеточными паразитами, но, в отличие от вирусов, они способны реплицироваться в бесклеточной среде.

Обнаруживаются микоплазмы при многих очень тяжелых заболеваниях, отличающихся высокой инфекционностью. Прежде всего это возбудители респираторных заболеваний — пневмонии, бронхопневмонии и др.

Не случайно в донаучный период развития медицины эпидемии вызывали массовую гибель людей. Поэтому инфекционные болезни называли «повальные», «мор», «моровая язва», а из-за быстрого распространения инфекции — «поветрие».

Сегодня такие болезни, как чума, оспа, корь, скарлатина и др., не представляют собой непосредственной угрозы человечеству благодаря вакцинации, прививкам, знанию их причин и способов лечения.



Рис. 82. Микроорганизмы — возбудители некоторых заболеваний

**ОСОБЕННОСТИ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.** Инфекционное заболевание — это болезнь, которая вызвана и поддерживается присутствием в организме живого повреждающего чужеродного агента (возбудителя). Возбудителями инфекционных заболеваний могут быть

вирусы, бактерии, микоплазмы, простейшие и др. На воздействие возбудителя организм отвечает защитными реакциями. Инфекционные заболевания часто проявляются воспалительными процессами и повышением температуры. В каждом конкретном случае взаимоотношения между этими двумя звеньями процесса — возбудителем и организмом — могут быть различными. Они зависят от периода, фазы или этапа развития инфекционного процесса. Патологический процесс при инфекционных заболеваниях проходит ряд этапов закономерного развития. Вначале — момент заражения, затем — скрытый (инкубационный) период, появление общего недомогания, первичная реакция.

Длительность выздоровления зависит от состояния организма больного, тяжести перенесенного заболевания и от условий, в которых находится выздоравливающий. Многие тяжелые заболевания могут вызвать осложнения (грипп, оспа, тиф, дифтерия и др.). После перенесенной инфекционной болезни организм, как правило, имеет различную по степени развития и продолжительности невосприимчивость (иммунитет) к возбудителю данного заболевания.

признаков болезни, появление специфических признаков данной болезни, разгар болезни с проявлением всех характерных симптомов, период угасания болезни. И наконец, период выздоровления.

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ.** Основное направление лечения состоит в воздействии на ведущее звено в инфекционном процессе, т. е. на возбудителя, и на нейтрализацию выделяемых им токсинов (химиопрепараты, антибиотики и др.).

Наряду со специфическими методами лечения применяют симптоматическое лечение. Оно направлено на устранение нарушений отдельных функций в результате патологического процесса. Это жаропонижающие и сердечно-сосудистые, лекарственные препараты, а также витамины.

При лечении и уходе за больными необходимо строго соблюдать соответствующий режим текущей и заключительной дезинфекции, проводить вакцинацию ухаживающих за больными. Большое значение имеет личная гигиена больного, тщательный уход, рациональное питание и др.

Заболевания, вызываемые вирусами и микроорганизмами, являются инфекционными. Взаимодействие возбудителя с организмом носит характер закономерно протекающего патологического процесса. Лечение направляют как на ведущее звено (возбудителя), так и на физиологическое состояние организма. Решающую роль в распространении инфекционных заболеваний играют социально-бытовые условия и общая культура человека.

В новый  
портфель

#### ОБРАЗ ЖИЗНИ

*Необходимо помнить:*

- Источником инфекции могут быть не только больные, но и выздоравливающие. (При таких тяжелых заболеваниях, как дифтерия, кишечные инфекции и т. п., инфекция сохраняется в течение нескольких недель.)
- Человек может быть носителем инфекции без видимых признаков заболевания. Такое носительство может быть хроническим или кратковременным.

??

- ▶ Соберите сведения и составьте выписку-памятку о правилах личной гигиены в период эпидемии гриппа.
- ▶ Объясните, почему сведения о перенесенных человеком инфекционных заболеваниях — очень ценная информация для врача.

# 66 ПАЗАРИТЫ И ПАЗАРИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ

## Урок-лекция

У человечества есть три основных врага: лихорадка, голод и война; из них, несомненно, величайший и самый страшный — это лихорадка.

В. Осле

?

Какие формы сожительства разноименных организмов встречаются в природе? Как происходит заражение паразитами? Чем опасны клещи и кровососущие насекомые?

### Ключевые слова

Симбиоз • Комменсализм • Паразитизм • Мутуализм • Паразитические протисты • черви • Широкий лентец • Аскарида • Острица • Трихомонада • Амебная дизентерия • Трихомоноз • Малярия • Описторхоз • Энцефалит

### Из старого портфеля

Простейшие. Плоские черви. Круглые черви (Биология, 7 кл.; Естествознание 10 кл., § 79).

**ФОРМЫ СОЖИТЕЛЬСТВА ОРГАНИЗМОВ РАЗНЫХ ВИДОВ.** Под **симбиозом** понимается любая форма сожительства двух организмов, относящихся к разным видам. Основные типы симбиоза — это комменсализм, паразитизм и мутуализм.

При **комменсализме** связь между партнерами не очень глубока. Они могут жить и сами по себе. Например, мелкие тропические рыбы-губаны могут поедать паразитов, прикрепляющихся к поверхности тела крупных хищных рыб.

Паразит не может существовать без своего хозяина. Взаимоотношения паразита и хозяина носят антагонистический характер — хозяин старается препятствовать развитию в нем паразита (избежать заражения, убить или обезвредить проникшего паразита в ходе иммунных реакций), а паразит вырабатывает приспособления к успешному заражению хозяина.

**Мутуализм** — это взаимовыгодное сосуществование двух организмов. Пример — микориза (система гриба и дерева).

**Паразитический** образ жизни ведут около 20% живых существ, входящих в состав биосферы. В природе трудно найти свободно живущий организм, который был бы полностью лишен паразитов. Они возде-

ствуют на жизнедеятельность своих хозяев, могут изменять их нормальное поведение, репродукцию и устойчивость к неблагоприятным факторам среды, оказывая существенное влияние на численность популяций своих хозяев, а в конечном итоге и на структуру экосистем.

Симбиоз широко распространен в природе. Его основными типами являются комменсализм, паразитизм и мутуализм, которые различаются характером взаимоотношений между сосуществующими партнерами.

В новый портфель

**ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ПАРАЗИТАМИ.** От паразитов страдают миллионы людей. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), число больных малярией на земном шаре составляет более 300 млн человек, а аскариды паразитируют примерно у 1,5 млрд людей. Паразиты могут вызывать тяжелые расстройства деятельности кишечника и других систем органов, приводить к анемии, авитаминозу, поражению органов и тканей, стать причиной прочих заболеваний, которые зачастую с трудом поддаются диагностике и лечению. В то же время некоторые элементарные знания о путях попадания паразитов в организм могут значительно снизить риск заражения ими.

Как паразиты попадают в организм человека? Зависит это от особенностей жизненного цикла того или иного паразита. Для многих из них характерно наличие расселительной стадии во внешней среде, которая и обеспечивает распространение паразитов и заражение новых хозяев. Для **дизентерийной амебы**, например, такой расселительной стадией является циста, которая представляет собой амебу, окруженную плотной защитной оболочкой. При попадании в пищеварительный тракт человека амебы выходят из цист, питаются, растут и размножаются. При этом они могут изъязвлять кишечник, приводя к кровотечениям и воспалению. Развивается заболевание *амебная дизентерия*, которое может сопровождаться тяжелыми осложнениями. В просвете кишечника формируются цисты, которые выводятся из организма с фекалиями и при несоблюдении правил личной гигиены, при употреблении пищи, приготовленной в антисанитарных условиях и, т. п. проникают в организм человека.

Для круглых червей (нематоды) **аскарид** расселительной стадией служат яйца. Способ их проникновения в организм человека тот же, что и для дизентерийной амебы, да и обстоятельства, тому способствующие, те же. В кишечнике из яйца вылупляется личинка, которая прободает его стенку, проникает в кровеносные сосуды и вместе с кровью попадает в легкие. Здесь личинки некоторое время растут, питаясь эритроцитами. При этом у человека появляются симптомы бронхита — кашель с выделением мокроты. В этой мокроте содержатся личинки аскарид, которые при откашливании могут быть проглочены вместе с мокротой и попасть в кишечник. Здесь личинки развиваются в половозрелых червей, продуцирующих яйца.

Другой, чрезвычайно широко распространенный представитель круглых червей — **острица** — паразитирует преимущественно у детей. Эти мелкие черви (0,5—1 см длиной) живут в кишечнике и могут вызывать его воспаление — заболевание *энтеробиоз*. Самки остриц выползают из заднепроходного отверстия и откладывают яйца на коже. При этом возникает зуд, и при чесании яйца остриц оказываются на руках и под ногтями. Оттуда они могут попасть в пищу, или, при дурной привычке грызть ногти, прямо в рот. Таким путем происходит новое заражение.

Все перечисленные выше паразитарные заболевания, как и многие другие, о которых не было упомянуто, можно отнести к категории «болезни грязных рук».

Исключительно половым путем передаются от человека к человеку трихомонады — жгутиконосцы, которые паразитируют в половых путях и в мочевыводящей системе как у мужчин, так и у женщин. Развитие трихомонад приводит к заболеванию *трихомоноз*, проявляющемуся в воспалении в местах паразитирования. Трихомонады способны существовать только в организме человека, поэтому заразиться ими при купании, в бане или в бассейне невозможно. Нелепы и бытующие в популярной литературе утверждения, что трихомоноз может приводить к раку. Это паразитарное заболевание быстро излечивается средствами современной медицины.

в них разовьется вторая паразитическая личинка, которая при попадании в организм человека даст начало половозрелому червю. Последний паразитирует в кишечнике и относится к числу наиболее крупных паразитов, его длина в среднем составляет около 10 м. Заболевание сопровождается авитаминозом, поскольку черви интенсивно потребляют содержащийся в пище витамин В<sub>12</sub>. Заражение человека широким лентецом происходит при питании недостаточно термически обработанной (слабо проваренной или прожаренной), слабосоленой и вяленой рыбой.

Вместе с недостаточно термически обработанным мясом крупного рогатого скота и свинины в организм человека могут попасть личинки (так называемые *финны*) **бычьего** и **свиного цепней**. Это крупные цестоды, длина которых составляет 4—10 м. Они паразитируют в кишечнике человека и вызывают серьезные нарушения в его функционировании. Яйца вместе с фекалиями выводятся наружу и, особенно в условиях сельской местности, разносятся вместе с нечистотами и могут попасть в корм скоту. В кишечнике животных из яйца вылупляется личинка, которая проникает в кровеносную систему, разносится токами крови по всему телу и оседает в мышцах. Именно из этих личинок и вырастает взрослый червь при попадании в кишечный тракт человека.

Заражение трематодой **кошачьей двуусткой** (*Opisthorchis felinae*) происходит при употреблении недостаточно обработанной рыбы. В частности, широкому распространению заболевания в Сибири способствует употребление в пищу

строганины — мелко нарезанной замороженной рыбы. Личинки паразита в рыбе сохраняют жизнеспособность даже при длительном пряжке морозивании. У человека кошачья двуустка паразитирует в желчных протоках и протоках поджелудочной железы, вызывая опасное заболевание — *описторхоз*. Эти болезни относятся к группе заболеваний, связанных с нечистоплотностью и употреблением неправильно приготовленной или сырой пищи.

Паразитические протисты и черви могут вызывать опасные заболевания. Снизить риск заражения ими можно при соблюдении личной гигиены и употреблении правильно приготовленной пищи.

В новый  
портфель

**ЧЛЕНИСТОНОГИЕ ПАРАЗИТЫ ЧЕЛОВЕКА И ПЕРЕНОСИМЫЕ ИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯ.** Среди членистоногих много паразитов человека — это чесоточный зудень (вызывает чесотку), вши (вызывают педикулез и фтириоз), блохи, клопы и др. Помимо непосредственного вреда, который они наносят пребывая на хозяине, кровососущие насекомые и клещи переносят возбудителей опасных заболеваний человека. Вши переносят бактерий — возбудителей сыпного и возвратного тифа, блохи печально известны как распространители возбудителя чумы — бактерии чумной палочки. Помимо этого, имеется большая группа кровососущих клещей и насекомых, которые могут переносить возбудителей опасных заболеваний. Например, возбудитель малярии — **малярийный плазмодий** передается комарами рода *Anopheles*. Борьба с малярийными комарами успешно велась в нашей стране, что привело к почти полной ликвидации заболевания к 60-м гг. XX в. В настоящее время случаи заболевания малярией на территории России в основном «завозные», т. е. заражаются возбудителем люди, побывавшие в тропиках и субтропиках, где малярия широко распространена. Плазмодий, попав в организм человека, активно размножается, поражает и разрушает эритроциты, что в конечном итоге приводит к лихорадке (о ней и говорится в эпиграфе!), прогрессирующему малокровию и может окончиться летально.

Кровососущие клещи — разносчики вирусных и бактериальных инфекций. Например, *энцефалит* — тяжелое заболевание с поражением центральной нервной системы вызывают переносимые клещами вирусы. «Получить» вирус энцефалита можно не только при непосредственном укусе клеща рода *Ixodes*, но и при употреблении сырого молока коз и коров, на которых ранее питались зараженные вирусами клещи.

Кровососущие насекомые и клещи переносят возбудителей опасных заболеваний. После укуса клеща необходимо обратиться к врачу.

В новый  
портфель

??

- ▷ Какие выделяют формы симбиоза? Укажите, чем они различаются.
- ▷ Каковы пути заражения паразитами?
- ▷ Почему для предотвращения заражения паразитами важно соблюдение правил личной гигиены?
- ▷ Почему опасен укус клеща?

#### ОБРАЗ ЖИЗНИ

Если вы обнаружите на себе присосавшегося клеща, то не пытайтесь выдернуть его из кожи. При этом почти наверняка оторвется снабженный шипами хоботок клеща, что приведет к нагноению ранки. Приложите к клещу вату, смоченную растительным маслом, и клещ сам открепится от кожи (растительное масло препятствует дыханию клеща). Если в районе, где вы живете, были случаи энцефалита, то обязательно обратитесь к врачу, который введет вам противоэнцефалитную вакцину.

# 67 ВИРУСЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА

Урок-лекция

Вирусология по праву стала теперь одной из основных биологических наук

С. Лур

?

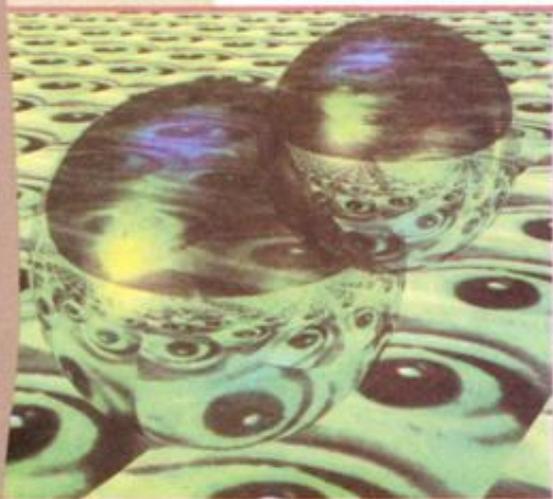
Как проявляется вирусная инфекция? Почему очень сложны и актуальны проблемы взаимодействия человека и вирусов? Почему иммунитет к гриппу не является надежной защитой от следующей эпидемии?

**Ключевые слова**

Вакцинация • Мониторинг

**Из старого портфеля**

Метаболизм, реплицирование, капсид (Естествознание, 10 кл., § 33).



Кристофер Симс.  
Компьютерная графика

Чем сходны механизмы воздействия вирусов гриппа, СПИДа и т. п. с механизмом воздействия компьютерного вируса?

**МЫСЛЬ И ОБРАЗ**

В природе широко распространены вирусные болезни людей, животных (млекопитающих, птиц, рыб, насекомых и др.), растений, простейших и даже бактерий. Они сопутствуют всему живому. Как все живое, вирусы эволюционируют, имеют свою экологическую нишу и выполняют свою биосферную роль.

Какие вирусные болезни человека наиболее опасны? Как вирусологи решают задачу борьбы с вирусными заболеваниями?

Большое число болезней человека, вызываемых вирусами (рис. 83), требует применения защиты от них (вакцинации), **мониторинга** (отслеживания распространения вирусных инфекций, контроля) распространения вирусных инфекций, изыскания новых путей профилактики и совершенствования методов лечения. Наиболее распространенные вирусные инфекции, издавна сопутствующие человеку, это: натуральная оспа, ветряная оспа, корь, герпес, грипп, краснуха, паротит (свинка), полиомиелит, гепатит вирусный, энцефалит и др.

Первоначально вирусология развивалась в рамках микробиологии, а в самостоятельную научную дисциплину она выделилась лишь в середине XX в. Почему методы работы с вирусами очень сложны?

**ПРОЯВЛЕНИЯ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ.** Все проявления вирусной инфекции (и в одноклеточном, и в многоклеточном организме) происходят только на клеточном уровне. Распространение вируса совершается путем повторения цикла: взаимодействие вируса с клеткой — выход потомства вируса во внеклеточную среду.

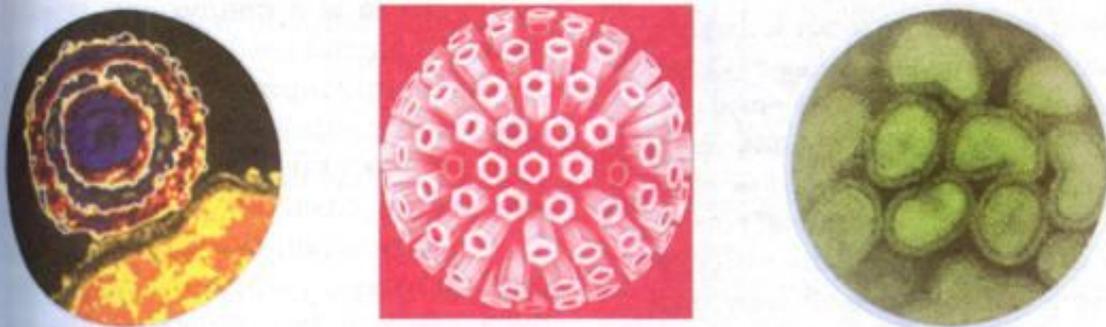


Рис. 83. Вирусы

ную среду — проникновение в клетки — и т. д. На сегодняшний день механизм взаимодействия вируса с клеткой полностью расшифрован на молекулярном уровне. Это позволило осуществлять целенаправленный поиск противовирусных препаратов.

**СТРАТЕГИИ СОЗДАНИЯ ПРОТИВОВИРУСНЫХ ПРЕПАРАТОВ.** Вспомним, каким образом начинается взаимодействие вируса и клетки: вирусные частицы адсорбируются на поверхности клетки. При этом вирусы прикрепляются только к определенному виду клеток, имеющих сходный с ними химический состав липидов клеточной мембраны. Ферменты вируса растворяют липиды клеточной мембраны.

Стратегия вирусолога заключается в противодействии:

- адсорбции вируса на поверхности клетки (препараты декстрансульфаты и аналоги нейраминовой кислоты);
- разрушению клеточных липидов (препараты амантадин и ремантадин);
- всем этапам жизни вируса в клетке (препараты амиксин и др.).

Вирус — это живой организм, избравший в качестве экологической ниши живую клетку другого организма. Его можно назвать паразитом на генетическом уровне. Обратим внимание: при взаимодействии вируса с клеткой происходят глубокие преобразования и вирусных компонентов, и структур, входящих в состав клетки-хозяина. В результате возникает новая биологическая система, которую можно рассматривать как комплекс «вирус-клетка». В нем — временно или постоянно — вирусные компоненты включены в структурно-функциональный аппарат клетки-хозяина. Эта связь может быть столь прочной, что способна

По методам работы вирусология существенно отличается от микробиологии. Прежде всего это связано с тем, что вирусы для исследования не удается культивировать на питательных средах. Как вы знаете, жизнедеятельность вирусов проявляется только в живой клетке. Вирусная частица (вирион), находясь вне клетки, инертна, статична, не воспроизводит себя (не реплицируется) и не осуществляет обменные процессы (метаболизм).

Для выращивания вирусов был найден метод использования живых клеток изолированных тканей (человека, куриных эмбрионов или животных, чувствительных к данному вирусу). Ткани культивируют в искусственных питательных растворах. Культивирование и идентификация вирусов — основные вирусологические методы, используемые и для теоретических исследований, и для практических целей диагностики.

Мы рассмотрели принципы поиска противовирусных препаратов только на клеточном уровне. Однако достижения фундаментальных и клинических исследований позволяют изучить развитие вирусной инфекции в организме на четырех уровнях: молекулярно-генетическом, клеточном, на уровне тканей, органов и их систем и на уровне целостного организма. Означают ли успехи современной вирусологии победу над вирусными инфекциями?

сохраняться и в следующих генерациях. Следовательно, конечный результат вирусной инфекции может широко варьироваться. Например:

- репликация вируса и разрушение клетки-хозяина;
- разрушение вируса, прерывающее вирусную инфекцию, утрата вируса клеткой без видимых для последствий (возможно, и под действием противовирусного ле

ния);

- встраивание вирусной нуклеиновой кислоты в геном клетки-хозяина и их совместное существование;
- со временем пути вирусной частицы и клетки могут расходиться

Каждая популяция вируса, как и популяции любых живых организмов, адаптируется к выживанию в изменяющихся условиях различными путями. Например, если даже небольшая часть вирусов выживет в условиях применения химиопрепарата, то их потомство окажется нечувствительным к этому препарату. Так, через несколько лет появилась разновидность вируса, не чувствительная к этому ранее высокоактивному противовирусному препарату.

Неустанно борется с вирусной инфекцией система общего и клеточного иммунитета. В свою очередь, вирусы не сдаются.

- Вирус гриппа А подавляет синтез защитного белка клетки — интерферона.

- Вирус герпеса научился жить в клетках иммунной системы, снижая общий иммунитет организма человека.

- Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) достиг наибольших успехов в подавлении иммунной защиты организма. Как вы уже знаете, во всех проявлениях иммунных реакций важнейшее участие принимают Т-лимфоциты. ВИЧ поражает именно Т-лимфоциты. Через несколько месяцев или лет после проникновения ВИЧ в кровь большинство Т-лимфоцитов гибнет, что нарушает взаимодействие клеток в реакциях приобретенного, а затем и врожденного иммунитета и делает человека беззащитным перед любой инфекцией. Результатом становится развитие синдрома приобретенного иммунодефицита (СПИД).

Адаптационные возможности вирусов очень велики. Одни из них реплицируются в условиях высокой температуры тела, другие утратили эту способность; некоторые успешно сосуществуют в смешанных инфекциях. Очень высокую способность к изменчивости проявляет семейство вирусов гриппа.

**ПОЧЕМУ ИММУНИТЕТ К ГРИППУ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ НАДЕЖНОЙ ЗАЩИТОЙ ОТ НОВЫХ ЭПИДЕМИЙ?** Вирус гриппа обладает уникальной способностью к изменчивости путем постепенного накопления мутаций (замены фрагментов его генома на новые структуры). На протяжении двадцатого столетия этот процесс приводил к ежегодным эпидемиям

вызываемым все новыми модификациями белковых структур вируса.

Какова стратегия вирусологов в подобной ситуации? Прежде всего необходимо отследить первые вспышки заболевания животных и человека в различных регионах, выделить вирус и исследовать молекулярную структуру, от которой зависит патогенность вируса. Затем надо

выяснить, новый ли это возбудитель, и приготовить вакцину для массовой вакцинации населения. Этот сложный процесс включает в себя: предварительные стадии приготовления непатогенного вакцинного вируса; проведение доклинических испытаний; клинические испытания; организацию производственного выпуска вакцин; контроль и распределение вакцин среди населения.

Население, перенесшее грипп определенного типа в прошлой эпидемии, не имеет иммунитета к генетически измененной структуре поверхности белков нового вируса. Поэтому противогриппозная вакцина, которая создается к определенному типу вируса, неэффективна по отношению к другому типу того же вируса.

В новый  
портфель

Проблемы взаимодействия человека и вируса очень сложны по многим аспектам. Вирусные заболевания остроинфекционны и могут вызывать массовую гибель людей (эпидемии, пандемии).

Вирус как биологический вид — это внутриклеточный паразит на молекулярно-генетическом уровне, способный эволюционировать и эффективно приспосабливаться к изменяющимся условиям (поражать иммунную систему человека и животных, адаптироваться к химиопрепаратам, расширять свой ареал и т. п.).

Разработка эффективных противовирусных средств защиты (вакцин, сывороток, химиопрепаратов) требует знания молекулярной структуры патогенного вируса, а она изменяется в ходе мутаций за период между эпидемиями (особенно быстро для вируса гриппа).

