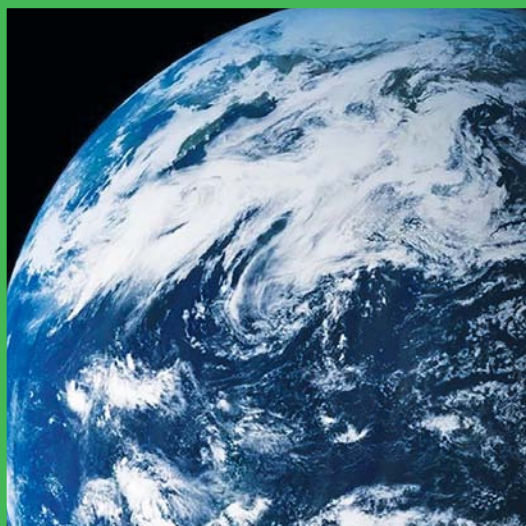
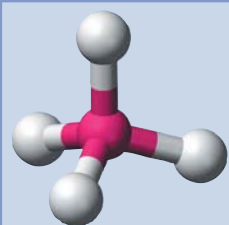




лабиринт



11

класс

Естествознание

БАЗОВЫЙ
УРОВЕНЬ

Естествознание

11
класс

Учебник
для общеобразовательных
организаций

Базовый уровень

Под редакцией
проф. И. Ю. Алексашиной

Допущено
Министерством просвещения
Российской Федерации

9-е издание, стереотипное

Москва
«Просвещение»
2022



УДК 373:502+502(075.3)
ББК 20я721
Е86

Серия «Лабиринт» основана в 2004 году

На учебник получены **положительные** заключения **научной** (заключение РАО № 487 от 14.11.2016 г.), **педагогической** (заключение РАО № 176 от 19.11.2016 г.) и **общественной** (заключение РКС № 170-ОЭ от 22.12.2016 г.) экспертиз.

Авторы: д-р пед. наук **И. Ю. Алексашина**, д-р биол. наук **К. В. Галактионов**, д-р физ.-мат. наук **А. В. Ляпцев**, д-р пед. наук **М. А. Шаталов**

В создании концепции курса приняла участие канд. биол. наук **Н. И. Орещенко**

Помощь в подготовке издания оказывали: канд. пед. наук О. К. Абдулаева, О. А. Ивашедкина, канд. пед. наук Е. В. Иваньшина, С. И. Смирнов, Г. П. Смирнова, канд. пед. наук И. А. Шерстобитова

При подготовке данного издания использованы иллюстративные материалы ООО «Диомедиа», Picvario, Shutterstock, Фотобанка Лори, © «РИА Новости»

В соответствии со ст. 1274 ГК РФ в данном издании в качестве иллюстраций использованы произведения художников: М. К. Эшера (с. 40) — Эшер М. К. Графика / М. К. Эшер. — М.: Taschen/Арт-родник, 2001. — Ил. 33; Б. Дехтерёва (с. 117) — Горький М. Горящее сердце Данко / М. Горький. — М.: Детгиз, 1958. — С. 13.

Издание выходит в pdf-формате.

Естествознание. 11 класс : учеб. для общеобразоват. организаций : базовый уровень : издание в pdf-формате / [И. Ю. Алексашина, К. В. Галактионов, А. В. Ляпцев, М. А. Шаталов] ; под ред. И. Ю. Алексашиной. — 9-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2022. — 255 с. : ил. — (Лабиринт).

ISBN 978-5-09-101685-7 (электр. изд.). — Текст : электронный.
ISBN 978-5-09-088239-2 (печ. изд.).

Предлагаемый учебник — элемент информационно-образовательной среды предметной линии УМК по естествознанию «Лабиринт» для 10—11 классов. В нём рассмотрены вопросы, посвящённые развитию техногенной цивилизации, взаимодействию науки и техники, современным технологиям; раскрыты взаимосвязи естественных наук, здоровья человека и глобальных проблем человечества.

Интегрированный курс построен в соответствии с требованиями ФГОС. Методическая концепция курса предусматривает организацию материала в соответствии с разными формами учебной деятельности.

Учебник предназначен для учащихся общеобразовательных школ, изучающих естествознание на базовом уровне.

УДК 373:502+502(075.3)
ББК 20я721

ISBN 978-5-09-101685-7 (электр. изд.)
ISBN 978-5-09-088239-2 (печ. изд.)

© Издательство «Просвещение», 2016, 2019
© Художественное оформление.
Издательство «Просвещение», 2016, 2019
Все права защищены

ВВЕДЕНИЕ

Естествознание — это интегрированный учебный предмет, который поможет сформировать представление о мире как единой целостной системе.

Содержание учебника разделено на пять глав. В каждой главе материал структурирован в виде тематических модулей, составленных из уроков-параграфов разного типа. **Уроки-лекции** содержат необходимый теоретический материал. **Уроки-практикумы** предусматривают проведение теоретических и/или практических исследований (в помощь дана рубрика **подсказка**). Самостоятельная деятельность по поиску информации, подготовке и презентации сообщений, а также совместное обсуждение обозначенных в модуле тем предполагаются в рамках **уроков-семинаров** и **уроков-конференций**.

В начале каждого урока-параграфа приведён **эпиграф**, содержание которого позволяет лучше понять смысл учебной информации.

?

Проблемные вопросы определяют логику изложения материала параграфа.

Эти слова — основные изучаемые понятия; такие слова, впервые встречающиеся в тексте параграфа, выделены **жирным шрифтом**.

Ключевые слова

Эта рубрика ориентирует на знания, полученные в учебных курсах основной школы и важные для понимания новой информации.

Из **старого** портфеля

В этой рубрике даются выводы и обобщаются новые знания, приобретаемые в процессе изучения параграфа.

В **новый** портфель

Так выделен дополнительный материал — интересные факты.

??

Заканчивается параграф **вопросами и заданиями для самостоятельной работы**: ▷ — вопросы на воспроизведение изученного материала; ► — вопросы на размышление; ► — творческие задания.

Рубрика **«Образ жизни»** подсказывает, какие сведения из параграфа можно и нужно использовать в повседневной жизни.

Рубрика **«Мысль и образ»** — это диалог естественно-научного и художественного способов познания мира.

Каждая глава учебника дополнена обобщением в ракурсе ведущих идей курса: — идеи единства, целостности и системной организации природы; — идеи взаимозависимости человека и природы; — идеи гармонизации системы «природа—человек». Итоговое практическое задание или проект также нацелены на осмысление этих идей.

Предметный указатель поможет ориентироваться в учебнике при поиске нужной информации.

1

ГЛАВА

РАЗВИТИЕ ТЕХНОГЕННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

1 ТЕХНИКА КАК РЕАЛЬНОСТЬ, СОЗДАННАЯ ЧЕЛОВЕКОМ

Урок-лекция

...Надежда на то, что расширение материальной и духовной власти человека непременно имеет прогрессивный характер, обнаруживает... свои пределы.

В. Гейзенберг



Каковы особенности техники как вида деятельности человека? Существует ли взаимосвязь созданной человеком искусственной среды и техники? Что такое техногенная цивилизация?

Ключевые
слова

Техника • Искусственная среда • Техногенная цивилизация

Из **старого**
портфеля

Цивилизация и культура (Обществознание, 9 кл.). Простые механизмы и физические приборы (Физика, 6—9 кл.).

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ. Первоначальное значение термина **техника** связано с греческим словом *techne*, обозначавшим и мастерство, и искусство, и умение, и изощрённость. Это многообразие смысловых оттенков вызвано тем, что греки не разделяли науку и искусство. Такой комплексный подход применим и к определению современных понятий, связанных с техникой. Любое техническое устройство — результат деятельности человека, как и наука, и искусство. Техника, наука и искусство, взаимодействуя друг с другом, являются важными компонентами *культуры*.



Картина А. Куприна наполнена техническими образами и выражает одну из негативных сторон современной цивилизации. О каких проблемах во взаимоотношениях техники с человеком, природой и обществом можно говорить на основе анализа этого произведения?

Александр Куприн. Днепропетровский завод им. Г. И. Петровского. Доменный цех. Кауперы

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

В чём состоят особенности технической деятельности человека (деятельности по созданию техники)? Техническая деятельность всегда *целенаправленна*: она нацелена на изобретение приспособлений, инструментов и т. д. Так, с помощью технических средств люди с древнейших времён добивались больших успехов в охоте, рыбной ловле, обработке природных материалов, строительстве и украшении жилища, изготовлении одежды, предметов быта. Тем самым человек реализовывал и свои эстетические потребности.

Следовательно, техническая деятельность человека носит не только целенаправленный, но и *осознанный, творческий* характер. Это объясняет то влияние, которое она оказала на становление самого человека, способствуя развитию его интеллекта. Благодаря этому человек смог направить свою деятельность на изменение естественной природной среды, её преобразование.

Термин «культура» имеет латинское происхождение. Ранее им обозначали возделывание почвы, её культивирование. Уже это подчёркивает одну из важнейших особенностей культуры — её единство с человеком и его преобразующей деятельностью. Культура — явление, присущее исключительно миру человека.

В узком смысле техника — это инструментальные средства, используемые человеком в преобразовании природы; артефакты, т. е. предметы, созданные человеком в процессе специфической деятельности.

В широком смысле техника — это компонент культуры, продукт человеческой цивилизации, техническое знание, влияющее на развитие общества.

В НОВЫЙ портфель

ФЕНОМЕН ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЫ. Широко известное биологическое «имя» человека — *Homo sapiens* (человек разумный) было дополнено учёными ещё одним — *Homo faber* (человек преобразующий). Основанием для этого стала способность человека существенно изменять (преобразовывать) среду своего обитания. В настоящее время можно с полной уверенностью говорить о существовании двух реальностей нашего мира: реальности естественной — природной среды обитания человека (рис. 1) и реальности искусственной — среды, созданной человеком, т. е. **искусственной среды** (рис. 2).

При создании искусственной среды люди:

- опираются на культурно-исторический опыт человечества, в том числе включающий опыт познания законов природы, изобретения и использования техники;

- исходят из уровня развития общества и существующих в нём проблем, требующих безотлагательного решения на основе современных достижений науки и техники;

- устремляются в будущее, открывая новые горизонты научно-технического прогресса человеческого рода.

Антиутопия Е. И. Замятина «Мы» иллюстрирует модель искусственной реальности, а роман Д. Дефо «Робинзон Крузо» — модель естественной реальности. Сопоставив эти модели, ответьте на вопрос: почему человек не может существовать только в естественной или только в искусственной среде?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ



Рис. 1
Среда естественная



Рис. 2
Среда искусственная

Искусственная среда окружает современного человека комфортом, ставшим для него привычным. Однако колыбелью, взрастившей человека, всё же является естественная среда. Совершенствуя искусственную среду, человек всё больше разрушает среду естественную. Разрешение этого разрастающегося конфликта — условие выживания человечества.

В новый портфель

Итогом преобразующей деятельности человека стало создание второй природы — искусственной среды. По мере развития общества искусственная среда неуклонно наступает на среду естественную.

ТЕХНОГЕННАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ. Говоря о технике, мы затронули понятие «цивилизация». Часто цивилизацию отождествляют с культурой или рассматривают их как стадии становления друг друга. Нередко понятие «цивилизация» применяют для отражения определённого уровня технического развития общества.

Основными признаками цивилизации считают: общественное разделение труда, возникновение производства и товарно-денежных отношений, создание письменности, появление государства, развитие форм духовных отношений.

И всё же понятие «цивилизация» шире, чем понятие «культура» и тем более чем понятие «техника». Цивилизация включает всю окультуренную природу и средства (орудия) её преобразования. Она вбирает в себя и самого человека, способного жить в созданной им же культурной среде, а также весь спектр существующих между людьми отношений.

Современную цивилизацию принято обозначать как **техногенную цивилизацию** (цивилизацию, порождённую техникой). Наука и техника являются основой техногенной цивилизации, источником её развития, средством решения любых возникающих в обществе проблем. Для такой цивилизации характерен выход на первый план не человека, а техники, её господство в общей системе ценностей человечества. Вследствие этого техника превращается не в средство улучшения жизни человека, а в цель его жизни.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Нередко технику считают виновницей несчастий, происходящих в процессе её эксплуатации. Однако часто в таких ситуациях виноват сам человек. Для того чтобы обезопасить себя и окружающих людей, важно соблюдать следующие правила: обращаться с техникой необходимо в соответствии с рекомендациями, приведёнными в руководстве по её эксплуатации; никогда нельзя использовать технику не по назначению; лучше воздержаться от применения неисправной или выработавшей свой ресурс техники.



- ▶ В чём состоит сущность техники как компонента культуры?
- ▶ Как вы оцениваете роль техники в изменении естественной природной среды обитания человека?
- ▶ Термин «техника» употребляют в различном смысле. Проанализируйте использование этого термина в следующих выражениях: «рыболовная техника» и «техника рыбной ловли»; «агротехника» и «сельскохозяйственная техника»; «техника вязания кружев» и «техника игры на фортепиано». Приведите свои примеры разного использования и толкования этого термина.
- ▶ Докажите, что современная цивилизация является техногенной.

2 ТЕХНИКА И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ: НАСУЩНОЕ И ИЗБЫТОЧНОЕ

7

Урок-семинар

Автомобиль не роскошь, а средство передвижения.

И. Ильф, Е. Петров

?

Какую пользу техника приносит человечеству? Не является ли техника в современном мире неоправданной роскошью?

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Понять место и роль техники в жизни современного человека.

ПЛАН СЕМИНАРА

1. Техника — помощник человека в труде.
2. Техника на страже здоровья человека.
3. Техника и бытовой комфорт.
4. Техника — надёжный защитник.
5. Техника и человеческие пороки.

Необходимые источники информации

1. Рачлис Х. Физика в ванне / Х. Рачлис. — М.: Вузовская книга, 2013.
2. Угринович Н. Д. Информатика и информационные технологии / Н. Д. Угринович. — М.: Бином, 2003.
3. Энциклопедический словарь юного техника / сост. Б. В. Зубков, С. В. Чумаков. — М.: Педагогика, 1987.
4. Громов С. В. Энциклопедия элементарной физики: кн. для учащихся / С. В. Громов. — М.: Просвещение, 2007.
5. Игошев Б. М. История технических инноваций: учеб. пособие / Б. М. Игошев, А. П. Усольцев. — М.: ФЛИНТА: Наука, 2013.

Слова для поискового запроса: техника на службе человека, физика и техника, технологии и цивилизация.

С момента появления техники идут споры между её сторонниками и противниками. Одни утверждают, что без техники не обойтись: она помогает человеку в решении насущных проблем, улучшает и облегчает его жизнь. Другие говорят, что техника — это неоправданное излишество, ведущее человека к «технической пресыщенности».

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Вы знаете, что способность к труду стала одним из решающих факторов эволюции человека. Возможен ли труд современного человека без техники? В каких случаях имело бы смысл отказаться от использования техники? Обсуждая ответы на поставленные вопросы, не забудьте, что учебная деятельность — это тоже труд.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

Здоровье — важнейшая общечеловеческая ценность. Опишите роль техники в решении медицинских и иных проблем охраны и укрепления здоровья человека.

Электротерапия (электролечение) — один из методов лечения, основанный на воздействии на организм электрического тока, магнитных и электромагнитных полей. К основным средствам электротерапии относят гальванизацию и электрофорез. В чём суть этих методов? Обсудите, какие существуют противопоказания к использованию электролечения.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 3

Значительную часть времени человек проводит у себя дома. Дом — место отдыха, досуга, общения с близкими людьми и друзьями, а для кого-то это место ведения индивидуального хозяйства. Нужна ли техника человеку в построении своего домашнего очага? В каких бытовых ситуациях техника — плохой помощник человеку?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 4

Дома, на работе и улице, в мире в целом каждый человек хочет чувствовать себя в безопасности. В обеспечении этой безопасности задействованы значительные человеческие ресурсы: работники спецслужб, военнослужащие и др. Могут ли они гарантировать нам надёжную защиту без техники? От использования какой техники человечеству стоило бы отказаться навсегда?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 5

Одним из пороков человечества можно считать пристрастие к азартным играм. Что ещё вы отнесли бы к порокам, присущим человеку? Способна ли техника провоцировать их проявления и к каким последствиям это может привести?

В процессе обсуждения тем заполняйте в тетради следующую таблицу:

Тема для обсуждения	Основные положения (тезисы)	Положительное влияние техники	Отрицательное влияние техники

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

В современном мире всё чаще раздаются призывы отказаться от излишеств техногенной цивилизации, остановить дальнейший технический прогресс или хотя бы ограничиться использованием наиболее простых технических устройств, приводимых в действие силой человеческих рук. Несмотря на всю привлекательность подобных идей, ведущих человека назад к природе, они, скорее всего, малоосуществимы.

3 ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ

9

Урок-лекция

Нет пределов фантазии,
нет границ проникновению разума,
нет пределов технической мощи,
побеждающей природу.

А. Е. Ферсман



Как зародилась техника? Как развивалась техника в ремесленный период? Когда и как появилась машинная техника? Каковы особенности развития техники на современном этапе технического прогресса?

Эволюция техники (техника ремесленная, машинная и информационная) • Технологическая революция • Научно-техническая революция

Ключевые
слова

Эволюция человека и его адаптация к природной и социальной среде (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 80). Паровая турбина (Физика, 7—9 кл.).

Из старого
портфеля

ЗАРОЖДЕНИЕ ТЕХНИКИ. Если **эволюцию техники** представить как длительный путь исторического развития, складывающийся из отдельных этапов, тогда первым из таких этапов можно считать *зарождение техники*.

Процесс зарождения техники носил случайный характер: первые орудия не изобретались преднамеренно, а находились случайно. Это значит, что человек не изготавливал орудия, а использовал попавшие под руку предметы: палки, кости и т. п. Так, сжатый в кисти камень служил продолжением руки, значительно усиливая её мощь.

Постепенно применение случайно найденных предметов стало привычным, прочно укоренившимся занятием. Только тогда древнейшие люди смогли перейти к их изготовлению (по аналогии или путём подражания).

Научившись изготавливать орудия, человек стал их изобретать, хотя изобретения его также носили случайный характер. Пробуя и ошибаясь, древнейший человек находил нужное решение возникшей перед ним технической проблемы.

Характерные черты этапа зарождения техники:

- изготавливать и применять орудия труда могут почти все взрослые члены общины;
- человек не осознаёт себя творцом техники (воспринимает её как часть природы, а отношения человека с природой отличаются гармоничностью);
- темпы эволюции техники в силу ведущей роли случая в её развитии крайне низкие.

На этапе зарождения техники её развитие носило случайный характер, хотя человек и проделал путь от использования подручных средств до стихийного изобретения орудий труда.

В новый
портфель



Рис. 3
Косторезное ремесло

Отличительные черты этапа ремесленной техники:

- ремесло основывается на знаниях и навыках, передаваемых из поколения в поколение;
- человек продолжает быть движущей силой всего технического процесса (орудие труда в руках ремесленника продолжает быть дополнением человека);
- темп развития техники по-прежнему низкий, хотя и несколько ускорившийся.



РЕМЕСЛЕННАЯ ТЕХНИКА. На этапе становления **ремесленной техники** искусственные устройства становятся более многочисленными и разнообразными, а технология их изготовления — достаточно сложной. Уже не каждый человек, как раньше, мог самостоятельно изготовить необходимые для выполнения работы орудия.

Таким образом, технический прогресс шёл по пути дифференциации техники. Это способствовало обособлению технической деятельности в отдельный род занятий и появлению специально занимающихся им людей — *ремесленников*. Ремесленник сочетал в себе создателя технического проекта (изобретателя) и рабочего, материализующего этот проект (рис. 3).

В новый портфель

От древних цивилизаций и до эпохи Нового времени эволюция техники была сопряжена с развитием ремёсел. Ремесленники, пусть и неосознанно, выступали главной движущей силой технического прогресса.

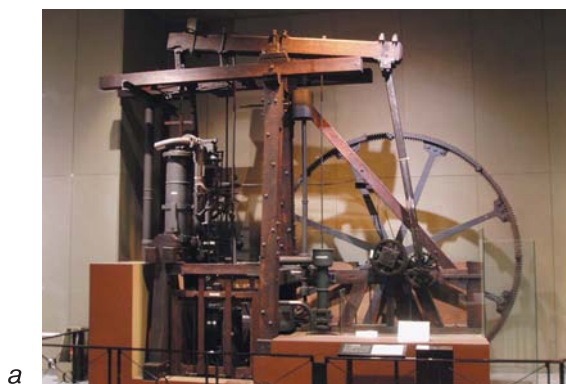
Характерные черты этапа машинной техники:

- инженерная деятельность опирается на достижения науки, на теоретическое и прикладное естествознание;
- замена мускульной силы человека силами природы («двигателем» технического прогресса стала сила природы, преобразованная в машину);
- постепенное отделение деятельности технической, выполняемой инженерами, от деятельности по изготовлению и эксплуатации техники, осуществляемой рабочими.

МАШИННАЯ ТЕХНИКА. На переходе от эпохи Возрождения к эпохе Нового времени ремесленная техника уступила дорогу **технике машинной**.

Появление машинной техники связано с развитием инженерной деятельности как нового витка в развитии деятельности технической. При этом инженерная деятельность (в отличие от ремесленной) уже базируется не на традициях, а на науке, прежде всего естествознании.

Это значит, что машинная техника исторически не могла появиться раньше, чем стало развиваться естествознание. При этом формирование самого естествознания и основанной на его успехах инженерной деятельности было определено потребностями развивающейся промышленности.



а



б

Рис. 4

Паровой двигатель Дж. Уатта (а) и паровая машина (б)

Появление машинной техники привело к выходу производства на качественно новый уровень развития. Свершилась промышленная революция, суть которой заключалась в передаче человеком производственных функций руки станкам и машинам. Важную роль в этом сыграло набирающее силу естествознание.

**В новый
портфель**

Дальнейшая эволюция производства и развитие естествознания привели к появлению в конце XVIII в. *технических наук*. Вслед за этим на рубеже XVIII—XIX вв. Джеймс Уатт (1736—1819) изобрёл паровую машину (паровой двигатель). Это изобретение стало важной вехой в развитии машинной техники и становлении машинного производства (рис. 4).

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНИКА. Качественный виток в развитии техники произошёл во второй половине XX в. В этот период началась коренная перестройка всей технологической базы современной цивилизации. В её основе — появление и развитие информационной техники, что ведёт в перспективе к полной автоматизации производства (рис. 5).

Информационная техника дала ключ к решению многих насущных проблем: обработки, хранения и передачи огромных массивов информации; создания новых систем связи (спутниковых, кабельных и др.) и информационных сетей и т. д.. В союзе с информационной техникой интенсивно развиваются лазерные технологии, робототехника, ядерная энергетика, аэрокосмическая и иные отрасли промышленности. Кроме того, информационная техника открыла новые горизонты в развитии человечества (попытки создания искусственного интеллекта и т. п.).

Появлению информационной техники способствовало дальнейшее сближение науки и техники, их взаимопроникновение, а также интеллектуализация всех сфер общественной жизни.

**Рис. 5**

Контроль пассажиропотоков на линиях и станциях Московского метрополитена ведётся с использованием средств автоматики и телемеханики

В современном мире «правит» информационная техника, которой человек передаёт всё больше «производственных функций» своего мозга.

**В новый
портфель**



Павел Никулин. Дождливое воскресенье

В центре картины П. Никулина изображены автобусы, ставшие во второй половине XX в. основным видом пассажирского транспорта в России. Чем запечатлённая художником модель отличается от современных автобусов? Каким вы представляете себе автобус будущего?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Назовём важнейшие черты развития техники на современном этапе:

1. Техника всё в большей степени становится «продолжением человеческого мозга».

2. Ускорение темпов и расширение возможностей технического прогресса представляются практически безграничными.

3. Возрастает вовлечённость науки и техники в экономику, их коммерциализация.

4. Наблюдается глубокая дифференциация инженерной деятельности.

5. Продолжается минимизация роли человека во всех технологических процессах.

6. Обостряются проблемы взаимодействия техники с природой, человеком и обществом.

Процесс технического прогресса всегда носил скачкообразный характер. Это значит, что постепенное накопление технических знаний и опыта инженерной деятельности рано или поздно приводило человека к выходу на качественно новый уровень технического развития, т. е. к **технологической революции**. История человечества насчитывает три технологические революции: сельскохозяйственную, промышленную и современную, называемую также **научно-технической революцией**.

??

- ▷ Какие этапы эволюции техники можно выделить? Дайте их краткую характеристику.
- ▷ Какую роль в современном мире играют ремёсла? Какие народные промыслы вам известны?
- ▷ Какие социальные риски принесло человечеству появление машин? Характерны ли эти риски для современного этапа развития техники?
- ▷ Используя дополнительные источники информации, раскройте сущность сельскохозяйственной, промышленной и научно-технической революций. Найдите иллюстрации, характеризующие каждую из трёх технологических революций.
- ▷ Используя дополнительные источники информации, узнайте, какие ещё классификации технологических революций, кроме приведённой в параграфе, существуют.
- ▷ Приведите примеры технических средств, конкретизирующие важнейшие черты развития техники на современном этапе.
- ▷ Назовите перспективные направления развития техники для исследования мира на микро-, макро- и мегауровнях.
- ▷ Сформулируйте предположения, какие положительные и отрицательные последствия может иметь дальнейшее развитие информационной техники для человека, природы и общества.

Урок-лекция

Возможно, с течением времени многие технические приспособления будут столь же неразрывно связаны с человеком, как раковина с улиткой и паутина с пауком.

В. Гейзенберг

?

Кто первый изобретатель — человек или природа? Что такое технофобия и чем она вызвана? Каковы современные проявления проблемы взаимоотношений человека и техники?

Бионика • Технофобия

Ключевые
слова

Строение стеблей растений семейства Злаки (Биология, 5—7 кл.). Человек и его здоровье (Биология, 8 кл.). Техногенная цивилизация (см. § 1). Радионуклиды (Химия, 8—10 кл.). Поведение человека в чрезвычайных ситуациях техногенного характера (ОБЖ, 8—9 кл.).

Из старого
портфеля

ИЗУЧАЯ ПРИРОДУ, СОЗДАЁМ ТЕХНИКУ. Создавать технику человек зачастую учился у природы.

Так, Леонардо да Винчи сконструировал летательный аппарат, подобный скелету птиц, приводимый в движение мускульной силой человека. Позднее он изменил конструкцию крыльев, сделав их похожими на крылья летучей мыши (рис. 6, а).

Лётные качества семян лианы зенонии заметил изобретатель Игнац Этрих из Богемии. В 1904 г. по их подобию он построил планер с размахом крыльев 6 м и грузоподъемностью 25 кг. Потом Этрих не раз улучшал лётные качества своего планера (рис. 6, б).

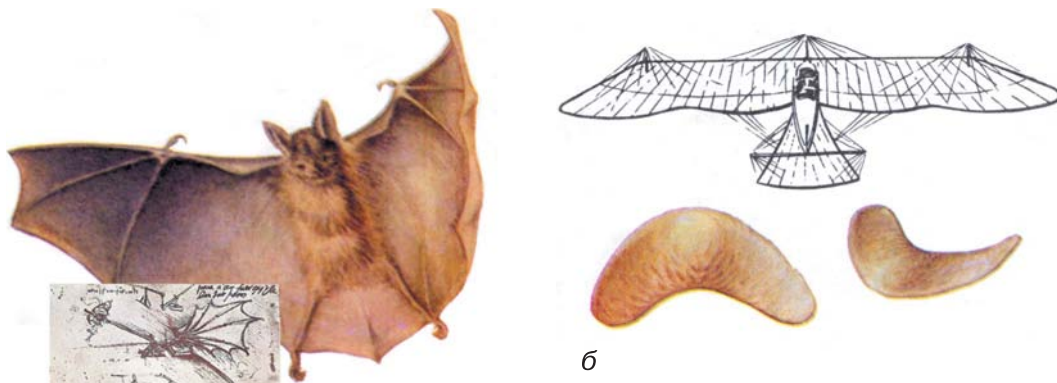
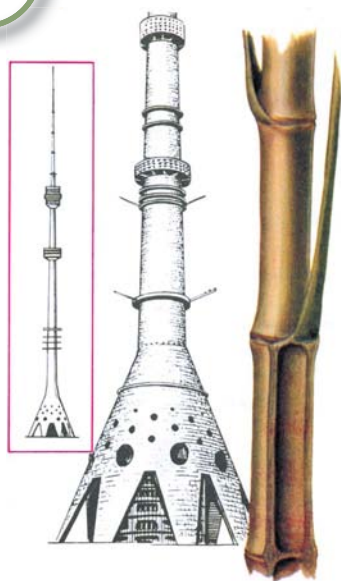


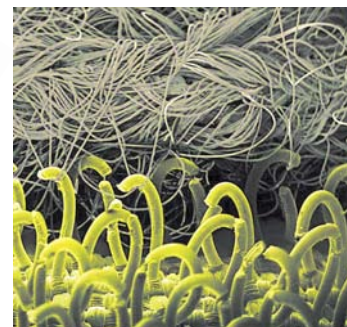
Рис. 6

Летательные аппараты Леонардо да Винчи (а) и И. Этриха (б)

а



а



б

Рис. 7

Соцветие лопуха (а) и принцип действия застёжки-липучки (б)

Рис. 8

Конструкция Останкинской башни в Москве напоминает строение стебля злаков

Швейцарский инженер Жорж де Местраль, изучив под микроскопом строение семян лопуха, застрявших в шерсти его собаки, изобрёл застёжку-липучку, состоящую из двух компонентов: ленты с петлями, имитирующей шерсть или ткань, и ленты с крючками, прочно сцепляющейся с ней (рис. 7).

Хотя часто случалось и так, что сначала инженеры и конструкторы находили удачное решение какой-либо задачи, а через некоторое время обнаруживалось, что у живых организмов существуют аналогичные и, как правило, оптимальные конструктивные решения. Цветочные часы Карла Линнея, ножи для бурения твёрдых пород, подобные зубам вымерших ящеров, компьютеры, имеющие два жёстких диска, как и животные, имеющие парные органы (две почки и т. д.), высотные сооружения, напоминающие стебли растений (рис. 8), — всё это лишь малая толика примеров схожих технических решений человека и природы.