В новый  
портфель

- Рассмотрите схему (рис. 84) и попробуйте объяснить, почему расширение ареала вируса птичьего гриппа через диких водоплавающих птиц оказалось для этого вируса весьма эффективным.



Рис. 84. Распространение птичьего гриппа

## 68

# ПРОФИЛАКТИКА И МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ, ВЫЗВАННЫХ ВИРУСАМИ

## Урок-конференция

Знать хорошее важнее, чем знать много.

Ж. Русбел

?

В чем состоят принципиальные отличия вирусных инфекций?

**ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ** Осознать научно обоснованные методы профилактики и лечения вирусных заболеваний.

### ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Профилактика и лечение гриппа.
2. Профилактика и лечение герпеса.
3. Профилактика и лечение СПИДа.

### Источники информации

1. Медицинская энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1972.
2. Колесов Д. В. Основы гигиены и санитарии. — М.: Д. В. Колесов, Р. Д. Маш. — М.: Просвещение, 1989.
3. Смирнов А. Т. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни. — М.: А. Т. Смирнов. — М.: Просвещение, 2006.

«Все в мире цепью связано единой», — писал поэт Лев Кунин. Подтвердите эту мысль поэта на примере существования вирусов в биосфере.

### МЫСЛЬ И ОБРАЗ

### СООБЩЕНИЕ 1

Профилактика и лечение гриппа. Вирусы гриппа — это уникальное семейство вирусов, представля-

ющих реальную угрозу населению нашей планеты. Они отличаются большой изменчивостью и продолжают эволюционировать путем постепенного накопления мутаций.

Эти изменения ученые отслеживают прежде всего по двум белкам, определяющим патогенные свойства вируса.

Это белки гемагглютинин (обозначение «НА» или «Н») и нейраминидаза (обозначение «N»). Например, вирус может быть охарактеризован «H5N1». Это означает, что данный вирус содержит гемагглютинин типа 5 и нейраминидазу типа 1.

Грипп — это высокозаразное острое заболевание дыхательных путей. Течение болезни связано с тем, что вирус гриппа проходит несколько циклов. Первый цикл занимает 6—9 ч, а каждый последующий примерно 5 ч. Развитие вирусной инфекции в организме постепенно подавляется клеточным и общим иммунитетом.

Меры защиты: вакцинация, противовирусная химиотерапия, общепользующие средства повышения иммунитета, изоляция заболевших, кварцевание воздуха в помещении, частое проветривание, влажная уборка.

Как средства индивидуальной антивирусной защиты очень эффективны: капли в нос, мази, аэрозоли, ингаляции с эфирными маслами (шалфей, душица, мята, лаванда и др.). Описан случай: резко снизилась внутрибольничная инфекция во время эпидемии гриппа в одном из лечебных учреждений, так как был использован «медицинский дизайн» — интерьер из эфиромасличных культур.

**СООБЩЕНИЕ 2** Профилактика и лечение герпеса.

Герпес — это самая распространенная вирусная инфекция. На основании особенностей строения белков, ДНК, путей передачи вируса вирус герпеса подразделяют на несколько типов.

Формы герпетической инфекции могут быть латентными (скрытыми), острыми и хроническими, дающими рецидивы. Несмотря на наличие специфических антител, вирус герпеса не устраняется из организма. Почему? Оказывается, вирус герпеса способен реплицироваться в клетках иммунной системы. При этом клетки либо гибнут, либо снижается их функциональная активность. Обсудите меры профилактики против развития герпетической инфекции, зависящие от личной гигиены человека.

**СООБЩЕНИЕ 3** Профилактика и лечение СПИДа.

СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита) — тяжелая болезнь с летальным исходом. Основной путь заражения — половые контакты, а также гемоконтакты (переливание крови и др.).

При обсуждении проблемы обратим внимание на три аспекта:

1. По данным ООН, с каждым годом число умирающих от СПИДа стремительно растет (2002 г. — 2,7 млн, 2003 г. — 3 млн человек). В мире уже более 46 млн инфицированных, и ежегодно заражаются только половым путем еще несколько миллионов.

В России, как и во всем мире, эпидемия СПИДа вышла за пределы групп риска и распространилась на другие слои населения. Проблема СПИДа становится глобальной проблемой человечества.

2. Эффективных препаратов для лечения СПИДа еще не создано, можно лишь замедлить развитие болезни. Стоимость их производства очень высока (только годовая доза «коктейля» из четырех наиболее эффективных препаратов для одного человека стоит 10 тыс. долларов США).

3. Рассмотрите СПИД как социально-значимое заболевание (угроза распространения), как демографический фактор (смертность населения), как фактор, снижающий трудоспособность населения, а следовательно, развитие производства, и др. Какие способы защиты населения зависят от общества в целом и лично от каждого?

**ПОДВЕДЕНИЕ  
ИТОГОВ**

Вирусные инфекции многообразны и чрезвычайно опасны для человека. Современная медицина располагает средствами защиты от большинства вирусных инфекций. Большое значение для профилактики вирусных заболеваний имеет образ жизни и личная гигиена человека.

# 69 ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

## Урок-лекция

Главная польза от математики заключается в применении ее для объяснения природы

Дж. Максвелл

?

Как наследуются признаки? Каковы материальные основы наследственности? Что представляет собой сцепленное наследование? Каковы основные постулаты хромосомной теории наследственности?

Ключевые слова

Доминантный и рецессивный признаки • Гибриды • Законы Менделя • Ген • Генотип • Фенотип • Аллельные гены • Сцепленное наследование • Группы сцепления • Хромосомная теория наследственности

Из старого портфеля

Основы генетики (Биология, 9 кл.; Естественное образование, 10 кл., § 30—33, 51, 71—72).



Вера Пестель. Семья за столом

«Мысль семейная» определяет, по Толстому, «черты породы» семей Ростовых и Болконских. Толстой также выделяет представленные этими семьями разные человеческие типы, как «Ум ума» — у Болконских, «ум сердца» — у Ростовых. Какие механизмы, по мнению Л. Н. Толстого и В. Е. Пестель, лежат в основе семейного наследования?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Целый ряд заболеваний человека передается по наследству. Чтобы понять механизмы, которые лежат в основе их наследования, необходимо ознакомиться с основными закономерностями наследственности, которые были выяснены генетикой.

**НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ.** Впервые закономерности наследования признаков установил Грегор Мендель, который применил метод *гибридологического анализа*, т. е. скрещивание (гибридизацию) организмов, отличающихся друг от друга по одному или нескольким признакам. У потомков этих организмов, так называемых **гибридов**, изучало распределение выбранных для анализа признаков. Свои классические опыты по скрещиванию Мендель поставил на горохе. Он выбрал исходные формы, отличающиеся по одному признаку (например, окраска семян — зеленая и желтая). Предварительно он убедился, что избранные признаки стабильны, т. е. передаются неизменными в ряде поколений при самоопылении. При скрещивании исходных форм были получены гибриды первого поколения. Окраска их семян всегда была одинаковой — она соответствовала окраске одной из родительских особей. Именно поэтому Мендель ввел понятия **доминантного** (проявляющегося) и **рецессивного** (непроявляющегося) признака.

Скрестив гибриды между собой, Мендель обнаружил, что у одной группы гибридов второго поколения также проявляется доминантный признак, а у другой обнаруживается рецессивный признак, не проявлявшийся в первом поколении. Соотношение особей с доминантным и рецессивным признаками оказалось **3:1**. На основании результатов своих экспериментов Мендель сформулировал принципы наследования признаков, которые получили название **первого** (закон единообразия гибридов первого поколения) и **второго** (закон расщепления гибридов второго поколения в соотношении **3:1**) **законов Менделя**.

Пытаясь объяснить результаты своих экспериментов, Мендель высказал предположение, что наследуемые признаки определяются некими материальными носителями наследственности (наследственными факторами). Они присутствуют в организме попарно, но при образовании гамет в каждую из них попадает только один наследственный фактор из каждой пары. Затем, при слиянии гамет, парное число факторов восстанавливается, причем один из них будет от материнской, а другой — от отцовской особи. Наследственные факторы различаются по «силе», и этим объясняется закон единообразия гибридов первого поколения — более сильный доминантный признак не дает проявиться более слабому, рецессивному. Расщепление гибридов во втором поколении обуславливается сочетанием доминантных и рецессивных факторов в строго определенной комбинации.

**ЗАКОНЫ МЕНДЕЛЯ И СОВРЕМЕННАЯ ГЕНЕТИКА.** Легко догадаться, что наследственные факторы Менделя — это гены. Под понятием **ген** подразумевают функционально неделимую единицу генетического материала (участок молекулы ДНК), которая кодирует определенную информацию, например признак. Набор генов организма (**генотип**) и определяет всю совокупность признаков (**фенотип**) организма. На самом деле за каждый признак в диплоидном организме ответственна пара генов — **аллельные гены**, или **аллели**. Они расположены в одних и тех же участках гомологичных хромосом и находятся во взаимодействии. Вспомним, что диплоидный набор хромосом формируется в зиготе в результате слияния гаплоидных мужской и женской гамет. Таким образом, из двух гомологичных хромосом диплоидного организма одна происходит от отца, а другая — от матери. Обе аллели одного гена могут обеспечивать одинаковое проявление признака. В таком случае организм будет *гомозиготным* по данным аллелям. Если же одна аллель (доминантная) подавляет проявление другой (рецессивной), то такой организм по этим аллелям будет *гетерозиготным*. Доминантную аллель обозначают прописными буквами латинского алфавита (*A, B, C* и т. д.), а рецессивную — строчными (*a, b, c* и т. д.). Гомозиготный по аллелям данного гена организм может иметь соотношение аллелей либо *AA*, либо *aa*. В первом случае проявление признака будет доминантным, а во втором — рецессивным. Гетерозиготный же организм имеет аллели *Aa* и соответственно доминантное проявление признака. Мендель в своих опытах в качестве родительских особей использовал гомозиготные по доминантным (желтые семена — *AA*) и рецессивным

(зеленые семена —  $aa$ ) аллелям растения (это доказывается тем, что признаки стабильно передавались в ряду поколений при самооплодотворении). Воспользовавшись буквенной символикой, воспроизведем эти эксперименты:

$P$ (родители)	$AA \times aa$
Гаметы	$A ; a$
$F_1$ (первое поколение)	$Aa \times Aa$
Гаметы	$A ; a ; A ; a$
$F_2$ (второе поколение)	$AA ; Aa ; Aa ; aa$

Гибриды первого поколения будут иметь только желтые семена (доминантный признак  $A$ ), а во втором поколении этот признак проявится в соотношении 3:1, что и постулируют законы Менделя.

Мендель в своих экспериментах имел дело со случаями полного доминирования — полное подавление доминантной аллелью проявления рецессивной. Однако известно немало случаев, когда доминирование оказывается неполным, т. е. рецессивная аллель в определенной степени проявляется и в гетерозиготном организме. И наконец, при так называемом кодоминировании признаки, определяемые обеими аллелями, у гетерозиготного организма проявляются в равной степени (например, IV группа крови у человека).

Наследование признаков происходит закономерно — в первом поколении гибридов все особи несут доминантный признак, во втором соотношение особей с доминантным и рецессивным признаками составляет 3:1. В основе сформулированных законов Менделя лежат механизмы распределения генов, кодирующих признаки, в череде поколений. Каждый ген диплоидного организма представлен двумя аллелями, лежащими в гомологичных хромосомах одной пары.

В новый  
портфель

**ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ.** В своих экспериментах Мендель не ограничился анализом характера наследования одного признака, он также выявил и закономерности наследования в случае, когда родительские особи отличались уже по двум признакам — цвету и форме семян. Итогом этих экспериментов стало доказательство независимого наследования двух разных признаков — **третий закон Менделя**.

Базируется этот закон на особенностях протекания мейоза в ходе образования гамет. Вспомним (см. Естествознание, 10 кл., § 71), что в анафазе I негомологичные хромосомы расходятся независимо, что обеспечивает равную вероятность формирования гамет с разным сочетанием аллелей. Так, если у особи с генотипом  $AaBb$  оба изучаемых гена располагаются в негомологичных хромосомах, то гаметы с сочетанием аллелей  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$  и  $ab$  образуются равновероятно. Если же оба этих гена находятся в гомологичных хромосомах, то в гамете может быть только такое сочетание аллелей, которое характерно для родительских особей. Например, если в одной гомологичной хромосоме данной пары лежат аллели  $AB$ , а в другой —  $ab$ , то и образующиеся гаметы могут нести только два сочетания аллелей —  $AB$  или  $ab$ .

Таким образом, если гены находятся в одной и той же паре гомологичных хромосом, то наследование определяемых ими признаков будет происходить совместно, сцепленно. Такие случаи называют **сцепленным наследованием**. Этот феномен широко распространен и, как будет показано в следующем параграфе, важен для понимания механизма наследования некоторых болезней человека. Изучением сцепленного наследования в начале XX в. интенсивно занимались Томас Морган с сотрудниками, что привело их к формулированию **хромосомной теории наследственности**. Ее основные принципы можно представить следующим образом:

- гены располагаются в хромосомах, причем разные хромосомы содержат неодинаковое количество генов, но набор генов строго специфичен для каждой хромосомы;
- гены расположены вдоль хромосомы линейно, один за другим, при этом каждый ген находится в своем, четко определенном месте (*локусе*);
- гены, расположенные в одной хромосоме, могут передаваться потомкам совместно (сцепленно), и образуют одну *группу сцепления* (число таких групп равно гаплоидному числу хромосом).

Следует отметить, что нередко наблюдается нарушение сцепления генов. Это становится возможным благодаря кроссинговеру, который может иметь место в профазе I мейоза. Гомологичные хромосомы в это время тесно смыкаются, перекрещиваются (кроссинговер) и могут при этом обмениваться участками. Так, в рассмотренном выше примере два гена находились в одной хромосоме и могли распределяться между гаметам только в сочетании  $AB$  или  $ab$ . Однако вследствие кроссинговера среди обычных гамет могут появиться и новые —  $Ab$  и  $aB$ . Таким образом возникают новые комбинации генов, что имеет важное значение для эволюции, поскольку этот процесс лежит в основе комбинативной формы наследственной изменчивости.

Независимое наследование признаков имеет место, если кодирующие их гены лежат в разных хромосомах. Если эти гены располагаются в одной хромосоме, то они наследуются сцепленно. Нарушение групп сцепления возможно в результате кроссинговера.

В новый  
портфель

??

- ▷ Каковы закономерности наследования признаков в первом и втором поколениях гибридов, если родительские особи отличаются по одному признаку?
- ▷ Каковы материальные носители наследственных свойств?
- ▷ С чем связана возможность разных (доминантное и рецессивное) проявлений признака?
- ▷ Какие механизмы определяют сцепленное наследование?
- ▷ Почему возможны перекомбинации групп сцепления?

# 70 ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА

## Урок-лекция

Биология — наука о невероятно

А. Сент-Дьер

?

Что изучает генетика человека? Что такое кариотип и как наследуются признаки, сцепленные с полом? Каковы основные методы генетики человека? Что нового дало завершение программы «Геном человека»?

**Ключевые слова**

Кариотип человека • Наследование, сцепленное с полом • Генеалогический, близнецовый, цитогенетический и биохимический методы Геном человека • Генная терапия

**Из старого портфеля**

Основы генетики (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 30—33, 51, 71—72)

Рис.



Эдгар Дега. Семья Беллели

Идея передачи наследственных признаков занимала умы писателей и художников XIX в. С какими научными открытиями это может быть связано?

### МЫСЛЬ И ОБРАЗ

признаков хромосомного набора носит название **кариотип**, который можно рассматривать как «паспорт» вида. Анализ кариотипа позволяет установить видовую принадлежность организма (если его кариоти

ранн  
Генетика человека изучает наследственность и изменчивость человека. В ней выделяют медицинскую генетику, в задачи которой входит исследование развития наследственных болезней, возможности лечения и профилактики.

**КАРИОТИП ЧЕЛОВЕКА.** Как и у всех эукариот, ядерная ДНК человека распределена между разными хромосомами. Оформленное состояние хромосомы приобретает только перед делением в профазе митоза или мейоза, причем каждая хромосома это время представлена двумя копиями сод<sup>к</sup>  
**хроматидами.** В метафазе их структура становится хорошо различимой. Каждая метафазная хромосома состоит из двух хроматид, соединенных в области центромер к которой прикрепляются нити веретена деления. Центромера делит хромосому поперек на две половины — плечи, которые могут быть короткими и длинными.

Число, размер и форма хромосом специфичны для каждого вида. При этом гомологичные хромосомы каждой пары совершенно идентичны. Совокупность всех



Рис. 85. Хромосомный набор человека

ранее уже изучался), выявить изменение в числе и строении хромосом, которые могут приводить к наследственным болезням.

У человека число хромосом в диплоидном наборе всех соматических клеток равно 46. При этом четко выделяются 22 пары гомологичных хромосом, которые одинаковы и у мужчин, и у женщин. Их называют *аутосомами*. Хромосомы, по которым отличаются кариотипы мужчин и женщин, называют *половыми*. У женщин во всех соматических клетках имеются две одинаковые (гомологичные) крупные, неравноплечие хромосомы, которые обозначают как X-хромосомы (рис. 85). Кариотип женщин записывают как 44XX. У мужчин имеется одна X-хромосома и одна маленькая палочковидная хромосома — Y-хромосома (см. рис. 85). Кариотип мужчин, таким образом, следует записать как 44XY.

Решающую роль в определении пола играет Y-хромосома. В ней содержатся гены, которые определяют развитие организма мужского пола, и передается она только от отца к сыну. В X-хромосоме, помимо генов, определяющих пол, присутствуют и другие гены, например ген, обуславливающий свертываемость крови, гены, определяющие нечувствительность к красному и зеленому цвету (дальтонизм), форму зубов и др. Эти и другие признаки, которые «записаны» в генах, лежащих в половых хромосомах, наследуются по особым закономерностям, обозначаемым как **наследование, сцепленное с полом**. Его специфика связана с неравнозначным распределением половых хромосом в женском и мужском организме.

Хромосомный набор человека составляют 22 пары аутосом и пара половых хромосом — XX (женский пол) и XY (мужской пол). В половых хромосомах сосредоточены гены, определяющие пол, но также имеются гены, обуславливающие развитие других признаков. Их наследование происходит неодинаково у мужчин и женщин и обозначается как сцепленное с полом наследование.

В **новый**  
портфель

**МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕКА.** Один из традиционных методов генетики человека — это **генеалогический метод**. Он основан на изучении родословных, в которых отмечается распределение наследуемых признаков в разных поколениях людей, связанных кровным родством. При этом можно установить, какой признак наследуется (доминантный или рецессивный), его сцепление с полом, а также рассчитать вероятность проявления этого признака в ряду поколений.

**Близнецовый метод** предполагает изучение проявления признаков у *разнояйцевых (неидентичных)* и *однойяйцевых (идентичных)* близнецов. Первые рождаются в результате оплодотворения двух яйцеклеток двумя разными сперматозоидами и ничем не отличаются от братьев и сестер, родившихся от разных беременностей. *Однойяйцевые* близнецы развиваются из одной яйцеклетки, которая после оплодотворения одним сперматозоидом дает начало двум эмбрионам. Иногда идентичные близнецы не разделяются полностью, а рождаются соединенными друг с другом — это так называемые *сиамские близнецы*. *Однойяйцевые* близнецы обладают одинаковым генотипом, поэтому они так похожи друг на друга. Различия между ними во многом определяются различиями в образе жизни, т. е. средой. Поэтому изучение *однойяйцевых* близнецов позволяет установить роль наследственности (генотипа) и среды в характере проявления того или иного признака.

**Цитогенетические методы** основаны на изучении кариотипов и используются для диагностики ряда наследственных заболеваний, раннего определения пола и др. Широко применяются **биохимические методы**, которые позволяют выявить генетически обусловленные изменения в обмене веществ. Последние успехи в изучении генетики человека связаны с внедрением в нее **молекулярно-биологических методов**.

Выяснилось, что с одного гена может синтезироваться несколько различных белков. Это достигается благодаря особому строению генов всех эукариот, в том числе и человека. Они складываются из отдельных блоков, одни из которых — *экзоны* — несут информацию о составе кодируемой данным геном белковой молекулы, другие же — *интроны* — таковой не несут и отделяют экзоны друг от друга. При транскрипции гена экзоны и интроны считываются вместе как одна большая молекула мРНК. Затем при помощи специальных ферментов интроны вырезаются, а экзоны сшиваются «торец в торец». Такая мРНК, состоящая только из экзонов, и поступает на рибосому. Иногда вместе с интронами вырезается один или несколько экзонов. Тогда состав мРНК будет другой, а соответственно с нее на рибосоме будет синтезирована цепочка аминокислот, отличная от той, которая кодируется полным составом экзонов данного гена.

**ГЕНОМ ЧЕЛОВЕКА.** В 2001 г. было объявлено о завершении международной программы «Геном человека». Это означает, что была определена последовательность нуклеотидов во всей заключенной в хромосомах человеческой ДНК. Самое поразительное открытие состоит в том, что в геноме человека не так уж и много генов — около 30 тысяч. Белков же у человека в пять раз больше — около 150 тысяч. Чем объясняется подобное несоответствие? Дело в том, что белок — это не только цепочка аминокислот, образующаяся при трансляции. Белки часто включают и другие компоненты, которые встраиваются в исходную цепочку аминокислот уже после ее биосинтеза на рибосоме. В результа-

Ген  
от.  
тел  
лен  
кор

такой посттрансляционной модификации исходный белковый продукт может измениться до неузнаваемости.

В геноме человека гены составляют около 5%, а если считать только экзоны (а именно они кодируют в конечном итоге белки!), то и того меньше, примерно 1%. Таким образом, 99% ДНК генома не имеют никакого выражения в белке.

С познанием закономерностей функционирования генома связано развитие **генной терапии**. Это новое направление медицины, которое подразумевает коррекцию генетических дефектов методами генной инженерии. Зная последовательность нуклеотидов в нормально функционирующем гене, можно установить, с какими нарушениями связано развитие того или иного наследственного заболевания. Затем методами генной инженерии создается «терапевтический» ген, который кодирует белок, корректирующий генетический дефект. Этот ген доставляется к клеткам определенной ткани пациента с наследственным заболеванием, где с него считывается информация в виде мРНК и вырабатывается необходимый организму больного белок.

Гены, кодирующие белки, составляют малую часть генома человека и других эукариот. Большая часть генома представлена многократно повторяющимися последовательностями ДНК, функциональная нагрузка которых пока еще полностью не определена. Генная терапия, в основе которой лежат методы генной инженерии, позволяет корректировать работу дефектных генов.

В новый  
портфель

??

- ▷ Какие хромосомы и в каком числе входят в состав кариотипа человека?
- ▷ Как определяется пол у человека?
- ▷ Почему особое внимание в генетике человека уделяется изучению однояйцевых близнецов?
- ▷ Почему генов, кодирующих белки, в геноме человека меньше, чем производимых в его организме белков?
- ▷ Что представляет собой генная терапия?

# 71 НАСЛЕДСТВЕННЫЕ БОЛЕЗНИ

## Урок-семинар

Все счастливые семьи похожи друг на друга, каждая несчастливая семья несчастлива по-своему.

Л. Н. Толстой

?

Какие болезни называют наследственными? В чем специфика наследственных болезней? Какие группы наследственных болезней выделяют? Какие причины ведут к их развитию? Существуют ли способы предупреждения и лечения наследственных болезней?

### ЦЕЛЬ СЕМИНАРА

Выяснить, с чем связано развитие наследственных заболеваний, какие типы наследственных болезней человека существуют и каковы способы их лечения.

### ПЛАН СЕМИНАРА

1. Генные болезни и специфика их наследования.
2. Хромосомные болезни и причины их возникновения.
3. Лечение наследственных болезней.

### Необходимые источники информации

1. Биология. Общая биология. Учебник для 10—11 кл. В 2 ч. / под. ред. В. К. Шумного, Г. М. Дымшица. — М.: Просвещение, 2006.
2. Грин Н. Биология. В 3 т. Т. 3 / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор.; пер. англ. М. Г. Дуниной; под ред. Р. Сопера. — М.: Мир, 1990.
3. Мамонтов С. Г. Биология для поступающих в вузы / С. Т. Мамонтов. — М.: Высшая школа, 1991.

В романе Гончарова «Обломов» главный герой Илья Ильич болен «наследственной болезнью». Ее «родовые черты», по мнению Н. А. Добролюбова, можно найти у Онегина и Печорина. Эту болезнь Добролюбов называл «обломовщиной».

Как вы думаете, какие «наследственные болезни» характерны для современного общества?

### МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Болезней, которые связаны с повреждением генетического материала, к настоящему времени известно около двух тысяч. По данным ВОЗ 5—8% новорожденных страдают наследственной патологией. Причины возникновения всех наследственных заболеваний кроются в неблагоприятных мутациях. Различают заболевания генные и хромосомные.

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 1**

Выясните причины возникновения различных генных болезней и факторы, которые могут спровоцировать возникновение генных мутаций (ионизирующее и ультрафиолетовое излучение, высокие и низкие температуры, некоторые химические соединения).

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 2**

Обсудите специфику наследования генных болезней, связанных с мутациями в рецессивных и доминантных аллелях, с положением измененного (мутировавшего) гена в аутосомах и половых хромосомах (сцепление с полом).

Используя справочники, найдите самые распространенные генные болезни и разберитесь в характере их наследования. Обратите внимание, что при мутации доминантной аллели аутосомного гена признак проявляется в каждом поколении, независимо от пола. При мутации же в рецессивной аллели признак может быть не выражен у родителей, но проявляется у потомков.

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 3**

Охарактеризуйте причины, которые приводят к развитию хромосомных болезней. Приведите примеры наиболее распространенных хромосомных заболеваний человека.

**Дополнительные  
источники  
информации**

1. Тимолянова Е. К. Медицинская генетика для медсестер и фельдшеров / Е. К. Тимолянова. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2003.

2. Бочков Н. П. Медицинская генетика / Н. П. Бочков, А. Ю. Асанов, Н. А. Жученко. — М.: Мастерство, 2002.

3. Биологический энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1986.

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 4**

Обсудите, почему наследственные заболевания трудно поддаются лечению и какие способы их лечения могут быть предложены сейчас и в будущем.

**Дополнительные  
источники  
информации**

Глик Б. Молекулярная биотехнология / Б. Глик, Дж. Пастернак. — М.: Мир, 2002.

**ПОДВЕДЕНИЕ  
ИТОГОВ**

Ряд тяжелых болезней человека связан с повреждением генов или хромосом. Эти заболевания могут передаваться в черед поколений, причем при рецессивном наследовании могут быть не выражены у родителей, но проявиться у детей. Лечение наследственных болезней заключается в основном в коррекции работы пораженных органов. Дальнейший успех в борьбе с наследственными болезнями связан с развитием генной терапии.

# 72 МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ СЕМЬИ

## Урок-конференция

Из худого семени не получить  
доброе племя.

*Русская народная поговорка*

?

Каковы задачи медико-генетического консультирования? Как можно снизить риск рождения ребенка с наследственным заболеванием?

**ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ** Выяснить, в чем заключается медико-генетическое консультирование и каким образом можно снизить риск появления в семье ребенка-инвалида и планировать рождение здоровых детей.

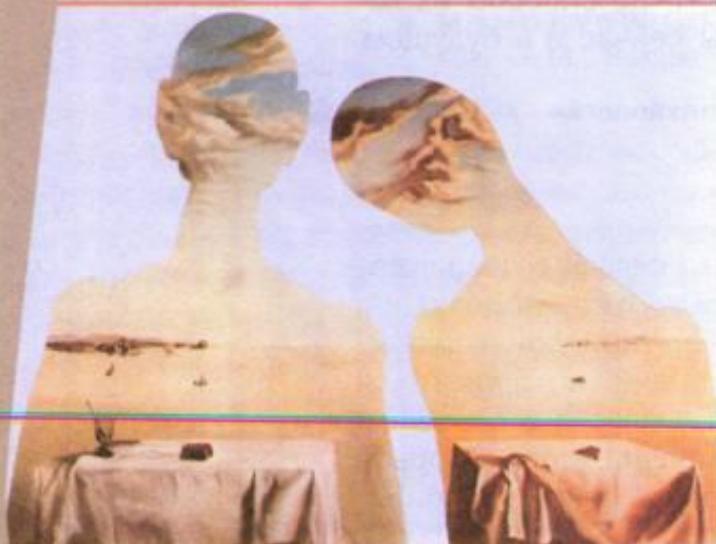
### ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Медико-генетическое консультирование — один из основных видов профилактики наследственных болезней.
2. Основные этапы медико-генетического консультирования.
3. Планирование семьи — комплекс мероприятий, направленных на предупреждение зачатия больного ребенка.

Медико-генетическое консультирование — это специализированный вид медицинской помощи, направленный на профилактику наследственной патологии. Его целью служит опре-

деление вероятности рождения ребенка наследственным заболеванием и помощь семье в принятии решения относительно деторождения. В медико-генетическую консультацию обращаются беременные женщины, опасющиеся рождения больного ребенка, и родители, у которых такой ребенок родился. В последнем случае важно не только уточнить диагноз заболевания, но и сделать прогноз здоровья будущих детей. Консультирование особенно рекомендуется супругам, состоящим в кровном родстве (двоюродные братья и сестры) и в ряде других случаев.

При медико-генетическом консультировании используют генетические методы (см. § 70). Анализируется кариотип супругов для выявления нарушений в числе и строении



Сальвадор Дали. Пара с облаками в головах

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

хромосом, составляются родословные, чтобы определить характер наследования (рецессивное, доминантное) генного заболевания и расчета вероятности его проявления в потомстве. Разработаны методы дородовой диагностики (ультразвуковое зондирование — УЗИ плода, анализ его кариотипа, структуры отдельных генов — ДНК-диагностика и др.).

Планирование семьи (деторождения) как раз и направлено на предупреждение зачатия больного ребенка и предполагает оценку генетического риска рождения детей с наследственными болезнями. Помимо описанных методов медико-генетического консультирования, молодым супругам предлагается пройти обследование на наличие хронических половых инфекций и гормональных изменений, которые могут нарушить процесс созревания половых клеток и развитие плода. Рекомендуются соответствующие методы лечения.

Важно помнить, что законодательством РФ категорически запрещена насильственная стерилизация и любое другое вмешательство, нарушающее права человека. Решение о рождении ребенка, при любом диагнозе врача-генетика, семья принимает самостоятельно.

**СООБЩЕНИЕ 1** Факторы, определяющие риск рождения больных детей.

**СООБЩЕНИЕ 2** Генетическая опасность близкородственных браков.

**СООБЩЕНИЕ 3** Методы дородовой диагностики.

**СООБЩЕНИЕ 4** Мероприятия, направленные на снижение вероятности рождения детей с наследственной патологией.

#### Источники информации

1. Тимолянова Е. К. Медицинская генетика для медсестер и фельдшеров / Е. К. Тимолянова. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2003.
2. Бочков Н. П. Медицинская генетика / Н. П. Бочков, А. Ю. Асанов, Н. А. Жученко. — М.: Мастерство, 2002.
3. Наследственные синдромы и медико-генетическое консультирование / С. И. Козлова [и др.]. — М.: Практика, 1996.
4. Харпер П. Практическое медико-генетическое консультирование / П. Харпер. — М.: Медицина, 1984.

#### ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Медико-генетическое консультирование позволяет снизить риск рождения ребенка, страдающего наследственным заболеванием. Консультацию у врача-генетика рекомендуется пройти всем супругам, планирующим рождение ребенка, а особенно входящим в группу риска по части наследственных заболеваний (близкородственные браки, супруги в возрасте, имеющие родственников с наследственной патологией или подвергавшиеся воздействию мутагенных факторов).

# 5

Глава

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

ОБРАЗ И МЫСЛЬ



Эдуард Хикс (1780—1849)

Царство мира (1830—1840-е гг.). Музей искусства, Филадельфия

- Рассмотрите иллюстрацию и опишите сюжет. Какие ощущения, впечатления, ассоциации возникают при знакомстве с картиной у вас?
- Любое произведение искусства есть своеобразное послание, которое автор оставляет в наследство будущим поколениям. Попробуйте сформулировать то, к чему призывает нас художник или против чего предостерегает (обратите внимание на дату создания). Найдите в самом произведении то, что позволяет вам аргументировать свое мнение. Может быть, вы вспомните и другие произведения, близкие по духу?
- Предположите, что, по вашему мнению, могло побудить мастера написать подобное полотно. Как вы думаете, актуально ли это произведение для современного зрителя, или он видит в нем лишь «наивную картинку»? Обменяйтесь с одноклассниками предположениями по поводу того, почему авторы поместили именно эту иллюстрацию перед последней главой учебника. Придумайте эпиграф к главе, соотнесите его со зрительным образом.

#### ПРЕАМБУЛА:

Человек в биосфере выступает как биологический вид (т. е. компонент биосферы, непреложно подчиняющийся законам ее существования) и как человечество в целом.

Как биологический вид человек вышел за пределы своей экологической ниши и нарушает природное материально-энергетическое равновесие в среде своего обитания. Как человечество в целом, он стал по масштабам своей деятельности геологической силой, преобразующей биосферу в глобальном масштабе.

Естественные науки, познавшие законы природы, привели к стремительному научно-техническому прогрессу. Техногенная цивилизация, ориентированная на утилитарно-прагматические цели потребления ресурсов планеты, привела к появлению глобальных проблем, не совместимых с поддержанием целостности биосферы и сохранением жизни на Земле.

Как уникальный компонент биосферы, осознающий себя и окружающий мир, человек должен взять на себя ответственность за использование естественно-научных знаний в гуманистически ориентированных целях и организовать научно обоснованное природопользование как условие устойчивого совместного развития (эволюции) Природы и Человека.

# 73 ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

## Урок-лекция

Только тогда можно понять  
сущность вещей, когда знаешь  
их происхождение и развитие.

Аристотель

?

Какие проблемы называют глобальными? Каковы особенности глобальных проблем современного мира? Какие условия требуются для решения глобальных проблем современности?

**Ключевые слова** Глобальные проблемы

**Из старого портфеля** Биосфера (Естествознание, 10 кл., § 36).



Марк Эрнст. Европа после дождя

Попробуйте объяснить, почему писатель-фантаст Жюль Верн, живший еще до техногенных экологических катастроф, писал: «Наука должна служить только добру».

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Глобальные проблемы современного мира — это проблемы, порожденные деятельностью человека на Земле, требующие своего незамедлительного решения, поскольку они угрожают ВЫЖИВАНИЮ человечества, разрушая среду его обитания.

В **новый портфель**

**КАКИЕ ПРОБЛЕМЫ НАЗЫВАЮТ ГЛОБАЛЬНЫМИ?** Термин «глобальный» используют для характеристики **общепланетарных процессов и тенденций**. Глобальный характер носят, например, изменения климата, дрейф континентов, масштабные землетрясения и извержения вулканов, атмосферный перенос, нарушения в структуре океанических течений и т. д. Все они в значительной степени воздействуют на биосферу, а значит, имеют и прямое влияние на человека.

Однако к концу XX в. человечество в своем развитии достигло того этапа, когда его деятельность тоже стала оказывать влияние на общепланетарные процессы, т. е. стала проявляться на глобальном уровне. Это привело к появлению целого ряда новых глобальных проблем, со многими из которых связана сама возможность дальнейшего существования человечества. Именно эти антропогенные

глобальные проблемы мы и будем обсуждать. О них обязан знать, компетентно судить и понимать возможные пути решения каждый.

**ОСОБЕННОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОГО МИРА.** Как результат деятельности человека глобальные проблемы сложны и разнообразны, как и сам человек. Вместе с тем они имеют много общего:

- Все физико-химические и биологические процессы в биосфере неразрывно связаны друг с другом, а потому и глобальные проблемы взаимообусловлены и неразрывно связаны между собой.

- Их воздействие, как и последствия, отражается на всех сторонах жизни человека (хозяйственной, социальной, экономической, политической и др.).

- Все глобальные проблемы фокусируются в экологической проблеме.

- Глобальные проблемы возникли тогда, когда антропогенное воздействие сравнялось по своему масштабу с геологическими силами. Подчеркивая это, В. И. Вернадский говорил о «человечестве, взятом в целом». Осознать этот общий результат и найти пути решения глобальных проблем также возможно только силами всего человеческого сообщества. Усилий одной страны, одной нации или же группы стран и наций для этого недостаточно, требуется глобальный уровень единых общепланетарных решений.

- В основу проектов для решения глобальных проблем должны быть положены принципы согласования деятельности человека с законами природы.

Обратим внимание: все глобальные последствия деятельности человека, как и все стороны его жизни, проявляются в его взаимодействии с природной средой. Человек может существовать только в природной среде, он лишь один из компонентов единой системы «человек — природа». А это означает, что все виды деятельности человека непременно связаны с той или иной формой природопользования. Это объясняет нам, почему нерациональное природопользование неизбежно приводит к разрушительным последствиям, пагубным для

среды обитания человека. Именно поэтому все глобальные проблемы современного мира фокусируются в экологической проблеме. Например, политические, национальные и социальные проекты, если они вызывают усиление производства военной техники, увеличивают нагрузку на потребление и переработку природных ресурсов (а производственная деятельность в настоящее время ведется нерационально); демографические проблемы (увеличение численности населения в глобальном масштабе) вызывают обострение проблемы пищевых ресурсов планеты и т. п. В массовом сознании людей наиболее очевидна именно экологическая проблема и значительно менее понятны ее корни — политические, социальные и др. как проблемы природопользования в современном масштабе.

Глобальные проблемы имеют общие черты, все они требуют комплексного решения и могут быть решены только усилиями всего человеческого сообщества, единого в своих действиях.

В новый  
портфель

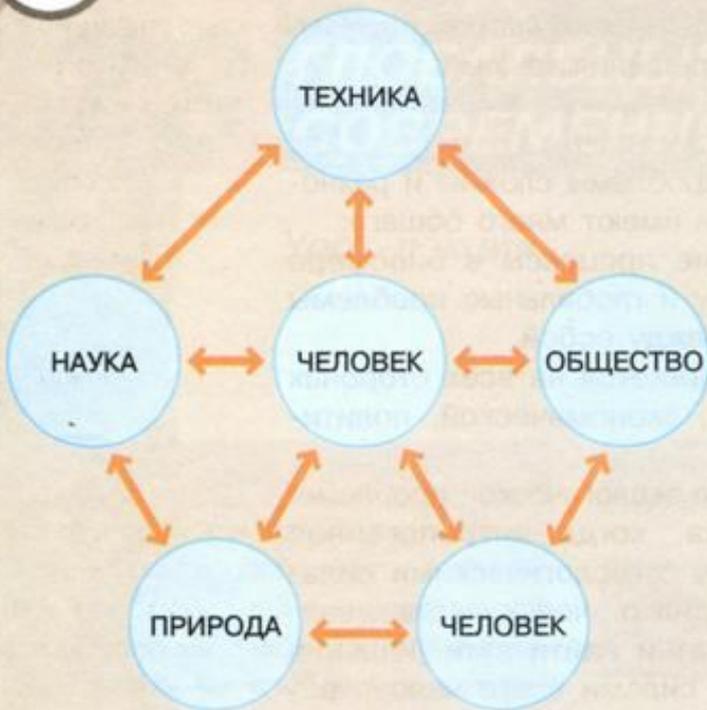


Рис. 86. Схема взаимосвязи человека и природы

Мы еще раз убеждаемся в неразрывной связи человека с природой. Имеет ли право человек не понимать своей ответственности за характер природопользования? Рассмотрим это на примере взаимодействий в единой цепи (рис. 86).

Подумаем о том, как человек использует то, что получил от природы, и проследим его деятельность в основных звеньях этой цепи.

I. Человек получает от природы:

- систему жизнеобеспечения: все то, что требуется для его духовного и физического здоровья;
  - знания о законах природы и ее устройстве;
  - ресурсы для природопользования, для обеспечения жизни общества (они могли бы обеспечить разумную, справедливую и счастливую жизнь в обществе).
- II. Познав законы природы, человек не согласовывал с ними свою деятельность.

III. Человек направил свой разум и научные достижения на создание техногенной цивилизации — «второй природы», мира артефактов.

IV. Человек в условиях техногенного мира оказался отчужденным от природы — духовно обедненным в биологически неадекватной для него окружающей среде. Создалась угроза его выживанию на планете.

V. Человек начинает осознавать необходимость духовного возрождения, возврата к первоначальным ценностям (мечта древних о гармонии с природой).

VI. Человек начинает осознавать необходимость принципиального изменения системы природопользования. Как это воплотить в главное дело человеческого сообщества?

#### *УСЛОВИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОСТИ*

- Единство доброй воли всех жителей планеты в проблеме выживания. Установление мира на Земле, прекращение войн. В случае ядерной войны остальные глобальные проблемы решать будет некому.
- Прекращение разрушительного действия современного производства на биосферу (потребление ресурсов, загрязнение среды, уничтожение природных экосистем и биоразнообразия и др.).
- Разработка глобальных моделей восстановления природы и научно обоснованного природопользования. Конкретные пути для достижения этих целей уже широко обсуждаются учеными.

Какими бы совершенными ни были научные разработки ученых, в их осуществлении принимает участие каждый житель планеты в соответствии со свободой своего выбора.

**В новый  
портфель**

Возможны бесспорные и альтернативные решения. Например, бесспорно, что ограничить истощение минеральных ресурсов можно заменой их синтетическими материалами. В то же время энергетическое обеспечение не может быть решено столь категорично в связи со многими естественными ограничениями (использовать ли атомную энергию, энергию воды, воздуха, солнца, синтетическую нефть, новые месторождения каменного угля, производить ли синтетическую нефть, горючие газы и др.).

??

► Проследите по схеме взаимосвязи различных глобальных проблем. На примерах выделите начальное звено в этой цепи (решение человека) и завершающее (экологическое).

- Разработка безопасных средств для уничтожения ядерного оружия на планете.
- Разработка способов биологической защиты растений (одно насекомое поедает личинку другого, вредящего растениям).
- Развитие компьютерных технологий, обеспечивающих высокую эффективность труда.
- Обеспечение экономического процветания путем снижения производственных затрат за счет повышения эффективности производства, новых экологически безвредных технологий.
- Расходование бюджета страны на экологические проблемы, на образование и культуру.
- Приостановка работы завода для строительства высокоэффективных очистных сооружений, что приведет к уменьшению прибыли.
- Разработка новых видов оружия массового уничтожения.
- Создание ядохимикатов для использования в сельском хозяйстве.
- Разработка программ — носителей вирусов, нарушающих деятельность компьютерной сети.
- Обеспечение экологического процветания путем захвата чужих территорий, войн, эксплуатации чужих ресурсов и труда.
- Выделение средств национального дохода на поддержание военных союзов различных государств.
- Строительство еще одного цеха, работающего по тому же способу, и увеличение прибыли от сбыта продукции завода.

# 74 ЧЕЛОВЕК КАК КОМПОНЕНТ БИОСФЕРЫ

Урок-лекция

Жизнь не делится на разум без остатка.

И. В. Гете

?

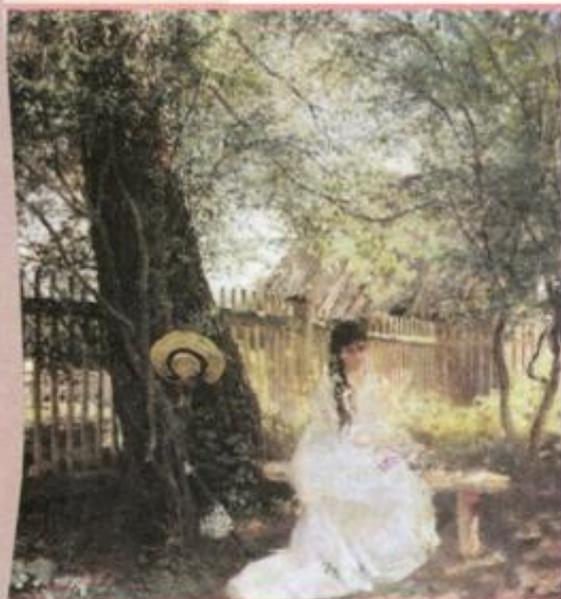
Каким образом биологический вид *Homo sapiens* нарушал природное равновесие в экосистемах? Какие факторы деятельности человека привели к глобальным нарушениям природных процессов в биосфере?

Ключевые слова

Биосферная функция • Социальные факторы эволюции

Из старого портфеля

Биосфера (Естествознание, 10 кл., § 36).



Человек – хоть будь он трижды гением —  
Остается мыслящим растением,  
С ним в родстве деревья и трава.  
Не стыдитесь этого родства.  
Вам даны до вашего рождения  
Сила, стойкость, жизненность растения.  
С. Я. Маршак. Лирическая эпиграмма

Раскройте двойственный смысл человека как мыслящего растения. Как картина К. Маковского «В саду» раскрывает эволюцию взаимоотношений человека и природы?

Константин Маковский. В саду

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

**КАКИМ ОБРАЗОМ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВИД *HOMO SAPIENS*, К КОТОРОМУ ПРИНАДЛЕЖИМ И МЫ С ВАМИ, НАРУШАЛ РАВНОВЕСИЕ В ЭКОСИСТЕМАХ?** Как вы знаете, популяции разных биологических видов объединяются в природные системы более высокого ранга — сообщества (экосистемы). В них они совместно сосуществуют, взаимодействуют друг с другом и с минеральным компонентом среды, обмениваются веществом, энергией, информацией. При этом каждый биологический вид имеет какую-либо «экологическую специализацию». Так, автотрофы производят органическое вещество (продуценты), гетеротрофы его потребляют (консументы) и т. д. При этом, несмотря на непрерывные

изменения, динамику процессов в жизни экосистемы, в ней поддерживается *единство* трофических структур, видового разнообразия и круговорота веществ внутри системы. Энергетические потоки в экосистемах сбалансированы и строго подчиняются закономерностям расходования и воспроизводства. Вспомним экологическое правило: изменение энергии экосистемы в среднем на 1% выводит систему из состояния равновесия. Прямым следствием этого является закономерное изменение численности особей разных уровней экосистемы и получение энергии на высшем трофическом уровне.

«Экологическая специализация» *Homo sapiens* — гетеротроф. Первоначально эта его функция в экосистеме осуществлялась путем собирательства — поедание плодов, семян, корней, различной растительности, мелких животных, птичьих яиц и т. п. Это была трудная жизнь, как и у большинства природных добытчиков пищи. Человек редко был сыт, слабо развивался. Численность его была невелика, как и его ареал. *Homo sapiens* бесконфликтно вписывался в природную среду и не выходил за рамки естественных систем регуляции в биосфере.

Существенное изменение в экологической нише (способе пропитания) человека произошло около 40 тыс. лет назад, когда он изобрел коллективную охоту на крупных животных загонным способом. Загоны, разнообразные ловушки, сети, природные и сооружаемые ямы, туннели и т. п. сегодня поражают ученых-археологов сложностью и грандиозностью. Ученые отмечают, что всего за несколько десятков тысяч лет поразительно развились умственные способности людей, благодаря как обильной, калорийной и питательной мясной пище, так и способности к слаженным коллективным действиям, в которых совершенствовались их организованность и изобретательность. Непосредственный результат этой деятельности для жизни природы очевиден: крупномасштабное уничтожение живого вещества биосферы. Свидетельства этих экологических бедствий прошлых времен можно наблюдать и в настоящее время. Например, во Франции имеется глубокий обрыв, посещаемый туристами, на дне которого сохранились скелеты лошадей, ставших жертвами загонной охоты наших древних предков.

Обратим внимание: эволюция человека была связана не столько с биологическими факторами, сколько с социальными (общественными). Как мы видим, уже первые объединения людей в охотничьи группы, племена и другие сообщества резко усиливали потребление природных ресурсов. В дальнейшем с появлением государства усиливается борьба за природные ресурсы, а она сопровождается крупномасштабным разрушением природной среды. Не будем забывать о том, что в результате ядерной войны наша планета стала бы окончательно непригодной для жизни.

К социальным факторам эволюции человека относятся многие движущие силы его развития. Укажем важнейшие из них:

- объединение в различные группы;
- разделение общества на классы;
- научно-технический прогресс;
- урбанизация;

- потребительское мировоззрение общества;
- внутригосударственная и международная политика, способная осуществлять природоохранные проекты, влиять не только на жизнь общества, но и на эволюцию его сознания, и т. д.

В то же время следует учитывать, что влияние человека на природу может быть и прямое, и косвенное, т. е. опосредованное. Формы

его многообразны, поскольку каждый человек является природопользователем.

Не будем забывать, что биосфера — это глобальная экосистема. Основу ее стабильности, как и любой экосистемы, определяет исполнение закона распределения потока вещества и энергии по трофическим уровням. Согласно этому закону на долю консументов высшего трофического уровня приходится только 1% от той энергии,

которая была накоплена первичными продуцентами — растениями. Человек вместе со всеми домашними животными стоит на вершине трофической пирамиды, а следовательно, и потреблять он должен менее 1% продукции биосферы.

Французский ученый Пьер Тейяр де Шарден называл человека эпохи бурно начавшейся НТР «новым видом животного».