В новый портфель

Природа — первый и самый главный изобретатель на планете.

Во второй половине XX в. сформировалась новая наука — **бионика**. Она родилась на стыке биологии, физики, математики и других наук. Задача бионики заключается в изучении биологических объектов с целью использования их свойств в создании искусственных систем.

Так, с помощью моделирования воспроизводят в технической системе какое-либо свойство живого организма.

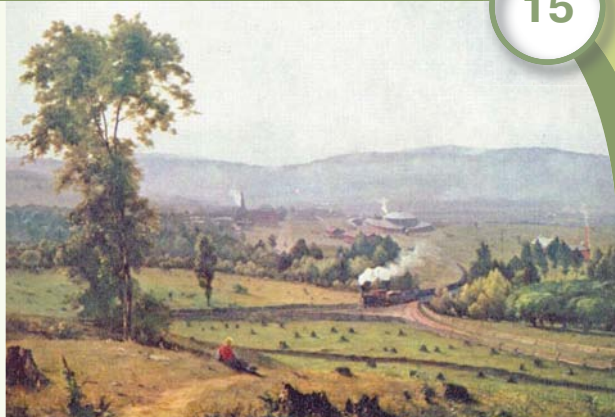
С помощью метода имитации создают искусственные материалы, возводят строительные сооружения и т. д., которые по форме или другим свойствам соответствуют природным аналогам.

Метод палеобионики востребован в тех случаях, когда изобретательская задача решается через выявление особенностей вымерших растений и животных.

Изучение гидродинамических особенностей строения китов и дельфинов помогло создать особую обшивку подводной части кораблей — ламинфло. Подобно коже дельфина, этот материал не смачивается и имеет эластично-упругую структуру, что устраняет турбулентные завихрения и обеспечивает скольжение с минимальным сопротивлением.

Эта картина была написана по заказу железнодорожной компании. На ней художник изобразил товарный поезд, мчащийся вперёд вдоль пастбищ и полей. Что может символизировать подобное соседство?

Джордж Иннесс.
Долина Лакаванна



МЫСЛЬ И ОБРАЗ

ДВА ЛИКА ТЕХНИКИ. Ничто из творений рук человеческих не вызывает к себе столь противоречивого отношения, как техника.

Казалось бы, техника стала средством, с помощью которого человек приспособил окружающий мир к своим потребностям, а иногда и прихотям. Техника помогла сбываться и давним надеждам человека, связанным с облегчением тягот земной жизни.

В итоге непрерывный технический прогресс со времён промышленной революции убедил человека в его господстве над природой. Люди стали мнить себя полноправными хозяевами планеты. Укреплялась их вера в культурный прогресс с помощью науки и техники.

Сегодня этой убеждённости брошен вызов. Всё больше людей испытывают страх перед техникой — **технофобию** (от греч. *technē* — мастерство и *phobos* — страх).

Чем же вызвано обострение технофобии? Прежде всего возросшей непредсказуемостью последствий для природы и человека использования постоянно развивающейся техники. Всё труднее обеспечить надёжность современной техники, сложность которой превосходит контролируемые возможности человека.

Особую тревогу вызывает использование ядерной энергии. Реальность угрозы своему существованию человечество осознало после атомной бомбардировки японских городов Хиросимы и Нагасаки (6 и 9 августа 1945 г.). Именно после этих печальных событий люди заговорили о научно-технической революции, а некоторые прямо заявили о кризисе современной техногенной цивилизации.

Двойственное отношение к технике можно найти уже в древнегреческих мифах.

В Средневековье технофобия приобретает религиозный характер: она находит себе сторонника в лице церкви, объявившей технику сатанинским творением. Талантливые изобретатели, строители и другие видные деятели той эпохи подвергались гонениям, обвинялись в сговоре с дьяволом.

С эпохи Возрождения технофобия постепенно приобретает социально-экономический характер, связанный с нарастанием технического прогресса. Появление машин привело не только к повышению производительности труда, но и к появлению проблем досуга и безработицы. Обострение этих социальных недугов произошло в эпоху Нового времени. Техника стала конкурентом человека на рынке труда.

В современную эпоху технофобия лишь усилилась. Некоторые считают ничем не контролируемое развитие техники главным фактором подавления человеческой индивидуальности, фактором, несущим угрозу жизни в планетарных масштабах.

Технофобия выражает негативное отношение человека к порождённой им технике. Технофобия связана с неуверенностью в надёжности техники и невозможностью полного контроля над ней со стороны человека.

**В новый
портфель**

Участились аварии на атомных электростанциях (АЭС). Такие аварии могут быть вызваны как ошибками персонала (авария на Чернобыльской АЭС, 1986), так и природными катастрофами (авария на АЭС «Фукусима-1», 2011). Последствия аварий на АЭС невозможно ликвидировать полностью: *радионуклиды* (радиоактивные изотопы плутония, стронция, цезия, йода и др.) попадают в воздух и почву, заражают подземные и океанические воды.

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ. Взаимоотношения человека и техники в настоящее время сводятся к двум основным проблемам: искусственного интеллекта и образа жизни человека в техногенном мире.

Проблема искусственного интеллекта ставит перед человечеством нравственные вопросы. Прежде всего это вопрос о природе такого интеллекта и его тождественности интеллекту естественному. По сути, в этом вопросе заключена проблема сохранения индивидуальности и уникальности человека.

Долгие годы влияние техники на образ жизни человека определялось его освобождением от тягот земной жизни, обретением кажущейся людям независимости от природы. Однако, «освободившись от пут природных», человек попал в сети непредвиденных побочных эффектов от становления технической среды (истощение природных ресурсов, обострение экологических проблем, техногенные катастрофы и т. п.).

За роскошь и комфорт техногенного мира человек уже сегодня расплачивается шумовыми стрессами, процветанием игромании, алкоголизма, наркомании и др., разобщённостью людей, их духовной деградацией. Глобальная компьютеризация привела к потере навыков живого общения, замене его общением виртуальным.

Всё это лишь малый перечень недугов современной цивилизации, ведущих к *дегуманизации*¹ человека, его оторванности от природы и ещё большей беспомощности перед ней.

Очевидно, что этой реальности уже не избежать. Ведь даже тогда, когда загнанный в перенасыщенный технический мир человек всё же вырывается на природу, он часто оказывается не в состоянии слушать и слышать её голоса (шум травы, пение птиц, шорохи леса и т. п.). Зато человек, гуляющий по лесу с наушниками и мобильным телефоном, сегодня никого не удивит!

Проблема «мозг и машина» ставит перед человечеством и другие вопросы. Например, вопрос о возможности воспроизведения машиной присущей человеческому мозгу логики конструирования образов мира. Дело в том, что мозг человека способен проследить динамику познаваемого объекта, воспринять его противоречивость, а при её выражении синтезировать противоположные или разнонаправленные позиции («и да и нет», «и то и другое»). Современные же машины, как правило, воспринимают объект лишь в статике и характеризуют его односторонне («или да, или нет», «либо то, либо это»).

В новый портфель

Техника не только формирует облик современного мира, устанавливает и диктует нормы жизни, но и в значительной мере оказывает влияние на способ восприятия и понимание человеком этого мира.

¹ Дегуманизация — процесс, обратный гуманизации. Это действия по устранению всего человеческого, обращённого к человеку, совершаемого ради его духовного, психологического и материального благополучия, учитывающего его особенности, потребности и интересы. Дегуманизация жизни и деятельности основана на внимании к тому, что делать, а не как и для кого делать.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Нередко человек остаётся один на один с разбушевавшейся стихией (рис. 9). Попад в такую ситуацию, люди часто принимают решение пересидеть непогоду в своей машине: и тепло (от работающего двигателя), и автомобиль под охраной. Однако, к сожалению, это часто заканчивается трагически. Никогда не пытайтесь переждать снежную бурю в закрытом транспортном средстве. В условиях ограниченности доступа свежего воздуха это может привести к отравлению выхлопными газами.



Рис. 9
В снежном плену

??

- Приведите свои примеры, подтверждающие тезис о том, что природа является первым и самым главным изобретателем на планете.
- ▷ Что такое технофобия? Каковы предпосылки её возникновения?
- Как вы думаете, может ли человечество отказаться от использования ядерной энергии? Какие альтернативные источники энергии люди используют или смогут использовать в будущем?
- Почему изделия, изготовленные руками человека, ценятся выше изделий, произведённых с помощью техники?
- Есть ли будущее у техногенной цивилизации? Выскажите своё мнение и аргументируйте его.
- Прочитайте отрывок из книги. Подтвердите примерами или опровергните мнение автора о научно-техническом прогрессе, «нейтральном» характере техники и влиянии техники на взаимосвязь человека и природы.
«Беспримерные успехи научно-технического прогресса породили у человека новую — техническую — идеологию, основанную на уверенности человека в своём всемогуществе, поскольку, казалось бы, именно с помощью научно-технических решений он стал способным осуществить любые изменения в природе, обществе и в самом себе. Научно-технический прогресс, обещающий построение рая на Земле, стал превращаться в самоцель, в фетиш, в кумира, достойного поклонения. Возникла своеобразная техническая элита, хранящая и даже засекречивающая знание о сложных технологических системах. Правда, считалось, что техника — только средство; сама по себе она нейтральна, т. е. не хороша и не дурна, а её польза или вред зависят от человека, который её применяет... Современные информационные технологии, компьютеры, видеотехника разрушают непосредственный контакт человека с природой и с другими людьми, заменяя их искусственным миром» (Кулюткин Ю. Н. Изменяющийся мир и проблема развития творческого потенциала личности. Ценностно-смысловой анализ. — СПб.: СПбГУПМ, 2001).

5 ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЫСЛИ

Урок-конференция

Оглянись: всё, что ты видишь и чего касаешься, когда-то было невидимой мыслью, пока кто-нибудь не выбрал её для воплощения в реальность.

Р. Бах

?

Как зародилась и развивалась техника, с помощью которой человек освоил сушу, воздух, море и недра земли? Как техника вывела человека в космос? Как развивалась строительная техника? Как с развитием человечества менялась военная техника? Как техника облегчает быт и помогает создавать уют?

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Проследить эволюцию разных видов техники.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Техника в освоении планеты и космоса.
2. Строительная техника.
3. Военная техника.
4. Техника в доме.
5. Эволюция традиционных областей технологии.

СООБЩЕНИЕ 1

Техника в освоении планеты и космоса.

1. Средства передвижения по суше и воде.
2. Эволюция летательных аппаратов.
3. Техника и освоение космоса.

Источники информации

1. Гордиенко М. П. От повозки до автомобиля / М. П. Гордиенко, Л. В. Смирнов. — Алма-Ата: Казахстан, 1990.
2. Доценко В. Д. Морские музеи Санкт-Петербурга: справочник-путеводитель / В. Д. Доценко, В. Ф. Миронов. — СПб.: Судостроение, 2001.
3. Энциклопедия кораблей / под ред. К. Маршалла. — М.: Полигон: АСТ, 1997.
4. Турьян В. А. В мире летательных аппаратов / В. А. Турьян. — М.: Изд-во ДОСААФ, 1964.
5. Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии / П. Г. Куликовский. — М.: URSS, 2013.

Слова для поискового запроса: история автомобиля, история кораблестроения, летательные аппараты, космические аппараты.

СООБЩЕНИЕ 2

Строительная техника.

1. Технические устройства, предназначенные для подъёма грузов, — от древности до наших дней.
2. Как строились дворцы и соборы.
3. Небоскрёбы.

Источники информации

1. Строительная техника. — М.: Росмэн, 2001.
2. Замки. Дворцы / вед. ред. Е. Ананьева, отв. ред. Т. Евсеева. — М.: Аванта+, 2003.

3. Большая детская энциклопедия. Т. 7. Искусство. Ч. 2. Архитектура. — М.: Астрель, 2010.
4. Гармаш И. И. Тайны бионики / И. И. Гармаш. — Киев: Радянська школа, 1985.

Слова для поискового запроса: технические устройства в строительстве, строительные механизмы, строительство соборов, дворцов и небоскрёбов.

СООБЩЕНИЕ 3

Военная техника.

1. История артиллерии.
2. Современные боевые корабли.
3. Современная военная авиация.
4. Танки и самоходные установки.

Источники информации

1. Всемирная история артиллерии / сост. Л. Н. Смирнова, Е. В. Доброва, К. А. Ляхова, Г. А. Гальперина. — М.: Вече, 2002.
2. Петухов С. И. История создания и развития вооружения и военной техники ПВО сухопутных войск России. В 2 ч. / С. И. Петухов, И. В. Шестов; под ред. С. А. Головина. — М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 1997.
3. Танки и самоходные установки / пер. с англ. и общ. ред. С. Ангелова; коммент. и послесл. В. Гончарова. — М.: АСТ, 2003.
4. Линейные корабли и авианосцы. Свыше 300 боевых кораблей всех стран мира / пер. с англ. и общ. ред. С. Ангелова; коммент. и послесл. В. Гончарова. — М.: АСТ, 2000.
5. Самолёты Второй мировой. Свыше 300 боевых самолётов всех стран мира / пер. с англ. и общ. ред. С. Ангелова; коммент. и послесл. В. Гончарова. — М.: АСТ, 2000.

Слова для поискового запроса: техническое вооружение, история развития военной техники.

СООБЩЕНИЕ 4

Техника в доме: от простейших часов до микроволновой печи и домашних роботов.

Источники информации

1. Энциклопедический словарь юного техника: для среднего и старшего школьного возраста / сост. Б. В. Зубков, С. В. Чумаков. — М.: Педагогика, 1986.
2. Рубрика «История простых вещей» в журнале «Популярная механика».

Слова для поискового запроса: история холодильника, кто придумал стиральную машину, бытовая техника, роботы-пылесосы и др.

СООБЩЕНИЕ 5

Эволюция традиционных областей технологии: добычи и переработки полезных ископаемых, металлургии, металлообработки и машиностроения, транспорта, энергетики, химической технологии, сельского хозяйства и пищевой технологии, электроники и телекоммуникации.

Источники информации

1. Аль-Али Н. М. Философия техники: очерки истории и теории: учебное пособие / Н. М. Аль-Али. — СПб.: ООО «А-принт», 2004.
2. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники XVI—XIX веков / В. С. Виргинский. — М.: Просвещение, 1984.
3. Кириллин В. А. Страницы истории науки и техники / В. А. Кириллин. — М.: Наука, 1994.

6 ЧЕЛОВЕК И ТЕХНИКА В МИРОВОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

Урок-семинар

...Едва осознав собственное бытие,
человек обнаруживает вокруг себя
сказочное число предметов...
созданных техникой и образующих
раскинувшийся перед ним...
некий искусственный пейзаж,
который заслоняет от его взора
первозданную природу.

Х. Ортега-и-Гассет

?

Как в литературе представлены взаимоотношения человека и техники? Какие технические достижения человечества прославлены в литературных произведениях? Какая техника, по мнению писателей, несёт в себе угрозу человечеству?

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Выяснить, какие проблемы взаимоотношений человека и техники затрагивают писатели в своих произведениях, осмыслить предлагаемые пути их решения.

ПЛАН СЕМИНАРА

1. Человек и техника в мире литературы — гармоничное целое или борьба несовместимого?
2. Техника и прогресс человечества.
3. Техника — угроза физическому и нравственному здоровью человека.
4. Человек-машина: возможно ли такое?



Александр Дейнека.
Яблони в цвету. Мозаичное полотно на
станции московского метро «Маяковская»

Над полями, лесами, болотами,
Над извилами северных рек
Ты проносишься плавными взлётами,
Небожитель — герой — человек. <...>

И, смотря на тебя недоверчиво,
Я качаю слегка головой:
Выше, выше спирали очерчивай,
Но припомни — подумай — постой.

В. Ходасевич. Авиатору

Стихотворение Владислава Ходасевича полно тревоги за судьбу человечества. Какими причинами эта тревога обусловлена?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Литература — неиссякаемый источник мудрости человечества. Как в ней предстаёт мир, в котором соседствуют человек и техника? Можно ли назвать их взаимоотношения гармоничными, или они полны внутренних, порой неразрешимых противоречий?

Источники информации

1. Л. Н. Толстой. «Люцерн», «Власть тьмы».
2. А. и Б. Стругацкие. «Трудно быть богом».
3. М. А. Булгаков. «Роковые яйца».

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

Мы не раз говорили о позитивной роли техники в становлении и прогрессе человечества. Какие литературные источники служат тому подтверждением? Какие направления развития технической мысли предугадали писатели-фантасты? Как они оценивают роль техники в жизни человека?

Источники информации

1. Ж. Верн. «Двадцать тысяч лье под водой».
2. А. Толстой. «Гиперболоид инженера Гарина», «Аэлита».
3. А. Р. Беляев. «Человек-амфибия».

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 3

Не менее очевидна и разрушительная мощь техники. Нередко она наносит непоправимый урон физическому и нравственному здоровью людей. В каких произведениях отечественных и зарубежных писателей можно найти этому подтверждение?

Источники информации

1. В. Катаев. «Время, вперёд!».
2. А. Платонов. «В прекрасном и яростном мире».
3. В. Распутин. «Прощание с Матёрой».
4. В. В. Маяковский. «Клоп».
5. А. И. Куприн. «Молох».
6. Дж. Г. Байрон. «В защиту луддитов».
7. Р. Рождественский. «Винтики».

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 4

Человек-машина: возможно ли такое? Как отвечают на этот вопрос писатели? Выскажите свою точку зрения.

Источники информации

1. Е. С. Велтистов. «Приключения Электроника».
2. А. Р. Беляев. «Человек-амфибия».
3. Ю. Олеша. «Зависть».
4. Ю. Замятин. «Мы».
5. А. Азимов. «Я — робот».

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Опыт человечества, заключённый в мировой литературе, убеждает нас в двуликости техники. Техника может принести людям очевидную пользу, а может обернуться против создавшего её человека. Однако то, чем станет для человека техника, зависит от его нравственного выбора и поведения.

7 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО: ПРОБЛЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Урок-семинар

Ни жить, ни петь почти не стоит:
В непрочной грубости живём.
Портной тачает, плотник строит:
Швы расползутся, рухнет дом.

В. Ходасевич



Всегда ли достижения науки и техники являются благом для человечества? Несёт ли человек профессиональную ответственность за сделанные им открытия или изобретения?

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Понять, является ли научно-техническое творчество этически нейтральным и несёт ли человек, вовлечённый в него, профессиональную ответственность за результаты своей деятельности и последствия их внедрения в жизнь.

ПЛАН СЕМИНАРА

1. Научно-технические достижения на благо и во зло.
2. Профессиональная ответственность в науке и технике.

Необходимые источники информации

1. Горелов А. А. Концепции современного естествознания в вопросах и ответах / А. А. Горелов. — М.: Эксмо, 2005.
2. Кедров Б. М. О великих переворотах в науке / Б. М. Кедров. — М.: Педагогика, 1986.
3. Никитин Д. Л. Научно-технический прогресс, природа и человек / Д. Л. Никитин. — М.: Наука, 1977.
4. Бочкарёв В. В. Теоретические основы технологических процессов охраны окружающей среды: учеб. пособие / В. В. Бочкарёв. — Томск: Изд-во ТПУ, 2012.
5. Пискулова Н. А. Экология и глобализация / Н. А. Пискулова. — М.: URSS, 2010.

Слова для поискового запроса: техника и экология, охрана окружающей среды, научно-технический прогресс и природа.

Человек всегда стремился оценить роль техники в жизни общества. В последние годы этот вопрос стал особенно злободневным и даже судьбоносным и находится в поле профессионального зрения людей, вовлечённых в процесс научно-технического творчества. Это связано с тем, что именно на современном этапе научно-технического прогресса со всей очевидностью проявилась разрушительная мощь техники. Одновременно с этим обострилась и проблема ответственности людей, изобретающих технику, за судьбу каждого человека в отдельности и цивилизации в целом.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Справедливо ли мнение о том, что любое научно-техническое достижение может принести и пользу, и вред человеку? Существуют ли изобретения, несущие только зло человечеству?

Выскажите своё мнение. Приведите примеры использования людьми достижений науки и техники в созидательных и разрушительных целях.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

Признавая, что достижения науки и техники могут быть весьма небезопасны для человека и окружающего мира в целом, мы неизбежно сталкиваемся с проблемой ответственности.

Что такое ответственность? Что такое профессиональная ответственность? Какую роль профессиональная ответственность играет в нашей жизни? Должен ли человек нести профессиональную ответственность за плоды научно-технического прогресса, или же она должна быть возложена на сами технические объекты либо научные открытия?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 3

Проанализируйте отрывок из книги.

«Мир, в котором мы сегодня живём, всё чаще называют изменяющимся миром. Изменения эти характеризуются не только беспрецедентными темпами, но и глобальностью: они затрагивают буквально все сферы современной цивилизации. Изменяются социально-экономические системы, приобретают новые измерения наука, техника и культура, индустриальные общества преобразуются в постиндустриальные с их перспективой перехода к обществу информационному. Одной из наиболее значимых тенденций развития цивилизации в современную эпоху является переход от техногенной цивилизации к цивилизации антропогенной, в которой человек — в идеале — выступает как высшая цель и высшая ценность, а развитие техники, промышленной технологии, информатики — как средство становления «человека гуманного» (Культкин Ю. Н. Изменяющийся мир и проблема развития творческого потенциала личности. Ценностно-смысловой анализ. — СПб.: СПбГУПМ, 2001).

Какими характерными особенностями, на ваш взгляд, будет обладать антропогенная цивилизация?

Какой смысл вкладывает автор в понятие «человек гуманный»? Как это связано с профессиональной ответственностью человека за сделанные им открытия или изобретения?

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Ни научное открытие, ни технические объекты не могут быть субъектом правовых, нравственных или иных отношений. Это значит, что лишь человек, являясь субъектом научно-технического творчества, несёт полную профессиональную ответственность за все негативные последствия научно-технического прогресса.

ОБОБЩЕНИЕ И ОСМЫСЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА ГЛАВЫ

Сегодня не столько техника подчиняется человеку, сколько он сам всё в большей и большей степени зависит от неё, превращается в придаток машины.

К. Ясперс



Техника есть средство создания человеком искусственной реальности и в то же время — неотъемлемая часть этой реальности.

Интенсивное развитие техники положило начало коренному перевороту как в промышленной технологии, так и в социальной и культурной сферах. Техника как компонент культуры отличается множественностью смыслов: 1) техника есть средство преобразования окружающей природной среды; 2) техника — это посредник между человеком и природой; 3) техника — это средство изменения самого человека, создающее проблему человека в мире техники.

Техника во многом определяет облик современной цивилизации и оказывает влияние на способ восприятия и понимание человеком этого мира.

ПРОЕКТ «ПИСЬМО ПОТОМКАМ». Уважаемые старшекласники! У вас есть возможность выразить своё отношение к современному научно-техническому прогрессу и его влиянию на вашу жизнь, жизнь вашего города, страны и планеты. Проект «Письмо потомкам» является обращением к будущим выпускникам вашей школы.

Ваша задача состоит в том, чтобы написать письмо-обращение, в котором будет отражено как позитивное, так и негативное влияние техногенной цивилизации на современного человека, природу и общество, а также ваши предположения относительно перспектив развития техники и её влияния на жизнь человека.

Примерный план работы над проектом:

1. Разделитесь на четыре группы. Каждая группа выбирает одну из ролей: оптимисты, пессимисты, реалисты и философы.
2. Обсудите, в чём заключается позиция группы в соответствии с выбранной ролью; какие аспекты развития техногенной цивилизации будет отстаивать группа; каковы перспективы развития техногенной цивилизации на ближайшие 10 лет в контексте данной роли.
3. Напишите текст письма, используя следующие предложения-тезисы:
 - Наша цивилизация немыслима без использования техники ...
 - Современный человек, очутившись в мире без техники, ...
 - Люди по-разному относятся к технике ...
 - Развитие техногенной цивилизации оказало влияние на ...
 - Сегодня для человечества наиболее важны следующие направления развития техники: ..., потому что ...
 - Мы считаем, что сегодня нужно обратить внимание на следующие аспекты развития цивилизации: ..., затем, чтобы ...
 - Мы хотим обратить ваше внимание на ... и пожелать вам, чтобы вы ценили ...
4. Представьте письмо другим группам, при желании используйте иллюстрации.
5. Обсудите содержание выступления каждой группы и составьте общее письмо потомкам от класса.
6. Определите формат общего обращения от класса (электронный, печатный, аудиозапись и др.) и оформите письмо в этом формате.
7. Определите место хранения письма, с тем чтобы спустя 10 лет зачитать это обращение выпускникам вашей школы.

2

ГЛАВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУКИ И ТЕХНИКИ

8 ОТ ЗАКОНОВ МЕХАНИКИ К МЕХАНИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВАМ

Урок-лекция

Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю.
Архимед

?

Какому фундаментальному закону подчиняется принцип действия простейших механизмов — рычагов и редукторов? Какова роль силы трения в механических устройствах? Что такое проблема устойчивости и в чём её значение?

Ключевые
слова

Золотое правило механики • Редуктор • Устойчивое равновесие

Из **старого**
портфеля

Простые механизмы. Коэффициент полезного действия. Работа. Мощность. Закон сохранения механической энергии. Условия равновесия тел (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 37).

ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО МЕХАНИКИ. РЕДУКТОРЫ. Различные механические приспособления и устройства появились ещё до окончательного формирования механики как науки о механическом движении тел и происходящих при этом взаимодействиях. Достаточно вспомнить механизмы, которые применялись при постройке жилищ, строительстве дорог и мостов, а также разнообразные повозки, ветряные и водяные мельницы и др. С принципом действия некоторых простых механизмов: наклонной плоскости, рычагов, блоков — вы познакомились



Одним из чудес света является статуя Зевса в Олимпии. В облике Зевса сочетаются властность и милосердие, мудрость и доброта. В классической механике есть что-то, напоминающее Зевса. Можете ли вы объяснить, что именно?

Статуя Зевса (реконструкция)

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

в курсе физики. Многие из этих механизмов служат для того, чтобы увеличить силу воздействия человека на тело, т. е. получить *выигрыш в силе*.

Однако во сколько раз мы выигрываем с помощью простого механизма в силе, во столько же раз проигрываем в расстоянии. Это утверждение называют **золотым правилом механики**, что обусловлено его универсальностью. Золотому правилу механики подчиняются любые механизмы, состоящие из рычагов, блоков, шестерён, звёздочек и т. д. Универсальность этого правила обусловлена одним из фундаментальных законов природы — законом сохранения энергии.

Допустим, что имеется некоторое устройство (рис. 10). Пусть на входе устройства (точка D) мы действуем на него с силой F_D . При перемещении точки D на расстояние Δx_D мы совершаем над устройством работу $\Delta A_{\text{вх}} = F_D \cdot \Delta x_D$ (вспомните, как вычисляется механическая работа). На выходе (точка B) устройство совершает работу над внешними телами, действуя на них с силой F_B . Эта работа равна $\Delta A_{\text{вых}} = F_B \cdot \Delta x_B$. Изменение энергии самого устройства при этом равно:

$$\Delta E = \Delta A_{\text{вх}} - \Delta A_{\text{вых}} = F_D \cdot \Delta x_D - F_B \cdot \Delta x_B.$$

Если энергия устройства не изменяется, то работа на входе устройства равна работе на его выходе, и мы получаем соотношение, соответствующее золотому правилу механики:

$$F_D \cdot \Delta x_D = F_B \cdot \Delta x_B.$$

Таким образом, золотое правило механики является следствием закона сохранения энергии.

Если энергия устройства изменяется, то работа на выходе устройства может быть как больше, так и меньше работы на входе. При уменьшении энергии устройства оно совершает работу над внешними телами, и работа на выходе становится больше работы на входе. В этом случае механическое устройство является двигателем. Для работы двигателя необходим некоторый источник энергии.

При увеличении энергии устройства работа на выходе оказывается меньше, чем работа на входе. Устройство само потребляет энергию. Иногда эта энергия может запасаться в виде механической энергии. Например, можно поднимать некоторый груз (накапливать потенциальную энергию) или раскручивать маховик (накапливать кинетическую энергию). За счёт накопленной энергии устройство впоследствии может совершить работу. В этом случае принцип действия устройства аналогичен принципу действия аккумулятора.

На практике при работе любого механизма часть механической энергии переходит в тепло из-за наличия сил трения между подвижными элементами. Из этого следует, что в реальных устройствах мы всегда проигрываем в работе. Золотое правило механики, таким образом, точно выполняется только в идеализированных системах.

Зачем же нужны такие устройства, которые не дают выигрыша в работе, а лишь передают энергию от одной точки к другой? Рассмотрим в первую очередь действие рычага — можно получить выигрыш в силе. В некоторых случаях необходимо уменьшить скорость на выходе устройства. Например, в механических часах уменьшить скорость движения стрелок по сравнению со скоростью движения маятника. Устройства, позволяющие изменять частоту вращения валов, называют **редукторами**. Редукторы могут состоять из шестерён, как в часах, а также из цепей, ремней, шкивов и т. д. Предназначение этих устройств легче всего по-

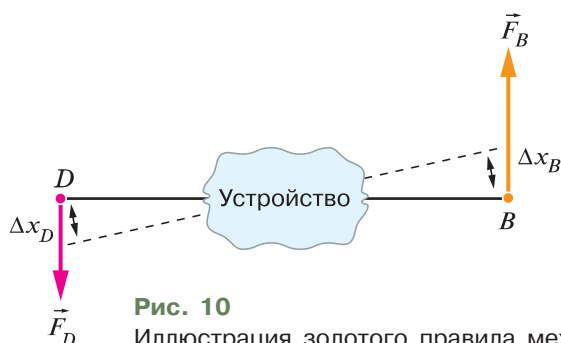


Рис. 10

Иллюстрация золотого правила механики



Рис. 11
Редуктор велосипеда

нять на примере редуктора велосипеда, состоящего из звёздочек и цепи (рис. 11).

В зависимости от *передаточного отношения* (так называется отношение числа зубьев ведущей (передней) звёздочки к числу зубьев ведомой (задней) звёздочки) один оборот педалей может соответствовать разному числу оборотов колеса. При движении в гору выгодно, чтобы колесо крутилось медленнее, при этом сила нажима человека на педали будет наименьшей. Напротив, при движении под гору выгоднее, чтобы колесо крутилось быстрее, при этом за один оборот педалей велосипед проедет большее расстояние.