Планетарное влияние деятельности человека на жизнь биосферы В. И. Вернадский обосновывал как *закономерный этап развития живого вещества*. При этом Вернадский говорил о «человечестве, взятом в целом». Таким образом, ответственность за биосферную функцию эволюции *Homo sapiens* лежит на человечестве и эта функция его Разума — **сохранение жизни на Земле**.

В новый портфель

Взаимоотношения человеческого общества и природы порождены социальной жизнью людей. Основное противоречие во взаимодействии человека и природы заключается в том, что биологический вид *Homo sapiens* вышел за пределы своей экологической ниши, стал супергетеротрофом, потребляющим природные ресурсы значительно большие, чем определено законами существования экосистем.

- ??
- ▷ Биосфера, в условиях которой около 200 тыс. лет назад появился человек разумный, формировалась в масштабе геологической истории Земли в течение длительного времени. Условия, в которых смог существовать человек, создавались формированием современного состава атмосферы и вод Мирового океана. Глобальное разрушение среды обитания человека произошло с появлением НТР начиная с 50-х гг. XX в.
  - ▷ Как вы думаете, может ли существовать биосфера Земли без нашего биологического вида *Homo sapiens*? Как развивались бы биосферные процессы в таком случае?
  - ▷ Каким, по вашему мнению, историческим отрезком времени должен располагать человек, чтобы «вылечить» биосферу от последствий своей разрушительной деятельности?

# 75 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

## Урок-лекция

Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен...

И. М. Сеченов

?

Что такое экологическая проблема? В чем заключается антропогенное воздействие на природу? Какие меры могут помочь предотвратить надвигающуюся экологическую катастрофу?

**Ключевые слова** Экология • Экосистема • Экологическая проблема • Экологический кризис • Экологическая катастрофа • Экологическое образование и просвещение

Из старого портфеля

Правила поведения в природе (Биология, 6—7 кл.). Географическая оболочка Земли и взаимосвязь ее компонентов (География, 6 кл.). Человек и окружающая среда, зависимость здоровья человека от ее состояния (Биология, 8 кл.). Взаимоотношения организмов и окружающей среды (Биология, 9 кл.). Природопользование и геоэкология (География, 8 кл.; Естествознание, 10 кл., § 33—35, 37, 75—78).

Тихая моя родина!  
Ивы, река, соловьи...  
Купол церковной обители  
Яркой травой зарос.  
Там, где я плавал за рыбами,  
Сено гребут в сеновал:  
Между речными изгибами  
Вырыли люди канал.  
Тина теперь и болотина  
Там, где купаться любил...  
Тихая моя родина,  
Я ничего не забыл.

Н. Рубцов. Тихая моя родина



Давид Бурлюк. Лодка у берега

О чем заставляет задуматься стихотворение? Какие мысли навеивает пейзаж?

**ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЕ.** Термин **экология** (от греч. *oikos* — жилище, местообитание) был предложен в 1866 г. немецким естествоиспытателем Э. Геккелем для обозначения науки, изучающей взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой. Иначе говоря, экология — это наука о «доме». По

мере проникновения в биологию системных идей и развития представлений об уровнях организации живого «центр тяжести» в экологии стал смещаться от исследования особей к изучению их популяций и более сложных систем — экосистем и биосферы.

Усиление системных представлений в экологии совпало с постепенным осознанием человечеством ошибочности стратегии потребительского поведения в природе, выбранных им подходов к

Вспомним, что экосистемы и биосфера в целом являются высшим уровнем организации живого на нашей планете. Они способны к самосохранению за счет поддержания своего видового состава и воспроизведения связей между отдельными видами, т. е. к саморегуляции. Благодаря способности к саморегуляции, а также к самоочищению и самовосстановлению экосистемы и биосфера могут выдерживать значительные антропогенные (от греч. *antropos* — человек и *genesis* — происхождение) нагрузки. Однако эти возможности не безграничны.

добыче, переработке и использованию природных ресурсов. Обострение взаимоотношений в системе «природа — общество» заставило людей очнуться от «технологической эйфории» XX в., приведшей к возникновению и резкому обострению в последние годы целого комплекса глобальных экологических проблем.

В основе экологических проблем лежит стихийная деятельность человека, связанная с бездумной вырубкой лесов, истреблением животных, загрязнением природной среды бытовыми, промышленными и иными отходами и т. п. В результате гибнут экосистемы, устойчивость которых во многом определяется их биологическим разнообразием (биоразнообразием). Его составляют миллионы видов животных, растений и микроорганизмов, каждый из которых играет в биосфере строго определенную роль. По оценке экспертов, темпы вымирания земной флоры и фауны ускорились за последнее время примерно в тысячу раз по сравнению с «нормальным» уровнем доисторических времен. В результате от 10 до 30% всех видов млекопитающих, птиц и земноводных находятся под угрозой исчезновения.

Такая ситуация не может не волновать человечество. Человек также представляет собой биологический вид, который сформировался в современной биосфере и только в ней и может существовать. Разрушая

окружающую среду, человек тем самым наносит удар и по самому себе, поскольку крах современной биосферы означает и гибель человечества. Поэтому задача поддержания биосферы в приемлемом для жизни состоянии, несомненно, является приоритетной для человечества.

Экологическая проблема — это любые явления, связанные с заметными воздействиями человека на природу, с обратными влияниями природы на человека и его экономику, с жизненно и хозяйственно значимыми процессами, обусловленными естественными причинами.

В новый  
портфель

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА.** **Экологический кризис** определяют как напряженность взаимоотношений человечества и природы, когда скорость антропогенных нарушений превышает темпы самовосстановления природы, но еще не происходит коренного изменения природных систем. В основе экологического кризиса лежит несоответствие между уровнем развития производительных сил и производственных отношений общества и ресурсно-экологическими возможностями биосферы. Однако если экологический кризис обратим, то экологическая катастрофа — это уже труднообратимое явление, в котором человек выступает вынужденно пассивной и страдающей стороной.

Вся история развития человечества — это история усиливающегося воздействия на биосферу. Фактически человечество в своем поступательном развитии шло от одного экологического кризиса к другому. Рассмотрим некоторые из них.

**Кризис перепромысла диких животных** — это первый антропогенный экологический кризис. Произошел он 10—50 тыс. лет назад в связи с интенсивным развитием охоты.

С охотой связывают исчезновение с лица земли мамонта, шерстистого носорога, пещерного льва и пещерного медведя, на которых были направлены охотничьи усилия кроманьонцев. Многочисленные эпизоды охоты на крупного зверя изображены на стенах пещер, в которых обитали наши давние предки (рис. 87).

**Кризис подсечно-огневого земледелия и примитивного животноводства** связан с опустыниванием обширных территорий из-за сокращения площади лесов, что вело к снижению уровня рек и грунтовых вод, и с перевыпасом скота на пастбищах. Возможно, экологическим результатом скотоводства стало возникновение пустыни Сахары.

**Кризис орошаемого земледелия** возник около 2 тыс. лет назад и был вызван повышением эффективности сельского хозяйства.

Ирригация сопровождалась засолением почв и приводила к развитию глинистых и солончаковых пустынь на залежных землях. К опустыниванию приводило уничтожение кустарников (тамариска, саксаулов) и деревьев (ив, евфратского тополя в пойменных лесах, ливанского кедра и арчи в предгорных районах), связанное с перевыпасом и потребностью человека в топливе и строительных материалах.

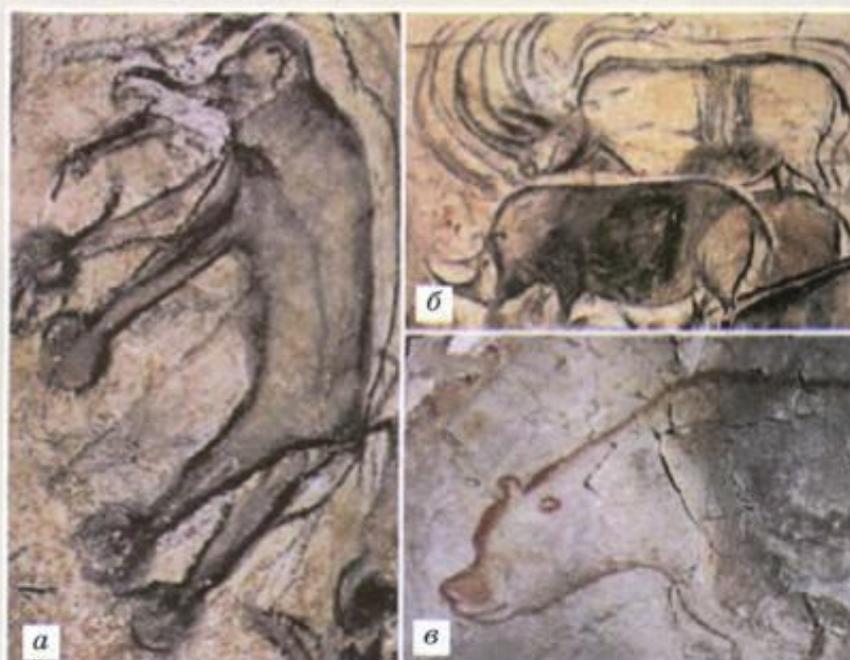


Рис. 87. Исчезнувшие млекопитающие в изображении древних охотников: а — мамонтенок; б — носорог Мерка; в — пещерный медведь (пещера Шове, Франция, возраст рисунков 30—32 тыс. лет)

В эпоху Великих географических открытий воздействие на биосферу возросло, что связано с освоением новых земель, которое сопровождалось истреблением многих видов животных (вспомним, например, судьбу американских бизонов) и преобразованием огромных территорий в поля и пастбища. Однако глобальные масштабы воздействие человека на биосферу приобрело уже после промышленной революции XVII—XVIII вв.

В результате технической и технологической деятельности людей были преобразованы протекающие в биосфере геохимические процессы (см. § 77) вследствие извлечения из окружающей среды, концентрации и перегруппировки целого ряда химических элементов, их минеральных и органических соединений. Параллельно с ходом научно-технического прогресса резко увеличилась численность людей (с 500 млн в 1650 г. — условному началу промышленной революции — до нынешних почти 6 млрд), а соответственно увеличилась потребность в продовольствии и промышленных товарах, в новых землях (рис. 88) и во все большем количестве топлива, металла, машин. Это привело к экспоненциальному росту нагрузки на экологические системы, и уровень этой нагрузки в середине XX в. — начале XXI в. достиг критического значения. Человечество вступило в эпоху **глобального экологического кризиса**, который, если не принять надлежащие меры, неминуемо перерастет в глобальную экологическую катастрофу. Суть этого кризиса заключается в невозможности для видоизмененных в результате деятельности человека экосистем Земли поддерживать параметры биосферы в прежних, приемлемых для существования человека значениях.

**КАК СОХРАНИТЬ БИОСФЕРУ?** Экологический кризис, в состоянии которого находится сейчас наша планета, является следствием многих причин. Одна из них — это кризис сознания.

Если в XVIII—XIX вв. в умах человечества преобладало понятие долга (нравственного, семейного и др.), то в XIX—XX вв. распространение получили идеалы потребления и комфорта. К сожалению, они так и не

привели человечество к ощущению полного счастья, но зато лишили его возможности жить в гармонии с самим собой и с природой. По этой причине экология приобрела сегодня новое социальное значение и звучание: она стала политическим девизом, принципом хозяйственной деятельности человека, стержнем нового типа мировоззрения.

Подтверждений тому немало. На конференции ООН по окружающей среде, которая проходила в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, присутствовали 114 глав

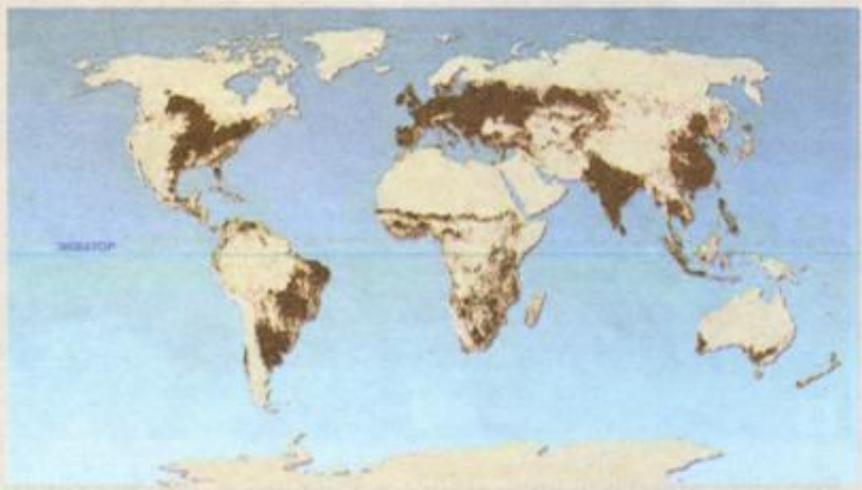


Рис. 88. Карта используемых земель (цветом показаны районы, где не менее 30% ландшафта изменено в результате деятельности человека)

государств, дипломаты из 178 стран и представители 1600 неправительственных организаций. Впервые экологическая проблема обсуждалась на столь представительном форуме и впервые были одобрены международные документы, направленные на ее решение. Среди них важнейшие конвенции по изменению климата и по биоразнообразию, подписанные в том числе и Россией. В последующие годы проходят и другие экологические совещания, среди которых особенно памятной стала встреча в Киото (1997 г.), принявшая знаменитый «Киотский протокол» (см. § 80). Многие национальные и международные организации, как правительственные, так и неправительственные, занимаются мониторингом окружающей среды, дают рекомендации по снижению экологического ущерба от того или иного вида человеческой деятельности.

Однако этих и других мер все же будет недостаточно, если в сознании каждого человека не найдут своего места экологические императивы, если они не станут для каждого из нас основой экологически безопасного поведения в быту, на улице, на отдыхе и т. д. Именно поэтому XXI век можно по праву назвать веком экологического образования и просвещения, цель которого — формирование экологической культуры гражданина мира.

Практическое осуществление рекомендаций экологов было бы невозможно без учета экологической доминанты во всех видах хозяйственной деятельности человека на планете, прежде всего в производственной деятельности. Например, химические предприятия, создающиеся сегодня на основе новых технологий, не отравляют атмосферу своими выбросами, а почву и водоемы ядовитыми отходами.

- ??
- ▷ Перечислите экологические проблемы современности и дайте им краткую характеристику.
  - ▶ В чем особенности современного экологического кризиса? Сформулируйте его основные черты.
  - ▶ На примере одной из экосистем (лес, озеро и т. д.) раскройте роль и взаимосвязь продуцентов, консументов и редуцентов в круговороте химических элементов и энергии. К каким последствиям может привести выпадение из круговорота какого-либо звена?

# 76 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ

## Урок-конференция

Человеческому уму время — учитель.

Русская пословица

?

Какие последствия загрязнения окружающей среды можно предвидеть? С чем они связаны?

Из старого портфеля

Биосфера (Естествознание, 10 кл., § 36).

**ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ** Осознать антропогенную деятельность человека как не согласованную с природными процессами.

### ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Использование ископаемого топлива и проблема загрязнения окружающей среды.
2. Проблемы использования минерального сырья.
3. Контроль за состоянием окружающей среды.

### Необходимые источники информации

1. Яншин А. Н. Опасен ли парниковый эффект // Наука и жизнь. 1989. — № 12. — С. 22—25.
2. Ижевский П. Экологическая опасность планеты и энергетический кризис // ОБЖ. — 2005. — № 1. — С. 57—59.
3. Расторгуев В. Н. Болевые точки планеты // Экология и жизнь. — 2001. — № 6. — С. 6—9.
4. Яблоков А. В. Экология России: состояние и перспективы // Биология в школе. — 2005. — № 8. — С. 5—12.
5. Скурлатов Ю. И. Немного солнца на водопроводной воде // Экология и жизнь. — 2002. — № 2. — С. 24—28.
6. Степанов В. Н. Отравление планеты химикатами и возможные пути предотвращения глобальной катастрофы // География в школе. — 1993. — № 6. — С. 3—6.
7. Сибириков С. Г. Химические реакции образования и разрушения озона в атмосфере // Химия в школе. — 2005. — № 8. — С. 5—7.

### СООБЩЕНИЕ 1

Проблемы использования ископаемого топлива и влияние его сжигания на состояние атмосферы. Исходя из того, что энергетической основой современной цивилизации является сжигание ископаемого топлива (нефти, природного газа, каменного угля), обсудите проблему его сжигания в глобальном масштабе. Сжигание топлива — это двусторонний процесс. Он связан не только с поступлением углекислого газа в атмосферу, но и с потреблением из нее свободного кислорода.

Можно ли оценить антропогенное изменение количества углекислого газа и кислорода в атмосфере, исходя из соотношения углерода и кислорода в химической реакции горения? Подсказка: тщательно проанализируйте схемы круговоротов углерода и кислорода. Установите, от каких звеньев этих круговоротов зависит влияние сжигания органического топлива на состав атмосферы.

**СООБЩЕНИЕ 2** Парниковый эффект: сущность явления, его реальные последствия и возможность влияния человека на этот процесс.

Обсудите сущность явления и укажите газы, наряду с углекислым газом вызывающие этот эффект. Соберите сведения о влиянии парникового эффекта на потепление климата планеты. Учтите, что эти сведения неоднозначны и являются предметом дискуссий ученых.

**СООБЩЕНИЕ 3** Проблемы использования минерального сырья и влияние этого фактора на состояние биосферы (2—3 выступления).

Обратите внимание на то, что деятельность человека часто коренным образом меняет направленность природных биогеохимических циклов. Современная промышленность удобрений фиксирует азот атмосферы и возвращает его в почвы в размерах, превышающих биологическую фиксацию. Железо, марганец, медь извлекаются из рудных месторождений и поступают в циклы биосферы. Рассеянные в виде следов ртуть, свинец, кадмий добываются, концентрируются и включаются в больших количествах в атмосферу. Это сопровождается многократным включением их в биологические процессы пресных вод, почв, растительного покрова, животного и микробного мира, вызывает глобальную «металлизацию» биосферы.

**СООБЩЕНИЕ 4** Проблемы экологического мониторинга. Правовые основы охраны природы.

Соберите материал по средствам медико-биологического контроля за загрязнением воздуха, воды, почвы, а также узнайте, какие средства правового законодательства направлены на защиту окружающей среды.

#### ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Круговороты элементов в системе «атмосфера — суша — живое вещество — океан» в последние 30—50 лет осложнились. Тяжелые металлы, фтор, хлор, оксиды углерода, серы, азота, колоссальные объемы золы, пыли и т. д. включились в круговороты в количествах, сходных с установившимися в природе количествами или превышающих их. Число вовлекаемых в технику и соответственно в биогеохимический круговорот элементов значительно выросло.

# 77 НАРУШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КРУГОВОРОТОВ В БИОСФЕРЕ

Урок-лекция

Все в мире цепью связано единой,  
Все включено в один круговорот.

Л. Кунин

?

В чем заключается биологический смысл круговоротов веществ в биосфере? Каковы особенности природных круговоротов веществ? Почему деятельность человека на Земле (антропогенное воздействие) нарушает глобальные круговороты в биосфере?

Ночь, улица, фонарь, аптека,  
Бессмысленный и тусклый свет,  
Живи еще хоть четверть века —  
Все будет так. Исхода нет.  
Умрешь — начнешь опять сначала,  
И повторится все, как встарь:  
Ночь, ледяная рябь канала,  
Аптека, улица, фонарь.

В «Страшном мире» А. Блоком утверждается идея «дурной бесконечности». Гипербола «Умрешь — начнешь опять сначала» говорит о безысходности рокового круговорота жизни. Соотнесите жизненный круговорот, описанный Блоком, и круговорот веществ и энергии.

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

представляет собой глобальную экосистему. Следовательно, на молекулярном уровне организованности (т. е. структурно-функциональной упорядоченности) биосферы связь и взаимодействие всех ее компонентов также осуществляется единым потоком веществ и энергии. Она существует в форме глобального круговорота и обеспечивает единство и устойчивое состояние всей живой оболочки Земли. В этом и состоит

**Ключевые слова** Организованность биосферы • Биохимические процессы

**Из старого портфеля** Биосфера (Естествознание, 10 кл., § 36).

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ КРУГОВОРОТА ВЕЩЕСТВ В БИОСФЕРЕ.** Как известно, основу процессов жизнедеятельности организма составляет обмен веществ и связанные с ним превращения энергии, совершающиеся между организмом и окружающей средой. На молекулярном уровне эти процессы представляют собой строго согласованные химические реакции и соответствующие им превращения энергии. Эти потоки вещества и энергии составляют молекулярную основу *целостности организма* и в то же время обеспечивают *устойчивое существование единой системы «организм — среда»*.

Обмен веществ и превращения энергии в организме представляют собой частный случай проявления общей особенности «устройства» всех природных систем.

Как вы уже знаете, жизнь на нашей планете существует в форме биосферы. Биосфера

биологическое значение круговорота как способа материально-энергетического обеспечения жизни на планете.

В самом общем виде глобальный круговорот можно представить как поток атомов: превращение минеральных веществ (геохимическая форма существования химических элементов) в органические (биохимическая форма) с последующей минерализацией органических веществ:

Круговорот вещества представляет собой многократное (повторяющееся) использование вещества в образовании природных систем. Именно это В. И. Вернадский считал важнейшей особенностью биосферы.

Химические элементы извлекаются из окружающей среды, входят в состав живого и возвращаются в окружающую среду для повторного использования. Распад органических веществ служит источником энергии для процессов жизнедеятельности.

«Прекрасна мудрость Бытия —  
Все новое в ней шьется из старья».

*В. Шекспир. Гамлет*



### ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ КРУГОВОРОТА ВЕЩЕСТВ

- Круговорот веществ — это непрерывный процесс вовлечения химических элементов в состав и структуру живого и преобразование их в минеральные вещества, охватывающий всю биосферу.
- Круговороты веществ неразрывно связаны с превращением энергии в них. Биосфера — открытая система со своим «входом» и «выходом» вещества и энергии. «Выходом» вещества являются минеральные отложения, а энергия, участвовавшая в процессах круговорота веществ, в виде тепловой энергии рассеивается с поверхности Земли. Энергия не совершает круговорота, в отличие от круговорота веществ.
- Круговороты носят почти замкнутый характер (циклы воспроизводятся на 90—98%). В масштабах геологического времени это существенно влияет на состав земной коры и оболочек Земли, поэтому современный глобальный круговорот является результатом длительной эволюции Земли.
- Главный источник преобразования вещества и поддержания его круговорота — это совокупное действие живых организмов («живое вещество» по терминологии Вернадского).
- Поддержание круговорота живым веществом планеты обеспечивает его динамическое равновесие и постоянство состава атмосферы, океанических вод и других компонентов биосферы.
- Круговороты различных химических элементов взаимосвязаны и составляют единый биогеохимический глобальный круговорот.

**ПОЧЕМУ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА ВЫЗЫВАЕТ НАРУШЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КРУГОВОРОТОВ ВЕЩЕСТВ.** Деятельность человека всегда была связана с потреблением тех или иных ресурсов природы и их преобразованием. Однако в XX в. масштабы и характер использования природных ресурсов достигли невиданных ранее негативных последствий для биосферы.

В настоящее время ежегодно из недр извлекается 1100 млн т железной руды, 10 млн т меди, 18 тыс. т серебра, 2500 т золота.

С момента применения человеком огня для приготовления пищи и обогрева жилищ, а впоследствии для выплавки металлов и обжига глины началось и все возрастало потребление органического вещества, произведенного древесной растительностью. Человек начал вмешиваться в природный круговорот углерода.

Вырубались леса, изменялся тип растительности, т. е. уменьшалась интенсивность процесса фотосинтеза.

Вырубались леса, изменялся тип растительности, т. е. уменьшалась интенсивность процесса фотосинтеза.

Однако в течение длительного времени это не отражалось на общем балансе углерода в природных циклах. В то же время при сжигании древесных масс *укорачивается цикл и увеличивается скорость круговорота углерода*, лишается пищи большая масса представителей многообразных пищевых цепей. При уничтожении огромных массивов леса увеличивается поверхностный сток вод и эрозия почвы, уменьшается первичная продукция растений, т. е. уменьшается количество поглощаемого ими углекислого газа при фотосинтезе.