ВРЕД И ПОЛЬЗА СИЛЫ ТРЕНИЯ. В любом редукторе действует сила трения, ухудшающая работу механизма и приводящая к его преждевременному износу. Но всегда ли сила трения играет отрицательную роль? Будет ли движение автомобиля более эффективным, если «вредная» сила трения исчезнет? Увы, при отсутствии силы трения мы получили бы обратный результат: автомобиль, подобно санкам, мог бы только катиться под гору. Именно за счёт трения, а не мифической «силы тяги» автомобиль приходит в движение. Конечно же, автомобиль перемещается вследствие работы двигателя. Но если бы трение между колёсами и дорогой исчезло, двигатель смог бы только заставить крутиться колёса, без движения автомобиля. Именно это происходит при плохом сцеплении колёс с дорогой. Сила трения в этом случае играет важную положительную роль. Усилия многих изобретателей и инженеров направлены на то, чтобы увеличить силу трения между колёсами автомобиля и дорогой.

Поскольку именно сила трения определяет ускорение автомобиля, то максимум её достигается при максимальном (по модулю) ускорении автомобиля. Большое ускорение возникает при резком увеличении скорости автомобиля. Возможно, вы наблюдали, как некоторые водители трогаются с места: в начальный момент шины проскальзывают по дороге. Однако движение с ускорением происходит и в других случаях, а именно когда автомобиль тормозит или совершает поворот. В этих случаях также возможна пробуксовка (проскальзывание) колёс с последующими проблемами в управлении.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Если вы имеете водительские права и управляете автомобилем или мотоциклом, соблюдайте рекомендации по вождению, которые вам давали при обучении. Наиболее экономично и безопасно вождение при отсутствии больших ускорений: следует избегать резкого набора скорости и резкого торможения, а также снижать скорость на поворотах.

Поскольку ускорение на повороте равно $\frac{v^2}{r}$, где r — радиус поворота, то, чем круче поворот (меньше r), тем меньше должна быть скорость v .

В НОВЫЙ портфель

Трение играет важную роль при механическом движении. В одних случаях эта роль отрицательна и силу трения следует уменьшать, в других случаях трение полезно и его необходимо увеличивать.

ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ. Одной из важных прикладных задач механики является исследование устойчивости различных конструкций. Любая неподвижная система находится в состоянии механического равновесия. Это такое состояние системы, при котором сумма всех сил и сумма моментов этих сил, действующих на каждый из элементов системы, равны нулю. Равновесие может быть разных видов. **Устойчивым равновесием** называют такое состояние системы, когда при любом малом отклонении от положения равновесия система возвращается к этому положению.

Если речь идёт о различных сооружениях, то в большинстве случаев инженеров интересует именно устойчивое равновесие. Все здания, мосты, вышки должны находиться в положении устойчивого равновесия. Построенные сооружения должны быть устойчивы по отношению к воздействию множества внешних факторов: влиянию ветра и колебаниям почвы (это особенно важно для сейсмически опасных районов), действию осадков, суточных и сезонных колебаний температур. С учётом всех этих факторов задача создания устойчивых конструкций становится совсем не простой, о чём, в частности, можно судить по просчётам, приводящим к обрушению зданий даже в XXI в.

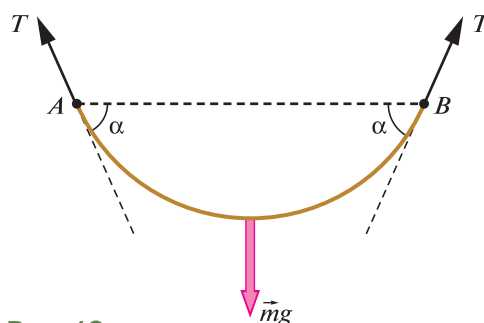


Рис. 12
Натянутый канат

Проблемы механической устойчивости связаны с проблемами экономической целесообразности. Пусть, например, необходимо натянуть канат (или провод) между двумя точками A и B (рис. 12). Из опыта вы знаете, что канат будет провисать, а применяя законы механики, сможете определить, что сила натяжения T в точках подвеса и масса m каната связаны соотношением $2T\sin\alpha = mg$. Натягивая канат, мы уменьшаем угол α , а следовательно, увеличиваем силу натяжения. Экономически выгоднее уменьшить расход материала, т. е. натянуть канат. Но сила натяжения имеет некоторое предельное значение, которое необходимо учитывать при проектировании устройства. Аналогичную задачу приходится решать при проектировании линий электропередачи. Экономически целесообразно ставить опоры реже, но тогда масса провода между опорами будет больше, угол α придётся увеличивать, провод будет больше провисать, а значит, опоры придётся делать выше.

При проектировании зданий и других инженерных сооружений обязательно решается задача обеспечения механической устойчивости. Любая конструкция должна находиться в состоянии устойчивого равновесия по отношению к воздействию различных факторов, действующих на неё в процессе эксплуатации.

**В новый
портфель**

??

- Приведите примеры устройств типа редуктора.
- При прохождении поворота водителю автомобиля рекомендуется двигаться без изменения скорости, т. е. не тормозить и не разгоняться. Попробуйте обосновать это, опираясь на законы физики.

Глаз, как владыка чувств, исполняет свой долг, поставляя препятствие тем смутным и обманчивым рассуждениям — назову их научными, — которые при великом шуме и хлопанье ладош происходят на диспутах.

Леонардо да Винчи

?

Как необходимость создания военной техники стимулирует творчество изобретателей и учёных? В чём сходство и различия творчества изобретателя и творчества художника? Всегда ли востребовано творчество изобретателя?

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Ознакомиться с творчеством изобретателей на конкретных примерах. Понять особенности творческого процесса, связанного с созданием новых механизмов и приборов.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Изобретения Архимеда, связанные с военными действиями.
2. Творческая деятельность Леонардо да Винчи.
3. Жизнь и творчество русских изобретателей XVIII в.

СООБЩЕНИЕ 1

Военный заказ на изобретения: от Архимеда до наших дней.

Человечество с древних времён использовало мастерство ремесленников и талант изобретателей для создания оружия. Наиболее известны изобретения, связанные с именем древнегреческого учёного Архимеда (287—212 гг. до н. э.). Он изобрёл боевые машины для метания стрел, камней и бомб, начинённых пылающей смолой. Когда римляне взяли его родные Сиракузы в осаду, Архимед изготовил и применил против флота неприятеля устройства, которые опрокидывали его суда.

Нельзя дать однозначную моральную оценку изобретательской деятельности, направленной на создание всё более грозных видов оружия, как невозможно дать однозначную оценку историческим событиям. Однако несомненно, что как в древние времена, так и в настоящее время технологии, разработанные при производстве вооружения, способствуют развитию техники, используемой для мирных целей.



Будда с третьим глазом

Один глаз Будды можно соотнести с научным восприятием мира. Этот глаз необходим всем изобретателям. Другой глаз — с восприятием мира через искусство. Он также нужен многим изобретателям и учёным. А зачем нужен изобретателям третий глаз?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

СООБЩЕНИЕ 2

Леонардо да Винчи — учёный или художник?

Леонардо да Винчи (1452—1519) был великим деятелем эпохи Возрождения. Наиболее известен как гениальный художник. Кроме того, он был талантливым архитектором, скульптором, инженером, анатомом, физиком, математиком, музыкантом, философом.

Картины Леонардо да Винчи входят в золотой фонд мирового искусства и являются ценнейшими экспонатами самых известных музеев мира. Широко известна научная и изобретательская деятельность Леонардо. Многие его изобретения, такие, как акваланг, парашют, вертолёт, опередили своё время на сотни лет. Менее известны высказывания Леонардо да Винчи, касающиеся его научного мировоззрения и критикующие алхимию, астрологию, магию.

СООБЩЕНИЕ 3

Русские изобретатели XVIII в.

Общепризнано, что наука в рамках той методологии, которая существует в настоящее время, зародилась в Западной Европе. Лишь в XVIII в. благодаря усилиям Петра I наука и техника пришли в Россию. Оказалось, что земля Русская богата талантами, которые вполне могли соперничать с талантами европейцев. К сожалению, в связи с менее развитой промышленностью изобретательская деятельность в России была практически не востребована, и многие изобретения талантливых инженеров, сделанные даже раньше, чем в Европе, оказались забытыми.

Источники информации

1. Энциклопедия для детей. [Т. 14.] Техника. — М.: Аванта+, 2009.
2. Кириллин В. А. Страницы истории науки и техники / В. А. Кириллин. — М.: Наука, 1986.
3. Азерников В. Физика. Великие открытия / В. Азерников. — М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2000.
4. Игошев Б. М. История технических инноваций: учеб. пособие / Б. М. Игошев, А. П. Усольцев. — М.: Флинта: Наука, 2013.
5. Сеайль Г. Леонардо да Винчи как художник и учёный (1452—1519): опыт психологической биографии / Г. Сеайль. — М.: КомКнига, 2010.
6. Кэмп М. Леонардо / М. Кэмп. — М.: АСТ: Астрель, 2006.

Слова для поискового запроса: история изобретений, изобретения и изобретатели, хронология изобретений человечества.

Изобретательская и научная деятельность — такой же творческий процесс, как и деятельность представителей искусства и литературы. На протяжении всей истории деятельность изобретателей и учёных служила как мирным, так и военным целям. Наиболее эффективной эта деятельность является тогда, когда она востребована обществом.

**В новый
портфель**

10 ГИДРОСТАТИКА И АЭРОДИНАМИКА. ПЛАВАЮЩИЕ И ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Урок-лекция

Отчего люди не летают?

А. Н. Островский

?

Какие законы физики объясняют способность механизмов, созданных человеком, плавать и летать? Какие силы возникают при обтекании тел потоком жидкости или газа?

Ключевые слова

Динамическое давление • Эффект Магнуса • Подъёмная сила

Из старого портфеля

Давление. Атмосферное давление. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Условие плавания тел (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 37).

Человек создал множество различных плавательных и летательных аппаратов. Все подобные аппараты можно разделить на два типа. Первые могут плавать и летать без движения, зависая на определённой глубине в воде, на определённой высоте в воздухе или находясь на поверхности воды. Вторые, для того чтобы плавать или летать, должны обязательно находиться в движении. К первому типу относятся большинство плавающих судов, воздушные шары и дирижабли. А вот используемые человеком летательные аппараты — самолёты, вертолёты — должны находиться в движении или иметь движущиеся относительно воздуха элементы. Примером плавания, невозможного без движения, является также движение спортсмена на водных лыжах. Что касается природных плавающих и летающих объектов, то большинство из них могут находиться на плаву или в толще воды без движения, но летать могут только двигаясь.

Оказывается, что полёт и плавание в этих двух случаях основаны на различных физических законах. В первом случае — на законах *гидростатики* и *аэростатики*, во втором — на законах *гидродинамики* и *аэродинамики*.

ПЛАВАНИЕ И ПОЛЁТ БЕЗ ДВИЖЕНИЯ. Силой, удерживающей неподвижно плавающие объекты, является *сила Архимеда*. Давление жидкости увеличивается с глубиной погружения. Следовательно, чем больше погружено тело, тем сильнее давит на него жидкость.



Карло Сарачени. Падение Икара

Рухнул вниз с неба Икар, чрезмерно приблизившись к солнцу, так, что растаял воск, скреплявший перья крыльев. Человек с древних времён мечтал летать. Почему его мечта осуществилась лишь в XX в.?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Различие давления на верхнюю и нижнюю части тела приводит к появлению направленной вертикально вверх силы Архимеда: $F_A = \rho g V$, где ρ — плотность жидкости, g — ускорение свободного падения, V — объём погружённой в жидкость части тела (рис. 13).

Условие плавания тел заключается в том, что сила Архимеда F_A компенсирует силу тяжести mg . Для однородного тела $m = \rho_0 V_0$, где ρ_0 и V_0 — плотность и объём тела. Из условия плавания следует соотношение $\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{V}{V_0}$.

Если тело плавает, то $V \leq V_0$, и, следовательно, $\rho_0 \leq \rho$, т. е. однородное тело плавает в том случае, если его плотность меньше или равна плотности жидкости.

Первые построенные человеком плавающие средства — плоты — были практически однородными и плавали потому, что их плотность была меньше плотности воды. Большинство современных судов строят из материалов с плотностью, большей, чем у воды, и тем не менее они плавают. Каково же условие плавания таких тел?

Чтобы разобраться в этом, мысленно полностью погрузим тело в жидкость. Плавающее тело будет стремиться всплыть, т. е. $F_A > mg$.

Из этого соотношения следует, что $\rho > \rho_{\text{ср}} = \frac{m}{V}$, где через $\rho_{\text{ср}}$ обозначена средняя плотность тела.

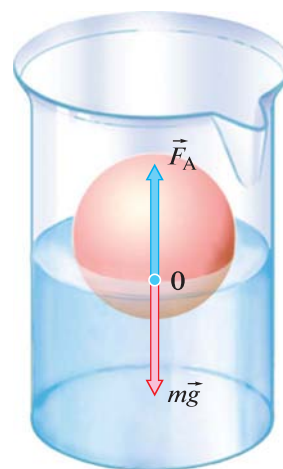


Рис. 13
Силы, действующие на плавающее тело

Неоднородные тела плавают, если их средняя плотность меньше плотности жидкости.

**В новый
портфель**

Даже построенное из стали судно имеет воздушные пустоты (трюм), поэтому его средняя плотность оказывается меньше плотности воды. Если судно получает пробоину, то в эти пустоты затекает вода. Средняя плотность судна постепенно увеличивается, и оно может затонуть. По этой же причине подводной лодке для погружения необходимо взять балласт, т. е. заполнить часть её объёма водой. В результате этого средняя плотность лодки становится больше плотности воды. Для всплытия балласт вытесняют сжатым воздухом, и средняя плотность лодки становится меньше плотности воды.

Все эти утверждения верны по отношению к летательным аппаратам типа воздушных шаров и дирижаблей. Чтобы такой аппарат мог летать, его объём (оболочку) необходимо заполнить газом с плотностью, меньшей, чем у окружающего воздуха. Такими газами являются водород и гелий.

В современных воздушных шарах в качестве лёгкого газа используют нагретый воздух. При одинаковом давлении плотность нагретого воздуха меньше плотности холодного воздуха. Естественно, нагретый воздух в результате процесса теплопередачи охлаждается, поэтому его необходимо периодически подогревать. Для этого нижнюю часть оболочки оставляют открытой, а под отверстием помещают газовую горелку (рис. 14). Для обеспечения пожарной безопасности полёта при изготовлении оболочки используют современные лёгкие негорючие материалы.



Рис. 14
Воздушный шар с газовой горелкой

ОБРАЗ ЖИЗНИ

На всех судах необходимо иметь индивидуальные спасательные средства (круги, жилеты и т. д.). Использовать в качестве спасательных средств надувные резиновые или пластиковые круги и жилеты не рекомендуется. При нарушении герметичности этих средств, всегда возможен в аварийной ситуации, их средняя плотность увеличивается и они не могут выполнять спасательные функции. Надёжными спасательными средствами являются круги и жилеты из однородного материала, плотность которого меньше плотности воды (например, из пенопласта).

ДИНАМИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ. Какие же силы поддерживают, например, самолёт в полёте? Единственная сила, способная противостоять силе тяжести, — сила давления воздуха. Однако, поскольку средняя плотность самолёта больше, чем плотность воздуха, силы Архимеда недостаточно для поддержания самолёта в полёте.

Если газ (или жидкость) движется относительно некоторой поверхности, то это движение и возникающие дополнительные силы описываются законами аэродинамики (или гидродинамики). Согласно этим законам давление газа (или жидкости) на поверхность, вдоль которой он движется, уменьшается на величину, называемую **динамическим**

давлением: $P_d = \frac{\rho v^2}{2}$, где ρ — плотность газа (или жидкости), v — скорость газа (или жидкости) относительно поверхности тела. Чем больше скорость, тем меньше сила давления газа (или жидкости) на тело.

Проявления влияния динамического давления весьма разнообразны. Например, на движущийся и одновременно вращающийся мяч действует дополнительная сила, изменяющая траекторию движения мяча. Это позволяет в таких игровых видах спорта, как большой и настольный теннис, футбол, волейбол, использовать удары, приводящие к «необычной» траектории полёта (кручёные и резаные удары).

Возникновение дополнительной силы, действующей на тело, вращающееся в набегающем на него потоке газа или жидкости, называют **эффектом Магнуса** и объясняют его на основе динамического давления. На рисунке 15 изображён мяч, движущийся относительно воздуха (мы рассматриваем систему отсчёта, в которой мяч неподвижен, а воздух движется со скоростью v). Кроме того, мяч вращается, как указано стрелками. Поскольку частицы мяча при движении увлекают частицы воздуха, то скорость воздуха вблизи поверхности мяча отличается от скорости потока воздуха. В результате давление

под мячом меньше давления над мячом (рис. 15, а), вследствие чего возникает дополнительная сила $\vec{F}$, направленная вниз. При вращении мяча в противоположную сторону (рис. 15, б) дополнительная сила $\vec{F}$ направлена вверх.

Аналогичные силы, действуя на крыло самолёта, поддерживают его в воздухе. Естественно, крыло в отличие от мяча не вращается. Однако форма крыла и его положение относительно потока воздуха выбираются таким образом, что частицы воздуха

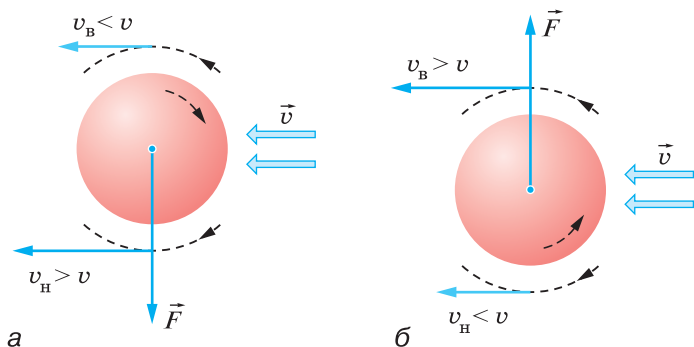


Рис. 15

Схема, иллюстрирующая возникновение эффекта Магнуса

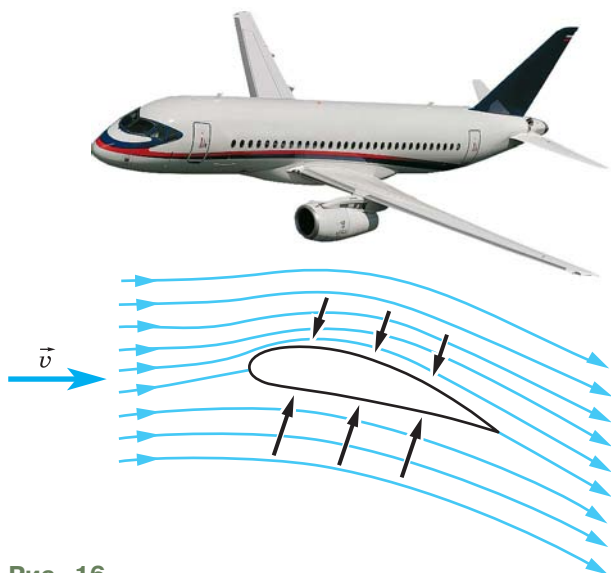


Рис. 16
Обтекание крыла самолёта потоком воздуха

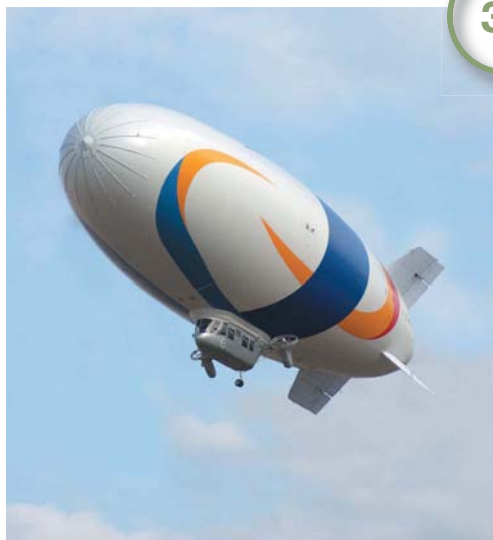


Рис. 17
Дирижабль

под крылом тормозятся больше, чем частицы воздуха над крылом. На рисунке 16 изображены крыло самолёта и линии тока воздуха, т. е. траектории движения частиц воздуха, обтекающих крыло. Густота линий тока связана со скоростью частиц: чем гуще линии, тем больше скорость. Над крылом самолёта линии расположены ближе друг к другу (густота линий больше), чем под крылом, а значит, скорость частиц воздуха также больше. Вследствие этого давление под крылом становится больше давления над крылом, что и приводит к образованию **подъёмной силы**.

Аналогичные силы действуют на лопасти воздушных винтов самолётов и вертолётных, на гребные винты судов, на паруса, когда они располагаются под углом к ветру.

При движении тел относительно газа (или жидкости) давление газа (или жидкости) на тело уменьшается на величину динамического давления. Динамическое давление является причиной возникновения силы, перпендикулярной потоку газа (или жидкости), в частности подъёмной силы, действующей на крыло самолёта.

**В новый
портфель**

??

- На рисунке 17 изображён дирижабль. Баллон дирижабля заполнен лёгким газом. Для его горизонтального передвижения используется воздушный винт. Объясните, вследствие действия каких сил движется дирижабль. Чем, если сравнивать действующие силы, полёт дирижабля отличается от полёта самолёта?
- Где будет больше осадка одного и того же судна — в море или на реке?
- Когда подводная лодка ложится на илистое дно, то иногда даже при сбросе балласта она не может всплыть («присасывается» ко дну). Попробуйте объяснить это явление. Куда исчезает сила Архимеда?

11 РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ. КОСМИЧЕСКИЕ ПОЛЁТЫ

Урок-лекция

А за нею каракатица —
Так и пятится,
Так и катится.

К. И. Чуковский

?

В чём суть реактивного движения? Каковы особенности реактивного движения? На каких законах основано реактивное движение? Где используется реактивное движение?

Ключевые
слова

Химический реактивный двигатель • **Плазменный реактивный двигатель**

Из старого
портфеля

Третий закон Ньютона. Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 37).

ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ РЕАКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ. Как вы уже знаете, на принципе реактивного движения основано перемещение некоторых животных (например, осьминогов, кальмаров, каракатиц, медуз) — они передвигаются, используя отдачу выбрасываемой ими струи воды. Реактивное движение совершают самолёты, боевые и космические ракеты.

При реактивном движении тело массой M взаимодействует с другим телом массой m , отталкивая его от себя. Как следует из закона сохранения импульса, тело массой M приобретает скорость $V = \frac{m}{M}v$, где

v — скорость, с которой отброшено тело массой m . Реактивный двигатель, толкающий космический корабль с некоторой силой, должен непрерывно отбрасывать вещество. Реактивная сила будет тем больше, чем с большей скоростью отбрасывается вещество и чем больше вещества в единицу времени отбрасывается. Из закона сохранения импульса можно получить следующее выражение для реактивной силы: $F = Qv$, где Q — масса вещества, отбрасываемого двигателем в единицу времени.

Идея использования реактивного движения в космосе была впервые выдвинута русским учёным и изобретателем Константином Эдуардовичем Циолковским (1857—1935) задолго до реального выхода человека за пределы воздушного пространства.

РЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ. Первые реактивные двигатели были *пороховыми* и использовались в качестве метательных военных снарядов. В результате сжигания пороха образовывались быстро расширяющиеся газы, которые выбрасывались из двигателя в определённом направлении. Подобные пороховые двигатели используют в военной технике и в настоящее время. В других реактивных двигателях, которые применяют на самолётах, в качестве горючего используют жидкости (в простейшем случае — керосин). Такие двигатели называют *жидкостными реактивными двигателями*.

В перечисленных двигателях используют в качестве одного из компонентов химической реакции воздух, находящийся в атмосфере. Принципиальное отличие ракетного реактивного двигателя состоит в том, что для химической реакции должно использоваться только вещество, находящееся в баках самого двигателя. Поэтому конструкция двигателя включает два бака: один с горючим веществом (например, с водородом), а другой с окислителем (например, с кислородом) (рис. 18).

Выше речь шла о мощных реактивных двигателях, работающих на основе химических реакций, — **химических реактивных двигателях**. Для маневрирования в космическом пространстве используются мало-мощные **плазменные реактивные двигатели**. В них отбрасываемое вещество получает скорость не в результате химической реакции, а в результате разгона заряженных частиц электромагнитным полем. Подобные двигатели являются более экономичными и легкоуправляемыми.

Преимуществом реактивного двигателя является то, что это единственный двигатель, способный эффективно работать в космосе. К его недостаткам следует отнести низкую экономичность по сравнению с другими двигателями.



Рис. 18
Схема устройства ракеты-носителя

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Пиротехнические игрушки (летающие фейерверки, салюты, петарды, хлопушки и др.), принцип действия которых основан на реактивном движении, являются не очень хорошими реактивными двигателями и часто летят не туда, куда хотелось бы. Будьте осторожнее с подобной «техникой», выполняйте инструкции, которые обязательно должны быть на упаковке, и используйте только сертифицированный товар.

Реактивный двигатель, несмотря на его низкую эффективность, является в настоящее время единственным двигателем, позволяющим осуществлять целенаправленное перемещение в космическом пространстве.

**В новый
портфель**

??

- ▷ Какое движение называется реактивным?
- ▷ Приведите свои примеры реактивного движения.
- ▷ В чём отличие ракетного реактивного двигателя от реактивных двигателей, которые используют в самолётах?
- ▷ Проведите простейший опыт: надуйте воздушный шарик и, не завязывая его, отпустите. Проследите за движением шарика и объясните это движение.

Земля — колыбель человечества,
но мы не можем вечно жить в колыбели...

К. Э. Циолковский

?

Какова польза от космических исследований? Каковы основные этапы космических исследований? Как космические исследования связаны с развитием оборонных технологий? Как влияют условия космического полёта на организм человека? Каковы в настоящее время перспективы космических исследований и, в частности, возможности космических путешествий с участием человека?

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Понять целесообразность и возможности космических исследований. Обсудить основные этапы развития космических исследований, достижения и перспективы таких исследований.

ПЛАН СЕМИНАРА

1. Значение космических исследований для человечества.
2. Космические исследования в военных и мирных целях.
3. Влияние условий космического полёта на организм человека.
4. Перспективы космических исследований, в том числе полётов с участием человека.

Необходимые источники информации

1. Уманский С. П. Космические орбиты / С. П. Уманский. — М.: Просвещение, 1996.
2. Штернфельд А. А. Парадоксы космонавтики / А. А. Штернфельд. — М.: Наука, 1991.
3. Засов А. В. Астрономия: учеб. для 11 кл. / А. В. Засов, Э. В. Кононович. — М.: Просвещение, 1996.
4. Попова А. П. Занимательная астрономия / А. П. Попова. — М.: КомКнига, 2014.
5. Энциклопедия для детей. [Т. 25.] Космонавтика. — М.: Аванта+, 2009.
6. Уманский С. П. Ракеты-носители. Космодромы / С. П. Уманский. — М.: Рестарт+, 2001.
7. Всемирная энциклопедия космонавтики. В 2 т. / под ред. А. Н. Перминова и др. — М.: Военный парад, 2002, 2011.

Слова для поискового запроса: космические корабли, космические ракеты, исследование космоса, межпланетные полёты.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Космические исследования очень дорогое удовольствие. Существует мнение, что у человечества достаточно проблем на Земле и космические исследования следует сократить, а может быть, и прекратить, по крайней мере в настоящее время. Насколько справедливо это суждение с моральной и прагматической точки зрения?

Что дают космические исследования простому человеку? Что дают космические исследования для развития науки и технологии? Можете ли вы привести примеры непосредственного использования результатов космических исследований?

Существует мнение, что запуски ракет имеют отрицательные экологические последствия. Что вы знаете об этом?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

Каковы основные этапы развития космических исследований? Что стимулировало космические исследования? Несмотря на то что идея создания космических аппаратов возникла достаточно давно, активная разработка таких летательных аппаратов началась лишь в связи с поисками эффективных носителей мощного оружия. Что вы знаете об этом?

В конце XX в. была высказана концепция звёздных войн: ведение боевых действий в околоземном космическом пространстве, предусматривающее размещение оружия в космосе. Кинематографисты сняли множество фильмов об этом. Что вы знаете о реальном использовании космического пространства в военных целях?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 3

К настоящему времени человечество освоило земные «окрестности» и научилось проводить исследования, связанные с длительным пребыванием человека в условиях космического полёта. Путь человечества в космос был нелёгок. Что вы знаете о влиянии невесомости и других факторов космического полёта на организм человека? Каковы возможности человеческого организма в космических условиях?

Как всегда, при исследованиях, связанных с влиянием вредных факторов на организм человека, использовались братья наши меньшие. Какие животные были первыми космонавтами?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 4

До сих пор человек побывал лишь на одном космическом теле вне Земли — на Луне. Однако космические аппараты уже опускались на такие планеты, как Венера и Марс, а также пролетали достаточно близко по космическим масштабам от других планет. Каковы перспективы космических путешествий с участием человека?

В чём принципиальные сложности отправки человека на другие планеты? Что полезного может получить человечество от космических путешествий? Насколько реальны межзвёздные перелёты? Какие скорости необходимы для осуществления космических полётов? Какую скорость называют первой космической?

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Космические исследования позволяют расширить знания человека о Вселенной. Они также являются практически полезными, так как большинство людей на планете непосредственно используют в своей жизни результаты космических исследований. Исследования воздействия невесомости и других факторов космического полёта на организм человека дополнили знания о возможностях человеческого организма и его адаптации к необычным условиям существования. Изучение перспектив космических исследований показывает, что уже в ближайшие десятилетия станут реальными космические путешествия человека на другие планеты.

13 ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Урок-лекция

Мартын. Что такое *perpetuum mobile*?
Бертольд. *Perpetuum mobile*, то есть *вечное движение*. Если найду вечное движение, то я не вижу границ творчеству человеческому...