Воздействие на круговорот углерода резко выросло с использованием ископаемого топлива. Что представляет собой ископаемое топливо? Это остатки древней жизни, органическое вещество, которое было синтезировано миллионы лет назад за счет углекислого газа былых биосфер. Сжигая миллионы тонн торфа, угля, нефти, сланцев, мы вводим

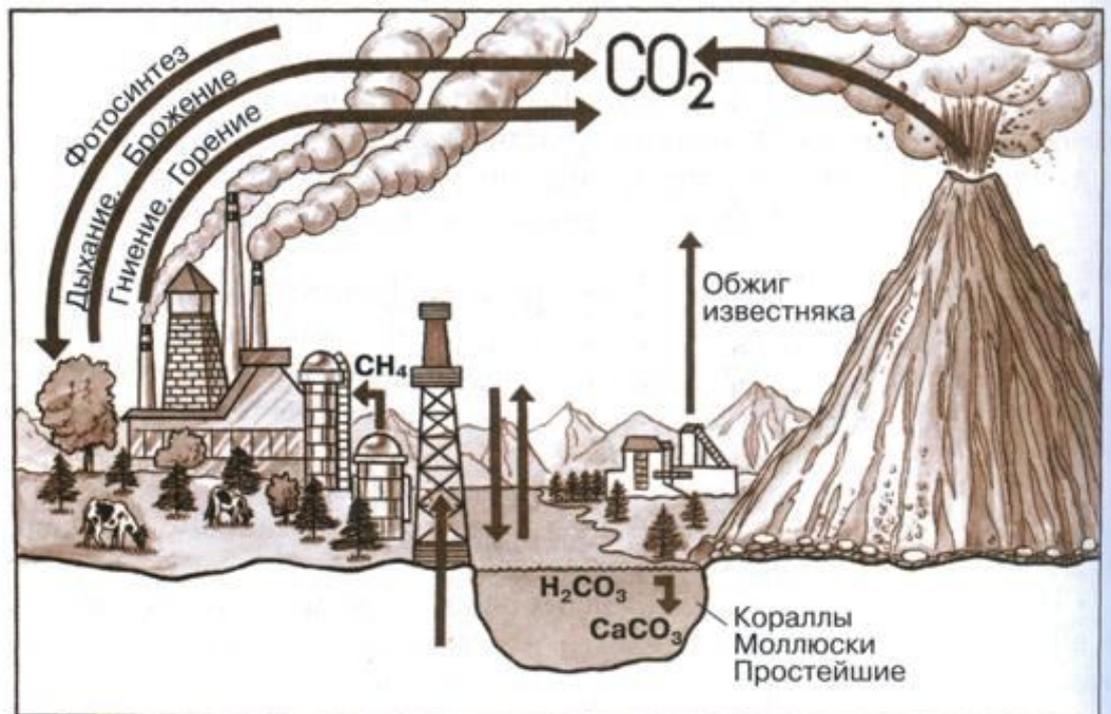


Рис. 89. Круговорот углерода

в биосферу тот углерод, который не произведен дыханием современных живых организмов, т. е. в атмосфере появляется углекислый газ не природного, а антропогенного происхождения (рис. 89).

Количество углекислого газа в атмосфере за последние 650 тыс. лет выросло на 30%. В настоящее время широко обсуждается вопрос о негативных влияниях углекислого газа на климат биосферы (так называемый парниковый эффект). Однако следует учесть, что ископаемое топливо — это не только углерод; в его составе имеются азот, сера, многие другие химические элементы. При сжигании они образуют оксиды, которые дополнительно усиливают антропогенное воздействие на биосферу. Обратим внимание, что сжигание топлива — это двусторонний процесс, он связан с непрерывным потреблением свободного кислорода. Следовательно, в настоящее время наземная биота компенсирует лишь около 13% антропогенного потребления кислорода, связанного со сжиганием топлива. В результате идет постоянное снижение запасов атмосферного кислорода.

Тем не менее в относительном выражении это снижение кислорода крайне незначительно из-за большого запаса молекулярного кислорода атмосферы (1 184 000 Гт  $O_2$ ). Даже при современном расходовании его снижение на 1% произойдет, по подсчетам ученых, лишь через 600 лет. Вместе с тем антропогенное воздействие на концентрации тех газов, которые содержатся в атмосфере в малых количествах (углекислый газ, метан, оксиды азота и др.), несравнимо значительнее.

Деятельность человека нарушает природные круговороты вследствие того, что:

- вовлекает в круговорот те формы соединений, которые не участвовали в природных циклах;
- вызывает изменение не в одном, а во многих звеньях круговоротов, поскольку они сопряжены и согласованы в природных процессах;
- масштабы деятельности человека охватывают всю биосферу Земли, продолжают вызывать все большие изменения.

В новый  
портфель

??

- ▶ Существует принципиальное различие роли океана и суши в регулировании атмосферных концентраций углекислого газа и кислорода. Укажите, в чем заключается это различие.
- ▶ Объясните и охарактеризуйте те изменения в биосфере, которые возникают в результате антропогенного воздействия на глобальные круговороты веществ.

# 78 ПРОБЛЕМЫ НАУЧНО ОБОСНОВАННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

## Урок-семинар

Природа не знает никаких прав — ей известны только законы.

Дж. Адамс

?

Каким образом можно согласовать деятельность человека на Земле с законами природы?

Из старого портфеля

Биосфера (Естествознание, 10 кл., § 36; 11 кл., § 77).

### ЦЕЛЬ СЕМИНАРА

Осознать необходимость прекращения антропогенного разрушения природы. Обсудить возможные пути установления научно обоснованного природопользования.

### ПЛАН СЕМИНАРА

1. Биосфера — это глобальная экосистема, а человек — ее компонент, подчиняющийся общим законам природы.
2. Современное состояние биосферы — результат деятельности человека, не согласованной с законами природы.
3. Научно обоснованное природопользование: смысл, условия, пути решения.

### Необходимые источники информации

1. Рыжов И. Н. Городская среда в зеркале школьного мониторинга // География в школе. — 1998. — № 3. — С. 52—56.
2. Ижевский П. Экологическая безопасность планеты и энергетический кризис // ОБЖ. — 2005. — № 1. — С. 57—59.
3. Розанов Л. Л. Воздействие человека на атмосферу // География в школе. — 2005. — № 1. — С. 3—7.
4. Расторгуев В. Н. Болевые точки планеты // Экология и жизнь. — 2001. — № 6. — С. 6—9.
5. Яблоков А. В. Экология России: состояние и перспективы // Биология в школе. — 2005. — № 8. — С. 5—12.
6. Степанов В. К. О стратегии сохранения биологического разнообразия в России // Биология в школе. — 1998. — № 6. — С. 13.

«Есть такое твердое правило. Встал поутру, умылся, привел себя в порядок — и сразу же приведи в порядок свою планету». Это слова Маленького принца из притчи А. Сент-Экзюпери. В чем непреходящее значение этого «твердого правила»?

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 1**

Почему человек — дитя биосферы — стал ее разрушителем?

Обратите внимание на то, что человек как биологический вид вышел за пределы своей экологической ниши. Человечество в целом развивалось как общество интенсивного технического прогресса и потребления природных ресурсов. При этом не учитывались взаимосвязи всех компонентов биосферы, что привело к количественным и качественным сдвигам в исторически сложившихся природных процессах. В этом причина разрушения природной среды обитания человека.

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 2**

Что можно считать научно обоснованным природопользованием?

Научно обоснованное природопользование должно вписываться в природные процессы, не нарушая законов их функционирования. Английский философ Роджер Бэкон писал: «Спрашивайте природу, она хранит все истины и на все вопросы ваши будет отвечать вам непременно и удовлетворительно».

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 3**

Каковы пути организации рационального природопользования?

**ОБСУДИТЕ ВОПРОСЫ**

- Как можно восстановить биоразнообразие в природе? Способствует ли оно устойчивости биосферы?
- Как можно изменить использование энергетических ресурсов? (Учтите, что запасы органического топлива очень велики: считается, что разведано всего 25% их количества.)
- Каким должно быть экологически безопасное промышленное производство?
- Почему все люди планеты должны осознать необходимость научно обоснованного природопользования?

Обдумайте, в каких видах деятельности по «излечению» биосферы Земли возможно ваше личное участие и участие ваших друзей.

Примите во внимание интернациональный девиз «Мыслить глобально, действовать локально».

**ПОДВЕДЕНИЕ  
ИТОГОВ**

Человек как биологический вид подчиняется законам существования биосферы (глобальной экосистемы).

Человечество в целом в результате развития техногенной цивилизации разрушает среду своего обитания. Это может быть причиной исчезновения человека как биологического вида.

Человек способен осознать необходимость научно обоснованного природопользования. Поэтому нужно стремиться к тому, чтобы изменить природопользование и сохранить жизнь на Земле.

# 79 ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

## Урок-лекция

При рассмотрении природы надо  
Всегда смотреть на одно, как на все.

И. В. Гете

?

Как менялся климат в истории Земли? Каковы современные тенденции в изменении климата и чем они обусловлены? Что такое парниковый эффект и как он влияет на климат?

**Ключевые слова** Климат • Ледники • Вечная мерзлота • Электромагнитный спектр • Инфракрасное излучение • Солнечная система • Мировой океан • Углекислый газ • Парниковый эффект • Киотский протокол

**Из старого портфеля** Климат, его изменения. География (6 кл.). Электромагнитные явления, оптика (Физика, 9 кл.). Основы экологии (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 33—35, 37, 75—78).



Хоан Миро. *Вспаханное поле*



Алексей Саврасов. *Пейзаж с рыбаком*

Сопоставьте картину художника-реалиста А. Саврасова и картину Х. Миро, художника-сюрреалиста. Какие глобальные изменения внес сюрреализм в поэтику пейзажа? Почему в XIX—XX вв. художники вновь обратились к методу реалистического изображения природы?

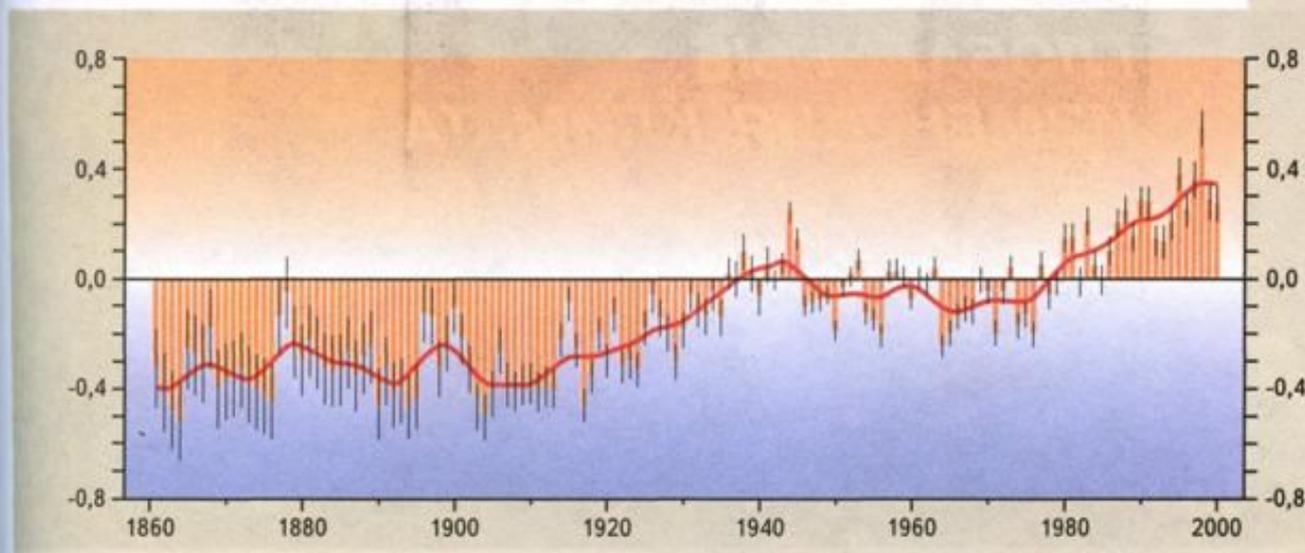


Рис. 90. Температурные аномалии за 140 лет (за нулевой уровень принято среднее значение температур за 1961—1990 гг.)

На протяжении истории Земли климат менялся неоднократно — теплые периоды перемежались с холодными (ледниковыми), когда значительную часть поверхности планеты покрывал лед. Подобные колебания палеоклимата связывают как с космическими факторами (циклические изменения активности Солнца, параметров орбиты Земли и др.), так и с некоторыми процессами, происходящими на самой планете (перемещения земной коры, горообразование, изменения магнитного поля, состава атмосферы и др.). Еще 18 тыс. лет назад, во время последнего оледенения, льдом было покрыто почти 30% суши. Примерно 8—10 тыс. лет назад климат стал более теплым, наступило межледниковое время, в котором мы сейчас и живем. В нем тоже происходило чередование более теплых и более холодных периодов. Продолжительное похолодание наблюдалось в так называемый малый ледниковый период (1450—1850). Его опять сменило потепление, вслед за которым следует ожидать появление новой холодной фазы. Однако, по мнению ряда ученых, развитие человечества может внести в этот сценарий свои коррективы.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.** Начавшееся после малого ледникового периода потепление не только не ослабевает, но, наоборот, нарастает. За последнее столетие температура в приземном слое увеличилась на 0,8 °C, причем прирост в 0,6 °C произошел в последние 30 лет (рис. 90). Много это или мало? Повышение температуры менее чем на один градус кажется малозначимым, особенно если учитывать, что в ледниковые периоды температура падала на десятки градусов. Но ледниковые периоды наступали и отступали в масштабе тысячелетий, а здесь мы имеем дело с десятками лет. Повышение температуры на 2—3 °C приведет, как полагают эксперты, к глобальным климатическим изменениям, последствия которых будут не менее драматичными, чем от наступления ледникового периода. Между тем

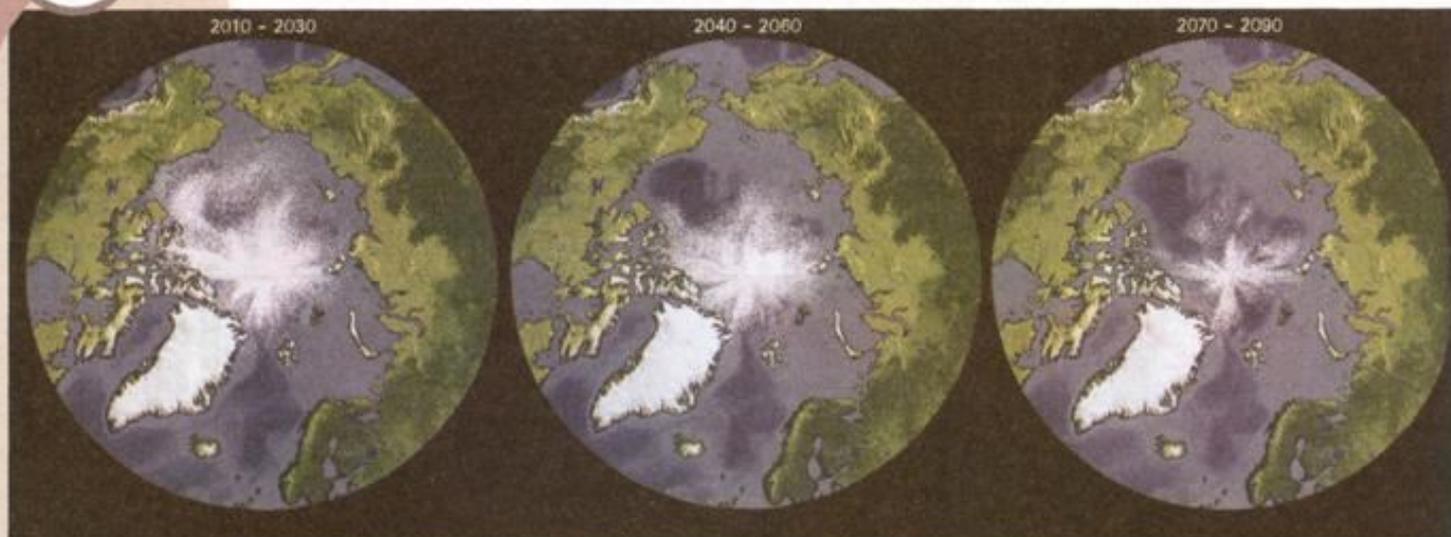


Рис. 91. Прогнозируемые границы распространения морского льда в Арктике в XXI в. (расчет сделан на сентябрь)

многие современные климатические прогнозы предполагают дальнейшее повышение температуры, причем по разным сценариям к концу XXI в. следует ожидать прирост от 1 до 6 °С.

Сильнее всего за последние полвека потепление отразилось на климате Северной Европы, Сибири, Аляски и в меньшей степени Антарктиды. Уже сейчас это начинает сказываться: уменьшается площадь, покрытая льдом, в Северном Ледовитом океане, происходит таяние ледников Гренландии и Антарктиды. Прогнозируется, что к концу XXI в. арктический морской лед летом будет полностью исчезать (рис. 91). Однако наибольшие опасения вызывает таяние огромного ледникового щита Гренландии.

Отдельная проблема — вызванное глобальным потеплением таяние вечной мерзлоты в Сибири и в Северной Америке. При этом пострадают строения, нефте- и газопроводы, дороги. Кроме того, усилится

выделение в атмосферу углекислого газа и метана вследствие разложения органического вещества, законсервированного в вечной мерзлоте. Это усилит парниковый эффект (см. ниже). Потепление окажет значительное влияние на живое население, предсказать последствия которого трудно. Ясно, что леса, вытесняя тундру, продвинулись дальше на север. Нарушатся миграции животных и птиц, которые населяют арктические и субарктические районы либо используют их в летние месяцы как места для размножения и откорма. Ожидается продвижение на

Морской лед и так уже занимает в океане столько места, сколько и вода, которая из него получится. А вот если растопить лед на суше, то уровень океана повысится. Величина этого повышения обсуждается. По самым реалистичным оценкам она составит 10—90 см за XXI в., но по некоторым прогнозам может достичь и 7 м. Последствия такого повышения уровня Мирового океана будут катастрофическими для низменных районов суши, таких, как Бангладеш, Флорида и Луизиана в США, острова Маршалловы, Тонга, Микронезия, Антигуа, Мальдивские острова и др. Под угрозой затопления окажутся Бангкок, Бомбей, Калькутта, Санкт-Петербург в России и др.

север теплолюбивых видов растений и животных, вселение которых может привести к значимым перестройкам в существующих здесь экосистемах.

Нельзя не отметить, что глобальное потепление будет иметь и некоторый положительный эффект: станет возможным прямое прохождение судов Северным морским путем, значительно облегчится добыча нефти и газа на шельфе арктических морей, увеличится зона, пригодная для земледелия. Но коренная перестройка биосферы, связанная с глобальным потеплением, несомненно, пагубно отразится на человечестве.

Если факт потепления современного климата сомнений не вызывает, то долгосрочный прогноз глобального потепления оспаривается многими учеными. Главный аргумент заключается в том, что климат испытывает циклические колебания (о чем шла речь в начале параграфа), причем в краткосрочной перспективе наиболее значим 60-летний цикл. Это природные циклы, которые связаны с циклическими изменениями солнечной радиации и сол-

Один из сценариев последствий глобального потепления предполагает изменение структуры океанических течений, так называемого «великого океанического конвейера» (рис. 92). Теплые воды тропических широт поступают по поверхности океана в Северную Атлантику и в Южный океан, где остывают, становятся более плотными и погружаются на глубину. Эти холодные водные массы движутся в обратном направлении в составе глубинных холодных течений и выходят на поверхность в северной части Тихого и Индийского океанов. Потепление в северных широтах может привести к замедлению «великого океанического конвейера», в том числе вызвать замедление или даже остановку Северо-Атлантического течения, которое оказывает отепляющее влияние на климат Европы. Если такое случится, то на северо-западе Европы похолодает примерно на 6—10 °С.

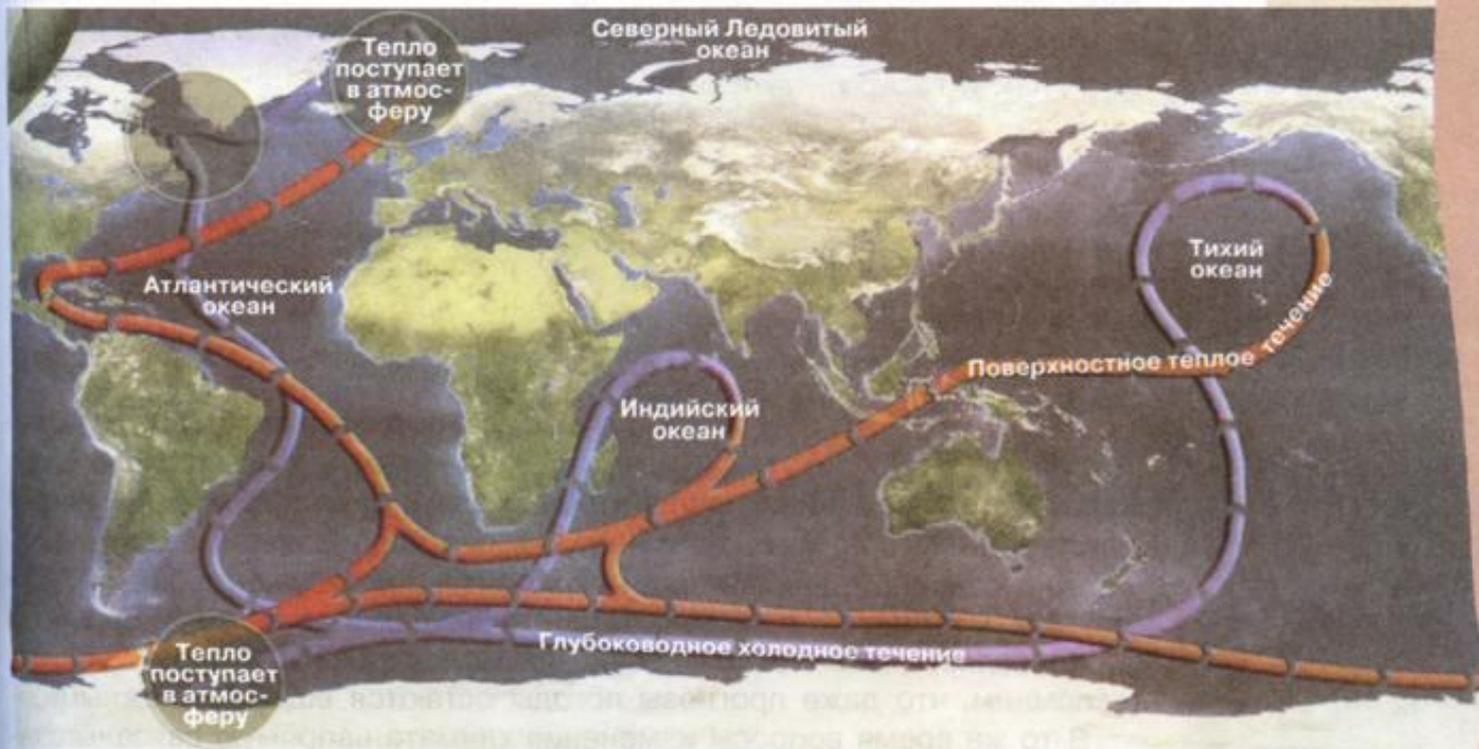


Рис. 92. Прогнозируемое изменение структуры океанических течений

В настоящее время имеет место потепление климата. Если такая тенденция получит дальнейшее развитие, то это может привести к существенным неблагоприятным последствиям для человечества и биосферы в целом. Однозначного прогноза изменений климата в ближайшем будущем нет.

*В новый  
портфель*

**ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА.** Итак, уже в историческое время потепление климата случалось неоднократно. Однако в современном потеплении настораживает его необычайно высокая интенсивность, особенно с 1985 г. (см. рис. 90). Многие ученые связывают это с последствиями деятельности человека, которая привела к повышению концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Последнее определяется в основном выбросами в атмосферу продуктов сжигания ископаемого топлива, а также со сведением лесов (вспомним, что растения в ходе темновой фазы фотосинтеза поглощают  $\text{CO}_2$ ). Углекислый же газ наряду с парами воды и некоторыми другими газами ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$

и др.) ответствен за так называемый **парниковый эффект**, благодаря которому поверхность планеты нагревается до положительных температур.

Парниковый эффект назван так по аналогии с парником. Роль стекла играет атмосфера. Солнечная радиация свободно проходит через нее и поглощается всеми объектами на поверхности Земли. Излучается же ими энергия в инфракрасном (тепловом) диапазоне. Молекулы парниковых газов (важнейшие из них — углекислый газ и пары воды) в атмосфере поглощают инфракрасное излучение и могут излучать поглощенную энергию как в сторону космоса, так и внутрь, т. е. обратно к поверхности Земли. Без парникового эффекта средняя температура поверхности составляла бы  $-20^\circ\text{C}$ , океаны давно бы замерзли и жизнь была бы невозможна. Парниковый эффект характерен не только для Земли. Из планет Солнечной системы он наиболее проявляется на Венере, где атмосфера почти целиком состоит из углекислого газа, и в результате поверхность планеты разогрета до  $475^\circ\text{C}$ .