А. С. Пушкин

?

Что такое двигатель? Почему невозможен вечный двигатель? Что такое тепловой двигатель? Что такое термодинамический цикл?

Ключевые
слова

Вечный двигатель • **Циклический тепловой двигатель** •
Изохорный процесс • **Изобарный процесс** • **Термодинамический цикл**

Из **старого**
портфеля

Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Преобразование энергии в тепловых машинах (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 60).

ДВИГАТЕЛЬ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ВЕЧНЫМ. Как уже говорилось в § 8, под двигателем можно понимать любое устройство, способное совершать механическую работу. Естественными двигателями являются живые организмы. Но человек задолго до появления науки научился использовать средства, освобождающие его от физических усилий.

С древних времён человек стал применять энергию ветра для движения судов. Позднее появились водяные и ветряные мельницы (упоминание о первых водяных мельницах относится к началу нашей эры). Подобные устройства совершенствовались, в них стали использовать такие простые механизмы, как рычаги, блоки, шкивы, цепи. В Средние века были созданы уже достаточно совершенные водяные двигатели, которые приводили в действие различные станки и машины, использовались как подъёмные устройства (рис. 19, 20).



Попытки создания вечного двигателя велись начиная с XIII в. и предпринимаются до настоящего времени. Можно ли назвать процесс создания вечного двигателя вечным? Почему?

Мауриц Корнелис Эшер.
Предопределение

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

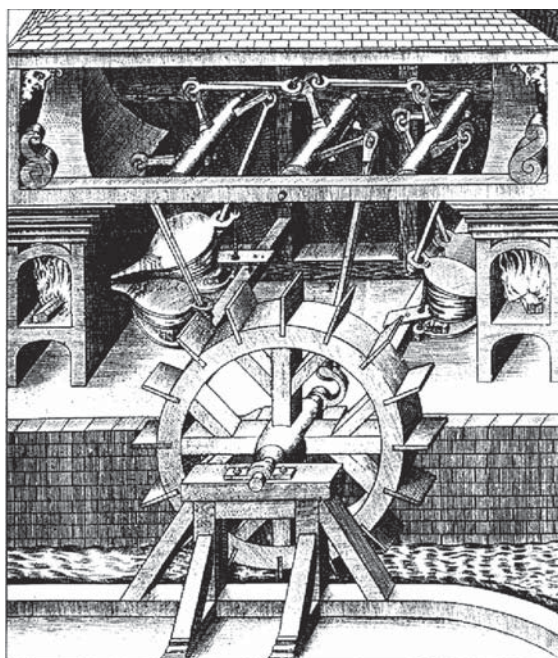


Рис. 19

Кузница, меха которой приводятся в действие с помощью водяного колеса

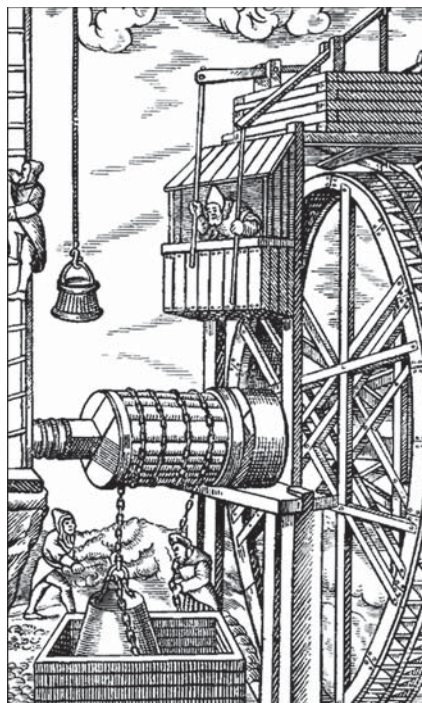


Рис. 20

Подъёмник с водяным колесом

Усложнение механизмов привело к идее построения **вечного двигателя** (по-латыни *perpetuum mobile*). Под таким двигателем понимали некоторую воображаемую машину, которая без каких-либо внешних воздействий могла бы двигаться и совершать полезную механическую работу сколь угодно долго. Идея вечного двигателя была очень популярна в XVII—XVIII вв. Следует сказать, что законы механики (законы Ньютона) не отрицали возможности создания такого двигателя. Действительно, если есть процессы, в которых механическое движение исчезает (казалось бы, бесследно), то почему бы не существовать обратным процессам, в которых механическое движение возникает из ничего? Кроме того, в природе человек наблюдал движения, казавшиеся ему вечными (движение Солнца, ветра и волн).

Развитие термодинамики и строгие опыты Джоуля показали, что механическое движение никогда не исчезает бесследно. Исчезновение механического движения приводит к тому, что движение частиц вещества становится более интенсивным. Энергия механического движения переходит в энергию хаотического движения частиц. Соответственно и возникнуть из ничего механическая энергия не может. Впоследствии закон сохранения энергии был распространён на другие виды энергии.

Например, в самых первых водяных и ветряных двигателях механическая энергия ветра и воды преобразовывалась в механическую энергию вращающегося колеса. Позднее появились тепловые двигатели — машины, в которых внутренняя энергия топлива преобразовывалась в механическую энергию. Развитие науки об электричестве привело к по-

Любой двигатель является устройством, способным совершать упорядоченную механическую работу на основе преобразования энергии из одного вида в другой. Согласно закону сохранения энергии существование вечного двигателя невозможно.

**В новый
портфель**

явлению электродвигателей, преобразующих энергию электрического поля в механическую энергию. Наконец, в XX в. человек научился преобразовывать внутреннюю энергию атомных ядер в механическую энергию.



Рис. 21
Эолипил Герона

ЦИКЛИЧЕСКИЙ ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ. Идея использования тепла для совершения механических действий также пришла из глубокой древности. Одно из таких изобретений принадлежит Герону Александрийскому, жившему приблизительно за 120 лет до н. э. Это эолипил (в переводе с греческого «шар бога ветров Эола»), показанный на рисунке 21. Принцип действия устройства понятен из рисунка. В шаре, из которого выходят две Г-образные трубки, находится вода. При нагревании вода закипает, и образующийся пар, выходя из трубок, быстро вращает шар. Каждая трубка при этом работает как реактивный двигатель. Построенный современными инженерами по чертежам Герона эолипил развивал скорость не менее 1500 оборотов в минуту!

Эолипил Герона являлся забавной игрушкой и не выполнял действительно полезной работы. Подобные игрушки, например плавающий на реактивной паровой тяге кораблик, несложно сделать самому (описание см., например, в кн.: Перельман Я. А. Занимательная физика. — М.: Наука, 1982. — Кн. 2).

Реальный тепловой двигатель, работающий на основе реактивной тяги, является неэффективным. В устройствах, изобретенных позже, в которых тепловая энергия преобразовывалась в механическую, горячий водяной пар толкал поршень в цилиндре, что было более производительным. Появление паровой машины связано с именами многих изобретателей, в числе которых и русский механик Иван Иванович Ползунов (1728—1766). Конструкция универсальной паровой машины, основные принципы работы которой дошли до наших дней, была создана шотландским инженером и изобретателем-механиком Джеймсом Уаттом (1736—1819).

Поскольку движение поршня при расширении газа ограничено размерами цилиндра, то при сколь-либо продолжительной работе двигателя поршень должен периодически возвращаться в исходное положение. Таким образом, работа любого теплового двигателя должна состоять из повторяющихся циклов. Подобные двигатели называют **циклическими тепловыми двигателями**.

Конструкция реального теплового двигателя достаточно сложна. Поэтому, чтобы понять принцип работы тепловых машин, рассмотрим вымышленный упрощенный двигатель, состоящий из цилиндра с поршнем, который может перемещаться вдоль цилиндра в определенном диапазоне (рис. 22). В объеме цилиндра, ограниченном поршнем, находится газ. Поднимаясь вверх, цилиндр может поднять некоторое тело, т. е. совершить полезную механическую работу.

Пусть цилиндр в отсутствие груза находится в нижнем положении. Подвесим груз и начнем нагревать газ в цилиндре, подсоединив к цилиндру нагреватель. Первоначально газ расширяться не будет, поскольку его давления снизу недостаточно для подъема поршня. Процесс нагревания (или охлаждения) газа, происходящий при постоянном объеме V , называется **изохорным**. Всё передаваемое тепло идет на нагревание газа, при этом его давление p возрастает. Этот процесс и соответствующий ему график (1—2) изображены на рисунке 23, а.

Когда давление под поршнем возрастает достаточно для того, чтобы сила давления уравнивала вес поршня и груза, поршень начнет подниматься. Поскольку вес поршня и груза не изменяется, сила давления,

а значит, и само давление остаются постоянными. При этом температура и объём газа увеличиваются. Процесс нагревания (или охлаждения) газа, происходящий при постоянном давлении, называется **изобарным**. Этот процесс и соответствующий ему график (2—3) изображены на рисунке 23, б.

После достижения верхней точки наш двигатель совершит полезную работу. Поднятый груз можно отсоединить. Однако, если мы хотим продолжить работу по циклу, необходимо вернуть поршень в нижнее положение. Для этого газ надо охладить: убрать нагреватель и привести в тепловой контакт с цилиндром некоторое холодное тело. После того как мы уберём груз, сила давления газа будет больше веса поршня. Поэтому первоначально процесс охлаждения газа будет идти без изменения объёма (рис. 23, в). Это изохорный процесс, но с уменьшением давления.



Рис. 22
Упрощённый тепловой двигатель

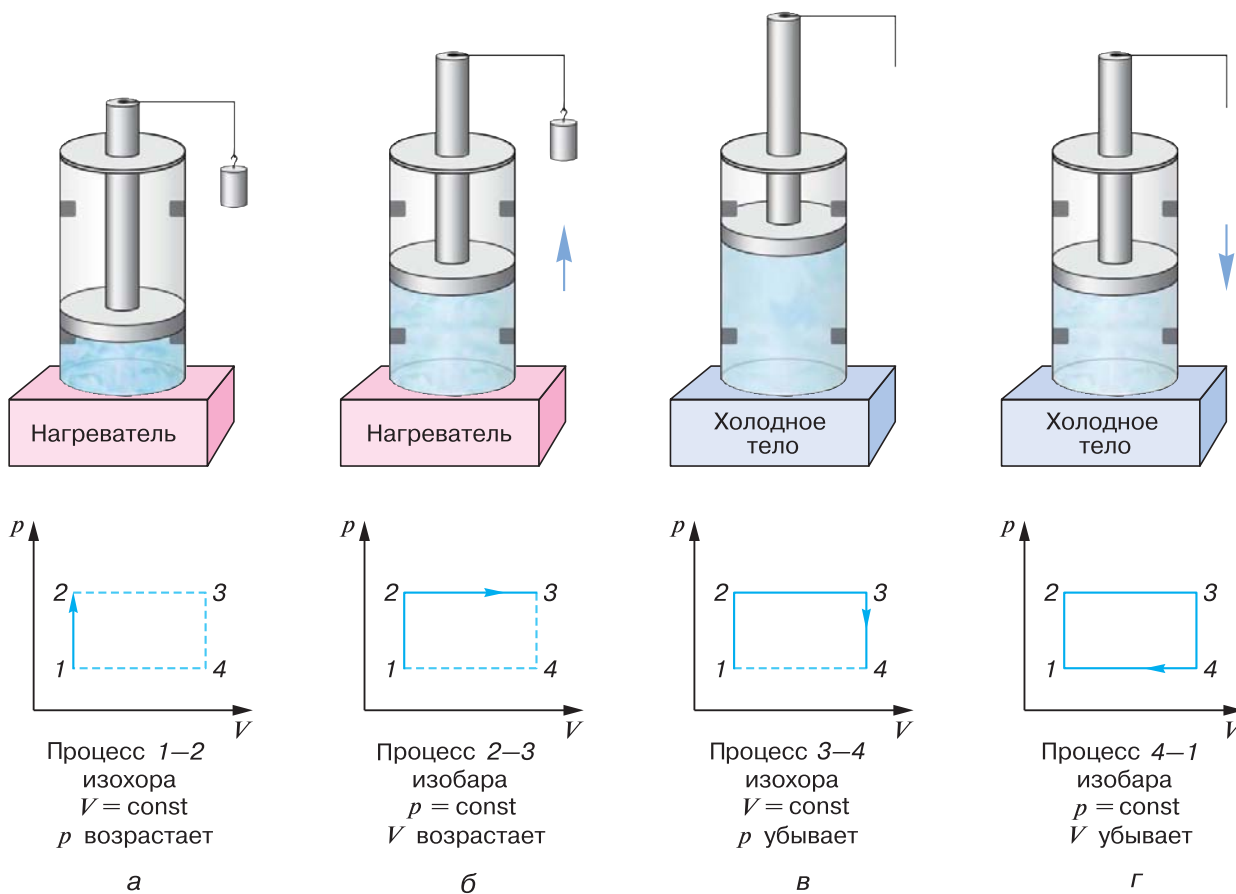


Рис. 23
Последовательные фазы цикла

Когда давление газа упадёт настолько, что сила давления будет уравнивать вес поршня, дальнейшее охлаждение газа будет сопровождаться уменьшением его объёма, т. е. поршень начнёт двигаться вниз (рис. 23, *з*). Так же как и процесс 2—3, процесс 4—1 будет происходить при постоянном давлении, т. е. будет изобарным.

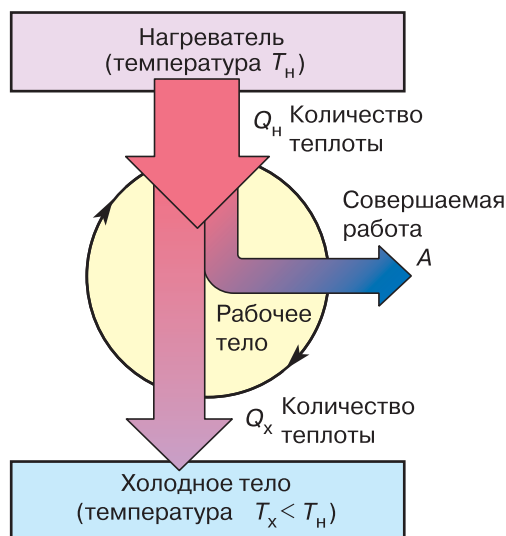


Рис. 24
Принципиальная схема теплового двигателя

После достижения поршнем нижней точки можно прекратить охлаждение газа и начать новый цикл. Заметим, что соответствующий процесс в координатах p, V (см. рис. 23, *а—г*) имеет вид замкнутой направленной линии (в данном случае в виде прямоугольника). Такой замкнутый термодинамический процесс называется **термодинамическим циклом**.

Таким образом, для мысленного конструирования теплового двигателя нам потребовался сосуд с газом (газ называют *рабочим телом*), нагреватель и холодное тело. Эти элементы можно найти в любом тепловом двигателе (рис. 24).

Природа нагревателя, охлаждающего тела и рабочего тела для принципа работы теплового двигателя не важна. При любой конструкции принцип работы двигателя остаётся неизменным. Термодинамические циклы, соответствующие работе тепловых двигателей, могут иметь вид разнообразных замкнутых кривых.

В новый портфель

Принцип работы любого циклического теплового двигателя заключается в том, что полученное рабочим телом от нагревателя тепло при выполнении циклического процесса идёт на совершение механической работы. При этом часть этого тепла отдаётся охлаждающему телу.

??

- После XVIII в. было открыто много новых законов природы, в частности новые фундаментальные взаимодействия. Возможно ли в настоящее время с учётом этих открытий построение вечного двигателя? Если нет, то почему?
- Какова роль нагревателя и охлаждающего тела в тепловом двигателе?
- Приведите примеры тепловых двигателей, использующихся в настоящее время.
- При объяснении принципа работы циклического теплового двигателя мы пренебрегли многими факторами, т. е. идеализировали процесс. Назовите эти факторы.

14 ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ И КПД ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

45

Урок-лекция

От этой картины очень большая польза — она дырку в обоях закрывает.

Э. Успенский

?

Чем ограничен КПД теплового двигателя? Что такое идеальный тепловой двигатель? Как вычислить КПД идеальной тепловой машины?

Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя •
Вечный двигатель второго рода • Идеальный тепловой двигатель

Ключевые
слова

Удельная теплота сгорания. Удельная теплоёмкость. Преобразование энергии в тепловых машинах. КПД тепловой машины (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 60).

Из старого
портфеля

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОВОГО ДВИГАТЕЛЯ И КПД. Усовершенствование паровой машины Дж. Уаттом привело к внедрению тепловых двигателей в производство. К концу XVIII в. в Англии работали уже сотни тепловых двигателей на шахтах, рудниках, металлургических заводах, прядильных и ткацких фабриках и других промышленных предприятиях. Естественно, встал вопрос о том, чтобы строить более эффективные двигатели. С точки зрения экономики двигатель тем эффективнее, чем больше полезных действий он производит и чем меньше топлива потребляет. Однако топливо обладает различной *теплотворной способностью* (различной теплотой сгорания). Поэтому на физическом уровне целесообразно определять эффективность не по массе топлива, а по энергии, которую оно даёт. Мерой эффективности теплового двигателя является его **коэффициент полезного действия (КПД)**. По определению КПД есть отношение работы A , произведённой двигателем, к тепловой энергии Q_H , полученной за время выполнения этой работы. Обозначают КПД обычно греческой буквой η (эта): $\eta = \frac{A}{Q_H}$.

Из закона сохранения энергии следует, что всё полученное от нагревателя тепло идёт на совершение механической работы и на частичную передачу тепла Q_x охлаждающему телу, что выражается соотношением $Q_H = A + Q_x$. Отсюда можно получить ещё одно выражение

для КПД: $\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}$.

КПД является безразмерной физической величиной, т. е. его можно выражать просто числом. Однако часто КПД выражают в процентах. Значение КПД в процентах есть 100η .

В каких пределах может находиться КПД теплового двигателя? Уже из закона сохранения энергии следует, что $\eta < 1$ (КПД меньше 100 %). Но насколько близко можно подойти к 100 %?

КПД ИДЕАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ МАШИНЫ. Последний вопрос можно переформулировать таким образом: если мы построим идеальную тепловую машину, сможем ли мы достичь $\eta = 1$? Основываясь на формуле для КПД, несложно понять, что значение КПД достигает единицы, когда $Q_x = 0$, т. е. тепловой двигатель не отдаёт тепла охлаждающему телу. Для «сконструированного» нами в предыдущем параграфе двигателя такое невозможно. Однако нельзя ли изобрести какой-либо другой двигатель с $\eta = 1$?

Закон сохранения энергии, или первое начало термодинамики, не запрещает системе иметь КПД, равный единице. Но если бы удалось изобрести такой двигатель, он был бы практически вечным. Действительно, можно было бы, например, взять тепловую энергию у океана, слегка его охладив, и перевести её в работу. В конечном итоге большая часть этой работы через посредство сил трения опять перейдёт в тепло, которое будет передано океану. Подобный гипотетический двигатель был назван **вечным двигателем второго рода** (вечный двигатель, о котором говорилось в предыдущем параграфе, в связи с этим называют *вечным двигателем первого рода*).

Однако в термодинамике есть не только первое, но и второе начало (см.: Естествознание, 10 кл., § 60). Именно второе начало термодинамики запрещает существование вечного двигателя второго рода.

Чтобы это показать, будем считать, что изображённая на рисунке 24 система из нагревателя, рабочего тела и холодного тела является замкнутой. Вычислим изменение энтропии этой системы за один цикл произвольного теплового двигателя. Для этого воспользуемся двумя свойствами энтропии. Первое свойство — *аддитивность* энтропии (энтропия системы равна сумме энтропий её частей). Второе свойство — энтропия есть функция состояния, т. е. полностью определяется состоянием системы. Пусть за цикл работы двигателя от нагревателя к рабочему телу передаётся тепло ΔQ_n , а от рабочего тела к холодному телу — тепло ΔQ_x . T_n — температура нагревателя, а T_x — температура холодного тела. Тогда энтропия нагревателя изменится на величину

$$\Delta S_n = -\frac{\Delta Q_n}{T_n} \text{ (знак «минус» соответствует уменьшению энтропии).}$$

Соответственно энтропия холодного тела увеличится на величину $\Delta S_x = \frac{\Delta Q_x}{T_x}$.

Что касается энтропии рабочего тела, то она не изменилась, поскольку рабочее тело после завершения цикла оказалось в том же состоянии. В результате суммарное изменение энтропии всей системы равно:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q_x}{T_x} - \frac{\Delta Q_n}{T_n}.$$

Предположение о существовании вечного двигателя второго рода эквивалентно $\Delta Q_x = 0$, и, следовательно, $\Delta S < 0$. Но это противоречит второму началу термодинамики — энтропия замкнутой системы не может уменьшаться.

В новый портфель

Второе начало термодинамики запрещает существование вечного двигателя второго рода.

Какими же свойствами должен обладать **идеальный тепловой двигатель**? Из неравенства $\Delta S \geq 0$ и полученного выражения для ΔS следует: $\frac{\Delta Q_x}{\Delta Q_n} \geq \frac{T_x}{T_n}$. Отсюда КПД

$$\eta = 1 - \frac{\Delta Q_x}{\Delta Q_n} \leq 1 - \frac{T_x}{T_n}. \quad (1)$$

Следовательно, КПД любой тепловой машины не может превышать значение

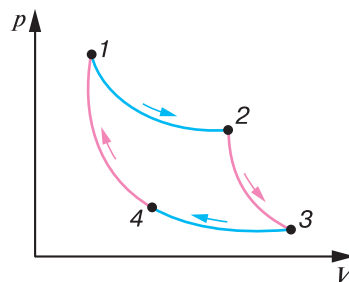
$$\eta_0 = 1 - \frac{T_x}{T_n}.$$

Очевидно, что идеальной тепловой машиной может считаться двигатель с КПД, равным η_0 , т. е. с максимально возможным КПД. Какими же свойствами должен обладать этот двигатель? Равенству в выражении (1) соответствует нулевое изменение энтропии за цикл работы двигателя. Но $\Delta S = 0$ может быть только у равновесных обратимых процессов (см.: Естествознание, 10 кл., § 60).

Можно ли более конкретно представить идеальный тепловой двигатель? Такой двигатель придумал в 1824 г. молодой французский учёный и военный инженер, один из создателей термодинамики Сади Карно (1796—1832).

Идеальная тепловая машина Карно работает по циклу, состоящему из двух изотерм и двух адиабат (рис. 25). Изотермой называют кривую, соответствующую процессу, происходящему при неизменной температуре. Адиабатой называют кривую, соответствующую процессу, происходящему без передачи тепла от данной системы к другим телам.

Идеализированные изотермический и адиабатический процессы могут быть проведены обратимым образом, поскольку при их проведении в тепловом контакте не находятся тела с различными температурами.



1-2, 3-4 – изотермы
2-3, 4-1 – адиабаты

Рис. 25
Цикл Карно

В 1824 г. Карно опубликовал сочинение «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». В этом труде он рассмотрел в общем виде «принцип получения движения из тепла» и показал, что тепловые двигатели могут совершать работу лишь в процессе перехода теплоты «от тела, температура которого более или менее высока, к другому, где она ниже», причём «движущая сила тепла» (совершаемая машиной работа) не зависит от природы рабочего тела, «её количество исключительно определяется температурами тел», между которыми производится перенос тепла.

Идеальный тепловой двигатель — это такой двигатель, в котором все процессы могут быть проведены обратимым образом и так, что в каждый момент его состояние являлось бы равновесным. КПД любого реального теплового двигателя не может превышать КПД идеального теплового двигателя при данных температурах нагревателя и охлаждающего тела.

**В новый
портфель**

??

- ▷ Какую величину называют коэффициентом полезного действия теплового двигателя?
- ▷ Чем отличается вечный двигатель первого рода от вечного двигателя второго рода?
- ▷ Чему равно максимально возможное значение коэффициента полезного действия теплового двигателя?
- ▷ Обратимы ли процессы, происходящие в циклическом тепловом двигателе?

Истина и полезность суть... совершенно одни и те же вещи. Сама же практика должна цениться больше как залог истины, а не из-за жизненных благ.

Ф. Бэкон

?

Как КПД различных циклов работы теплового двигателя зависит от параметров циклов? Во сколько раз отличается КПД простейших циклов от КПД идеальной тепловой машины?

Из старого портфеля

Преобразования энергии в тепловых машинах (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 60). Циклический тепловой двигатель. КПД тепловых двигателей (см. § 13, 14).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Исследовать КПД четырёх простейших циклов в зависимости от параметров циклов. Сравнить КПД этих циклов с КПД идеальной тепловой машины.

Оборудование: персональный компьютер, мультимедийный диск («Открытая физика»).

ПЛАН РАБОТЫ. Воспользовавшись мультимедийной моделью, последовательно выполнить задания по изучению КПД предлагаемых циклов.

В предыдущих параграфах мы рассмотрели два цикла работы теплового двигателя: прямоугольный цикл и цикл Карно (цикл идеального теплового двигателя). Было показано, что из второго начала термодинамики следует положение о максимальном значении КПД идеального теплового двигателя при заданных значениях температур нагревателя и охлаждающего тела. Полезно убедиться в справедливости этого положения на опыте. Однако натурный опыт требует достаточно сложного оборудования. Поэтому мы ограничимся численным экспериментом, поставленным на компьютере, для чего используем готовый программный продукт.

1. Изучите приведённые в программе циклы. Нарисуйте их в тетради, обозначьте узловые точки каждого цикла: 1, 2, ..., начиная с той точки, откуда начинается цикл. Наблюдая анимацию (движение точки по участкам цикла), обратите внимание, как изменяются на каждом из участков цикла величины: Q — тепло, полученное газом; A — работа, совершённая газом; ΔU — изменение внутренней энергии газа.
2. Изучите приведённые в программе циклы, определите связь между давлением и объёмом газа на каждом из участков цикла. Ответ оформите в виде четырёх таблиц:

Участок цикла	Название (если имеется)	Связь между давлением и объёмом
1—2	изобара	$p = \text{const}$

3. Изменяя для каждого из приведённых циклов параметры эксперимента (максимальный и минимальный объёмы, максимальное и минимальное давление), наблюдайте, как изменяется КПД цикла. Сформулируйте общий вывод, следующий из данного эксперимента.

Два следующих задания выполните только для прямоугольного цикла для двух значений параметров, при которых КПД достигает максимального и минимального значений.

4. Определите точки цикла, где температура газа достигает минимального и максимального значений.

ПОДСКАЗКА

Значение температуры газа пропорционально произведению pV . Максимальная и минимальная температуры достигаются там, где произведение pV максимально и минимально соответственно.

5. Считая, что максимальная температура — это температура нагревателя, а минимальная температура — это температура охлаждающего тела, вычислите КПД идеального теплового двигателя, соответствующего данным температурам, и сравните его с КПД прямоугольного цикла. Результат оформите в виде таблицы.

КПД	КПД прямоугольного цикла	$V_{\min}$	$V_{\max}$	$p_{\min}$	$p_{\max}$	$(pV)_{\min}$	$(pV)_{\max}$	КПД идеального двигателя
Минимальный								
Максимальный								

Компьютерный эксперимент подтверждает общее теоретическое положение о максимальном значении КПД цикла идеального теплового двигателя. Эксперимент показывает, что КПД приведённых циклов возрастает с увеличением площади, заключённой внутри графика цикла в координатах p, V .

**В новый
портфель**

16 УСТРОЙСТВО ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Урок-лекция

Разумный человек приспосабливается к миру;
неразумный пытается приспособить мир к себе.
Поэтому прогресс зависит от людей неразумных.

Б. Шоу

?

На какие типы подразделяют тепловые двигатели? Каковы основные узлы тепловых двигателей и какие функции они выполняют? По каким критериям оцениваются тепловые двигатели?

Ключевые
слова

Турбинные двигатели • Поршневые двигатели • Рабочий ход • Двигатель внутреннего сгорания • Холостой ход • Система зажигания • Дизельный двигатель

Из **старого**
портфеля

Принцип работы тепловых двигателей. КПД тепловых двигателей (см. § 13, 14).

Во всех тепловых двигателях происходит преобразование тепловой энергии, связанной с движением микрочастиц, составляющих вещество, в механическую энергию. Устройство тепловых двигателей непрерывно совершенствуется, поэтому мы не будем изучать какие-либо конкретные машины. Однако принципиальные узлы тепловых двигателей практически остаются неизменными, именно их мы и рассмотрим в данном параграфе.

ТИПЫ ДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ. Все тепловые двигатели можно разделить на два класса — турбинные и поршневые.

В **турбинных двигателях** тепловая энергия вначале преобразуется в кинетическую энергию газовой струи, для чего используются сопла, в которых расширяется горячий газ. Этот горячий газ может образо-



Пыльный и шумный Вавилон не радовал царицу Семирамиду, выросшую в гористой и зелёной Мидии. Чтобы утешить жену, вавилонский царь Навуходоносор II приказал возвести висячие сады. Чудом казались журчание воды, тень и прохлада среди деревьев, привезённых из далёкой Мидии. Как вы думаете, что объединяет сады Семирамиды, тепловые двигатели и высказывание Бернарда Шоу, приведённое в эпитафье?

Висячие сады Семирамиды в Вавилоне
(реконструкция)

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

ываться в результате кипения воды — в паровых турбинах или в результате сгорания топлива — в газовых турбинах. Струя газа, имеющая большую скорость, направляется на лопасти турбины и, отдавая им свою энергию, раскручивает вал турбины (рис. 26).

Вал турбины может непосредственно приводить в движение какие-либо механизмы, например колёса транспорта, винт самолёта, или при помощи электрогенератора вырабатывать электрическую энергию, что и происходит на теплоэлектростанциях.

Значительно сложнее устройство **поршневых двигателей**. Основу таких двигателей составляют цилиндр и поршень. Горячий газ, расширяясь в цилиндре, толкает поршень, подобно тому как это изображено на рисунке 23. Однако нагревать и охлаждать газ через стенки цилиндра неэффективно. Вместо этого в поршневых двигателях используют один из двух способов.

В первом случае газ нагревается в отдельном устройстве, после чего подаётся в цилиндр. Такой способ реализован в паровом двигателе: при сжигании в топке топлива вода в паровом котле кипит, в результате чего образуется водяной пар с высоким давлением, который через систему труб подаётся в цилиндр.

Во втором случае топливо в виде смеси газов или пузырьков жидкости, смешанных с воздухом (горючая смесь), вводится внутрь цилиндра, где и происходит процесс сгорания. Образовавшийся в результате сгорания горячий газ, расширяясь, приводит в движение поршень. Это так называемый **рабочий ход** поршня. Такие двигатели называют **двигателями внутреннего сгорания**.

Газ совершает работу на одном из участков циклического процесса (см. рис. 23, б). Чтобы в результате работы двигателя вращался какой-либо вал (а это чаще всего требуется от двигателя), используют механизм, состоящий из *шатуна* и *коленчатого вала*. Эти элементы изображены на рисунке 27. Действие шатуна и коленчатого вала подобно действию ног велосипедиста и педалей.

Естественно, что для замыкания цикла необходим обратный ход поршня. Ход поршня, при котором газ не совершает работы, называют **холостым ходом**. Во время холостого хода поршень движется благодаря запасённой за рабочий ход механической энергии. Механическая энергия запасается в виде кинетической энергии вращения массивного колеса — *маховика*, связанного с валом двигателя. При работе такого двигателя имеют место пульсации: во время рабочего хода вращение маховика ускоряется, во время холостого хода замедляется. Чтобы уменьшить эти пульсации, в состав двигателя вводят несколько цилиндров с одним коленчатым валом. Холостой ход одного или нескольких цилиндров приходится на рабочий ход одного или несколь-



а



б

Рис. 26

Паровая турбина (а) и схема её устройства (б)

В современных паровых турбинах скорость струи горячего пара на выходе из сопла обычно очень велика: она может превышать 1000 м/с. При такой скорости лопастей вращающаяся турбина была бы разрушена силами инерции. Поэтому турбины вращаются значительно медленнее, а для отбора всей кинетической энергии струи пара на турбине устанавливается несколько рядов лопастей возрастающего диаметра на общем валу (рис. 26, а). После взаимодействия с первым рядом лопастей пар направляется на второй ряд лопастей большего диаметра, отдавая часть оставшейся кинетической энергии, и т. д.

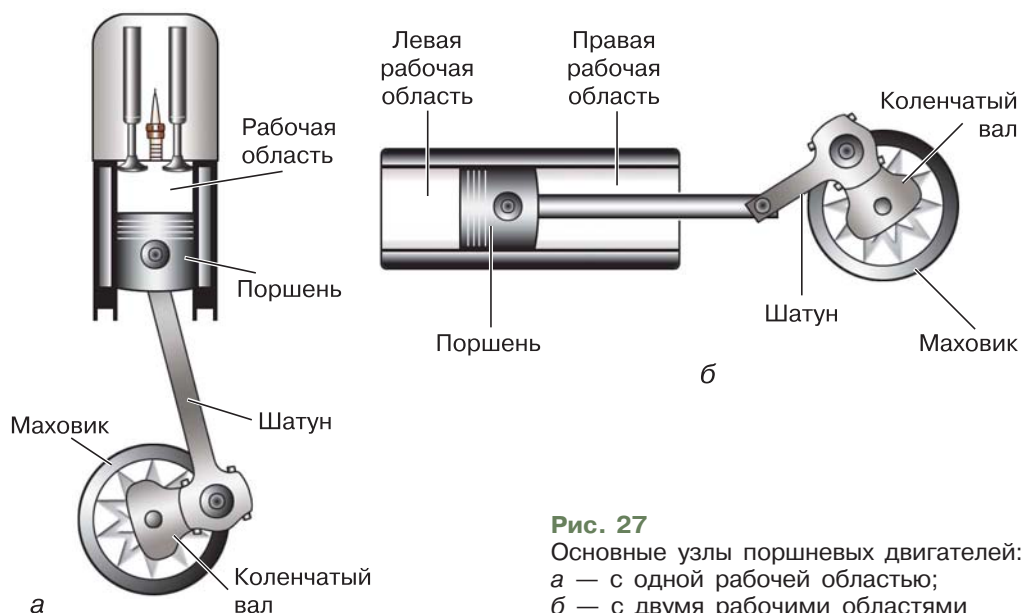


Рис. 27

Основные узлы поршневых двигателей:
а — с одной рабочей областью;

б — с двумя рабочими областями

ких других цилиндров. В паровом двигателе два цилиндра объединяют в один, вводя пар поочерёдно то в левую, то в правую рабочую область (рис. 27, б).

Ввод и вывод пара в паровом двигателе, а также ввод горючей смеси и вывод отработанных газов в двигателях внутреннего сгорания осуществляются при помощи управляющей системы, включающей в себя клапаны и другие элементы.

В двигателях внутреннего сгорания горючая смесь перед воспламенением сжимается, что происходит во время обратного хода поршня (рис. 27, а — движение поршня вверх). Это обеспечивает более эффективную работу двигателя. После сжатия горючая смесь воспламеняется и начинается рабочий ход поршня. По способу воспламенения двигатели внутреннего сгорания делят на два типа. В двигателях, включающих в себя **систему зажигания**, горючая смесь зажигается электрической искрой. В таких двигателях используется топливо из лёгких фракций нефти (бензин) или природный газ, а степень сжатия поршнем невелика (6—8 раз). В двигателях другого типа — **дизельных** (или просто дизелях) используется горючее из более тяжёлых фракций нефти (дизельное топливо). В таких двигателях нет системы зажигания. В цилиндре дизеля сжимается не горючая смесь, а воздух, и степень сжатия существенно выше (15—20 раз). К концу сжатия, когда температура воздуха достигает 600—700 °С, в цилиндр под сильным давлением впрыскивается топливная смесь, которая немедленно самовоспламеняется.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ. Зачем нужно столько типов двигателей, почему бы не остановиться на одном, самом лучшем? Оказывается, что универсального двигателя нет, у каждого типа свои преимущества и недостатки в зависимости от критериев, по которым производится оценка. Каковы же эти критерии?

1. **Экономичность** — получение наибольшей полезной работы при наименьшем количестве топлива. Как вы уже знаете, эта величина характеризуется КПД. Наиболее экономичными являются дизельные двигатели.

2. Максимально достижимая мощность. По этому показателю выделяются турбинные двигатели.

3. Мощность на единицу веса. В тех случаях, когда двигатель не устанавливается стационарно, как паровая турбина на теплоэлектростанции, а движется вместе с экипажем, этот показатель оказывается весьма важным. Наиболее экономичные дизельные двигатели по этому параметру проигрывают двигателям с системой зажигания. Поэтому дизельные двигатели используют на достаточно больших движущихся экипажах — больших судах, тепловозах, тракторах, большегрузных автомобилях.

4. Универсальность топлива. Возможно, этот показатель в ближайшее время окажется важным, поскольку запасы нефти истощаются быстрее, чем запасы угля. По этому показателю выгодно отличаются двигатели, в которых используется водяной пар, — паровые турбины. Паровые поршневые двигатели ввиду их низкого КПД в настоящее время практически не встречаются. Однако в силу вышеприведённых причин не исключено, что внимание конструкторов вновь обратится к паровым двигателям.

5. Износ механизмов. Все поршневые двигатели работают в пульсирующем режиме, поэтому износ механизмов в них происходит быстрее, чем в турбинных двигателях.

Тепловые двигатели подразделяются на турбинные и поршневые. Поршневые двигатели, в свою очередь, делятся на паровые двигатели и двигатели внутреннего сгорания. К двигателям внутреннего сгорания относятся двигатели с системой зажигания и дизельные двигатели. У каждого типа двигателя свои преимущества и недостатки, определяющие целесообразность его использования для тех или иных целей.

**В новый
портфель**

??

- ▶ Почему у парового двигателя более низкий КПД, чем у двигателя внутреннего сгорания?
- ▶ Как правило, чем мощнее двигатель, тем больше цилиндров он содержит. Чем это можно объяснить?
- ▶ Нужно ли стремиться сделать двигатель по параметрам как можно ближе к идеальному тепловому двигателю? В чём заключаются недостатки идеального теплового двигателя?
- ▶ Составьте сравнительную таблицу разных типов тепловых двигателей (по материалам параграфа). Обратите внимание на следующие категории: тип двигателя; основные узлы; преимущества и недостатки; область применения.

Проблемы жгучи, ставки впечатляющи. Мы живём в поистине интересные времена, и это вполне объяснимо: мы живём в век величайшей бифуркации человечества.

Э. Ласло



Как человечество производит тепло? Каковы современные проблемы, связанные с производством и сбережением тепла? На сколько лет человечеству хватит традиционных источников тепловой энергии и каковы альтернативные источники энергии?

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Ознакомиться с современными проблемами, связанными с производством тепла и энергии.

ПЛАН СЕМИНАРА

1. Производство тепла. Проблема отопления и сбережения тепла.
2. Ограниченность природных источников энергии и альтернативные источники энергии.

Необходимые источники информации

1. Зысин Л. В. Страницы истории теплоэнергетики: учеб. пособие / Л. В. Зысин. — СПб.: ВВМ, 2010.
2. Кириллин В. А. Страницы истории науки и техники / В. А. Кириллин. — М.: Наука, 1994.
3. Моисеев Н. Н. Как далеко до завтрашнего дня... Свободные размышления 1917—1993 гг. / Н. Н. Моисеев. — М.: Аспект Пресс, 1994.
4. Медоуз Д. Х. За пределами роста / Д. Х. Медоуз, Д. Л. Медоуз, Й. Ранدرس. — М.: Изд. группа «Прогресс», 1994.
5. Турчин А. В. Футурология. XXI век: бессмертие или глобальная катастрофа? / А. В. Турчин, М. А. Батин. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.

Слова для поискового запроса: проблемы теплоэнергетики, сбережение и рациональное использование тепла, глобальные проблемы человечества.

Современные проблемы характеризуются, в частности, тем, что источники информации, которые могут быть рекомендованы, очень быстро устаревают. Многие из книг пятилетней давности становятся уже неактуальными и представляют интерес лишь для специалистов. Кроме того, во времена бифуркаций (см. эпиграф) ценность многих выходящих книг распознаётся не сразу. В результате хорошие книги (так же, как и плохие) выпускаются малыми тиражами и становятся малодоступными. Поэтому при подготовке к данному семинару мы рекомендуем, помимо нескольких указанных книг, использовать материалы периодических изданий и интернет-ресурсы.

В крепости столицы фригийского царства Гордиона находился «гордиев узел». Согласно легенде, Гордий принёс в дар Зевсу свою телегу и, установив её в храме, привязал при этом ярмо к дышлу очень сложным узлом. Оракул предсказал, что тот, кто развяжет этот узел, получит господство над миром. По преданию, Александр Македонский в 334 г. до н. э. посетил Гордион и, услышав предложение распутать узел, разрубил его мечом.

Не кажется ли вам, что развитие энергетики сегодня похоже на завязывание узла? Если да, то как его разрубить?

Й. Босхиус.

Узлы: кто за них тянет, тот только их затягивает



МЫСЛЬ И ОБРАЗ

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Человек обогревал своё жилище с того самого времени, как научился пользоваться огнём. Но лишь в XX в. производство тепла стало частью промышленности. Что представляет собой эта промышленность в настоящее время? Какие устройства используют при производстве тепла? Как тепло доставляется к нам в дом?

С одной стороны, в последнее время тепло дорожает, и, по-видимому, эта тенденция сохранится. С другой стороны, производство современного «умного» оборудования становится более дешёвым. Каковы в связи с этим перспективы теплоэнергетики? Что вы знаете о тепло- и энергосберегающих технологиях?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

Удорожание тепла связано в том числе с тем, что человечество начало осознавать: запасы традиционных источников тепла и топлива для тепловых двигателей ограничены. Существуют оценки, утверждающие, что при современном уровне добычи этих запасов человечеству хватит на срок около 100 лет. Что делать нашим потомкам?

Каковы альтернативные источники энергии? Как в настоящее время используется энергия ветра, рек, морских приливов, солнечная энергия? Может ли бензин быть заменён топливом, получаемым из производимого в настоящее время органического вещества? На какие новые источники энергии учёные возлагают надежды в настоящее время?

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Проблема теплоэнергетики является одной из самых актуальных проблем, стоящих перед человечеством. Удорожание источников, поставляющих тепло, по сравнению со стоимостью производства современного оборудования приводит к тому, что целесообразно развивать новые теплосберегающие и энергосберегающие технологии. Актуальной становится проблема строительства жилья, лучше сберегающего тепло.

В настоящее время учёные и инженеры разрабатывают установки для получения тепла и энергии из альтернативных источников. Работы эти, однако, ещё далеки от завершения, и возлагать надежду на какую-то одну наиболее перспективную технологию пока невозможно.

18 ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Урок-лекция

Получив электричество от магнита, я полагаю, что... мне удастся сконструировать электрическую машину.

М. Фарадей

?

Действие какой силы лежит в основе работы электрогенераторов и электродвигателей? Каковы основные узлы электрогенераторов и электродвигателей? Где используются электродвигатели? В чём преимущества и недостатки электродвигателей по сравнению с тепловыми двигателями?

Ключевые
слова

Коллектор • Щётки

Из старого
портфеля

Действие магнитного поля на проводник с током. Электродвигатель. Электромагнитная индукция. опыты Фарадея. Электрогенератор (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 18).



В. Картари.
Юпитер со связкой молний

Существует плафон работы Паоло Веронезе, находящийся в Лувре и известный под названием «Юпитер, мечащий молнии в пороки».

«Божественное электричество» может лишь поражать, «человеческое электричество» способно созидать. Может быть, человек превзошёл богов?

Идею создания электрической машины выдвинул Майкл Фарадей (1791—1867). Впоследствии её преворяли в жизнь многие учёные. В их числе был российский физик Эмилий Христианович Ленц (1804—1865), с именем которого связаны работы, касающиеся изучения и применения электрических двигателей и генераторов.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ НА СЛУЖБЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ.

В электроэнергетике электрогенераторы являются устройствами, преобразующими механическую энергию в энергию электромагнитного поля, а электродвигатели — устройствами, преобразующими энергию электромагнитного поля в механическую энергию. Именно Ленц обнаружил обратимость этих процессов. Позднее нидерландский физик-теоретик Хендрик Лоренц (1853—1928) показал, что эти процессы связаны с силой, действующей на заряженные частицы, движущиеся в магнитном поле. Об этой силе, которая называется *силой Лоренца*, вы уже слышали при изучении электромагнитного поля в курсе физики.

Каковы основные характеристики силы Лоренца? Направление этой силы перпендикулярно магнитным линиям и вектору скорости заряженной частицы. Эта сила возрастает с увеличением индукции магнитного поля, кроме того, она пропорциональна заряду частицы, скорости частицы и синусу угла между вектором скорости и линиями магнитного поля.

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Действие силы Лоренца объясняет работу электродвигателя и электрогенератора. Пусть проводник, по которому идёт ток, находится в магнитном поле. Ток возникает вследствие движения зарядов (в металлическом проводнике — электронов). На движущиеся заряды будет действовать сила Лоренца, а суммарная сила, действующая на проводник с током, будет складываться из сил, действующих на все движущиеся заряды. Проводник начнёт двигаться, что и приведёт к вращению ротора электродвигателя.

Если же проводник двигать в магнитном поле, то на заряды, находящиеся внутри проводника, тоже будет действовать сила Лоренца. В металлическом проводнике положительные заряды, носителями которых являются атомные ядра, не могут свободно перемещаться по проводнику. Отрицательно заряженные электроны будут двигаться, пока не достигнут границ проводника. В результате на одном конце проводника накопятся положительные заряды, а на другом — отрицательные (рис. 29). Проводник становится подобным гальваническому элементу, т. е. между его концами возникает разность потенциалов, подобно тому как это происходит в химических источниках тока.

МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ РАМКА И КОЛЛЕКТОР — ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ БОЛЬШИНСТВА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ. Как и в тепловых двигателях, в большинстве электродвигателей вырабатываемая энергия преобразуется в энергию механического вращения некоторого вала. Для получения вращательного движения служит металлическая рамка, закреплённая так, что она может вращаться вокруг оси, перпендикулярной линиям магнитного поля (рис. 30).

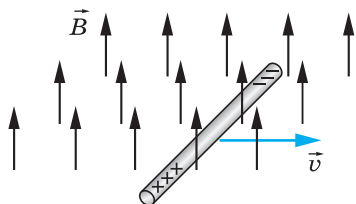


Рис. 29
Возникновение напряжения на концах проводника, движущегося в магнитном поле

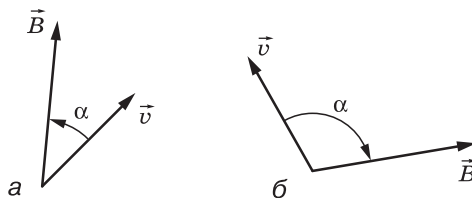


Рис. 28
Определение силы Лоренца

Приведём более строгое определение силы Лоренца. Магнитное поле характеризуется вектором магнитной индукции $\vec{B}$. Величина силы, с которой это магнитное поле действует на движущуюся в нём заряженную частицу, равна $F = qvB \sin \alpha$, где q — заряд частицы, v — скорость частицы, α — угол между векторами $\vec{v}$ и $\vec{B}$. Вектор силы Лоренца перпендикулярен плоскости, в которой лежат вектор скорости частицы $\vec{v}$ и вектор $\vec{B}$. Чтобы определить направление силы, нужно использовать правило буравчика. Ручку буравчика нужно крутить от вектора $\vec{v}$ к вектору $\vec{B}$, тогда поступательное движение буравчика укажет направление силы. На рисунке 28 векторы $\vec{v}$ и $\vec{B}$ лежат в плоскости книжной страницы. Тогда, используя правило буравчика, определим, что на рисунке 28, а вектор силы Лоренца направлен от страницы на нас, а на рисунке 28, б — от нас на страницу.

Всё сказанное справедливо для положительного заряда. Для отрицательного заряда направление силы Лоренца нужно изменить на противоположное.

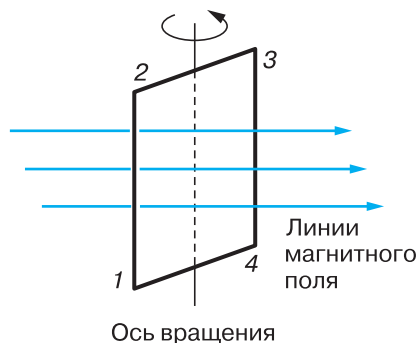


Рис. 30
Рамка, способная вращаться в магнитном поле

Если рамку начать вращать (например, руками), то на каждой из её сторон возникает напряжение. Несложно понять, что стороны 2 и 4 движутся в одном направлении, и поэтому возникающие вследствие их движения напряжения будут компенсироваться. Наоборот, стороны 1 и 3 всегда движутся в противоположных направлениях, поэтому возникающие вследствие их движения напряжения будут усиливать друг друга. В результате в рамке возникнет электрический ток. Поскольку через половину периода вращения скорости сторон 1 и 3 изменятся на противоположные, направление тока также изменится на противоположное. В результате по рамке будет идти переменный ток, имеющий вид синусоиды (рис. 31).

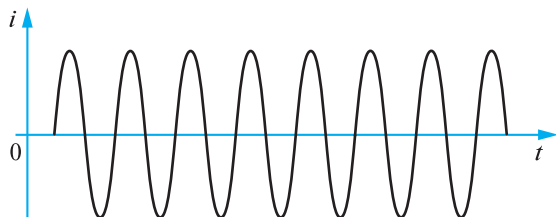


Рис. 31

Ток во вращающейся замкнутой рамке

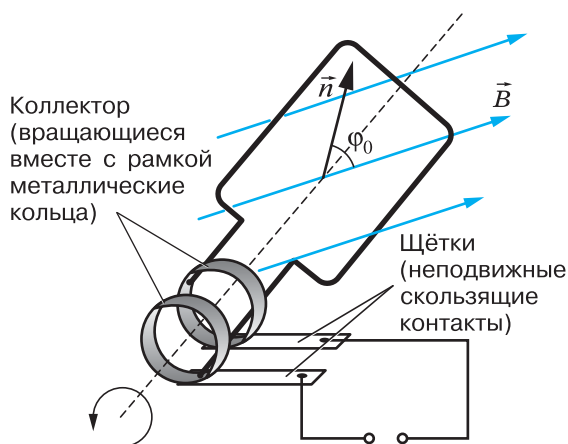


Рис. 32

Схема простейшего генератора переменного тока

Полученное устройство похоже на генератор переменного тока, но только ток здесь бесполезный, поскольку течёт внутри рамки. Чтобы использовать ток для нужд потребителя, рамку разрезают и присоединяют её концы к устройству, называемому **коллектором**. Если хотят получить переменный ток, то в качестве коллектора используют металлические кольца и неподвижные контакты — **щётки** (рис. 32). Кольца вращаются в магнитном поле вместе с рамкой, а скользящие по ним щётки передают ток от рамки потребителю.

Благодаря выявленной Ленцем обратимости электрических машин электрогенератор можно превратить в электродвигатель. Для этого надо подать на рамку, находящуюся в магнитном поле, переменный ток, и она сама начнёт вращаться. Получится двигатель переменного тока, правда не самый эффективный.

Если вы заглянете внутрь какого-нибудь реального электродвигателя или электрогенератора, вы не найдёте рамки из проводника. Коллектор, если таковой будет присутствовать, окажется не похожим ни на кольца, ни на полукольца. И всё же принцип работы любого электродвигателя и электрогенератора такой, как описанный выше.

В дополнение к коллекторным двигателям были изобретены двигатели, не содержащие коллектора.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.

Электродвигатели являются самыми распространёнными двигателями как в промышленности, так и в быту. Фактически во всех стационарных установках использование электродвигателей оказывается более выгодным, чем использование тепловых двигателей. Связано это с тем, что при помощи различных электротехнических устройств гораздо удобнее управлять работой электродвигателей, чем работой тепловых двигателей. Бесколлекторные двигатели более надёжны, однако имеют худший показатель по мощности на единицу веса. Поэтому в бытовых электроприборах (кухонное оборудование, бытовые электроинструменты, электробритвы) используют коллекторные двигатели. Бесколлек-

торные двигатели в быту используют там, где необходимо точно контролировать скорость вращения (стиральные машины, электроприводы дисководов в компьютерах и магнитофонах и др.).

Электродвигатели используют и на транспорте, причём не только в троллейбусах, трамваях и электровозах, но и, например, в тепловозах, где основным является дизельный двигатель, который вращает электрогенератор, вырабатывающий электроэнергию, которая затем передаётся на электродвигатель, непосредственно связанный с колёсами. Да и в обычном автомобиле, помимо основного бензинового двигателя, используется несколько электродвигателей, самый мощный из которых — стартёр — служит для того, чтобы раскрутить бензиновый двигатель при запуске.

Естественно, у электродвигателей есть и недостатки по сравнению с тепловыми двигателями. Электроэнергию неудобно хранить. При той же самой запасённой энергии вес электрического аккумулятора значительно больше веса бака с бензином. Кроме того, электродвигатели уступают двигателям внутреннего сгорания по мощности на единицу веса.

Силой, позволяющей преобразовывать механическую энергию в электрическую и электрическую энергию в механическую, является сила Лоренца. Электродвигатели и электрогенераторы получили широкое распространение как в промышленности, так и в быту.

**В новый
портфель**

??

- Приведите примеры использования электродвигателей и электрогенераторов в промышленности.
- На КПД электродвигателей не распространяется ограничение, обусловленное вторым началом термодинамики. Единственное ограничение, следующее из закона сохранения энергии, — КПД всегда меньше единицы. У совершенных электродвигателей КПД близок к единице, но, конечно, не достигает этого идеального значения. Какие факторы ограничивают КПД электродвигателей?
- Для чего в электрогенераторе нужен коллектор?
- Назовите основные части электродвигателя переменного тока и объясните, каково их назначение.
- Щётки электродвигателей изготавливаются из графита. Почему их нельзя делать, например, из стали?

19 ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Урок-практикум

Уютнейшая вещь керосиновая лампа,
но я за электричество!

М. А. Булгаков

?

Как работа коллекторного двигателя зависит от величины нагрузки? Как напряжение на выходе генератора переменного тока зависит от параметров генератора?

Из старого портфеля

Электродвигатель. Электрогенератор (Физика, 7—9 кл.). Принцип работы электродвигателей и электрогенераторов (см. § 18).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. На натурной модели исследовать качественные особенности работы коллекторного электродвигателя. Воспользовавшись мультимедийной программой, исследовать качественные особенности модели электрогенератора переменного тока.

Оборудование: персональный компьютер, мультимедийный диск («Открытая физика»), натурная модель электродвигателя, питающаяся от батарейки, источник питания, нить, набор грузов.

ПЛАН РАБОТЫ. Последовательно выполняя задания, исследовать работу электродвигателя в зависимости от величины нагрузки. Воспользовавшись мультимедийной моделью, исследовать напряжение на выходе электрогенератора в зависимости от размеров рамки и частоты вращения.

В предыдущем параграфе мы рассмотрели принципы работы электродвигателей и электрогенераторов. Очевидно, что их работа зависит как от параметров самих устройств, так и от нагрузки, к которой они подсоединены. Некоторые качественные особенности работы электродвигателей и электрогенераторов мы предлагаем вам исследовать в ходе данной работы.

1. Изучите натурную модель электродвигателя. Найдите узлы, описанные в предыдущем параграфе (конструктивно они отличаются от тех, что были изображены на рисунке 32).
2. Подключите электродвигатель к источнику питания (батарейке). Аккуратно сжимая пальцами вал двигателя, наблюдайте, как изменяется скорость вращения вала в зависимости от нагрузки (силы, сдавливающей вал). Сформулируйте вывод.

3. Запустите мультимедийную программу, в которой исследуется работа генератора переменного тока. Меняя параметры рамки, убедитесь, что напряжение на выходе генератора зависит только от площади рамки, а не от её формы.

4. При фиксированной частоте вращения рамки (ν) исследуйте зависимость напряжения на выходе генератора ($\mathcal{E}$) от площади рамки (S) при нескольких значениях площади. Аналогично при фиксированной площади рамки исследуйте зависимость напряжения от частоты вращения рамки при нескольких значениях частот. Результаты занесите в таблицы (число столбцов определяется числом измерений).

$\mathcal{E}$					
S					

$\mathcal{E}$					
ν					

5. Используя результаты, приведённые в таблицах, постройте графики соответствующих зависимостей (напряжения на выходе генератора от площади рамки и напряжения на выходе генератора от частоты вращения рамки) и сделайте вывод о характере этих зависимостей. Попробуйте описать эти зависимости одной математической формулой.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Реальные электродвигатели, даже используемые в бытовых приборах, совсем не безобидные. Не пытайтесь остановить вал такого двигателя руками или каким-либо другим способом. Во-первых, вы можете пораниться. Во-вторых, большинство электродвигателей рассчитано на определённую нагрузку и при её превышении двигатель может выйти из строя.

Частота вращения коллекторного электродвигателя постоянного тока уменьшается с увеличением нагрузки. Напряжение на выходе генератора переменного тока прямо пропорционально площади рамки и частоте её вращения.

**В новый
портфель**

Потом я стал думать об электричестве, как оно получается и из чего... Я встал... снял с полки батарею и разломал её. В батарее оказалась какая-то жидкость, в которой мокла чёрная палка, завёрнутая в тряпочку. Я понял, что электричество получается из этой жидкости.

Н. Носов

?

Каков принцип работы химических источников тока? Каковы основные составляющие источника питания? Какими параметрами характеризуются источники питания? В каких приборах используются химические источники питания?

Ключевые
слова

Аккумулятор • Внутреннее сопротивление источника питания • Ёмкость аккумулятора

Из старого
портфеля

Постоянный электрический ток. Источники постоянного тока. Сила тока. Напряжение. Электрическое сопротивление. Носители электрических зарядов в металлах, полупроводниках, электролитах и газах. Закон Ома для участка электрической цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников. Работа и мощность электрического тока (Физика, 7—9 кл.).

Прочитав эпиграф, вспомните строение *гальванического элемента*. Жидкость — это клейстер из муки на растворе нашатыря, чёрная палка — угольный стержень. А вот электричество получается не из жидкости, а из совокупности всех элементов, к которым относится ещё цинковый сосуд, где находятся перечисленные элементы.

В то время когда Николай Носов писал свою книгу, такой гальванический элемент использовался в бытовых приборах, фонарях и некоторых игрушках. Сейчас круг приборов, в которых используются гальванические источники питания, значительно расширился. Это мобильные



О да, о да, прекрасно знал, что делаю, И, людям помогая, сам на пытку шёл.

Слова Прометея из трагедии Эсхила
«Прометей прикованный»

Почему вопрос об источниках питания волновал людей с давних пор? Окончательно ли он решён в настоящее время?

Пьеро ди Казимо.
Легенда о Прометее

телефоны, пульты управления, электронные часы, калькуляторы, плееры и т. д. Разнообразие приборов требует разнообразия источников питания. В обычном магазине вы можете найти десятки различных элементов питания (рис. 33).



Рис. 33
Гальванические элементы

ИЗ ЧЕГО ПОЛУЧАЕТСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО. Во всех гальванических источниках питания имеется по крайней мере два твёрдых электрода и раствор электролита. Твёрдые электроды могут быть металлическими или угольными. Часто один из них сделан в виде цилиндра, в который налит электролит и помещён другой электрод. Электролит — водный раствор различных солей, кислот или щелочей, который наряду с нейтральными молекулами содержит положительные и отрицательные ионы.

Если поместить твёрдый электрод в электролит, начинается химическая реакция. Она сводится к тому, что одни ионы переходят из электролита на электрод, осажаясь на нём, а другие, отделяясь от электрода, переходят в электролит. Возможен также процесс, когда на поверхности электрода образуются молекулы газа, уходящие затем из электролита. Поскольку переходящие ионы несут на себе электрический заряд, на поверхности электрода образуется тонкий слой зарядов одного знака, а в тонком слое электролита вблизи электрода скапливаются заряды другого знака (рис. 34).

Образование слоёв зарядов приводит к тому, что между электролитом и электродом возникает напряжение (разность потенциалов). Это препятствует дальнейшему обмену ионов между электродом и электролитом, и химическая реакция прекращается.