Поэтому рост концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере ведет к интенсификации парникового эффекта и определяет таким образом глобальное потепление. Подобный вывод не всем кажется правомочным. Современное ежегодное поступление  $\text{CO}_2$  в атмосферу в результате человеческой деятельности оценивается примерно в 6 млрд т, что составляет только 4% от суммарного годового истечения этого газа с суши и поверхности океана. Целый ряд ученых считают, что этого

количества явно недостаточно, чтобы оказать существенное влияние на климат. Таким образом, как и в случае прогноза климата будущего, ясности в вопросе о влиянии роста концентрации  $\text{CO}_2$  на глобальный климат нет. Необычайная сложность протекающих в атмосфере процессов не позволяет пока что однозначно их моделировать и прогнозировать (вспомним, что даже прогнозы погоды остаются еще ненадежными).

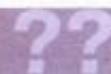
В то же время вопросы изменения климата напрямую связаны с существованием человечества. Поэтому неудивительны ни тот интерес, ни та озабоченность, которые вызывает в обществе эта проблема.

В 1997 г. в Киото представителями 160 стран был составлен документ (Киотский протокол), призывающий развитые страны сократить выброс в атмосферу углекислого газа, метана и некоторых других парниковых газов. При всей неоднозначности ряда формулировок Киотского протокола это важный шаг на пути выработки взвешенной экологической политики в мировом масштабе. Даже если окажется, что техногенный выброс  $\text{CO}_2$  значимо не влияет на глобальные изменения климата, то ужесточение требований к очистке газообразных выбросов предприятий, несомненно, будет способствовать оздоровлению локальной экологической ситуации.

Сложности с ратификацией Киотского протокола связаны с неравномерным распределением бремени при его реализации для разных стран. В зависимости от площади страны и объемов выбросов парниковых газов для каждой страны-участницы устанавливается норма выбросов — квота. Если объем квоты превышен, то необходимо либо сократить выбросы, либо выкупить часть квоты у стран, которые ее недоиспользуют. Подобное распределение особенно сильно затрагивает США, на долю которых приходится 24% от мирового выброса  $\text{CO}_2$  в атмосферу. В то же время такие страны, как Китай и Индия, суммарно обеспечивающие около 20% мирового выброса  $\text{CO}_2$ , признаны развивающимися и не подпадают под действие Киотского протокола. Россия, доля которой в мировом выбросе  $\text{CO}_2$  составляет 6%, находится в пределах своей квоты.

Парниковый эффект определяется присутствием в атмосфере Земли паров воды, углекислого газа, метана и других парниковых газов. В настоящее время нельзя считать доказанным прямое влияние техногенных выбросов в атмосферу углекислого газа на глобальное потепление климата.

В новый  
портфель



- ▷ Какие изменения климата имели место на протяжении истории Земли?
- ▷ Каковы климатические особенности нашего времени?
- ▷ Каковы могут быть последствия глобального потепления?
- ▷ Какие аргументы выдвигают сторонники и противники гипотезы о дальнейшем потеплении климата?
- ▷ Что такое парниковый эффект?
- ▷ Каким образом человеческая деятельность может повлиять на климат?

## 80

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КАТАСТРОФЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

## Урок-лекция

Какие любопытные подходы  
У вас, чертей, во взглядах на природу.

И. В. Гете

?

Каковы причины экологических катастроф? Почему необходим научный анализ причин природных катастроф? Как решается проблема озоновых дыр? Что такое экологическая экспертиза?



Петр Петровичев. Цветущие вишни

«Приходите все смотреть, как Ермолай Лопухин хватит топором по вишневному саду, как упадут на землю деревья. Настроим дач, и наши внуки и правнуки увидят новую жизнь».

А. П. Чехов. Вишневый сад

Как вы думаете, почему именно стремление к прогрессу приближает мир к экологической катастрофе?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

**Ключевые слова** Экосистема • Биосфера • Экологическая катастрофа • Трофические цепи • Планктон • Морские птицы • Озон • Атмосфера • Стратосфера • Ультрафиолетовое излучение • Экологическая экспертиза

**Из старого портфеля** Основы экологии (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 33—35, 37; 11 кл. § 75—78). Катализаторы. Галогены. Озон (Химия, 8—9 кл.). Атмосфера. Стратосфера (География, 6 кл.).

Для преодоления кризиса во взаимоотношениях Человека и Природы необходимо четко оценивать антропогенный вклад в наблюдающиеся изменения экологической обстановки. Это не всегда просто, в чем нас убеждает материал предыдущего параграфа о глобальном изменении климата. Мы с уверенностью можем говорить о причинах, когда происходит извержение вулкана или землетрясение, порождающее волну цунами. Или же, наоборот, в случае техногенной катастрофы — разлив нефти, аварийный выброс в атмосферу или в водоемы ядовитых соединений, утечка радиации и т. п. Однако причины экологических катастроф и менее масштабных экологических событий не всегда лежат на поверхности.

**ПОЧЕМУ ГИБНУТ МОРСКИЕ ПТИЦЫ.** Рассмотрим два примера. На прилежащих к Чили и Перу островах в массе гнездятся морские птицы (бакланы, олуши, пеликаны и др.). Накопившийся за многие тысячелетия помет этих птиц образует мощные толщи — гуано, которое считается луч-

шим из естественных удобрений. Основа питания морских птиц — мелкие рыбки анчоусы, которые образуют плотные косяки и держатся в прибрежных водах. Их привлекает сюда обилие кормов — мелких планктонных животных (зоопланктон), которые питаются микроскопическими водорослями (фитопланктон), образующими здесь настоящие морские пастбища. Это возможно из-за особой структуры течений в прибрежных районах Чили и Перу, благодаря которой на поверхность океана здесь выходят глубинные воды, богатые минеральными веществами. Они-то и стимулируют рост растительных организмов. Однако раз в несколько лет картина резко меняется вследствие периодически повторяющихся естественных изменений в системе «океан — атмосфера». Явление это получило название Эль-Ниньо (в переводе с испанского — младенец Христос), поскольку наступает обычно под Рождество. В это время меняются структуры течений, ослабевает вынос в поверхностные воды минеральных веществ. Это ведет к оскудению прибрежных морских пастбищ, что, в свою очередь, сказывается на всей трофической цепочке. Для птиц наступают тяжелые времена: они покидают места гнездований и в массе гибнут. В последующие годы, когда восстанавливается обычная структура течений, численность морских птиц постепенно увеличивается. И так до нового Эль-Ниньо. Подобная цикличность носит естественный характер, и популяции птиц к ней приспособились на протяжении тысячелетий своей истории.

Другая ситуация складывалась на Баренцевом море, на побережье и на островах которого также в массе гнездились морские птицы (кайры, моевки, серебристые и морские чайки, люрики и др.), образующие птичьи базары. Основой питания этих птиц были разнообразные виды пелагических рыб — сельдь, мойва и арктическая тресочка (сайка). Интенсивный траловый лов этих рыб в 60—80-х гг. XX в. привел к тому, что их численность резко упала, промысел фактически прекратился. Но и птицы остались без корма. В результате бескормицы суровой зимой 1986/87 г., изобиловавшей штормами, наблюдалась массовая гибель птиц. Летом 1987 г. на птичьи базары вернулось от 40 до 90% от числа птиц, которые гнездились там летом 1986 г. (рис. 93).

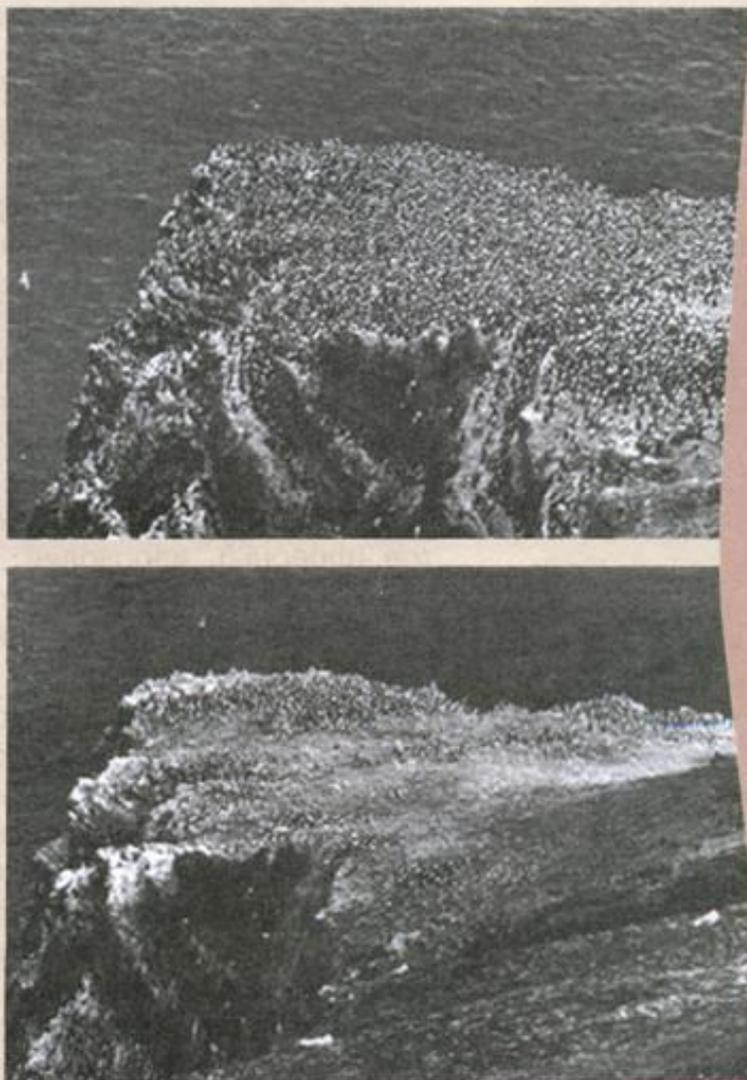


Рис. 93. Фотографии одного и того же участка птичьего базара на о. Медвежий (Баренцево море) летом 1986 г. (до массовой гибели птиц) и летом 1987 г. (после этого события)

Правильное определение причин экологического явления (в том числе экологической катастрофы) лежит в основе выработки адекватной стратегии, направленной на преодоление неблагоприятных экологических последствий.

**В НОВЫЙ  
портфель**

Итак, и в первом, и во втором примерах имела место катастрофическая гибель морских птиц. Однако первопричина была различна — в первом случае это естественный ход изменений природной среды, во втором — антропогенное воздействие на морские экосистемы (перепромысел пелагических рыб). В первом случае все естественным путем постепенно возвращается на круги своя, а во втором — для восстановления численности морских птиц, что напрямую связано с ростом численности пелагических рыб, необходима регуляция промысла.

Действительно, введение квот на промысел пелагических рыб в Баренцевом и Норвежском морях привело к некоторому росту численности морских птиц, хотя о восстановлении их популяций до прежних размеров речь пока не идет.

**ПРОБЛЕМА ОЗОНОВЫХ ДЫР.** Один из ярких примеров вышесказанного — история вопроса о так называемых озоновых дырах (области в верхних слоях атмосферы с пониженной концентрацией озона). Слой озона, лежащий в стратосфере на высоте примерно 20—25 км, препятствует прохождению к поверхности Земли ультрафиолетового излучения Солнца, пагубного для живого. Это излучение в больших дозах инактивирует нуклеиновые кислоты и белки, убивает микроорганизмы, оказывает мутагенное и канцерогенное действие.

В 80—90-х гг. каждый год озоновые дыры расширялись. Была высказана гипотеза о связи этого явления с глобальным загрязнением атмосферы соединениями, содержащими хлор. В первую очередь это хлорфторуглероды и соединения брома, входящие в состав хладагентов (фреоны), аэрозолей, растворителей. Эти соединения безвредны для организмов и не вступают в химические реакции в нижних слоях атмосферы. Именно их инертность позволяет хлорфторуглеродам подниматься без изменений в стратосферу, где входящий в их состав хлор участвует в превращении озона в простой кислород.

В 1987 г. на международной конференции по озону в Монреале промышленно развитые страны, включая Россию, договорились ограничить, а в дальнейшем полностью прекратить производство хлорфторуглеродов. Как результат принятых мер можно рассматривать то, что уже в 1996—2002 гг. темпы разрушения атмосферного озона замедлились, катастрофы удалось избежать. Однако, по расчетам ученых, на восстановление озонового слоя, разрушавшегося промышленностью на протяжении практически всего XX в., может уйти не менее 40 лет.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА.** Приведенные в этом параграфе примеры наглядно демонстрируют, что человечество в состоянии решать экологические проблемы. Важнейшим этапом на этом пути является экологическая экспертиза, направленная на выяснение причин тех или иных экологических событий и выработку рекомендаций, если ситуация

того требует, по преодолению или, по крайней мере, смягчению неблагоприятных последствий. Экологическую экспертизу в настоящее время проходят все проекты (строительство, нефте- и газодобыча, прокладка дорог и т. п.), реализация которых связана с воздействием на окружающую среду. При ее выполнении эксперты-экологи учитывают огромное число факторов, которые определяют экологическую обстановку, выявляют круг факторов риска от той или иной деятельности, намечают возможные пути предупреждения катастрофических последствий при авариях и ликвидации возможного ущерба. Необходимость проведения экологической экспертизы закреплена в законодательстве большинства стран, включая Россию.

Борьбу за преодоление экологического кризиса ведут и многочисленные общественные организации, как региональные, так и международные. Среди них наиболее известны Гринпис и Всемирный фонд охраны природы (WWF). Гринпис использует ненасильственные, но активные методы борьбы за сохранение окружающей среды. Эта организация известна своими акциями за запрет китобойного промысла, за экологически чистое использование ядерной энергии и др. Всемирный фонд охраны природы борется за сохранение биоразнообразия и естественных экосистем.



- ▷ Почему необходимо знать причины того или иного экологического явления?
- ▷ Почему необходимо поддержание озонового слоя?
- ▷ В чем причины «озонового кризиса»?
- ▷ В чем заключается экологическая экспертиза?

## 81

КАК ВЫЯСНЯЮТ ПРИЧИНЫ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
КАТАСТРОФЫ

## Урок-семинар

Не следует умножать  
сущности сверх необходимости.

У. Оккам

?

Каким образом следует проводить экспертную оценку экологических явлений? Все ли экологические события, кажущиеся катастрофическими, являются таковыми на самом деле?

Из старого  
портфеля

Биология, 7 кл., Естествознание,  
10 кл., § 33—35, 37, 75—78;  
11 кл., § 74—80.

## ЦЕЛЬ СЕМИНАРА

Проследить, как выясняют причины экологических событий. Уяснить, что далеко не всегда природные явления, которые кажутся нам катастрофическими, являются таковыми на самом деле. Убедиться, что определение причин того или иного экологического события невозможно без компетентной экологической экспертизы.

## ПЛАН СЕМИНАРА

1. Познакомиться с экологической катастрофой, случившейся на Белом море в 1990 г.
2. Выдвинуть гипотезы, объясняющие упомянутое экологическое событие.
3. Проанализировать высказанные гипотезы и выбрать наиболее научно обоснованную.

## Необходимые источники информации

Наумов А. Д. Вечно живое Белое море / А. Д. Наумов, В. В. Федяков. — СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных, 1993.

Попробуем на конкретном примере разобраться в причинах масштабного экологического события. При этом будем помнить о знаменитом принципе «бритвы Оккама» (см. эпиграф), согласно которому не надо придумывать излишне усложненных трактовок тому, что может иметь простое и логичное объяснение.

В мае 1990 г. средства массовой информации оповестили об экологической катастрофе, разразившейся на Белом море: на побережье Летнего берега Двинского залива (примерно в 60 км от устья Северной Двины, выше по течению которой располагается Архангельск) в огромном количестве были обнаружены выброшенные на берег морские

Пейзаж А. Кифера призван шокировать зрителя и донести до него опасность катастрофы, угрожающей человечеству в результате ухудшения экологических условий. А в произведении А. Платонова «Неизвестный цветок» так изображено воздействие человека: «Пустырь теперь стал другой, он зарос травами и цветами, и над ним летали птицы и бабочки». А какую модель предложите вы?

*Ансельм Кифер. Красное море*



МЫСЛЬ И ОБРАЗ

звезды (рис. 94). Среди них попадались также погибшие крабы, моллюски и даже тюлени, но их число не превышало те значения, которые обычны для беломорского побережья. Для выяснения причин столь драматических событий были созданы специальные комиссии, в состав которых входили ученые, чиновники разного ранга, военные, независимые эксперты. Были выдвинуты многочисленные предположения относительно природы массовой гибели морских животных.

#### ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Сформулируйте гипотезы, которые могли бы объяснить наблюдавшееся природное явление.

Гибель морских звезд могла быть вызвана причинами как естественного, так и антропогенного характера. В качестве первых можно предположить сочетание каких-либо неблагоприятных для жизни морских звезд природных факторов (например, сильный шторм, резкое понижение солености воды и т. п.). Помимо того, к массовой гибели морских организмов могло привести загрязнение воды промышленными стоками, содержащими ядовитые вещества, нефтепродуктами и другими ядовитыми веществами.

#### ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

Если мы признаем, что массовая гибель морских звезд вызвана причинами антропогенного характера (а именно такая точка зрения была наиболее популярна), то каким критериям должно соответствовать отравляющее вещество, чтобы вызвать катастрофические последствия?



Рис. 94. Выброшенные морские звезды на Летнем берегу Двинского залива Белого моря

Вещество должно быть очень ядовито (токсично) и слито в большом количестве, чтобы при растворении в огромном объеме морской воды его концентрация оказалась достаточной, чтобы вызвать гибель морских животных на обширной акватории. Вещество должно действовать избирательно на морских звезд и не оказывать заметного влияния на других обитателей моря.

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 3**

Попытайтесь, используя определенные выше критерии отравляющего вещества, критически проанализировать и оценить приемлемость гипотез, которыми пытались объяснить массовую гибель морских звезд.

Зимой, предшествующей рассматриваемым событиям, примерно в 150 км от будущего места выброса звезд потерпела аварию подводная лодка. В воду при этом попало около 16 т ракетного топлива. Однако этого количества на столь значительном удалении от берега недостаточно, чтобы отравить протяженный участок побережья. Кроме того, направление течений в районе аварии таково, что топливо должно было быть отнесено совершенно в ином направлении. Были высказаны и предположения о возможном промышленном или нефтяном загрязнении воды. Однако анализ проб морской воды из района гибели морских звезд показал, что концентрация загрязняющих веществ в ней была не выше, чем в других районах Белого моря.

Наибольшее внимание привлекла гипотеза о загрязнении морской воды серусодержащими органическими соединениями, поскольку повышенная их концентрация была обнаружена в рыбе, поступившей на Архангельский рыбокомбинат. Серусодержащие органические соединения могут служить косвенным указанием на наличие в воде иприта — страшного отравляющего вещества, производившегося в годы «холодной войны». Известно, что значительные количества иприта были захоронены в контейнерах в море, причем сведения о местах некоторых захоронений не сохранились. Нельзя исключить, что одно из них расположено у Летнего берега Белого моря. Контейнеры со временем могли прохудиться, и иприт попал в воду. Еще одним косвенным подтверждением версии об отравлении серусодержащими соединениями послужило обнаружение в районе гибели звезд красноватого грунта, что также может свидетельствовать о наличии в среде серы.

Доводы выглядят убедительно. Однако примем во внимание, что место, где была поймана рыба с повышенным содержанием серусодержащих соединений, так и не было установлено. Что же касается красноватого песка, то он в изобилии встречается по всему Белому морю и не имеет никакого отношения к серусодержащим соединениям. Красноватый цвет ему придают мельчайшие кристаллики граната, которые на протяжении многих тысячелетий выветривались из коренных пород. Вспомним, что ядовитое вещество, которое мы определяем, должно обладать избирательным воздействием именно на морских звезд. Серусодержащие же органические соединения в повышенных концентрациях ядовиты для всего живого (иприт-то создавался далеко не для морских звезд!).

**ТЕМА ДЛЯ  
ОБСУЖДЕНИЯ 4**

Попытайтесь воспроизвести последовательность событий естественного характера, которые могли бы повлечь за собой массовый выброс на берег морских звезд.

Учеными Зоологического института Российской академии наук было установлено, что вдоль берега Двинского залива на глубинах 2—6 м тянется сплошное поселение мидий (мидиевая банка). Мидии — излюбленная пища морских звезд, и они скапливаются на банках в огромных количествах. Весной 1990 г. Двинской залив очистился ото льда на две недели раньше обычного, в период сильных ветров. В мае того же года было зарегистрировано семь сильных штормов, продолжительностью 2—3 суток каждый. Такой шторм отрывает от грунта и хорошо прикрепленные водоросли даже на глубинах 4—5 м, не говоря уж о морских звездах и крабах. Кроме того, северные штормовые ветры способствуют нагону в интересующий нас район пресной воды Северной Двины, которая особенно полноводна в период весеннего паводка.

Последовательность событий, приведших к массовому выбросу морских звезд, могла быть следующей.

- Морские звезды весной в огромном количестве выползли на мидиевую банку, где активно питались моллюсками.
- Вода в исследуемом районе Летнего берега весной сильно опреснилась, а в воде с пониженной соленостью сила, с которой морские звезды прикрепляются к подводным субстратам, ослабевает.
- В сильный шторм волны оторвали сконцентрировавшихся на мидиевой банке морских звезд и в массе выбросили их на берег.

**ПОДВЕДЕНИЕ  
ИТОГОВ**

Итак, была ли на самом деле экологическая катастрофа, как о том возвестили средства массовой информации? По отношению к морским звездам нет: гибель, пускай и значительного их числа, не привела к катастрофическим последствиям для беломорской популяции морских звезд в целом. Не пострадали и остальные животные и растения Белого моря. По оценкам ученых Зоологического института, никаких серьезных различий в их видовом составе и численности в районе Летнего берега до и после описываемых событий нет. А значит, не было и катастрофы. Произошло одно из тех нередких в природе событий, когда сочетание тех или иных естественных факторов приводит к повышению смертности каких-либо видов, в данном случае морских звезд. Популяции живых организмов обладают определенным «запасом прочности», чтобы восстановиться после значительных утрат до своей оптимальной численности.

Возвращаясь к эпиграфу, мы можем заключить, что в нашем примере «бритва Оккама» отсекала как «ненужные сущности» разнообразные гипотезы об антропогенном характере факторов, вызвавших гибель морских звезд, оставив самые очевидные, естественные, которые в первую очередь и следовало бы рассматривать в качестве рабочей гипотезы.

## 82

# ИНТЕГРАЦИЯ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ НА ПУТИ РЕШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Урок-лекция

Научная мысль — явление планетарное, космическое.

В. И. Вернадский

?

Каковы тенденции развития научного знания? Каковы особенности интеграции научного знания на пути решения глобальных проблем?

Ключевые слова

Интеграция научного знания

Из старого портфеля

Биологические системы (Естествознание, 10 кл., § 29, 35, 36, 83).

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ.** В процессе развития научного знания возникла глубокая специализация труда ученых, сформировались отдельные науки. Это привело к появлению соответствующих методов исследования, способов мышления, структуры знания, возникновению своего языка, на котором описываются результаты исследований. Такое дробление научного знания означает расчленение действительности, выделение конкретных природных объектов познания. Однако этот подход противоречит единству, нерасчлененности реального мира. Поэтому ученые всегда понимали условность деления природы разными науками на собственные объекты изучения.

Ученые постоянно опираются на знания из смежных областей науки, заимствуют из других отраслей знаний методы исследования, а приходят к тому, что изучают общие законы природы. Для их описания они

Немецкий физик Макс Планк писал: «Наука представляет собой единое целое. Ее разделение на отдельные области обусловлено не столько природой вещей, сколько ограниченностью способности человеческого познания. В действительности существует непрерывная цепь от физики и химии через биологию и антропологию к социальным наукам — цепь, которая ни в одном месте не может быть разорвана, разве лишь по произволу».

пользуются единой общенаучной терминологией. Это означает, что дифференциация научного знания всегда сопровождается процессом интеграции, т. е. взаимопроникновением, синтезом знания из разных областей науки. Без такого тесного взаимодействия наук был бы невозможен какой-либо научный прогресс.

**ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ НА ПУТИ РЕШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ.** Еще Френсис Бэкон, живший на рубеже XVI—XVII вв., считал, что человек должен с помощью научного знания полу-

чить власть над природой, а не жить по ее законам. С ростом научного знания идея покорения природы продолжала укрепляться в сознании людей. Наука превратилась в производительную силу общества, а деятельность человека на планете по своим масштабам стала сопоставима с геологическими силами.

Задолго до появления глобальных проблем один из основоположников квантовой механики, нобелевский лауреат 1933 г. Эдвин Шредингер писал: «Я считаю чрезвычайно сомнительным то, что на счастье человечества оказывают положительное влияние технические и промышленные разработки, следующие по пятам за стремительно прогрессирующими естественными науками... Делает ли это человека более счастливым?»