В системе из электролита и двух электродов между каждым электродом и электролитом появляется своё напряжение. Напряжение между электродами складывается из этих двух напряжений (рис. 35) и существует на источнике питания, когда он ни к чему не подсоединён.

Заметим, что сложение напряжений U_1 и U_2 происходит с учётом знаков, так что, например, при абсолютно одинаковых электродах из одного напряжения вычитается точно такое же и в результате получается ноль. Если же электроды разные, то всегда имеется некоторое отличное от нуля напряжение. Конкретное значение U зависит от химического состава электролита и электродов и не превышает нескольких вольт.

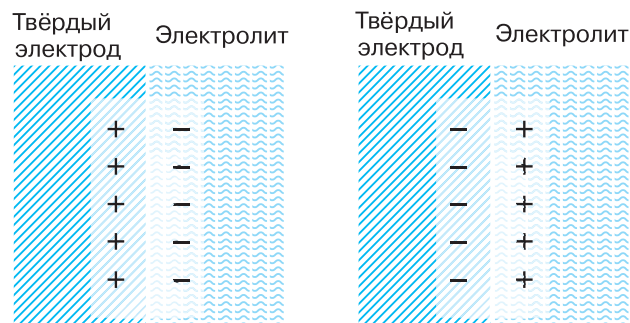


Рис. 34
Варианты распределения зарядов на границе между электролитом и электродом

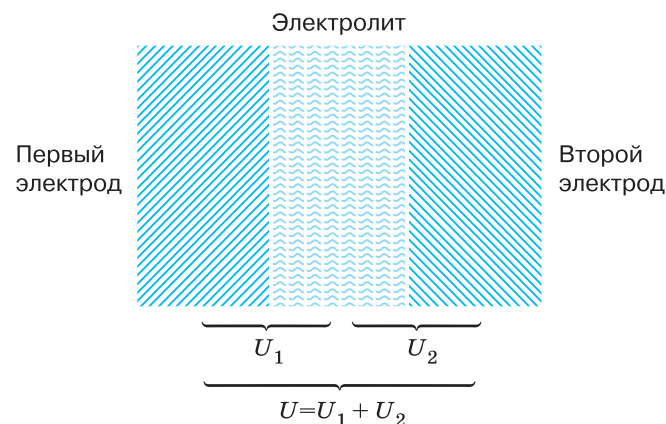


Рис. 35
Напряжение между электродами

Если замкнуть электроды на некоторый проводник, пойдёт электрический ток, а между электродами и электролитом опять начнётся химическая реакция. Ресурсы химической реакции ограничены, и через какое-то время она прекращается, т. е. источник питания разряжается. В некоторых случаях химические реакции в источнике питания оказываются обратимыми. Это означает, что, пропустив через данную систему при помощи другого внешнего источника питания ток в обратном направлении, можно привести систему в исходное состояние, т. е. опять получить полноценный источник питания. Подобные устройства, как вы знаете, называют **аккумуляторами**.



Рис. 36
Автомобильный аккумулятор

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Некоторые химические источники питания содержат вещества, небезопасные для здоровья. Например, автомобильный аккумулятор содержит в качестве электролита раствор серной кислоты (рис. 36). Не следует самостоятельно разбирать источники питания и пытаться заряжать те из них, которые не подлежат перезарядке. Химические реакции, которые при этом будут происходить, могут оказаться непредсказуемыми.

ПАРАМЕТРЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ. Чем же различаются источники питания? В первую очередь напряжением. В маленьких источниках питания, используемых в быту, оно обычно имеет значение около 1,5 В и только в литиевых элементах достигает 3 В. В аккумуляторах для легковых автомобилей оно колеблется в зависимости от степени заряда около значения 12 В, для тяжёлых грузовиков, троллейбусов и трамваев — 24 В.

Электролит ведёт себя как некоторый проводник, обладающий сопротивлением. Это сопротивление складывается последовательно с сопротивлением нагрузки (подключённой к источнику питания цепи), что можно изобразить в виде схемы (рис. 37).

На этой схеме через R обозначено сопротивление нагрузки, а через r — сопротивление самого источника питания, которое называется **внутренним сопротивлением**. Вспомните, как рассчитывается сила тока при последовательном подключении сопротивлений к источнику питания.

Сделав расчёты, вы получите $I = \frac{U}{R + r}$. Из этой формулы следует,

что при одном и том же значении напряжения источника питания, но различных внутренних сопротивлений два источника питания дают различные токи. В автомобильном аккумуляторе внутреннее сопротивление мало, и он может давать ток в сотни ампер. Батарейки в часах имеют большое внутреннее сопротивление и могут давать ток в сотые доли ампера. Именно поэтому ничего страшного не происходит при коротком замыкании обычной батарейки. С автомобильным аккумулятором этого допускать нельзя.

Чем ещё различаются источники питания? Конечно, размерами и формой. Напряжение источника питания, как уже говорилось, зависит от его химического состава и, таким образом, не зависит от его размеров. Почему бы не делать источники питания малых размеров? Очевидно, что, чем меньше размеры, тем меньше продуктов для химической реакции

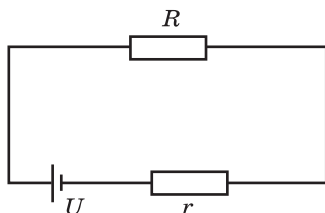


Рис. 37
Схема подключения нагрузки к источнику питания

содержит элемент питания, тем меньше времени будет работать источник питания.

Время работы зависит также и от тока I , который обеспечивает источник питания. Приближённо эта зависимость обратно пропорциональная, т. е. время t пропорционально $\frac{1}{I}$. Это означает, что величина

It равна константе и именно она характеризует продолжительность разряда данного источника питания. Для аккумуляторов такая величина называется **ёмкостью аккумулятора** (не путать с ёмкостью конденсатора) и измеряется в ампер-часах ($1 \text{ А} \cdot \text{ч}$).

Так, например, автомобильный аккумулятор имеет ёмкость около $50 \text{ А} \cdot \text{ч}$, а аккумуляторы, используемые в мобильных телефонах, — порядка $1 \text{ А} \cdot \text{ч}$.

Есть ещё один немаловажный параметр. Ранее мы говорили, что в источнике питания не происходят химические реакции, когда по нему не идёт ток. Это неточное утверждение. В отсутствие тока происходят другие, более медленные реакции. В результате их протекания источник питания теряет свои рабочие свойства через какое-то время. Обычно гарантийный срок хранения источника питания составляет от полугода до полутора лет.

Большинство конструкторов приходят к мнению, что традиционные гальванические элементы питания практически исчерпали себя в плане повышения эффективности. К сожалению, их параметров явно не хватает для работы в течение нескольких часов таких приборов, как ноутбуки или видеокамеры. В настоящее время учёные возлагают надежды на так называемые тепловые источники питания, в которых источником энергии является воспламеняемое вещество, в частности метанол.

В основе принципа действия гальванических источников питания лежат химические реакции между раствором электролита и находящимися в нём электродами. Основными параметрами источников питания являются напряжение, внутреннее сопротивление и ёмкость.

**В новый
портфель**

??

- В гальванических элементах используются растворы электролитов. Какие вещества называются электролитами? Приведите примеры.
- Объясните механизм электролитической диссоциации на примере вещества с ковалентной полярной связью. Составьте уравнения электролитической диссоциации для соляной и серной кислот.
- Приведите примеры использования мощных аккумуляторов.
- Даже в инструкциях к малым аккумуляторам часто указывают требования правильной утилизации после использования. Для больших аккумуляторов типа автомобильных существуют жёсткие технические регламенты по утилизации. Чем это обусловлено?
- Выясните, сколько времени (в среднем) может работать без подзарядки ваш мобильный телефон. Оцените средний потребляемый телефоном ток, исходя из того, что ёмкость аккумулятора порядка $1 \text{ А} \cdot \text{ч}$.

За морем телушка — полушка, да рубль перевоз.

Русская пословица

?

Какие существуют способы передачи энергии на расстояние? Чем обусловлены потери энергии при передаче? Чем выгоден способ передачи электроэнергии? Как уменьшить потери при передаче электроэнергии?

Ключевые
слова

Трансформатор • Первичная и вторичная обмотки трансформатора

Из старого
портфеля

Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Переменный ток. Передача электрической энергии на расстояние (Физика, 7—9 кл.).

ПОТЕРИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ЭНЕРГИИ НА РАССТОЯНИЕ. Научно-технический прогресс, связанный с использованием двигателей, потребовал решения не только задач производства энергии, но и задачи передачи энергии на расстояние. В простейшем случае можно просто перевезти топливо, необходимое для работы двигателя, каким-либо транспортом. Этот способ, применяемый до сих пор, нельзя назвать экономичным, большая энергия затрачивается на работу самого транспорта. Другой способ — передача жидкого или газообразного топлива по трубопроводу. Этот способ используется для передачи энергии в виде тепловой энергии нагретого пара или жидкости от ТЭЦ либо котельных к нашим жилищам, что гораздо дешевле, чем перевозка топлива транспортом. Следует также вспомнить, что на первых фабриках, где использовалась паровая машина, применялся ещё один способ передачи механической энергии: большая паровая машина в этом случае связывалась с отдельными станками при помощи системы валов, шкивов и ремней.

Самым удобным способом является передача электрической энергии по проводам. Эффективность этого способа связана с тем, что электроэнергия является наиболее универсальной энергией, используемой для самых разнообразных целей: освещения, отопления, питания двигателей, электротехнических, радиотехнических и электронных устройств.

Естественно, ничто не достаётся даром, и при всех способах передачи энергии её стоимость возрастает с увеличением расстояния, на которое она передаётся. При больших расстояниях стоимость энергии, доходящей до потребителя, определяется в основном стоимостью доставки (см. эпиграф).

При передаче электроэнергии неизбежны её потери, связанные с нагреванием подводящих проводов. При простейшем способе передачи, когда источник электроэнергии (электрогенератор) связан проводами с потребителем, процесс передачи можно изобразить в виде схемы (рис. 38). На этой схеме через R_n обозначено сопротивление нагрузки, т. е. эквивалентное сопротивление всех используемых потребителем приборов, через $R_{\text{п}}$ — сопротивление подводящих проводов.

Из курса физики вам известно, что при последовательном соединении проводников через них проходит один и тот же ток I , а электрическая энергия, переходящая в тепло, определяется законом Джоуля—Ленца. Если каждый прибор потребителя считать эквивалентным сопротивлением, то потребляемую мощность также можно вычислить при помощи закона Джоуля—Ленца. Обозначив полезную потребляемую мощность (мощность на нагрузке) W_n , а мощность, идущую на нагревание проводов, $W_{\text{п}}$, получим для них выражения

$$W_n = I^2 R_n, \quad W_{\text{п}} = I^2 R_{\text{п}}.$$

Из этих формул видно, что отношение мощностей равно отношению сопротивлений. Чтобы уменьшить потери, сопротивление подводящих проводов стараются сделать как можно меньше. С этой целью провода изготавливают достаточно толстыми и из хорошо проводящего материала — в основном из меди или её сплавов. Для проводов, которые подводят электроэнергию к приборам в вашей квартире, этого вполне достаточно, чтобы потери были малы. Если длина провода составляет несколько десятков километров, то потери возрастают в десятки тысяч раз. Но иногда передавать электроэнергию нужно не на десятки, а на сотни и тысячи километров.

ТРАНСФОРМАТОР КАК УСТРОЙСТВО, СБЕРЕГАЮЩЕЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ. Из приведённых выше формул следует, что уменьшить потери энергии на нагревание подводящих проводов можно, если уменьшить ток, идущий в проводах, по сравнению с током, который идёт в приборах потребителя. Сделать это позволяет специальный аппарат — **трансформатор**. Самый простой трансформатор состоит из замкнутого стального сердечника, на который надеты две катушки с проволоочными обмотками (рис. 39, а).

Принцип действия трансформатора основан на взаимном преобразовании электрического поля в магнитное и обратно. В частности, при любом изменении в некоторой области пространства магнитного поля в этой же области пространства возникает электрическое поле. Именно это явление было открыто Фарадеем, когда он обнаружил возникновение тока в катушке с проводом при движении в этой катушке постоянного магнита (вспомните явление электромагнитной индукции). В опыте Фарадея магнитное поле в области катушки изменялось вследствие движения магнита. В трансформаторе роль движущегося магнита играет **первичная обмотка** аппарата (рис. 39, б). Первичной обмоткой называется обмотка трансформатора, на которую подаётся напряжение от источника переменного тока. **Вторичная обмотка** — обмотка, которая служит источником питания для потребителя. (Обычно первичную обмотку обозначают индексом 1, а вторичную — индексом 2.)

При подключении первичной обмотки к источнику переменного тока в области катушки (в основном внутри катушки) возникает переменное магнитное поле. Это поле приводит к появлению в области катушки переменного электрического поля, которое вызывает ток во вторичной обмотке.

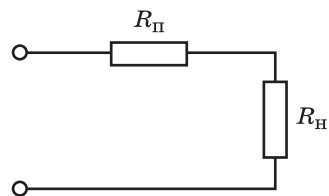


Рис. 38

Схема непосредственной передачи электроэнергии от источника к потребителю

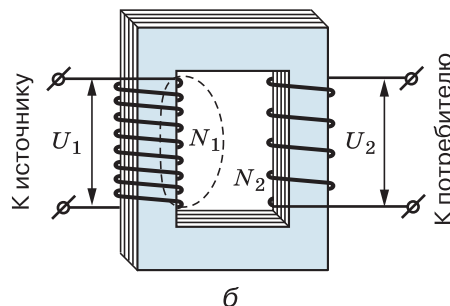
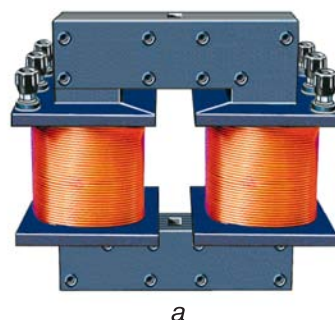


Рис. 39

Трансформатор (а) и его схема (б)

Естественно, что работа трансформатора возможна только при переменном токе, в частности при синусоидальном токе, вырабатываемом генератором переменного тока (см. § 18). При синусоидальном токе, существующем в первичной обмотке, во вторичной обмотке также возникает синусоидальный ток. Отношение амплитуд напряжений в первичной U_1 и вторичной U_2 обмотках трансформатора равно отношению

чисел витков в соответствующих обмотках (N_1 и N_2): $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$. Из

этой формулы видно, что напряжение во вторичной обмотке может быть как больше, так и меньше напряжения в первичной обмотке. В первом случае трансформатор называют *повышающим*, во втором — *понижающим*.

Несложно понять, что сам трансформатор не вырабатывает энергию, более того, при его работе теряется некоторая энергия. Рассмотрим идеальный трансформатор, в котором нет потерь энергии. Первичная обмотка может рассматриваться как потребитель мощности $W_1 = U_1 I_1$, где I_1 — ток в первичной обмотке. Вторичная обмотка может рассматриваться как источник тока, имеющий мощность $W_2 = U_2 I_2$, где I_2 — ток во вторичной обмотке. В отсутствие по-

терь эти мощности равны, откуда следует: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$. Таким об-

разом, если трансформатор повышает напряжение в несколько раз, то он во столько же раз уменьшает значение тока и наоборот.

Вернёмся теперь к формулам, определяющим потери мощности в проводах. Мощность пропорциональна квадрату проходящего тока. Следовательно, если сделать напряжение в проводах в тысячу раз больше напряжения, поступающего к потребителю, то потери можно уменьшить в миллион раз. Реально напряжения различаются в несколько тысяч раз. Заметим, что делать генераторы, вырабатывающие электричество с очень высоким напряжением, невыгодно, так как возникают проблемы с изоляцией проводов. Поэтому перед подачей напряжения в провода его также следует изменить (увеличить). В результате схему передачи энергии можно изобразить так, как это сделано на рисунке 40. (При $U_{\text{пр}} \gg U_1$, $U_{\text{пр}} \gg U_2$ и соответственно $I_{\text{пр}} \ll I_1$, $I_{\text{пр}} \ll I_2$ потери электроэнергии на нагрев проводов значительно уменьшаются.)

Учёные и инженеры постоянно работают над проблемой сбережения энергии при её передаче. Существуют различные проекты, находящиеся в стадии разработки. Один из них — использование сверхпроводящих материалов для проводов. В настоящее время сверхпроводники (проводники с нулевым сопротивлением) работают лишь при очень низких температурах (десятки кельвинов). Однако принципиальных физи-

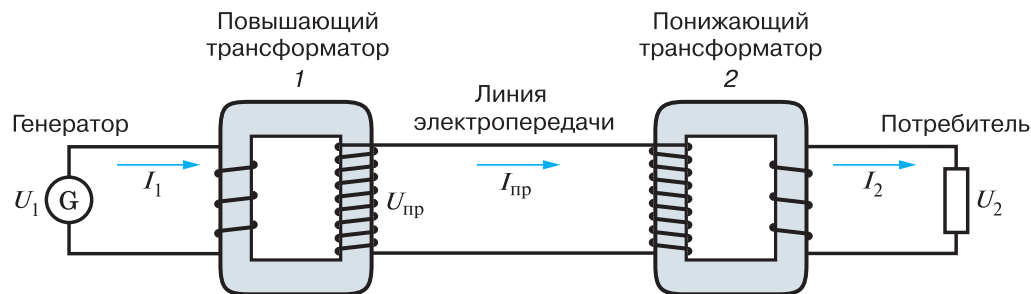


Рис. 40

Схема передачи электроэнергии с минимизацией потерь

ческих ограничений на сверхпроводимость при более высоких температурах не существует, что оставляет определённую надежду. Другая возможность — передавать на расстояние не электричество, а водород, полученный при разложении воды электрическим током. Потребитель в этом случае получает электроэнергию из водорода в специальных топливных элементах, имеющих высокий КПД.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Проблема сбережения электроэнергии (и энергии вообще) касается любого потребителя, в том числе и вас. Отношение, выражаемое словами «Я за неё плачу...», в век возрастания глобальных проблем является неразумным. Возможно, вам ещё раз придётся заплатить — ухудшением экологической обстановки, а вашим потомкам придётся платить ограничениями, вызываемыми сокращением энергоресурсов.



Рис. 41
Трансформаторная подстанция

Передача энергии на большие расстояния в виде электроэнергии является в настоящее время наиболее удобным и дешёвым способом. Использование трансформаторов и увеличение напряжения в проводах линий электропередачи позволяют существенно снизить потери энергии при передаче.

**В новый
портфель**

??

- ▷ Как вы думаете, почему для передачи электроэнергии используют переменный, а не постоянный ток?
- ▷ Вы наверняка видели трансформаторы, используемые в бытовых приборах. Трансформаторы, используемые на подстанциях линий электропередачи, имеют по сравнению с бытовыми трансформаторами очень большие размеры и вес в десятки тонн (рис. 41). Чем это объясняется?
- ▷ Если выгодно передавать по проводам ток высокого напряжения, то почему бы не использовать высокое напряжение в приборах потребителя, не понижая его?

22 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭКОЛОГИЯ

Урок-конференция

Мне не раз приходило в голову,
что работа на гидротехническом строительстве —
та же война. На войне зевать не приходится,
иначе тебя опрокинут,
и здесь нужно непрерывно работать —
на тебя наступает вода.

А. Е. Бочкин

?

Каковы основные узлы и принцип работы современной теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)? Каковы основные узлы и принцип работы гидроэлектростанции (ГЭС)? Какое влияние на экологическую обстановку может оказывать строительство ТЭЦ и ГЭС?

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Ознакомиться с работой современных тепловых электростанций и гидроэлектростанций. Понять, какое влияние на экологическую обстановку может оказывать сооружение электростанций таких типов.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Устройство и работа современной ТЭЦ.
2. Устройство и работа современной ГЭС.
3. Электростанции и экология.

СООБЩЕНИЕ 1

Фабрика электричества и тепла.

Теплоэлектроцентральный (ТЭЦ) является одним из наиболее распространённых производителей электроэнергии. Основным механизмом ТЭЦ является паровая турбина, приводящая в движение генератор электроэнергии. Паром, покидающим паровую турбину и содержащим в себе ещё много тепловой энергии, нагревается горячая вода, которая направляется потребителю.

О сколько нам открытий чудных
Готовят просвещения дух
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг,
И случай, бог изобретатель...

А. С. Пушкин

Стихотворение Пушкина посвящено быстрому развитию науки и техники в начале XIX в. вообще и изобретателю электромагнитного телеграфа П. Л. Шиллингу (1786—1837) в частности.

О каких «ошибках трудных» и «парадоксах» предупреждает поэт? Актуальны ли слова об «ошибках» и «парадоксах» в настоящее время?

СООБЩЕНИЕ 2

Как работает ГЭС.

Гидроэлектростанции являются наиболее мощными производителями электроэнергии. В отличие от ТЭЦ ГЭС работают на возобновляемом источнике энергии. Может показаться, что гидроэлектроэнергия «даётся даром». Однако гидроэлектростанции являются очень дорогими гидротехническими сооружениями.

СООБЩЕНИЕ 3

Электростанции и экология.

Современному обществу необходим большой объём электроэнергии. Производство такого количества энергии неизбежно связано с преобразованием окружающей нас природы. Минимизировать отрицательные последствия — одна из задач, возникающих при проектировании электростанций. Но прежде всего необходимо осознавать, в чём состоит отрицательное воздействие на природу мощных установок по производству электричества.

Сжигание большого количества топлива (каменного угля, нефти и газа) может, в частности, вызывать такие явления, как кислотные дожди, химическое загрязнение и др. Казалось бы, ГЭС, в которых ничего не сгорает, не должны оказывать отрицательного воздействия на природу. Однако строительство равнинных ГЭС всегда связано с затоплением больших территорий. Многие из экологических последствий такого затопления, произведённого в середине XX в., начинают сказываться только сейчас.

Источники информации

1. Энциклопедия для детей. [Т. 19.] Экология. — М.: Аванта+, 2008.
2. Кириллин В. А. Страницы истории науки и техники / В. А. Кириллин. — М.: Наука, 1986.
3. Водопьянов Л. А. Экологические последствия научно-технического прогресса / Л. А. Водопьянов. — Минск: Наука и техника, 1980.
4. Второв Р. П. Рассказы о биосфере / Р. П. Второв, Н. Н. Дроздов. — М.: Просвещение, 1986.
5. Нетрадиционные источники энергии. — М.: Знание, 1982.
6. Аникеев В. А. Технологические аспекты охраны окружающей среды / В. А. Аникеев, И. З. Копп, Ф. В. Скалкин. — Л.: Гидрометеиздат, 1982.
7. Никитин Д. Л. Научно-технический прогресс, природа и человек / Д. Л. Никитин. — М.: Наука, 1977.
8. Стырикович М. А. Энергетика. Проблемы и перспективы / М. А. Стырикович, Э. Э. Шпильрайн. — М.: Энергия, 1981.
9. Физика и научно-технический прогресс / под ред. В. Г. Разумовского, А. Т. Глазунова, В. А. Фабриканта. — М.: Просвещение, 1988.
10. Энергетика и охрана окружающей среды / под ред. Н. Г. Залогина [и др.]. — М.: Энергия, 1979.
11. Пискулова Н. А. Экология и глобализация / Н. А. Пискулова. — М.: МГИМО-Университет, 2010.

Слова для поискового запроса: производство электроэнергии, типы электростанций, принцип работы электростанций, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, энергетика и экология.

Современные электростанции являются сложными инженерными сооружениями. Они необходимы для существования современного общества, однако их строительство должно вестись таким образом, чтобы минимизировать ущерб, наносимый природе.

**В новый
портфель**

23 РАДИОВОЛНЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Урок-лекция

Когда я рассказываю о полях, проносающихся сквозь пространство, в моей голове катастрофически перепутываются символы, нужные для описания объектов, и сами объекты. Я не в состоянии дать картину, хотя бы приблизительно похожую на настоящие волны.

Р. Фейнман

?

Как образуются и как регистрируются радиоволны? Каковы особенности распространения радиоволн вблизи поверхности Земли?

Ключевые
слова

Радиоволны • Антенна • Радиопередатчик • Радиоприёмник • Станции ретрансляции

Из старого
портфеля

Колебательный контур. Электромагнитные колебания. Электромагнитные волны и их свойства. Принципы радиосвязи и телевидения (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 56, 57).

Радиоволны — это электромагнитные волны с длиной волны от долей миллиметра до десятков километров. В отличие, например, от волн видимого диапазона, радиоволны не воспринимаются непосредственно органами чувств человека, хотя сильные радиоволны оказывают воздействие на организмы живых существ.

Эти волны также отличает то, что сначала были зарегистрированы искусственные радиоволны, полученные экспериментально, и лишь много позднее были обнаружены радиоволны естественной

Иван Айвазовский. Среди волн

Сквозь каждое сердце, сквозь каждые сети
Пробьётся моё своеволие.
Меня — видишь кудри беспутные эти? —
Земною не сделаешь солью.

Дробясь о гранитные ваши колена,
Я с каждой волной — воскресаю!
Да здравствует пена — весёлая пена —
Высокая пена морская!

М. Цветаева

В стихотворении Цветаевой есть слово «волна» и есть что-то ещё, напоминающее волну. Как вы думаете, что это и чем напоминает волну?



МЫСЛЬ И ОБРАЗ

природы. Открытие способа получения и регистрации радиоволн принадлежит немецкому учёному Генриху Герцу. Герц не придавал значения сделанному им открытию (1888). Он заявил, что не видит для него практического применения. Спустя всего сто лет уже невозможно было представить нашу цивилизацию не использующей радиоволны.

ИЗЛУЧЕНИЕ И РЕГИСТРАЦИЯ РАДИОВОЛН. Как образуются радиоволны? Оказывается, любые электромагнитные волны возникают при движении заряженных частиц с ускорением. Для того чтобы эти волны обладали определённой длиной волны и определённой частотой, заряженные частицы должны совершать колебания с этой же частотой. Именно такое движение электронов происходит в **антенне**, к которой подсоединён генератор переменного тока. Схематично это устройство, называемое **радиопередатчиком**, изображено на рисунке 42. Длина радиоволн, излучаемых антенной, зависит от параметров переменного тока.

Конструкции радиопередатчиков могут быть весьма разнообразными, как и конструкции антенн. Для антенн важна одна деталь — размеры антенны должны быть сравнимыми с длиной волны или быть больше длины волны.

Электромагнитная волна представляет собой совокупность электрического и магнитного полей, распространяющихся в пространстве. Электрическое поле действует на все заряженные частицы, находящиеся в области, где присутствует волна. Если частицы способны совершать свободное движение (например, электроны в металле), электрическое поле приводит к периодическим колебаниям частиц, т. е. к возникновению переменного тока. Эти колебания, в частности, возникают в антенне **радиоприёмника** и затем регистрируются приёмным устройством (рис. 43).

Размеры антенны радиоприёмника могут быть и меньше длины волны, но чем больше антенна, тем слабее может быть сигнал, который нужно зарегистрировать.

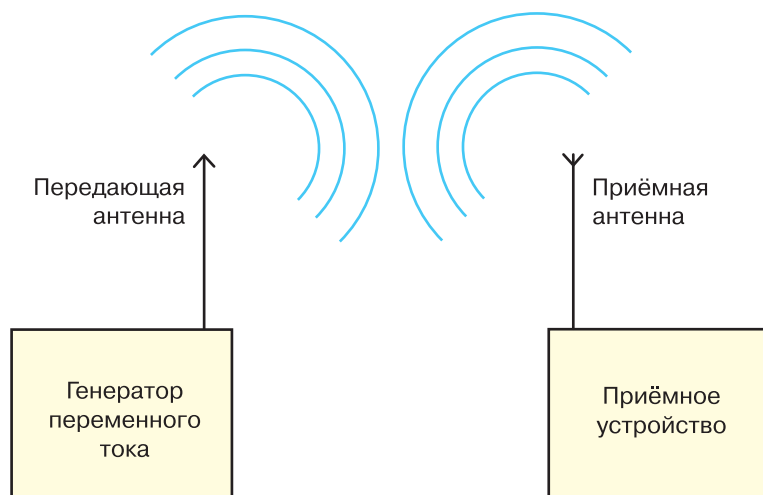


Рис. 42
Схема радиопередатчика

Рис. 43
Схема радиоприёмника

Мы уже упоминали, что существуют радиоволны естественного происхождения. В частности, такие радиоволны приходят к нам из космоса. Что там заставляет колебаться заряженные частицы? Оказывается, многие небесные тела обладают магнитным полем, подобным магнитному полю Земли. Если вблизи такого тела имеется ионизированный газ, то на движущиеся заряженные частицы действует сила Лоренца (см. § 18). Поскольку сила Лоренца всегда направлена перпендикулярно скорости движения, то она не разгоняет частицы, а лишь заставляет их менять направление, в результате чего они совершают периодическое круговое движение. Из-за этого движения и происходит генерация радиоволн.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ. Из курса физики вам известно, что все радиоволны делят на несколько диапазонов в зависимости от длины волны. Радиоволны разных диапазонов различаются особенностями распространения вблизи поверхности Земли.

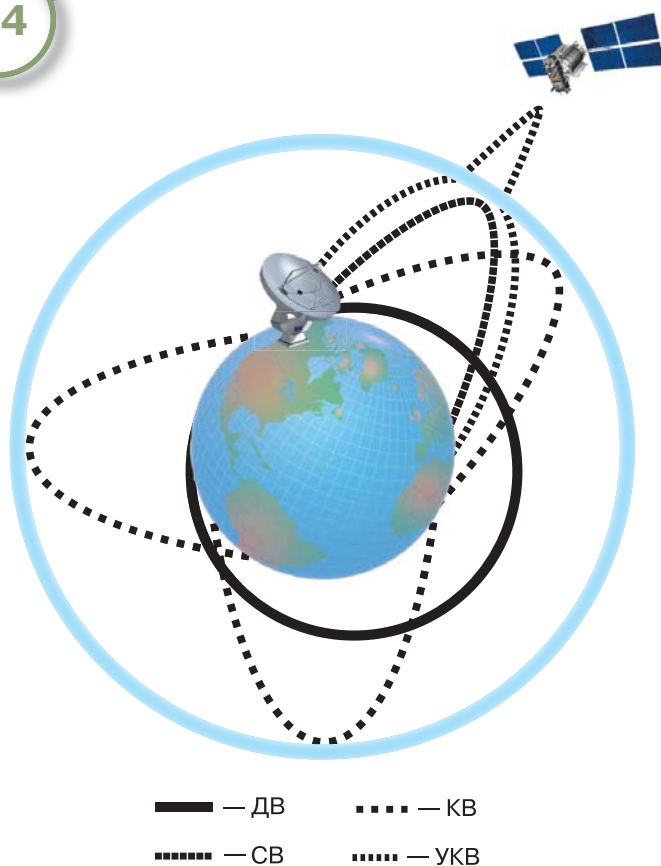


Рис. 44

Распространение радиоволн различных диапазонов вблизи поверхности Земли

Общим свойством любых волн является способность огибать встречные препятствия с размерами меньше длины волны или сравнимыми с ней — явление *дифракции*. Вследствие этого явления волны длинноволнового (с длиной волны 10—1 км) и средневолнового (1000—100 м) диапазонов могут огибать большие строения, горы и даже заходить за горизонт, огибая выпуклую поверхность Земли.

Более короткие волны могут распространяться только по прямой, не заходя за горизонт. Однако волны коротковолнового диапазона (100—10 м) отражаются от ионосферы — слоя атмосферы, расположенного на высоте 100—500 км и содержащего заряженные частицы — электроны и ионы. Для таких волн ионосфера подобна зеркалу. После отражения от ионосферы они могут отражаться от поверхности морской воды, также содержащей ионы. В силу многократного отражения связь на коротких волнах может осуществляться на очень большие расстояния. Однако эта связь неустойчива, она сильно зависит от состояния атмосферы и солнечной активности, вызывающей магнитные бури. Это, кстати, объясняет и плохое качество радиопередач на коротких волнах.

Для волн метрового (10—1 м) и дециметрового (10—1 дм) диапазонов ионосфера прозрачна. Связь на этих волнах осуществляется только на расстояние в пределах прямой видимости. По этой причине передающие телевизионные антенны размещают на высоких телебашнях, а для осуществления телевидения на большие расстояния необходимо строить **станции ретрансляции**, принимающие и затем передающие сигнал.

В настоящее время волны длиной меньше метра используют для дальней радиосвязи. На помощь приходят искусственные спутники Земли. Их выводят на геостационарную орбиту, период обращения по которой совпадает с периодом обращения Земли вокруг оси (около 24 ч). В результате спутник поворачивается вместе с Землёй и, таким образом, висит над определённой точкой Земли, расположенной на экваторе. Радиус геостационарной орбиты около 40 000 км. Такой спутник принимает сигнал с Земли и транслирует его обратно. Спутниковое телевидение стало уже вполне обычным, в любом городе вы можете увидеть «тарелки» — антенны для приёма спутникового сигнала. Помимо телевизионных сигналов, через спутники передаются сигналы Интернета, с их помощью осуществляется связь с судами, находящимися в морях и океанах. Эта связь более надёжная, чем связь на коротких волнах.

Распространение радиоволн разных диапазонов показано на рисунке 44.

Названия различных диапазонов, особенности распространения радиоволн и области их использования приведены в таблице.

Название диапазона	Длина волны	Особенности распространения	Применение
Длинные волны (ДВ)	10—1 км	Огибают поверхность Земли и препятствия (горы, строения)	Радиовещание
Средние волны (СВ)	1000—100 м		Радиовещание, радиосвязь
Короткие волны (КВ)	100—10 м	Прямолинейное распространение, отражаются от ионосферы	Радиовещание, радиосвязь
Ультракороткие волны (УКВ)	10—1 м (метровые)	Прямолинейное распространение, проходят через ионосферу	Радиовещание, телевидение, радиосвязь (между пунктами в пределах прямой видимости, связь с космическими кораблями), радиолокация
	10—1 дм (дециметровые)		
	10—1 см (сантиметровые)		
	10—1 мм (миллиметровые)		

Генерация радиоволн происходит в результате движения с ускорением заряженных частиц. Волна данной частоты генерируется при колебательном движении заряженных частиц с этой частотой. При воздействии радиоволны на свободные заряженные частицы возникает переменный ток той же частоты, что и частота волны. Этот ток может регистрироваться приёмным устройством. Радиоволны разных диапазонов по-разному распространяются вблизи поверхности Земли. Радиоволны широко применяются в жизни и деятельности людей. Они используются в радиовещании, телевидении, наземной и космической радиосвязи, радиолокации, радиоастрономии.

**В новый
портфель**

??

- ▷ Какая частота соответствует наиболее коротким и наиболее длинным радиоволнам?
- ▶ Радиоволны каких диапазонов, приходящие из космоса, можно принимать наземными приёмниками?
- ▶ Выскажите гипотезу, чем может определяться граница длин радиоволн, отражаемых ионосферой.

Вот, радио есть, а счастья нет.

И. Ильф, Е. Петров

?

Каким образом можно осуществить передачу информации при помощи радиоволн? На чём основана передача информации при помощи искусственных спутников Земли? Каковы принципы радиолокации? Какие возможности предоставляет радиолокация?

Ключевые
слова

Радиосвязь • Радиолокация • Модуляция

Из старого
портфеля

Электромагнитные волны. Принципы радиосвязи и телевидения (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 56, 57). Радиоволны и особенности их распространения (см. § 23).

Несмотря на то что радиоволны не воспринимаются органами чувств, они широко используются на практике. При помощи радиоволн производится **радиосвязь** на далёкие, в том числе и межпланетные, расстояния, радиовещание и телевидение. Радиоволны используют для определения местоположения различных объектов и их скоростей, т. е. в **радиолокации**. Радиолокационные приборы стали неотъемлемой частью оборудования судов и самолётов, а также различных служб, осуществляющих навигацию. При помощи радиоволн получают информацию о многих объектах Вселенной, даже самых далёких, лежащих на границе её наблюдаемой части.

ПРИНЦИП МОДУЛЯЦИИ ВОЛН. Основная задача использования радиоволн — передача информации на расстояние. Монохроматическая радиоволна представляет собой синусоидальное колебание электромагнитного поля и не содержит какой-либо информации. Чтобы такая волна переносила информацию, её нужно изменять, или, говоря научным языком, *модулировать* (от лат. *modulatio* — размеренность). Простейшая **модуляция** радиоволн использовалась в первых радиотелеграфах, для чего применялась азбука Морзе. При помощи ключа радиопередатчики включались на более или менее длительное время. Длинные промежутки соответствовали знаку «тире», а короткие — знаку «точка». Каждой букве алфавита соответствовал определённый набор точек и тире, которые шли с некоторым промежутком. На рисунке 45 приведён график колебаний волны, передающей сигнал «тире-точка-точка-тире». (Заметим, что в реальном сигнале на одну точку или тире укладывается значительно большее число колебаний.)

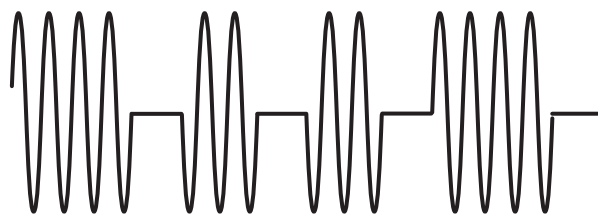


Рис. 45

Передача информации радиоволной, модулированной сигналами азбуки Морзе

Естественно, что речь или музыку передавать таким сигналом было невоз-

можно, поэтому позже стали применять другую модуляцию. Как вы знаете, звук представляет собой волну давления. Например, звуку — ноте ля первой октавы — соответствует звуковая волна, давление которой изменяется по синусоидальному закону с частотой 440 Гц. При помощи прибора *микрофона* (от греч. *micros* — малый, *phone* — звук) колебания давления воздуха в звуковой волне можно преобразовать в электрические колебания той же формы. Эти колебания можно наложить на колебание радиоволны (рис. 46). Электрические сигналы, соответствующие речи, музыке, а также изображению, имеют более сложный вид, однако суть модуляции остаётся неизменной: огибающая амплитуды радиоволны повторяет форму информационного сигнала.

Позднее были разработаны и другие способы модуляции, при которых изменяется не только амплитуда радиоволны, но и частота, что позволило передавать, например, сложный телевизионный сигнал, несущий информацию об изображении.

Большинство из вас наверняка настраивали радиоприёмники или телевизоры на какую-либо программу, использовали мобильную телефонную связь. Эфир переполнен самыми разнообразными радиосигналами, и их количество непрерывно увеличивается. Не тесно ли им там? Есть ли вообще какие-то ограничения на количество одновременно работающих радио- и телепередатчиков?

Ограничения на число одновременно работающих передатчиков существуют. Дело в том, что, когда электромагнитная волна несёт какую-либо информацию, она модулирована определённым сигналом. Такой модулированной волне уже нельзя сопоставить строго определённую частоту или длину. Например, если волна *а* на рисунке 46 имеет частоту ω , лежащую в диапазоне радиоволн, а сигнал *б* имеет частоту Ω , лежащую в диапазоне звуковых волн (от 20 Гц до 20 кГц), то модулированная волна *в* представляет собой сумму трёх радиоволн с частотами $\omega - \Omega$, ω и $\omega + \Omega$. Чем больше информации содер-

В настоящее время имеет место тенденция возврата к первоначальным «точкам» и «тире». Дело в том, что любая звуковая информация и видеoinформация может быть закодирована в виде последовательности чисел. Именно такая кодировка осуществляется в современных компьютерах. Например, изображение на экране компьютера состоит из множества точек, каждая из которых светится каким-либо цветом. Каждый цвет кодируется определённым числом, и, таким образом, всё изображение может быть представлено в виде последовательности чисел, соответствующих точкам на экране. В компьютере числа хранятся и обрабатываются в двоичной системе единиц, т. е. используются две цифры — 0 и 1. Очевидно, эти цифры аналогичны «точкам» и «тире» азбуки Морзе. Сигналы, закодированные в цифровом формате, обладают многими преимуществами — они менее подвержены искажениям при радиопередаче и легко обрабатываются современными электронными устройствами. Именно поэтому в современных мобильных телефонах, а также при передаче изображений при помощи спутников используют цифровой формат.

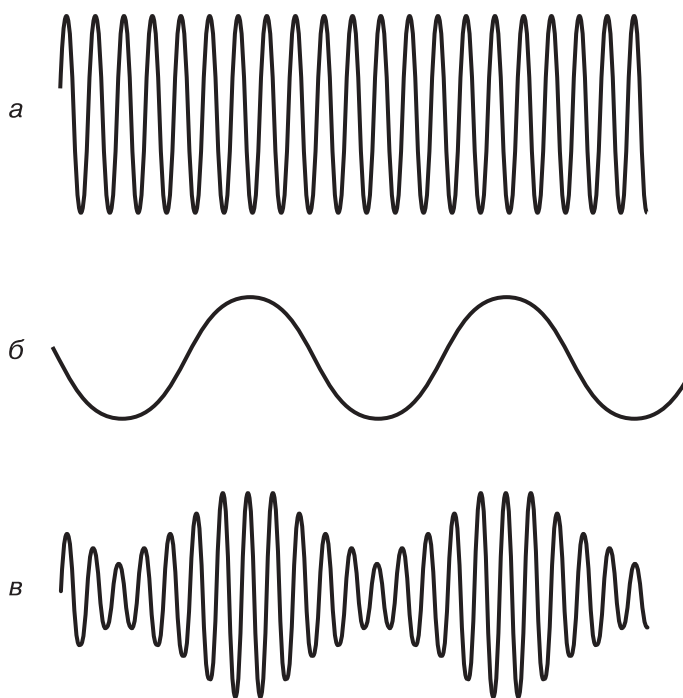


Рис. 46

Радиоволна, модулированная звуковой волной: *а* — немодулированная радиоволна; *б* — электрический сигнал, соответствующий звуковому колебанию; *в* — модулированная радиоволна

жит волна, тем больший диапазон частот она занимает. При передаче звука достаточно диапазона около 16 кГц, телевизионный сигнал занимает уже диапазон примерно в 8 МГц, т. е. в 500 раз больше. Именно поэтому передача телевизионного сигнала возможна лишь в диапазоне ультракоротких (метровых и дециметровых) волн.

Если полосы сигналов двух передатчиков перекрываются, то волны этих передатчиков интерферируют. Интерференция приводит к возникновению помех при приёме. Чтобы передаваемые сигналы не влияли друг на друга, т. е. чтобы передаваемая информация не искажалась, полосы, занимаемые радиостанциями, не должны перекрываться. Это приводит к ограничению количества радиопередающих устройств, работающих в каждом диапазоне.

В новый портфель

При помощи радиоволн можно передавать различную информацию (звук, изображение, компьютерную информацию), для этого необходимо осуществить модуляцию волн. Модулированная волна занимает определённую полосу частот. Чтобы волны различных передатчиков не влияли друг на друга (не интерферировали), полосы, занимаемые этими передатчиками, не должны перекрываться.

ПРИНЦИП РАДИОЛОКАЦИИ. Другой важной областью применения радиоволн является радиолокация, основанная на способности радиоволн отражаться от различных объектов. Радиолокация позволяет определить местоположение объекта и его скорость. В ней используются волны дециметрового и сантиметрового диапазонов. Причина такого выбора очень проста: более длинные волны в силу явления дифракции огибают объекты (самолёты, суда, машины), практически не отражаясь от них.

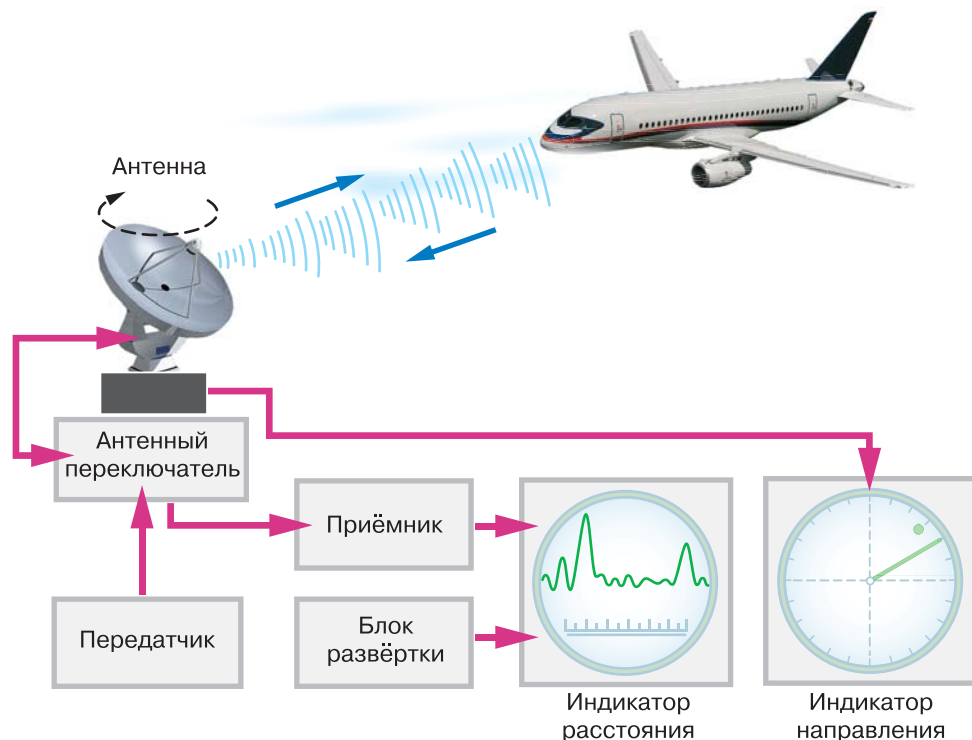


Рис. 47

Схема работы радиолокатора

Чтобы определить местоположение любого объекта, необходимо определить направление на этот объект и расстояние до него. Задача определения расстояния решается просто. Радиоволны распространяются со скоростью света, поэтому волна доходит до объекта и возвращается назад за время, равное удвоенному расстоянию до объекта, делённому на скорость света. Передающее устройство *радиолокатора* посылает в сторону объекта радиоимпульс, а приёмное устройство радиолокатора, использующее ту же антенну, принимает этот импульс. Время между передачей и приёмом радиоимпульса автоматически пересчитывается в расстояние.

Для определения направления на объект используются узконаправленные антенны. Такие антенны формируют волну в виде узкого пучка так, что объект попадает в него только при определённом расположении антенны (действие подобно лучу фонарика). В процессе радиолокации антенна «поворачивается» так, что пучок волны сканирует большую область пространства. Слово «поворачивается» взято в кавычки потому, что в современных антеннах никакого механического поворота не происходит, направленность антенны изменяется электронным способом. Принцип работы радиолокатора проиллюстрирован на рисунке 47. Вид антенны радиолокатора представлен на рисунке 48.



Рис. 48
Антенна радиолокатора

Радиолокация даёт возможность установить расстояние до объекта, направление на объект и скорость объекта. Благодаря способности радиоволн свободно проходить через облака и туман методы радиолокации могут применяться при любых погодных условиях.

**В новый
портфель**

??

- ▷ Волны каких диапазонов используются для радиосвязи?
- ▷ Как «заставить» радиоволну переносить информацию?
- ▷ Чем ограничено число радиостанций в эфире?
- ▶ Полагая, что частота передачи должна в 10 раз превышать диапазон частот, занимаемый сигналом, вычислите минимальную длину волны для передачи телевизионного сигнала.
- ▶ Как при помощи радиолокации можно определить скорость объекта?

25 ПРИНЦИП РАБОТЫ МОБИЛЬНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Урок-практикум

Если бы Эдисон вёл такие разговоры, не видать бы миру ни граммофона, ни телефона.

И. Ильф, Е. Петров

?

Как работает мобильная телефонная связь? Какие элементы входят в состав мобильного телефонного аппарата и каково их функциональное назначение? Каковы перспективы развития мобильной телефонной связи?

Из старого портфеля

Электромагнитные волны. Принципы радиосвязи и телевидения (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 56, 57). Радиоволны и особенности их распространения. Использование радиоволн (см. § 23, 24).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Рассмотреть принцип работы мобильной телефонной связи. Нарисовать функциональную схему. Разобраться в устройстве мобильного телефонного аппарата.

ПЛАН РАБОТЫ. Последовательно выполняя задания, изучить принцип работы мобильной телефонной связи, а также её основные функциональные элементы.

Мобильная телефонная связь появилась относительно недавно — в конце XX в. Значительно старше её обычная телефонная связь по проводам (конец XIX в.) и радиосвязь (начало XX в.).



Храм Артемиды (реконструкция)

Храм Артемиды построен наподобие пчелиных сот. Как вы думаете, чем мобильная (сотовая) связь напоминает храм Артемиды?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

1. Сформулируйте, в чём состоит преимущество мобильной телефонной связи по сравнению с обычной телефонной связью и радиосвязью.

ПОДСКАЗКА

При помощи радиосвязи можно обеспечить связь между двумя абонентами или небольшой группой абонентов. Прямая связь на больших расстояниях возможна лишь на длинных, средних и коротких волнах (см. § 23). Прямая связь в диапазоне ультракоротких волн осуществляется только на расстоянии прямой видимости.

2. Предложите диапазон длин волн, на которых может осуществляться мобильная телефонная связь.

ПОДСКАЗКА

При заданной мощности передатчика мощность излучаемой волны пропорциональна четвёртой степени частоты или обратно пропорциональна четвёртой степени длины волны. Например, если есть два передатчика одинаковой мощности и первый работает на длине волны 100 м, а второй — на длине волны 10 см, то мощность волны второго передатчика в $\left(\frac{100}{0,1}\right)^4 = 1\,000\,000\,000\,000$ раз больше.

3. Изобразите схему мобильной телефонной связи.**ПОДСКАЗКА**

Система мобильной (сотовой) телефонной связи включает в себя абонентов, обменивающихся информацией через специальные приёмопередатчики — базовые станции — при помощи радиоволн.

4. Попробуйте перечислить элементы, которые должна включать базовая станция.**ПОДСКАЗКА**

Необходимо принимать и передавать сигнал (электромагнитные волны) в достаточно большом регионе. Связь на ультракоротких волнах возможна только на расстояниях прямой видимости.

5. Какие устройства должен содержать телефонный аппарат для мобильной связи?**ПОДСКАЗКА**

При передаче сигнала телефонный аппарат должен принимать информацию от абонента, преобразовывать её в радиоволны и посылать эти волны на базовую станцию. При приёме сигнала аппарат должен принимать радиоволны от станции, преобразовывать их в информацию, которую абонент способен воспринять.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

При использовании мобильного телефона происходит постоянное излучение радиоволн в непосредственной близости от головного мозга. В настоящее время учёные не пришли к единому мнению о степени влияния такого излучения на организм человека. Однако не следует вести чрезмерно длительных разговоров по мобильному телефону. Сигналы мобильных телефонов могут создавать помехи для различных электронных устройств, например навигационных приборов. Некоторые авиакомпании запрещают использование мобильных телефонов при полёте или в определённое время полёта (взлёт, посадка). Если такие запреты существуют, соблюдайте их: это в ваших интересах!

Каждое устройство, входящее в функциональную схему мобильной связи, представляет собой сложный прибор, работа которого основана на последних достижениях науки и технологии.

**В новый
портфель**

Затем, не жалея ни труда, ни средств, я достиг того, что изготовил инструмент, настолько совершенный, что при взгляде через него предметы казались почти в тысячу раз крупнее и более чем в тридцать раз ближе, чем видимые естественным образом.

Г. Галилей

?

Как рассматриваются световые явления с точки зрения геометрической оптики? Что такое объектив? В каких приборах используются объективы? Как достигается визуальное увеличение? Какие приборы позволяют достигнуть визуального увеличения?

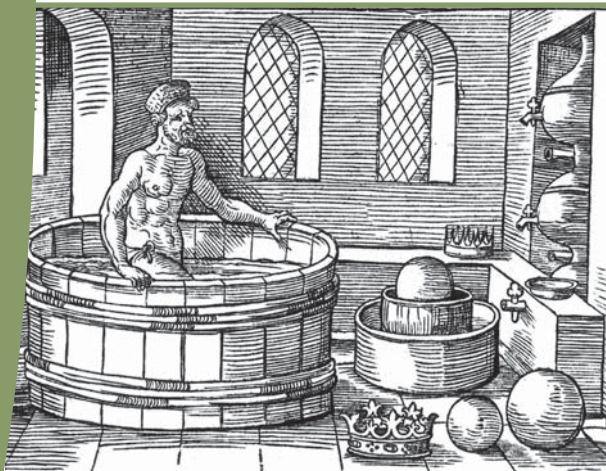
Ключевые
слова

Геометрическая оптика • Объектив • Проектор • Аккомодация глаза • Лупа • Окуляр

Из старого
портфеля

Оптические явления. Свойства света. Линза. Фокусное расстояние линзы. Глаз как оптическая система. Оптические приборы (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 16). Зрительный анализатор. Строение глаза (Биология, 8 кл.).

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА И СВОЙСТВА ЛИНЗ. Свет, так же как и радиоволны, является электромагнитной волной. Длина волны видимого излучения составляет несколько десятых долей микрометра. Поэтому такие волновые явления, как интерференция и дифракция света, в обычных условиях практически не проявляются. Это привело к тому, что волновая природа света долгое время не была известна, и даже Ньютон предполагал, что свет представляет собой поток частиц.



Архимед: «Эврика!»

Иллюстрация к базельскому изданию книги Витрувия «Десять книг об архитектуре», 1575 г.

Существует легенда о том, что Архимед уничтожил римский флот, направив на корпуса вражеских судов (пропитанные смолой и поэтому легко воспламеняемые) сфокусированные солнечные лучи. Как он мог это сделать?

Считалось, что эти частицы сдвигаются от одного предмета до другого по прямой линии, а потоки этих частиц образуют лучи, которые можно наблюдать, пропустив свет через маленькое отверстие. Такой взгляд на свет характерен для **геометрической оптики** в отличие от волновой оптики, где свет рассматривается как волна. Геометрическая оптика позволила обосновать законы отражения и преломления света на границе между различными прозрачными веществами. В результате были объяснены свойства линз.

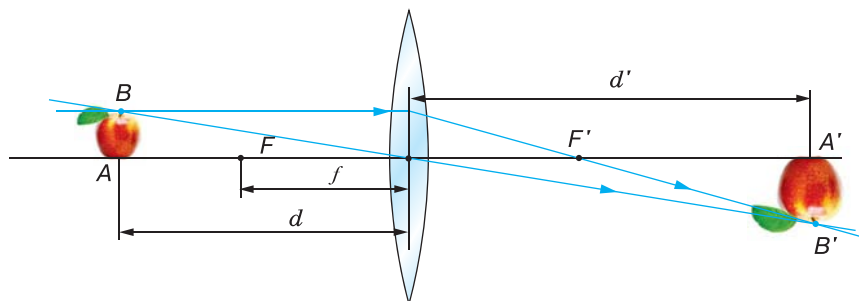


Рис. 49

Построение изображения, получаемого с помощью линзы

На рисунке 49 приведено построение изображения объекта, создаваемого линзой. Объект представляется как совокупность светящихся точек, и его изображение строится по точкам. Расстояние от объекта до линзы d связано с расстоянием от изображения объекта до линзы d'

соотношением $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$, где f — *фокусное расстояние линзы*, т. е.

расстояние от фокуса линзы до самой линзы. Изображение объекта может быть как уменьшенным, так и увеличенным. Коэффициент увеличения (уменьшения) несложно получить, исходя из свойств подобия треугольников: $\Gamma = \frac{d'}{d}$. Из двух последних формул следует, что изображение

получается уменьшенным, если $d > 2f$ (в этом случае $f < d' < 2f$). Из обратимости хода лучей следует, что изображение будет увеличенным, если $f < d < 2f$ (в этом случае $d' > 2f$). Заметим, что если нужно значительно увеличить изображение, то объект помещают от линзы на расстоянии чуть дальше фокуса, а изображение будет отстоять на большом расстоянии от линзы. Напротив, если нужно значительно уменьшить изображение, то объект помещают на большом расстоянии от линзы, а его изображение будет находиться чуть дальше, чем фокус от линзы.

ОБЪЕКТИВЫ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИБОРАХ. Описанное свойство линз используется в различных приборах, где собирающие (выпуклые) линзы применяют в качестве **объективов**. Строго говоря, любой качественный объектив состоит из системы линз, однако его действие такое же, как у одной собирающей линзы.

Приборы, увеличивающие изображение, называют **проекторами**. Проекторы используют, например, в кинотеатрах, где изображение на плёнке с размерами в несколько сантиметров увеличивается до размеров экрана. В мультимедийных проекторах сигнал, поступающий с компьютера, видеомagneфона или устройства записи изображения на видеодисках, формирует малое изображение, которое через объектив проектируется на большой экран.

Значительно чаще возникает необходимость уменьшить, а не увеличить изображение. Именно для этого служат объективы в фотоаппаратах и видеокамерах. Например, изображение человека уменьшается объективом фотоаппарата до размеров в несколько сантиметров или в несколько миллиметров. Приёмником, куда проецируется изображение, является фотоплёнка или специальная матрица из полупроводниковых датчиков (ПЗС-матрица), преобразующая видеоизображение в электрический сигнал.

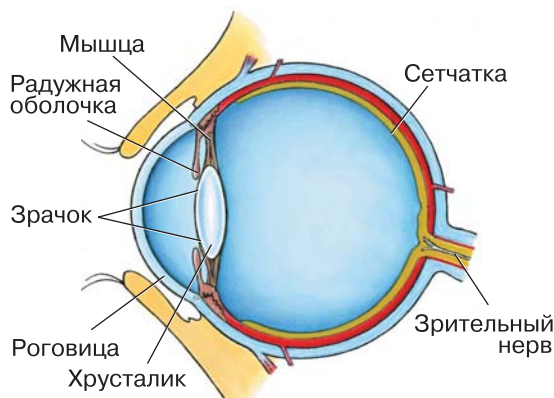


Рис. 50

Оптическая схема глаза

Уменьшение изображений используют при производстве микросхем, применяемых в электронных устройствах, в частности в компьютерах. Элементы микросхем — полупроводниковые приборы, межэлементные соединения и др. — имеют размеры в несколько микрометров, а их число на кремниевой пластинке с размерами порядка сантиметра достигает нескольких миллионов. Естественно, нарисовать столько элементов такого масштаба без уменьшения при помощи объектива невозможно.

Объективы, уменьшающие изображение, используются в телескопах. На фотоплёнке или ПЗС-матрице «умещаются» такие объекты, как галактики, имеющие размеры в миллионы световых лет. В качестве объективов в телескопах используют вогнутые зеркала. Свойства вогнутого зеркала во многом подобны свойствам собирающей линзы, только изображение создаётся не за зеркалом, а перед ним. Это как бы отражение изображения, полученного линзой.

Наш глаз также имеет объектив — хрусталик, уменьшающий видимые нами объекты до размеров сетчатки глаза, т. е. до нескольких миллиметров (рис. 50).

Чтобы изображение было резким, специальные мышцы изменяют фокусное расстояние хрусталика, увеличивая его при приближении объекта и уменьшая при удалении. Эту способность изменять фокусное расстояние называют **аккомодацией глаза**. Нормальный глаз способен сфокусировать изображение объектов, находящихся на расстоянии не менее 12 см от глаза. Если мышцы не способны уменьшить фокусное расстояние хрусталика до требуемой величины, человек не видит близкие предметы, т. е. страдает *дальнозоркостью*. Исправить положение можно, поместив перед глазом собирающую линзу (очки), действие которой эквивалентно уменьшению фокусного расстояния хрусталика. Исправление противоположного дефекта зрения — *близорукости* происходит при помощи рассеивающей (вогнутой) линзы.

ПРИБОРЫ, ДАЮЩИЕ ВИЗУАЛЬНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ. При помощи глаза мы можем оценить только угловые размеры объекта (см.: Естествознание, 10 кл., § 16). Например, булавоочной головкой мы можем закрыть изображение Луны, т. е. угловые размеры Луны и булавоочной головки можно сделать одинаковыми. Добиться визуального увеличения можно, либо приблизив объект к глазу, либо каким-то способом увеличив его на том же расстоянии от глаза (рис. 51).