Для решения глобальных проблем необходима переоценка ценностей каждым человеком: нужно отказаться от стратегии только потребления в целях сохранения биосферы и человечества в целом. Как это достичь, учитывая сложность природы самого человека?

Если естественные науки ориентированы в большей степени на создание условий комфортного существования, то гуманитарные науки больше связаны с духовной жизнью человека и могут помочь в формировании новых нравственных императивов.

Техногенную цивилизацию в наше время некоторые ученые характеризуют как общество гигантских рисков и обострения глобальных кризисов.

Человек, познавая законы природы, стал все меньше считаться с ними. Следствием этого стало появление глобальных проблем.

В новый портфель

Основная тенденция интеграции научного знания — это интеграция естественных и гуманитарных наук (гуманитаризация), ориентированная на поиск путей решения глобальных проблем.

В новый портфель

??

- ▶ А. И. Герцен писал: «Двух наук не бывает, как не бывает двух Вселенных». Почему возможна подобная аналогия?
- ▶ Как вы понимаете смысл выражения «нравственный императив»?
- ▶ Обсудите с одноклассниками ответы на вопросы:
- ▶ Может ли научное исследование привести к выводу о необходимости новых ценностей?
- ▶ Могут ли ценности духовного мира человека оказать влияние на науку?

## 83

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ  
ЧЕЛОВЕКА ЗА СОСТОЯНИЕ  
БИОСФЕРЫ

Урок-лекция

Осознать зло — значит немедленно начать бороться с ним.

М. Е. Кольцов

?

Почему человеку трудно осознать опасность глобальных проблем? В чем заключается моральная ответственность ученых перед современным обществом?

Ключевые слова

Этика • Нравственность • Ответственность

Из старого портфеля

(Естествознание, 10 кл., § 1, 4, 11, 82; см. § 1—5).

Чем страшна ситуация, описанная в стихотворении-песне В. Высоцкого:

Кто сказал: «Все сгорело дотла,  
Больше в Землю не бросите семя»?!  
Кто сказал, что Земля умерла?  
Нет! Она затаилась на время.

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Отчуждение человека от природы серьезно деформирует личность современного человека.

Существование техногенного мира способствует деградации биосферы, а зачастую и самого человека.

В новый портфель

**ПОЧЕМУ ЧЕЛОВЕКУ ТРУДНО ОСОЗНАТЬ ОПАСНОСТЬ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ.** Наиболее очевидными для большинства людей являются экологические проблемы своего региона, которые в первую очередь отражаются на качестве продуктов питания, питьевой воды, чистоты воздуха и отчетливо проявляются на здоровье человека. И все же осознать эти проявления как признаки надвигающейся катастрофы глобального масштаба нелегко. Для этого требуются знание причин этого явления и принципиально новое мышление.

Новое мышление, планетарное сознание не возникают сами собой, они требуют усилий человека — определенных знаний и соответствующего их осмысления. Этому мешает множество причин, прежде всего стереотипы технократического мышления. Таковы, например, представления о якобы

неисчерпаемости природных ресурсов и непонимание абсолютной и полной зависимости от природы.

Для современного человека его природная основа становится все менее очевидной, поскольку он существует в мире технических устройств (мире артефактов). Следствием этого является и психологическое отчуждение от природы.

**В ЧЕМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ МОРАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ УЧЕНЫХ ПЕРЕД СОВРЕМЕННЫМ ОБЩЕСТВОМ.** Понятие «моральная ответственность» связано с сознанием человека, его личными убеждениями, мотивами, самооценкой. Оно позволяет человеку контролировать свои поступки и вырабатывать те или иные линии поведения. При этом он ориентируется на свой внутренний голос («нравственный закон внутри меня», как говорил И. Кант). Обычно этот голос называют «совесть» — это понятие, как и понятия «долг», «честь» и т. п., входят в идеально-духовную сферу человека. Все они должны соответствовать принципам общечеловеческой нравственности, т. е. критериям добра и зла. Выбор делает человек.

Сама по себе наука, естественно, не может быть моральной или аморальной. Каковы результаты ее воздействия на человека и жизнь природы в целом, зависит исключительно от людей. Однако именно научное знание может прогнозировать и моделировать возможные негативные последствия научных достижений. Это становится первейшей задачей каждого честного ученого. Не менее трудно донести эти предостережения до всего общества.

Казалось бы, ученый не должен нести ответственность за пути использования своих научных результатов. Однако, как показала сама жизнь, ученый как человек не может не испытывать моральную ответственность (внутренний голос). В соответствии со своими нравственными принципами ученый выбирает свою линию поведения. Так, например, он может:

- не участвовать в научных экспериментах, зная, в чьих руках находится наука (пример — массовая эмиграция ученых из гитлеровской Германии);
- давать строго объективные независимые заключения при проведении научных экспертиз;
- направлять свой талант и труд на разработку гуманистически ориентированных проектов;
- информировать правительство и общественность своей страны об опасности тех или иных научно-практических разработок;
- принимать активное участие в гуманистически направленных общественных движениях и т. п.

Особенно остро ощущали свою ответственность за судьбу человечества те ученые, которые были причастны к освоению атомной энергии и других средств, способных вызвать массовую гибель людей. Это не случайно, так как

Выдающийся российский ученый, мыслитель Никита Николаевич Моисеев (1917—2000) был одним из духовных лидеров нашей страны. В 1983 г. Никита Николаевич исследовал и подтвердил гипотезу американского ученого Карла Сагана о последствиях атомной войны на Земле. Он подтвердил, что на Земле установится так называемая «ядерная ночь», а впоследствии и «ядерная зима», что приведет к гибели рода человеческого. Эта работа имела колоссальный резонанс во всем мире и существенно изменила поведение политиков СССР и США.

Изучая проблему взаимодействия природы и общества, Никита Николаевич на основе своей теории универсального эволюционизма пришел к выводу, что человек должен изменить свои отношения с природой немедленно, чтобы избежать гибели уже в ближайшем столетии. Позитивный выход он связал с появлением нравственного выбора человека («этического императива») как движущего фактора глобальной эволюции.

именно этим ученым была очевидна опасность применения подобных средств для человечества и природы в целом. В соответствии со своими моральными убеждениями они неустанно боролись против их использования.

Наш соотечественник физик Андрей Дмитриевич Сахаров — нобелевский лауреат 1975 г., активный общественный деятель, возглавлял в 1988 г. Международный фонд «За выживание и развитие человечества».

**ЧТО МОЖЕТ КАЖДЫЙ ИЗ НАС.** Каждый человек может:

- преодолеть в своем сознании отчуждение от природы и погружение в техногенный мир, способный порождать ложные ценности;
- всегда помнить, что он — Человек, т. е. несет в себе не только биосоциальное, но и духовное начало (способность осознавать истинные, нематериальные ценности);
- осознать свою личную ответственность за непосредственное природопользование (за сбережение воды, энергии, за охрану природы) и за свою жизненную позицию в обществе.

В истории всегда были люди, которые проявляли озабоченность судьбами человечества, говорили о грозящих опасностях, предупреждали о них. Их называли пророками.

Они говорили и текстами Священного Писания, и словами поэтов, и призывами философов, и свидетельствами ученых. Все они говорили об одном: в мире существуют нравственные законы, столь же незыблемые, как естественные законы природы. Человеку дано различать добро и зло. Все они призывали человечество остановиться у роковой черты. Какой выбор сделает человек?

В своей последней работе Н. Н. Моисеев сформулировал гамлетовский вопрос: «Быть или не быть... человечеству?» — вопрос, который решается в XXI в.

Дмитрий Сергеевич Лихачев напоминал, что Гиппократ, когда его спросили, откуда он, не ответил «из Афин», а сказал «из Вселенной».

??

- ▶ Обсудите международные проекты по спасению жизни на Земле, которые вам известны.
- ▶ Как вы можете объяснить то, что Ирен Жолио-Кюри — член Комиссии по атомной энергетике при правительстве Франции — была выведена из ее состава в связи с участием в Движении сторонников мира?
- ▶ Что вам известно об отце и сыне Гржимеках? о других энтузиастах, организовывавших общественные движения по созданию заповедных зон сохранения природы?

## 84

## БИОСФЕРА И НООСФЕРА

## Урок-лекция

Если бы человек был действительно разумным, он сумел бы жить разумно.

Сократ

?

Ноосфера: что это? Какие ориентиры развития человечества обосновывает концепция ноосферы?

Ключевые слова

Ноосфера • Нравственный императив

Из старого портфеля

Биосфера (Естествознание, 10—11 кл.).

**ЧТО ТАКОЕ НООСФЕРА.** В учении Вернадского обосновано усиление влияния живого вещества на биосферные процессы в ходе его эволюции. При таком подходе появление человека также рассматривается как закономерный результат эволюции биосферы, как функция биосферы.

В свете этого учения человек предстал не как свободно действующее природное явление, а как проявление грандиозного закономерного планетарно-космического процесса эволюции биосферы. Постепенно, охватывая всю планету, как историческая неизбежность, человек выделился среди других живых организмов как новая, небывалая, общепланетарная сила.

Воздействие этой силы не только сравнялось с геологическими силами, но к тому же происходит с огромным ускорением. Особенно отчетливо это можно увидеть, если сопоставить условное время скорости процесса развития цивилизации с зависимостью от вида энергии, используемой человеком (см. табл.).

Несоизмеримость скорости геологических процессов (геологическое время) и скорости развития человечества (историческое время) объясняет, почему деятельность человека и ее темп оказались столь разрушительными для уничтожения исторически сложившихся природных равновесий.



Мировое древо

Мифологический образ Мирового древа существует у многих народов.

С. Есенин создает свой художественный мир в виде Мирового древа. Древо, растущее от земли до неба, является центром мира, и раем, и семьей, и человеком, и «вечным, непоколебимым деревом, на ветвях которого растут плоды дум и образов». Какой процесс напоминает вам создание Есениным своего Мирового древа?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

**Шкала прогресса цивилизации**  
(в условных единицах исчисления исторических периодов)

Период	Условное время
От первых людей до использования металла (бронзовый век)	1 день
До использования пара	2 часа
До использования электричества	3 минуты
До использования атомной энергии	Десятки секунд
Новая историческая эра становления человечества XXI в.	

Результат деятельности человека Вернадский рассматривал также как закономерный эволюционный переход биосферы в качественно новое состояние. Для его обозначения был использован предложенный Тейяром де Шарденом термин «ноосфера» (греч. *noos* — разум и *sphaira* — шар, т. е. сфера разума).

Какие ориентиры развития человечества обосновывает концепция ноосферы?

В полном соответствии с гениальным предвидением Вернадского наступает время, когда человек, в результате деятельности которого глубоко изменена природная среда, обеспечивающая жизнь на Земле, должен взять на себя *ответственность* за судьбу планеты. Возможности для этого отчетливо намечены в концепции биосферы.

Ноосфера — это сфера разума. Человек обладает разумом, однако его деятельность в природе до настоящего времени складывалась стихийно и оказалась «неразумной», грозящей самоистреблением жизни на планете.

О такой возможности писал еще Ж.-Б. Ламарк: «Человечество ведет себя так, словно его цель — погибнуть, оставив после себя планету, непригодную для жизни».

Основой переустройства жизни на планете должна быть, по Вернадскому, научная мысль, которая направляет усилия всего человечества на восстановление целостности биосферы, на гармоничное взаимодействие человека и природы.

Н. Н. Моисеев еще в начале 70-х гг. XX столетия дал наглядную интерпретацию термина «ноосфера»: он ввел понятие **коэволюция человека и природы**. Это понятие является синонимом такого развития общества, которое согласовано с законами развития биосферы.

Как подчеркивает Моисеев, «переход к контролируемому направленному развитию, будучи допустимым и оправданным всей логикой предшествующего развития земной жизни, не может совершиться сам по

Ноосфера — это новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития.

*В новый  
портфель*

себе... Нельзя ограничиться ссылкой на разум — люди могут принимать и неверные, губительные для себя решения. Значит, нам всем предстоит труднейший переходный период». И далее: «Судьба человечества будет зависеть от того, каким он будет — этот человек будущего; от того, насколько он будет способен преодолеть свой эгоизм, страсть к стяжательству...»

Обратим внимание: при обсуждении судьбы человечества Н. Н. Моисеев на первое место выдвигает не качество научных программ, необходимых для сосуществования общества и природы, а *нравственность человека*. Этому человеку будущего предстоит осознать себя планетянином (обладать «планетарным сознанием»), ответственным за свои поступки и свое участие в создании ноосферы. Другого выбора нет. Моисеев назвал этот выбор жизненной позиции «нравственным императивом» (внутренний голос — система нравственных ограничений человека). В те же 70-е гг. экологом Т. Н. Куражковским был предложен термин «природопользование». Появилось много работ экологов, доказывающих первоочередные задачи научно обоснованного природопользования. Было привлечено внимание общества, государственных деятелей всех уровней к обсуждению проблем мирового развития:

- о роковой черте, к которой подошла мировая цивилизация;
- о пределах демографического и экономического роста человечества;
- о предотвращении столкновений цивилизаций;
- о совместном социальном и природном развитии (коэволюции) и др.

Эти проблемы стали содержанием работы Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию. Началось сотрудничество мировых держав в области развития взаимопонимания и совместных действий по проектированию развития общества и природы.

Наука о сохранении и защите ноосферы и человечества в наши дни продолжает развиваться. В центре ее внимания находится проблема эволюции ноосферы в тесной связи с законами природы, законами мышления, законами социально-экономического развития. Ее назначение теперь — восстановить гармонию отношений в системе «общество — природа». Ведущий фактор в обеспечении этих программ — «нравственный императив» как каждого отдельного человека, так и общества в целом.

В новый  
портфель

??

- ▶ В настоящее время во многих публикациях имеются непроверженные факты: а) о небывалом расцвете научной мысли; б) о кризисе цивилизации и самоистреблении человечества.

Проведите анализ причин этого парадокса.

- ▷ В каком смысле можно говорить о человечестве как о единой силе?
- ▷ В каком понимании единства человечества необходимо его достигнуть?

# 85 ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА И БИОСФЕРЫ

## Урок-конференция

Чтите жизнь.  
А. Швейцер

?

- Что необходимо знать человеку XXI столетия о законах существования биосферы?
- Что должен осознать каждый, чтобы способствовать сохранению биосферы?
- Что представляет собой Всемирная концепция устойчивого развития общества и биосферы?

**Ключевые слова**

Устойчивое развитие • Козволюция

**Из старого портфеля**

Естествознание, 10—11 кл.



Альберт Швейцер (1875—1965)

Врач, ученый, музыковед, органист. Исходный принцип его мировоззрения — «преклонение перед жизнью как основа нравственного обновления человечества».

### МЫСЛЬ И ОБРАЗ

#### ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ

- Обобщить знания по курсу естествознания.
- Оценить свою компетентность.
- Осознать свои убеждения.

#### ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

##### I. Сообщения на темы

1. Биосфера как закономерный результат эволюции нашей планеты.
2. Биосфера как открытая и саморегулирующаяся система.
3. Биосфера как глобальная экосистема.
4. Биосфера и место человека в ней.
5. Биосфера в эпоху глобальных проблем.
6. Биосфера: переход в ноосферу.
7. Проблемы устойчивого развития общества и биосферы.

##### II. Круглый стол участников конференции

1. Обсуждение проблемных вопросов.
2. Выполнение практического задания.
3. Подведение итогов.

#### Источники информации

1. Учебник «Естествознание, 10 кл.».
2. Учебник «Естествознание, 11 кл.».
3. Вернадский В. И. Несколько слов о ноосфере / В. И. Вернадский. — М., 1944.
4. Моисеев Н. Н. Экология человечества / Н. Н. Моисеев. — М.: Молодая гвардия, 1988.
5. Алексеев С. В. Экология / С. В. Алексеев. — СПб.: СМНО ПРЕСС, 1997.

Вы изучили курс естествознания и узнали, что современное естествознание — это обширный комплекс наук о природе и человеке, развившийся на основе изучения природы.

Современное естествознание призвано решить грандиозную задачу: обосновать стратегию сознательного перехода человечества к качественно новому состоянию биосферы — к ноосфере. Поскольку все люди планеты должны участвовать в этом движении, естественно-научные знания необходимы каждому. Глобальные проблемы напомнили людям планеты, что их дальнейшие судьбы связаны воедино независимо от того, осознают они это или еще не осознали. Избежать последствий разрушения природы никому не дано. Однако «для того, чтобы путник был в состоянии избежать опасности, он должен заранее знать о них, заранее предвидеть, заранее искать способы их обойти, так как возможность опасности еще не реальность, как и возможность поиска выхода еще не гарантирует его» (Н. Н. Моисеев).

По своим масштабам и степени воздействия человеческая деятельность сравнима с некоторыми проявлениями великих сил природы.

По некоторым ключевым экологическим параметрам система «Земля» вышла далеко за пределы природной изменчивости, проявлявшейся в течение последнего полумиллиона лет. Природа происходящих сейчас изменений, их масштабы и темпы являются беспрецедентными. В то же время Земля представляет собой систему, в которой сама жизнь помогает контролировать ее состояние.

При формировании свойств окружающей среды биологические процессы активно взаимодействуют с физическими и химическими процессами, но биологические явления играют гораздо более важную роль в поддержании пределов обитаемости окружающей среды, как это считалось ранее.

Эти выводы позволяют предполагать объективную возможность делать достоверные научные прогнозы о динамике изменений в состоянии экосистем, регулируемых научно обоснованной деятельностью человека.

## 1. Сообщения на темы

### СООБЩЕНИЕ 1

(2—3 содокладчика)

#### Биосфера как закономерный результат эволюции нашей планеты

Для понимания особенностей биосферы используйте знания:

- о физической структуре материи и формах ее существования (Естествознание, 10 кл., § 17—20, 22, 23);
- о характеристике планеты Земля и ее уникальности (Естествознание, 10 кл., § 15, 27, 28, 59);
- о планетарно-космических связях и общей характеристике Вселенной (Естествознание, 10 кл., § 54, 59, 73, 77);
- о системной организованности нашей планеты и ее земных оболочек (Естествознание, 10 кл., § 76);
- об общих физических законах природы (Естествознание, 10 кл., § 37);

- об эволюции как процессе развития природных систем (Естествознание, 10 кл., § 76—78).

### **СООБЩЕНИЕ 2** (2 содокладчика)

#### **Биосфера как открытая и саморегулирующаяся система**

Эта существенная особенность организованности биосферы объясняет:

- сущность системы как целостности, которая обеспечивается взаимодействием ее компонентов; на молекулярном уровне организации биосферы это обеспечивают потоки вещества (атомов) и энергии (Естествознание, 10 кл., § 35, 36, 50);
- процессы самоорганизации в природе (Естествознание, 10 кл., § 68—70).

### **СООБЩЕНИЕ 3** (2 содокладчика)

#### **Биосфера как глобальная экосистема**

Рассмотрение биосферы как глобальной экосистемы – важнейший подход, который позволяет оценивать факторы ее устойчивости. (Естествознание, 10 кл., § 35).

Для понимания биосферы как глобальной экосистемы необходимо вспомнить:

- сущность понятия «экосистема»;
- общую структуру экосистемы;
- энергетику функционирования экосистемы;
- динамику численности в экосистеме;
- понятие «продуктивность экосистемы»;
- значение видового разнообразия экосистемы (Естествознание, 10 кл., § 29, 30);
- особенности биосферы как глобальной экосистемы (Естествознание, 10 кл., § 36).

### **СООБЩЕНИЕ 4** (2 содокладчика)

#### **Биосфера и место человека в ней**

Для обсуждения этой проблемы используйте знания о том, что:

- человек — уникальный компонент биосферы (Естествознание, 11 кл., § 53, 74);
- взаимоотношения человека с природой обусловлены его биологическими и социальными особенностями (Естествознание, 11 кл., § 1, 2, 8, 38, 40, 43, 47, 49, 73);
- необходимое условие сохранения жизни на планете — гармоничные отношения человека и природы (Естествознание, 11 кл., § 83—85).

**СООБЩЕНИЕ 5** (3—4 содокладчика)**Биосфера в эпоху глобальных проблем**

Осознание серьезности состояния биосферы в настоящее время требует знаний:

- о глубине сдвигов в состоянии биосферы под влиянием антропогенного фактора, сравнявшегося с геологическими силами природы (Естествознание, 11 кл., § 73, 75—77);
- о роли научного знания в организации системы природопользования (Естествознание, 11 кл., § 51, 52, 78, 82);
- о роли техники как антропогенного фактора, влияющего на состояние биосферы (Естествознание, 11 кл., § 38, 42, 47, 51);
- о том, что природа не пассивный фон для деятельности человека на Земле, а целостная система, законам которой он обязан подчиняться как компонент этой системы.

**СООБЩЕНИЕ 6** (3 содокладчика)**Биосфера: переход в ноосферу**

Раскрыть сущность проблемы можно, если провести анализ:

- сущности понятия «ноосфера»;
- сущности концепции В. И. Вернадского о ноосфере;
- условий, необходимых для перехода биосферы в качественно новое состояние — ноосферу (Естествознание, 11 кл., § 84).

**СООБЩЕНИЕ 7** (6 содокладчиков)**Проблемы устойчивого развития общества и биосферы**

При обсуждении проблемы ответьте на вопросы:

- почему проблема возникла в середине XX столетия и почему ее необходимо безотлагательно решить?
- Что называют глобальным моделированием? Почему оно необходимо и возможно?
- В чем заключается сущность социоэволюционной концепции устойчивого развития?
- Какова роль естественных, технических и гуманитарных наук в реализации коэволюции общества и биосферы?
- Какие международные организации участвуют в решении этой проблемы и какие международные документы приняты ими?
- Почему в реализации этой программы должен участвовать каждый житель планеты?
- При каких условиях должен быть осуществлен проект?
- Что означает «принцип нравственного императива», провозглашенный Н. Н. Моисеевым?
- Почему при беспрецедентных масштабах дискуссии об устойчивом развитии мир продолжает развиваться по траектории неустойчивого развития (Естествознание, 11 кл., § 82—84)?

## II. Круглый стол участников конференции

Человек впервые реально понял, что он житель планеты и может — должен — мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте отдельных личности, семьи или рода, государства или их союзов, но и в планетарном аспекте.

*В. И. Вернадский*

### ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС 1

Как вы знаете, биосфера — это глобальная экосистема. Почему *Homo sapiens* не вписался естественно и гармонично в природную среду, будучи ее компонентом? Имеется ли у человека своя биосферная функция? В чем она заключается, по вашему мнению?

### ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС 2

В настоящее время высказываются различные мнения по вопросу о том, началась ли уже эпоха ноосферы. Приведите аргументы за и против этих доводов.

### ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС 3

Почему В. И. Вернадский назвал научную мысль планетарным явлением? Какую роль может сыграть научное знание в становлении и развитии ноосферы?

### ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС 4

Почему А. Швейцер, провозгласивший принципы универсальной этики, считал необходимым включить природу в сферу моральных норм человека?

### ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС 5

Как вы знаете, существование живых организмов связано с состоянием их неустойчивого равновесия. В то же время Концепция сохранения жизни на Земле названа устойчивым развитием. Объясните этот этимологический парадокс.

### ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС 6

Устойчивое развитие, т. е. коэволюция человека и биосферы, не может быть обеспечено, если не преодолеть противоречий в человеческом сообществе. Какие из этих противоречий вы считаете наиболее актуальными, трудными и легко разрешимыми?

Ознакомьтесь с данными, приведенными в таблицах.

### Глобальная численность населения и ее ежегодный прирост

Год	Население, млрд	Прирост населения, млн
1980	4457	76
1985	4855	83
1990	5284	83
2000	6080	77

## Глобальный ядерный арсенал

Год	число ядерных боеголовок
1980	61480
1985	69478
1990	60236
2000	43200

## Глобальные данные о числе ВИЧ-инфицированных и погибших от СПИДа, млн человек

Год	ВИЧ-инфицированные	Погибшие от СПИДа
1980	0,1	0,0
1985	2,4	0,2
1990	10,0	1,7
1995	29,8	8,2
2000	57,9	21,8

**ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС 7**

Экологически образованный экономист-предприниматель решал задачу, как использовать капиталовложения, если в обществе возникла мода на беличий мех, а он практически отсутствовал на рынке пушнины.

Было рассмотрено три проекта: развитие охоты, разведение белок в питомниках, создание синтетического меха с заранее заданными свойствами и последующее строительство химического комбината по его производству. Ни один проект не был выбран этим предпринимателем. Почему?

Прокомментируйте экологические и экономические последствия от возможной реализации каждого из этих проектов. Сделайте выводы о взаимодействии звеньев в цепи «общество → наука → техника → природа → человек» на этом примере.

**ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ**

Сделайте вывод о необходимости изменения сознания человека и стереотипов его поведения, т. е. изменения нравственных норм. Суть нового мышления в том, чтобы на основе исторического анализа эволюции биосферы, ее законов и закономерностей развития представить общую картину мира и по-новому понять великое значение всего сущего.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Я чувствую себя вправе сказать: да здравствует самообразование во всех областях!.. Только те знания прочны и ценны, которые мы добыли сами, побуждаемые собственной страстью. Всякое знание должно быть открытием, которое вы сделали сами.

К. Чуковский. Воспоминания

Уважаемые старшеклассники! Осваивая курс естествознания по нашему учебнику, вы сталкиваетесь с разными формами проведения урока — семинар, конференция, практикум, лекция. В данном приложении вы получите советы по организации самостоятельной образовательной деятельности, которые помогут сделать эффективным ваше участие на уроках разных типов, а в будущем и в процессе обучения в высшей школе.

### Поговорим о семинаре

Чтобы помочь вам научиться правильно работать на семинаре, мы предлагаем после проведения каждого семинара давать его оценку. Тем самым вы ознакомитесь с требованиями к семинару, а, значит, сможете определить степень своего вклада в успешность семинара.

Рассмотрите таблицы 1 и 2. В них в центральной колонке находится шкала оценок от «1» до «7».

Как вы заметили, описания в левой и в правой частях таблицы представляют начало и конец каждой шкалы. С помощью этих шкал вы можете дать оценку как самому семинару, так и некоторым действиям участников семинара. Для этого обведите одну оценку (из семи), которая, на ваш взгляд, соответствует действительности.

В таблице 1 приведены **характеристики**, которые **позволяют оценить семинар** с точки зрения его общего восприятия участниками семинара. Таблица 2 включает десять **категорий поведения**, которые делают семинар или успешным, или нет.

Таблица 1

#### Оценивание семинара

<b>Удовлетворение от семинара</b>		
Семинар был пустой тратой времени	1 2 3 4 5 6 7	Семинар был полезен для моего обучения
<b>Личностное участие в дискуссии</b>		
Не участвовал(а) совсем, участие ограничено, не заинтересован(а)	1 2 3 4 5 6 7	Полное участие, активное участие, заинтересован(а) в теме и дискуссии
<b>Значение семинара для индивидуального уровня знаний</b>		
Семинар не помог моему пониманию и усвоению материала	1 2 3 4 5 6 7	Семинар дал мне много в плане понимания и усвоения материала

Продолжение

Атмосфера семинара		
Я чувствовал(а), что меня осуждают, критикуют, не слушают. Я чувствовал(а) себя не защищенным в группе	1 2 3 4 5 6 7	Я чувствовал(а) себя непринужденно при обмене информацией и при участии в работе семинара. Атмосфера семинара была доверительной и уважительной

Таблица 2

**Анализ и диагностика семинара**

Создание климата и его сохранение		
Не уделялось внимание вовлечению учащихся в работу семинара: постановка целей, контроль времени, слушание, обсуждение. Отсутствует поддержка. Чувствовалось напряжение	1 2 3 4 5 6 7	Обращалось внимание на вовлечение учащихся в работу семинара: постановка целей, контроль времени, слушание, обсуждение. Участники семинара вежливы, внимательны, следуют инструкции
Безопасность / доверие		
Участники семинара демонстрируют недоверие друг к другу, слушают невнимательно, но отвергают то, что говорят другие, боятся критиковать и критики в свой адрес	1 2 3 4 5 6 7	Члены группы доверяют друг другу, уважают высказывания других. Все свободно выражают свои идеи, мнения. Отношения без боязни осуждения
Целенаправленная деятельность		
Бесцельное перескакивание с темы на тему. Обсуждение пустяков, отсутствие направления. Структура ведения семинара отсутствует	1 2 3 4 5 6 7	Полная занятость работой над достижением целей дискуссии. Структура гибкая, соответствующая ситуации, открытая для переговоров
Степень участия		
Несколько человек доминируют в работе семинара, некоторые пассивны, некоторые не слушают, некоторых не слушают, некоторые говорят одновременно, перебивают	1 2 3 4 5 6 7	Все участвуют, все вовлечены, всех слушают. Участие активное и интенсивное

<b>Реакция на выступления участников</b>		
Участники игнорируют и не реагируют на выступления. Обсуждение бессистемное, одни и те же точки зрения высказываются несколько раз, участники не чувствуют никакого прогресса	1 2 3 4 5 6 7	Участники реагируют на выступление так, что докладчику ясна реакция. Обсуждение имеет обобщающий характер, и группа движется вперед
<b>Проверка понимания</b>		
Участники считают, что они знают, о чем говорят другие ученики, и оценивают чужие высказывания до уяснения смысла выступления	1 2 3 4 5 6 7	Участники объясняют и выражают своими словами то, что сказали другие члены команды, используют предварительные выводы, чтобы проверить, насколько понятны представленные сведения
<b>Последовательность донесения информации</b>		
Информация «наводняет», нет ни логических связей, ни последовательности	1 2 3 4 5 6 7	Информация ясна, подробна, связана. Понятны связи между идеями
<b>Творческий конфликт</b>		
Участники группы чувствуют себя неудобно из-за разницы в мышлении и либо избегают конфликтов, либо сосредотачиваются на критике и тактике нападения	1 2 3 4 5 6 7	Вам кажется полезным понимание в разнице мышления. Конфликт ведет к проверке, корректировке и повышению уровня знаний
<b>Функция (обязанность) в группе</b>		
Участники играют неправильные роли, у всех участников всегда одни и те же амплуа	1 2 3 4 5 6 7	Все участники играют разные роли и дополняют друг друга, каждый может выполнять любую функцию в зависимости от задания
<b>Авторитет / лидерство</b>		
В группе нет лидера. Некоторые участники явно обладают авторитетом. Высокий уровень зависимости, один или два лидера доминируют (не уступают лидерство)	1 2 3 4 5 6 7	Когда потребность в лидере усиливается, различные участники группы могут ее удовлетворить: любой участник добровольно берет на себя эту функцию, когда чувствует потребность группы; лидирующая функция разделена практически равномерно

Оценка семинара и участия в семинаре поможет вам научиться проводить семинары. Из правой части таблиц видно, какого результата можно достичь.

## Как подготовить устное сообщение, или От чего зависит успех вашего выступления

Скажу лишь одно, самое простое: чтобы выступление было интересным, выступающему самому должно быть интересно выступать.

*Д.С. Лихачев. Письма о добром*

Как мы уже говорили в приложении к учебнику «Естествознание — 10», вам часто придется представлять результаты своего труда в виде выступлений. На уроках-конференциях делать **доклады**, на уроках-семинарах — **сообщения**. И на тех и на других уроках вступать в **диалог**, участвовать в **дискуссии**, в **дебатах**. Человек не рождается с этими умениями. Этому тоже надо учиться.

- **Доклад** — изложение в устной (письменной) форме результатов исследования определенной проблемы на основе анализа источников или собственной исследовательской работы.
- **Сообщение** — устное изложение какой-либо информации, обмен мыслями между людьми.
- **Диалог** — разговор, в котором активно участвуют не менее двух собеседников. Эта речь поддерживается взаимными репликами и не полностью развернута. Часто эта речь возникает как ответ на вопрос, не требует специальной подготовки.
- **Дискуссия** — обсуждение какого-либо спорного вопроса на собрании, в печати, беседе.
- **Дебаты** — обсуждение какого-либо вопроса, обмен мнениями обычно после доклада.
- **Тезисы** — кратко сформулированные основные положения доклада, лекции, сообщения и т. п.

Вам предлагается тест «**Умение излагать свои мысли**». Ответьте «да» или «нет» на вопросы:

1. Заботитесь ли вы о том, чтобы быть понятым?
2. Подбираете ли вы слова, соответствующие возрасту, интеллекту, общей культуре слушателя?
3. Обдумываете ли вы форму изложения мысли, прежде чем высказаться?
4. Если слушатель не задает вам вопросов после того, как вы высказались, считаете ли, что он вас понял?
5. Достаточно ли ясно и точно вы высказываетесь?
6. Следите ли вы за логичностью ваших мыслей и высказываний?

7. Выясняете ли вы, что было неясно в ваших высказываниях? Побуждаете ли задавать вопросы?
8. Задаете ли вопросы слушателям, чтобы понять их мысли и выслушать мнения?
9. Отличаете ли вы факты от мнений?
10. Стараетесь ли вы опровергнуть мысли собеседника?
11. Стараетесь ли вы, чтобы слушатели всегда соглашались с вами?
12. Используете ли вы термины, далеко не всем понятные?
13. Говорите ли вы вежливо, дружелюбно?
14. Следите ли вы за впечатлением, производимым вашими словами?
15. Делаете ли вы паузы для обдумывания?

**Ключ:** вы получаете по одному баллу за ответ «нет» на 4, 10, 11 и 12-й вопросы и по одному баллу за ответ «да» на все остальные вопросы.

Подсчитайте количество баллов.

Результат: от 11 до 15 баллов — отличный результат;

от 9 до 11 баллов — средний;

от 8 баллов и ниже — плохой.

Анализ результатов позволяет вам продумать пути развития навыков публичного выступления.

При подготовке устного выступления обратите внимание на следующие рекомендации:

— **любое выступление** состоит из трех частей: вступление (обоснование заявленной темы), главная часть (основные вопросы содержания темы) и заключение (суммирование сказанного);

— **приготовьте** заранее шпаргалку: напишите план и тезисы выступления, имена, даты, цитаты и т. п., они помогут вам сориентироваться при выступлении;

— **лучше не читать**, а рассказывать (поупражняйтесь в произнесении текста перед зеркалом);

— **не забудьте** поприветствовать слушателей, объявить тему своего доклада и его цель;

— **установите** зрительный контакт с аудиторией (эффекта общения со всей аудиторией можно достичь, если медленно переводить взгляд с одной части аудитории на другую);

— **используйте** наглядный материал: таблицы, схемы, диаграммы, рисунки, портреты и т. п. (лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать);

— **исключите** из своей речи слова-паразиты. Слова вроде «вот», «типа», «как бы», «значит», «ну», «того» вызывают раздражение;

— **ставьте** правильно ударение в словах (ударная гласная выделена жирным шрифтом: средства, километр, инструмент, звонить, позвонить, мельком, понял; этот же прием можно использовать в своей шпаргалке);

— **следите за:** *голосом* (говорите громко и выразительно);

*темпом речи* (средним темпом считается 120–150 слов в минуту с паузами);

*интонацией* (монотонность речи снижает интерес слушателей);

*дикцией* (четко выговаривайте слова);  
*мимикой* (она должна быть подвижной, отражать отношение выступающего к тому, что он говорит);  
*жестами* (жестикуляция не должна быть непрерывной, однообразной — не каждая фраза нуждается в подчеркивании жестом);  
*позой* (правильная и удобная манера стоять поможет вам снять напряжение при выступлении и чувствовать себя уверенно).

Надеемся, что наши советы помогут вам.

### Как конспектировать лекции

Слушание и запись лекции — сложный вид работы. Чем раньше вы его освоите, тем легче вам будет учиться в вузе.

Внимание человека очень неустойчиво. От вас потребуются волевые усилия, чтобы быть сосредоточенным на протяжении всей лекции.

Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Не записывайте дословно всю лекцию, иначе есть опасность потерять логику и смысл услышанной информации.

**Что записывать?** Тему лекции, основные вопросы, их аргументацию, научные определения и выводы. Желательно записывать собственные формулировки.

**Как записывать?** Оставляйте широкие поля (для исправлений, дополнений, уточнений). Придумайте свою маркировку для выделения определений, формул, важных мест.

Например: ! — важно; ? — непонятно;  
 !! — очень важно; ?! — проверить.

По мере необходимости этот ряд можно продолжать. Также можете составлять таблицы, схемы. Используйте контуры, всевозможные линии, цвет, упрощенные рисунки. Это поможет структурировать информацию и сделать ее визуальной.

Сделать хороший конспект — этого мало. С ним надо работать. Первый просмотр лучше сделать в тот же день: перечитать, исправить текст, сделать дополнения, разметить цветом. Через 3—4 дня еще раз просмотреть, делая акценты уже только на самых важных моментах. Времени на это уходит немного, а результат обычно хороший: материал лекции усваивается основательно и глубоко.

Работая над конспектом, используйте учебник и дополнительную литературу, рекомендованную учителем (лектором).

### Как читать научную литературу

Чтение научной литературы при подготовке к семинарам и конференциям — это ваша самостоятельная исследовательская работа.

**Шаг 1. Определите для себя цель (причину) вашего чтения.** Вы можете читать для того, чтобы получить общую информацию по какой-либо новой теме, исследовать точку зрения человека, о котором гово-

рили на уроке. Читаете, чтобы найти одну цитату... найти доказательства... Во всех этих случаях **чтение будет разным**.

**Шаг 2. Получите общее представление об источниках информации.** Перед началом чтения вам нужно очень внимательно выбрать, **что читать**. Разбейте название темы вашего выступления на ключевые слова (словосочетания), выберите одно слово и спланируйте чтение вокруг него. Затем перейдите к другим словам и проделайте то же самое. Итак, вы составили с помощью библиотечных или электронных каталогов список литературы. Как же его сузить?

- ✓ Выберите книги из списка, которые, как вам кажется, будут легкими для прочтения.
- ✓ Изучите содержание (оглавление), выберите из него те разделы, которые содержат ключевые слова.
- ✓ Если в конце книги есть алфавитный указатель, то найдите в нем нужные слова, отметьте страницы. Прочитайте сначала эти страницы, а затем решите, будете ли вы читать дальше эту книгу.
- ✓ Используйте журналы: в них печатается самая свежая информация.

**Шаг 3. Получите общее представление о том, что вы читаете и как много вы собираетесь прочитать.** Итак, вы держите в руках:

- книгу с отмеченной главой;
- учебник, в котором поместили нужные параграфы;
- статью из журнала.

Прочитайте введение (первый абзац) и заключение (последний абзац) — это поможет понять, о чем этот текст. Теперь вы можете решить, **будете ли вы это читать**.

В выбранном вами тексте прочитайте первое предложение каждого абзаца. По ним вы поймете, о чем абзац. Посмотрите, какие абзацы отвечают вашей теме, и решите, какие из них вы будете читать более внимательно.

**Шаг 4. Вернитесь к цели вашего чтения.** Вы еще не начали читать, но уже решили для себя, какие фрагменты читать и почему. Теперь убедитесь, что вам понятны ваши собственные цели. Для этого **задайте себе вопросы**:

- Почему я читаю это?
- Что я ищу?
- Что мне надо?
- Где я буду использовать эту информацию?
- Как я буду использовать эту информацию?
- Достаточно ли этой информации? И т. п.

Напишите ваши вопросы на отдельный лист и держите их рядом, чтобы периодически к ним обращаться.

**Шаг 5. Чтение.** Это не просто чтение — это **активное чтение**. Оно потребует от вас физического и умственного напряжения. Перед чтением положите рядом источники, лист с вопросами, бумагу (белую и цветную), карандаши, маркеры и т. п.

Чтобы **облегчить физическое напряжение**, попробуйте:

— вложить закладку в конец того раздела, который читаете (без закладки может казаться, что нужно прочесть слишком много, а это пугает и тормозит ваше чтение);

— использовать лист бумаги (линейку), чтобы вести его по строчкам (иногда не замечаем, что читаем одно и то же предложение несколько раз, и это усложняет чтение): тогда ваши глаза будут попадать на нужное место в тексте и это сэкономит время.

Просто читая, невозможно запомнить, логически изложить, структурировать все, что прочитаете по вашей теме. Поэтому при **чтении текста задавайте себе вопросы и делайте заметки на полях, выделяйте ключевой текст** (карандашом). **Вопросы** могут быть разными, но они обязательно **связаны с целью вашего чтения**.

Помните: **с книгой нужно обращаться бережно!** Лучше всего сделать ксерокопии фрагментов и тогда в них можно смело делать различные пометки, записи и т. п. Если же такой возможности нет, то в этом случае делайте закладки, на которых пишете все, что считаете нужным, а в самом тексте делайте аккуратные отметки простым карандашом. После окончания работы не забудьте их стереть. Используйте разноцветные закладки. В разных источниках закладки одного цвета помогут найти материал по одному и тому же вопросу вашей темы.

**Шаг 6. Перечитывание.** Не пугайтесь — это не значит, что вам снова придется перечитывать все источники. Теперь вы быстро просматриваете текст и **перечитываете ваши заметки на полях, подчеркивания, выделенный текст**.

Зачем? Чтобы сделать и сохранить свои собственные записи по прочитанному материалу. Когда вы приступаете к своим записям, всегда указывайте источник ваших заметок (автор, название, город, издательство, год). Если вы цитируете (точно копируете часть текста), то вместе с источником укажите номер страницы. Источник указывается даже в том случае, если вы прочитали, согласились с автором и пересказали своими словами (идея все равно чужая). Посмотрите в словаре значение слова *плагиат*.

**Шаг 7. Обзор.** Просмотрите свои записи и оцените их, ответив на вопросы:

- Указали ли вы источники?
- Точно ли выписали цитаты?
- Соответствуют ли ваши записи вашей цели?
- Не пропустили ли вы чего-нибудь?
- Надо ли вам еще что-то прочитать?

Читая одни источники, в них вы можете найти ссылки на других авторов. Читать их или нет, вы должны решить сами. Это зависит от многого: насколько ваши записи полны, соответствуют цели, есть ли у вас еще время и т. п.

**Дорогу осилит идущий!  
Желаем удачи!**

**ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ****А**

- Авитаминоз II, 38
- Аккомодация I, 94
- Аллели II, 69
- Аллергия II, 52
- Анод I, 145
- Антенна I, 83
- Антивитамины II, 36
- Антиген II, 50
- Антитело II, 50
- Аскарида II, 59

**Б**

- Биноклярное зрение I, 106
- Биологически активные вещества II, 43
- Бионика I, 21

**В**

- Вакуумный фотоэлемент I, 114
- Вакцина II, 52
- Вечный двигатель второго рода I, 56
- Витамины II, 35
  - водорастворимые II, 40
  - жирорастворимые II, 40
- Внутреннее сопротивление I, 74
- Внутренний фотоэффект I, 115
- Волна
  - естественно поляризованная I, 102
  - линейно поляризованная I, 102

Вынужденное излучение I, 116

**Г**

- Ген II, 69
- Генератор тактовых импульсов I, 149
- Генетически модифицированные (см. Трансгенные) I, 170
- Генная инженерия I, 170
- Генная терапия II, 75
- Генотип II, 69
- Гетерозис I, 169
- Гибрид II, 68

Гипервитаминоз II, 39

Гиповитаминоз II, 40

Глобальный экологический кризис II, 92

Голограмма I, 109

Голография I, 109

Гомеостаз II, 12

**Д**

Датчик I, 141

Дебаты II, 133

Дейтерий I, 137

Диалог II, 133

Дизельный двигатель I, 62

Дизентерийная амеба II, 59

Динамическое давление I, 42

Дискуссия II, 133

Диод I, 145

Дифракционная решетка I, 102

Доклад II, 133

Дополнительные цвета I, 111

Духовность II, 8

**Е**

Емкость аккумулятора I, 75

**З**

Закон Менделя

- второй II, 69

- первый II, 69

- третий II, 70

Закон суперкомпенсации II, 21

Запальная свеча I, 62

Золотое правило механики I, 34

**И**

Излучение

- вынужденное I, 116

- спонтанное I, 116

Изобарный процесс I, 53

Изохорный процесс I, 53

Иммунитет II, 50

- врожденный II, 50

- приобретенный II, 50

Иммунология II, 50

Инженерия клеток I, 170

Инфекционные заболевания II, 55

- К**
- Кариотип II, 72
  - Катод I, 145
  - Каучук
    - изопреновый I, 162
    - синтетический I, 162
  - Клонирование I, 170
  - Коленчатый вал I, 61
  - Коллектор I, 68
  - Кошачья двуустка II, 60
  - Коэффициент полезного действия (КПД) I, 55
  - Красный костный мозг II, 51
  - Кристаллы жидкие I, 160
  - Критическая масса I, 127
- Л**
- Лазер I, 115
    - газовый I, 122
    - полупроводниковый I, 122
    - химический I, 122
  - Лекарственное средство II, 43
  - Лечебная сыворотка II, 52
  - Лимфоциты II, 50
    - В-лимфоциты II, 51
    - Т-лимфоциты II, 51
  - Логический элемент I, 149
  - Лупа I, 95
  - Люминофор I, 156
- М**
- Малярийный плазмодий II, 61
  - Маховик I, 61
  - Методы генетики человека II, 74
    - биохимические II, 74
    - близнецовый II, 74
    - генеалогический II, 74
    - молекулярно-биологические II, 74
    - цитогенетические II, 74
  - Меченые атомы I, 125
  - Микоплазмы II, 55
  - Микроорганизмы II, 54
  - Микросхема интегральная I, 147
  - Микросхема-память I, 149
  - Микросхема-процессор I, 149
  - Миозин II, 16
    - HS-группы II, 16
  - Модуляция I, 86
  - Мониторинг II, 62
  - Мономер I, 162
  - Мутуализм II, 58
- Н**
- Населенность I, 116
    - инверсная I, 117
  - Наследование, сцепленное с полом II, 73
  - Научно-техническая революция I, 21
- О**
- Обмотка трансформатора
    - вторичная I, 77
    - первичная I, 77
  - Обогащение урана I, 131
  - Объектив I, 93
  - Окуляр I, 95
  - Оптика геометрическая I, 92
  - Оптический
    - резонатор I, 120
  - Основные цвета I, 111
  - Острица II, 59
- П**
- Паразитизм II, 58
  - Парниковый эффект II, 106
  - Период решетки I, 104
  - ПЗС-матрица I, 93
  - Поливинилхлорид I, 164
  - Полимер I, 162
  - Полистирол I, 164
  - Полиэтилен I, 163
  - Поляризатор I, 102
  - Преобразователь
    - аналого-цифровой I, 142
    - цифро-аналоговый I, 142
  - Приемник I, 83
  - Признак
    - доминантный II, 68
    - рецессивный II, 68
  - Принтер
    - лазерный I, 157
    - струйный I, 157
  - Проводимость односторонняя I, 159
  - Проектор I, 93

**Р**

- Радиоактивный анализ I, 125  
 Радиолокация I, 86  
 Радиопередатчик I, 83  
 Радиосвязь I, 86  
 Реактивный двигатель I, 46
  - плазменный I, 47
  - химический I, 47
 Реактор
  - на быстрых нейтронах I, 132
  - на медленных нейтронах I, 132
 Регулирующие стержни I, 132  
 Редуктор I, 35  
 Рекомбинантные ДНК I, 170  
 Ресинтез II, 18

**С**

- Сверхпроводники I, 159  
 Сигнал
  - аналоговый I, 141
  - цифровой I, 142
 Сила Архимеда I, 41  
 Сила Лоренца I, 66  
 Симбиоз II, 58  
 Система зажигания I, 62  
 Солнечные фотопреобразователи I, 115  
 Сообщение II, 133  
 Стереозффект I, 107  
 Сцепленное наследование II, 71

**Т**

- Тезисы II, 133  
 Термодинамический цикл I, 54  
 Тефлон I, 164  
 Техника I, 6
  - информационная I, 16
  - машинная I, 15
  - ремесленная I, 15
 Технофобия I, 26  
 Тимус II, 51  
 Транзистор I, 147  
 Трансгенные растения (см. Генетически модифицированные) I, 170  
 Трехцветная теория зрения I, 111  
 Тритий I, 137

**У**

- Управляющий электрод I, 145  
 Усилитель I, 141  
 Устойчивое равновесие I, 37

**Ф**

- Фенопласты
  - волокнит I, 164
  - карболит I, 164
  - стеклопласт I, 164
  - текстолит I, 164
 Фенотип II, 69  
 Ферриты I, 159  
 Ферромагнетики  
 Фокусное расстояние I, 93  
 Фотосопротивление I, 115  
 Фоточувствительные приборы с зарядовой связью I, 115

**Х**

- Холостой ход I, 61  
 Хромосомная теория наследственности II, 71

**Ц**

- Цепень
  - бычий II, 60
  - свиной II, 60
 Циклический тепловой двигатель I, 52

**Ш**

- Шатун I, 61  
 Широкий лентец II, 60

**Щ**

- Щетки I, 68

**Э**

- Экологически безопасные вещества I, 160  
 Экологический кризис II, 91  
 Экология II, 90  
 Электрод-сетка I, 145  
 Электродинамический
  - громкоговоритель I, 155
  - микрофон I, 155
  - телефон I, 155
 Электроника I, 144

Электронный луч I, 155

Эффект Магнуса I, 42

**Я**

Ячейка

- жидкокристаллическая I, 156
- памяти I, 149