Стараясь рассмотреть какой-то мелкий объект, мы приближаем его к глазу. Однако при очень сильном приближении наш хрусталик не справляется с работой, фокусное расстояние не может уменьшиться так, чтобы мы могли рассмотреть объект, держа его на расстоянии 5 см от глаза. Исправить положение можно так же, как и при

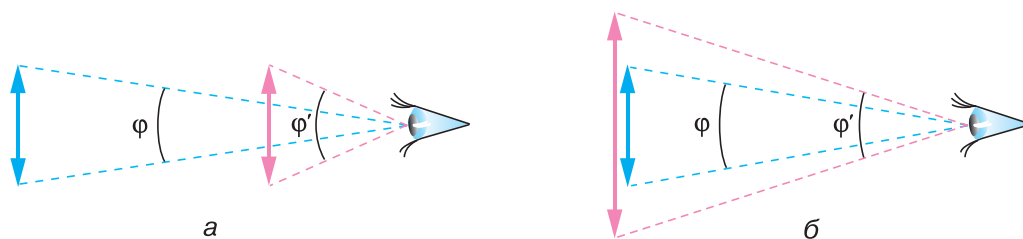


Рис. 51

Визуальное увеличение изображения объекта ($\varphi' > \varphi$): а — при приближении объекта к глазу; б — при увеличении объекта

дальнозоркости, поместив перед глазом собирающую линзу. Используемая с этой целью линза называется **лупой**. Расстояние, с которого нормальный глаз может без особого напряжения рассматривать мелкие объекты, называется *расстоянием наилучшего зрения*. Обычно это расстояние принимается равным 25 см. Если лупа позволяет рассмотреть объект, например, с расстояния 5 см, то достигается визуальное увеличение в $\frac{25}{5} = 5$ раз.

А как получить визуальное увеличение Луны? При помощи объектива нужно создать уменьшенное, но приближенное к глазу изображение Луны, а затем рассмотреть это изображение в лупу, которая в данном случае называется **окуляр**ом. Так работает телескоп.

Визуальное увеличение мелких предметов, например клетки растения или животного, получается другим образом: объектив создаёт увеличенное изображение объекта, которое рассматривается через лупу — окуляр. Именно так работает микроскоп.

Линзы и системы линз используются во многих приборах. Объективы приборов позволяют получить как увеличенное, так и уменьшенное изображение объекта. Визуальное увеличение достигается при помощи увеличения углового размера объекта. Для этого используется лупа или окуляр в системе с объективом.

В новый
портфель

??

- На каком свойстве света основано действие линз?
- Как устроен глаз человека? Назовите основные части глаза как оптического прибора.
- Какими недостатками обладает глаз человека при близорукости и дальнозоркости?
- Изображение, получаемое в микроскопе, оказывается перевёрнутым. Какая из линз — объектив или окуляр — переворачивает изображение?
- Исходя из метода построения изображения в собирающей линзе, объясните, почему при изменении расстояния между объектом и глазом должно изменяться фокусное расстояние хрусталика.

27 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОЧКОВ

Урок-практикум

Мартышка к старости слаба глазами стала,
А у людей она слыхала,
Что это зло ещё не так большой руки;
Лишь стоит завести Очки.

И. А. Крылов

?

Что происходит при аккомодации глаза? В чём различие работы нормального, близорукого и дальнозоркого глаза? Как действие линзы исправляет дефект зрения?

Из старого портфеля

Линза. Фокусное расстояние линзы. Оптическая сила линзы. Глаз как оптическая система. Оптические приборы (см. § 28; Физика, 7—9 кл.). Нарушения зрения (Биология, 8 кл.).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Исследовать работу хрусталика глаза при нормальном, близоруким и дальнозорким зрением. Исследовать, каким образом при помощи линзы исправляются дефекты зрения.

Оборудование: персональный компьютер, мультимедийный диск («Открытая физика»).

ПЛАН РАБОТЫ. Воспользовавшись мультимедийной моделью, исследовать возможности аккомодации нормального, близоруким и дальнозоркого глаза. Исследовать аккомодацию близоруким и дальнозоркого глаза при наличии линзы перед глазом. Подобрать линзу для соответствующего глаза.



Очки

Один китайский император повелел всем своим подданным носить очки, так как считал, что нельзя «прямыми» глазами смотреть на царственную особу. Действительно ли взгляд через очки «не прямой»?

Вы уже знаете: такие дефекты зрения, как близорукость и дальнозоркость, связаны с тем, что мышцы глаза не могут придать хрусталику необходимую кривизну. При близорукости хрусталик остаётся слишком выпуклым, его кривизна чрезмерна и соответственно фокусное расстояние слишком мало. Обратное явление имеет место при дальнозоркости.

Оптическая сила D линзы определяется как величина, обратная фокусному расстоянию f линзы:

$D = \frac{1}{f}$, и измеряется в диоптриях ($1 \text{ дптр} = 1 \text{ м}^{-1}$).

Оптическая сила рассеивающей линзы имеет отрицательное значение. Оптическая сила хрусталика всегда положительна. Однако для близоруким глаза оптическая сила хрусталика слишком велика, а для дальнозоркого — слишком мала.

Действие очков основано на свойстве линз, в соответствии с которым оптические силы двух близко стоящих линз складываются (с учётом знака).

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

1. Исследуйте работу нормального глаза без линзы. Вам предлагается три варианта аккомодации: нормальная — для расстояния наилучшего зрения, дальняя — для бесконечно большого расстояния и автоматическая, при которой хрусталик глаза подстраивается под заданное расстояние. Изменяя расстояние до объекта, наблюдайте моменты, когда глаз сфокусирован. Где в этом случае фокусируется изображение внутри глаза? Чему в данной программе соответствует расстояние наилучшего зрения?
2. Исследуйте действие лупы. Определите для нормального глаза нормальную аккомодацию. Установите перед глазом собирающую линзу с максимально возможной оптической силой. Найдите расстояние, при котором глаз оказывается сфокусированным. Используя материал § 26, определите увеличение данной лупы.
3. Повторите задание 1 для близорукого и дальнозоркого глаза. Определите, где фокусируются лучи, когда глаз не сфокусирован.
4. Подберите очки для близорукого и дальнозоркого глаза. Для этого установите автоматическую аккомодацию. Подберите линзу так, чтобы глаз был сфокусирован при изменении расстояния от расстояния наилучшего зрения (25 см) до бесконечного. В каких пределах лежат оптические силы линз, при которых очки для глаз, приведённых в программе, могут успешно выполнять свои функции?
5. Попробуйте добиться оптимального результата для близорукого и дальнозоркого глаза, когда при выбранной линзе глаз окажется сфокусированным на расстояниях от бесконечного до минимально возможного.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Целью данной работы было ознакомление с действием очков, а не обучение их подбору. Если у вас или ваших знакомых имеются проблемы со зрением, не пытайтесь самостоятельно подобрать очки: это непростая задача. Обращайтесь к специалистам, не будьте похожи на мартышку из басни Крылова.

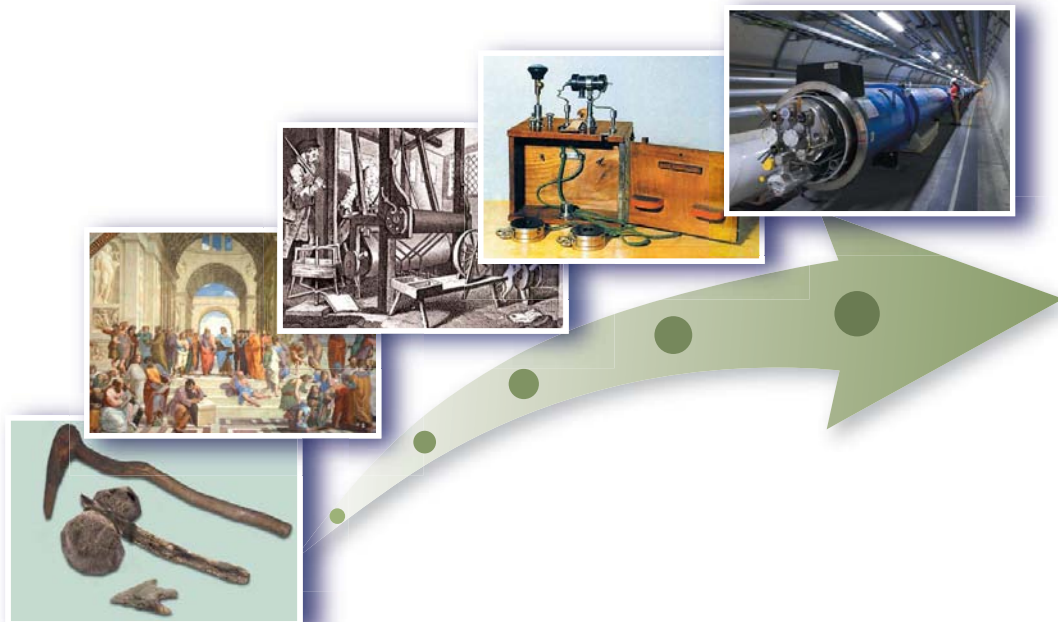
Лучи от далеко расположенных объектов после прохождения через хрусталик близорукого глаза фокусируются перед сетчаткой, и изображение становится нерезким. Для исправления необходимы очки с рассеивающими линзами. Лучи от близко расположенных объектов после прохождения через хрусталик дальнозоркого глаза фокусируются за сетчаткой, и изображение становится нерезким. Для исправления необходимы очки с собирающими линзами.

**В новый
портфель**

ОБОБЩЕНИЕ И ОСМЫСЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА ГЛАВЫ

Ещё несколько десятилетий назад мир человека можно было представить тремя взаимосвязанными элементами. Этими элементами были Природа, сам Человек и Общество. Теперь в человеческую систему властно вошёл четвёртый элемент — основанная на науке Техника. Техника зиждется исключительно на Науке и её достижениях.

А. Печчеи



Естественные науки сегодня — реальная производительная сила общества. Они тесно переплетены с техникой и производством, а их достижения формируют облик современного мира.

Познание законов природы и изучение областей их применения приводит к появлению новых технических изобретений и созданию механизмов и устройств, способствующих удовлетворению практических потребностей общества.

История научно-технического прогресса — это история взаимодействия науки и техники. Наука стимулирует развитие техники, а техника ставит перед наукой новые задачи и обеспечивает её современным экспериментальным оборудованием и новыми технологиями.

ЭТАПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ. Вы уже убедились, что современная техника и естественные науки тесно связаны между собой. Развитие и характерные особенности техники обусловлены наукой, технические средства являются результатом научных разработок, возникают и функционируют благодаря научному знанию. Однако и наука нуждается в технических устройствах для совершенствования научного знания. Но всегда ли так было? Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним основные этапы взаимодействия науки и техники.

Первые технические объекты (каменный топор, копье и др.) появились во времена, когда науки ещё не существовало. Возникающие перед древнейшим человеком технические проблемы решались им методом проб и ошибок (опытным путём). Происходило накопление практических знаний.

В эпоху Античности наука и техника развивались практически независимо друг от друга. Наука тяготела к умозрительным построениям и философским обобщениям и была мало связана с практической деятельностью человека.

Начавшееся в эпоху Возрождения бурное развитие промышленного производства потребовало теоретического обоснования лежащих в его основе процессов и открытия законов, которым эти процессы подчиняются. Это дало новый импульс развитию науки, которая постепенно начинает обращаться к практике.

Тесное взаимодействие науки и техники началось в XVIII в. с изобретения паровых машин. Период XVIII—XIX вв. — это период развития классической науки и взаимопоступательного развития науки и техники. Именно в это время закладываются основы классической механики, термодинамики, электродинамики, получает развитие оптика. Успехи этих разделов науки привели к совершенствованию известных ранее механизмов и устройств, появлению новых технических изобретений.

Во второй половине XIX в. наука уже была в силах ставить и решать такие задачи, которые только лишь намечались на пути развития техники и промышленности. Техника и производство становятся наукоёмкими отраслями.

На рубеже XIX—XX вв. произошла революция в естествознании. Она привела к изменению взглядов на пространство, время и материю. Учёные открыли законы, «управляющие» движением в микромире. Это дало толчок развитию новых технологий, связанных с биологией и химией, привело к появлению ядерной энергетики и полупроводниковой техники. Естественные науки стали занимать лидирующие позиции по отношению к технике.

Современный этап взаимодействия науки и техники определяется научно-технической революцией. Суть этой революции — в коренном, качественном преобразовании производительных сил за счёт превращения науки в лидирующий фактор развития всех сфер общественной жизни, в том числе и технической.

ЗАДАНИЯ

1. Осуществите виртуальное путешествие по этапам развития науки и техники, описанным в приведённом выше тексте и показанным на рисунке, и дополните его описаниями основных открытий и изобретений.
2. Напишите эссе на тему «Взаимодействие науки и техники». Обоснуйте ваше мнение по данному вопросу.
3. Постройте схему, отражающую взаимосвязи объектов естествознания (человек, наука, природа, техника, общество). Приведите примеры ко всем взаимосвязям, обозначенным на схеме.

3

ГЛАВА

ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ В МИРЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

28 ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА. ПРИБОРЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА

Урок-лекция

...Я, не колеблясь, утверждаю,
что оптический анализ даёт возможность
различать мельчайшие количества этих веществ
с такою же точностью,
как и любой из известных способов.

В. Гершель

?

Как, используя интерференцию, разложить свет в спектр? Что такое поляризация волны? Какие приборы делают световую волну поляризованной?

Ключевые
слова

Спектральный анализ • Интерференция • Дифракционная решётка •
Естественный (неполяризованный) свет • Поляризатор •
Линейно-поляризованный свет

Из старого
портфеля

Отражение и преломление света. Свет — электромагнитная волна (Физика, 7—9 кл.). Свойства волн (Естествознание, 10 кл., § 57).

Возможно, Вильгельм Гершель, произнёсший приведённые в эпиграфе слова, был одним из первых, кто осознал практическую полезность изобретённого немецким физиком Йозефом Фраунгофером (1787—1826) метода анализа спектров. Развитие спектроскопии в XX в. доказало верность этого утверждения: **спектральный анализ** стал наиболее точ-



В европейских народных верованиях радуга часто ассоциируется с вестью о будущем богатстве. «Где упирается радуга — горшок с золотом». Как вы думаете, почему с радугой связаны такие ассоциации?

Радуга

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

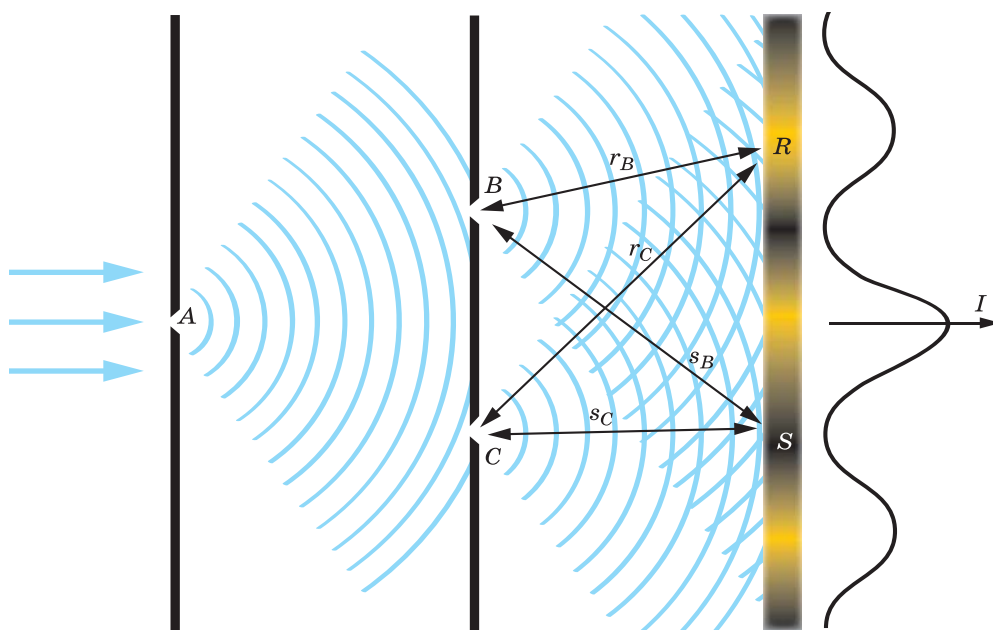


Рис. 52
Схема опыта Юнга

ным по отношению к другим методам, а в некоторых случаях, как, например, при исследовании состава космических тел, единственно возможным. Однако и этот метод, и другие практические приложения волновой теории света развились лишь в XX в., несмотря на то что основные элементы этой теории были сформулированы ещё в начале XIX в.

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА И ДИФРАКЦИОННАЯ РЕШЁТКА. Интерференция света принципиально не отличается от интерференции других волн. Однако наблюдение и исследование интерференции света затруднено тем, что световые волны от обычных источников света не являются строго монохроматическими (проще говоря, не являются волнами, которым соответствуют достаточно длинные одинаковые синусоиды). Впервые эту проблему решил английский учёный Томас Юнг (1773—1829), поставив опыт, в котором две световые волны создаются из одной (рис. 52).

В этом опыте свет падает на экран, в котором имеется узкая щель A. Прошедшая через щель волна падает на второй экран, в котором имеются уже две щели — B и C. Каждая из этих щелей даёт свою волну, причём эти две волны оказываются настолько близкими по своим свойствам, что могут интерферировать.

Результатом интерференции является появление светлых и тёмных участков на третьем экране, помещённом в область перекрытия волн, идущих от щелей B и C. Например, в точку R на экране волны приходят в одной фазе и усиливают друг друга. Напротив, в точке S волны ослабляют друг друга. Чтобы фаза волн была одинакова, необходимо, чтобы разность расстояний $r_B - r_C$ была кратна чётному числу полуволн: $r_B - r_C = 2n \frac{\lambda}{2}$, где λ — длина волны, $n = 0, 1, 2, 3, \dots$.

Для ослабления волн они должны приходить в какую-либо точку, например S, в противофазе, для этого разность расстояний $s_B - s_C$ должна быть кратна нечётному числу полуволн: $s_B - s_C = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$.

Если сопоставить интерференционной картине график интенсивности света I , то он будет иметь вид синусоиды, изображённой в правой части рисунка 52. Положение максимумов и минимумов синусоиды будет зависеть от длины волны, падающей на щель А. Это означает, что красный свет будет давать максимумы в одних точках, а синий — в других. Если же на экран будет падать свет, содержащий волны с разными длинами, например солнечный свет, то на экране появятся участки разных цветов, подобно тому как это имеет место при прохождении света через призму. Таким образом, в результате интерференции света от двух щелей можно получить разложение волны в спектр.

Более эффективно, как показал Фраунгофер, использовать для разложения света в спектр не одну, а много щелей, расположенных на одном и том же расстоянии друг от друга. В этом случае волна каждого цвета

Эффективность дифракционной решётки как спектрального прибора определяется плотностью щелей и их общим количеством. Современные решётки работают на отражении света. Свет отражается от стеклянной пластинки, а в местах, от которых свет не должен отражаться, алмазным резцом нарезаются полоски. Такие решётки содержат несколько тысяч штрихов на 1 мм, а общее число штрихов превышает 100 000.

даёт при прохождении через щели интерференционную картину в виде узких полос с тёмными промежутками между ними. Устройство, состоящее из большого числа равноотстоящих друг от друга щелей, нанесённых на некоторую поверхность, называют **дифракционной решёткой**. В настоящее время именно она используется для разложения волны в спектр.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА. Свет представляет собой волну, в которой изменяется электромагнитное поле. Это поле может быть представлено как совокупность электрического и магнитного полей. Свойства электромагнитной волны таковы, что вектор электрического поля $\vec{E}$ всегда перпендикулярен вектору индукции магнитного поля $\vec{B}$ и, кроме того, оба вектора перпендикулярны направлению распространения и соответственно скорости распространения волны $\vec{v}$. В то же время в разных точках пространства и в разные моменты времени векторы $\vec{E}$ и $\vec{B}$, оставаясь перпендикулярными друг другу и вектору скорости, могут изменять направления. В излучении от обычного источника света (солнечный свет, лампы накаливания) колебания векторов направлены хаотическим образом. Такой свет называют **естественным** или **неполяризованным**. При помощи специальных приборов — **поляризаторов** —

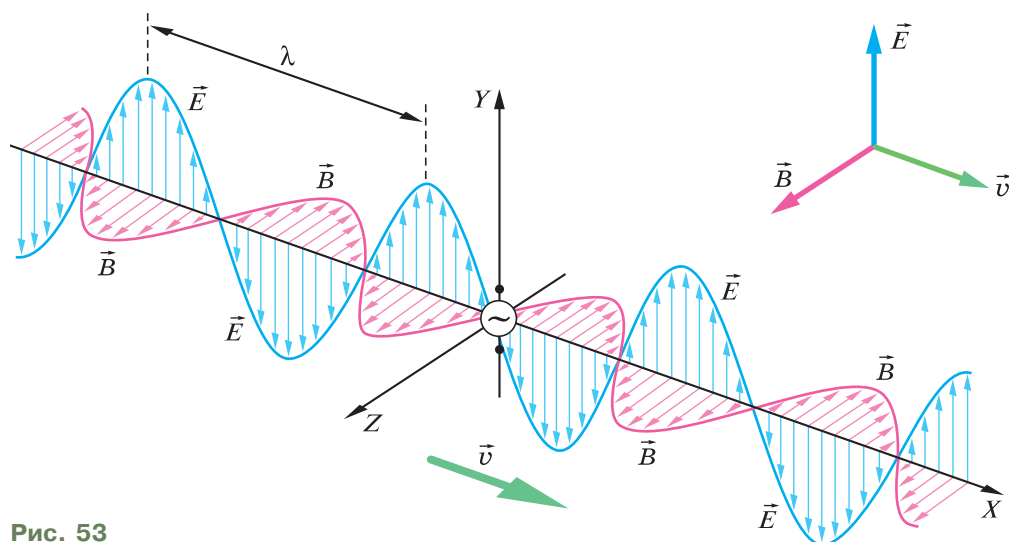


Рис. 53
Линейно-поляризованная волна

из такого неполяризованного света можно выделить волну, в которой векторы $\vec{E}$ и $\vec{B}$ будут направлены определённым образом. Вид подобной волны приведён на рисунке 53. Такой свет называют **линейно-поляризованным**.

Обычно поляризаторы представляют собой пластины, выполненные из прозрачного материала, например турмалина. Если на такую пластину направить пучок естественного света, то через неё будет пропущена лишь та часть падающего света, в которой вектор $\vec{E}$ ориентирован параллельно оси кристалла. В результате прохождения через пластину свет из естественного превращается в линейно-поляризованный (рис. 54, а). Если же на пластину направить линейно-поляризованный свет, то интенсивность света на выходе из пластины будет зависеть от положения оси кристалла относительно направления вектора $\vec{E}$ падающей волны. В частности, если ось кристалла будет перпендикулярна вектору $\vec{E}$, то свет нейдёт через эту пластину (рис. 54, б).

Линейно-поляризованный свет дают также лазерные источники.

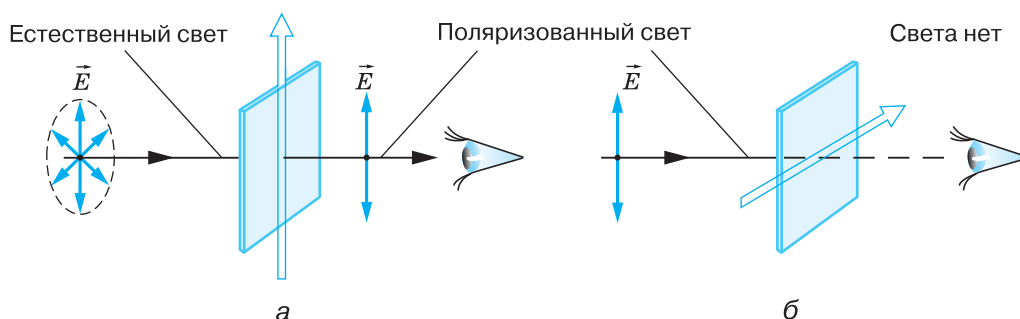


Рис. 54
Схема работы поляризатора

Интерференцию света используют в дифракционных решётках — оптических приборах, применяющихся для разложения светового излучения в спектр. Солнечный свет, а также свет, излучаемый обычными источниками света, является естественным (неполяризованным). При помощи поляризаторов из такого естественного света можно создать линейно-поляризованную световую волну.

**В новый
портфель**

??

- В схеме опыта Юнга (см. рис. 52) максимумы интенсивности излучения для различных длин волн не совпадают. Но один из максимумов для всех длин волн расположен в одной точке. Что это за максимум?
- Как при помощи двух поляризаторов создать устройство, через которое свет не будет проходить?

Наши глаза познавать не умеют природы предметов.
А потому не навязывай им заблуждений рассудка.

Лукреций

?

Что является основой восприятия объёмного изображения? Как искусственно воссоздать стереоэффект? Что такое голография?

Ключевые
слова

Бинокулярное зрение • Стереоэффект • Голография • Голограмма

Из старого
портфеля

Глаз как оптическая система. Оптические приборы. Свет — электромагнитная волна (см. § 26; Физика, 7—9 кл.; Биология, 8 кл.; Естествознание, 10 кл., § 56, 57). Поляризация света (см. § 28).

ПРИНЦИП СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ. С древнейших времён человек научился создавать искусственные изображения. Ранние произведения искусства были плоскостными, они не передавали объёмную форму предметов и их расположение в пространстве. Постепенно мастерство росло и художники научились воспроизводить перспективу (от франц. *perspective*, от лат. *perspicio* — ясно видеть, смотреть сквозь, постигать). Перспектива позволила художнику запечатлевать на плоскости любые объекты так, как мы видим их в природе, с учётом удалённости их от наблюдателя. Позднее появилась фотография, затем кино и телевидение, которые прекрасно воспроизводят перспективу.

И всё же изображения на всех этих картинах и фотографиях плоские. О том, что один предмет находится ближе другого, мы можем судить, сопоставляя известные нам размеры предметов или прослеживая взглядом расстояние от одного предмета до другого. (В кинематографии часто используют эту особенность восприятия изображения для создания оптических эффектов.)

Почему же искусственное изображение отличается от естественного? Чтобы понять это, достаточно посмотреть на мир одним глазом. Именно зрение двумя глазами обеспечивает объёмность изображения и позволяет судить о том, какой предмет находится ближе, а какой дальше. Такое зрение называют **бинокулярным** (от лат. *bini* — пара, два и *oculus* — глаз).

Проведите простой опыт. Закройте глаза и попросите вашего одноклассника расположить на расстоянии вытянутой от вас руки указательные пальцы правой и левой руки близко один к другому и так, чтобы один из них был на несколько сантиметров ближе к вам, чем другой. Откройте один глаз и попытайтесь определить, какой из пальцев ближе. С вероятностью 50 % вы ошибётесь. Но как только вы откроете другой глаз, задача станет легковывполнимой.

Эффект *стереоскопического восприятия* — восприятия окружающих предметов объёмными — объясняется очень просто. Изображения, видимые правым и левым глазом, немного различаются (рис. 55). Для левого глаза объект *A* практически сливается с объектом *B*, правый глаз видит оба этих объекта.

СОЗДАНИЕ СТЕРЕОЭФФЕКТА. Стереозффектом называют эффект, связанный с объёмным восприятием изображения. Как можно создать стереоэффект? Простейший способ — два раза сфотографировать объект: с позиции левого глаза и с позиции правого глаза. Затем нужно сделать так, чтобы изображение, предназначенное для левого глаза, не попадало в правый глаз и наоборот. Более сложной является вторая задача, и она решается несколькими способами.

Первый способ заключается в том, что каждый глаз через свой окуляр наблюдает своё изображение. Такой способ используют при просмотре стереослайдов. Этот же способ можно применить при просмотре изображения, формируемого компьютером (естественно, компьютер должен сформировать два изображения). Недостатком подобного способа является необходимость смотреть на изображение через некоторый прибор, по внешнему виду напоминающий бинокль (рис. 56).

Второй способ используют при просмотре стереооткрыток. В этом случае изображение строится из чередующихся полосок, каждая из которых соответствует изображению, предназначенному для левого или правого глаза. Над каждой парой полосок помещается микропризма из прозрачного материала (рис. 57). Лучи, отражённые от полосок, соответствующих изображению для левого глаза, после преломления в призме идут в направлении левого глаза. Таким способом формируется изображение для левого глаза. Аналогично формируется изображение для правого глаза. Если полоски достаточно тонкие, глаза не замечают дискретности изображения. Недостатком данного способа является необходимость чёткой ориентации объекта, формирующего изображение, относительно глаз.

Третий способ основан на свойствах поляризованного света. В этом случае изображения совмещаются на одном экране, однако каждое из изображений светится поляризованным в определённой плоскости светом. Оси поляризации изображений для левого и правого глаза взаимно перпендикулярны (рис. 58). Просмотр изображений происходит через специальные очки, стёкла которых являются *анализаторами* (поляризационными фильтрами), пропускающими свет только с определённой плоскостью поляризации (рис. 59). Оси поляризации стёкол очков подбирают таким образом, чтобы через стекло проходили только лучи, соответствующие изображению для данного глаза.

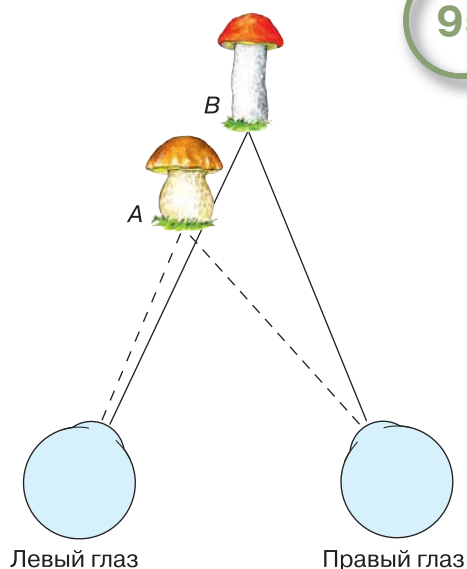


Рис. 55
Стереоскопическое восприятие глаз



Рис. 56
Стереоскоп — самое простое устройство для просмотра стереослайдов

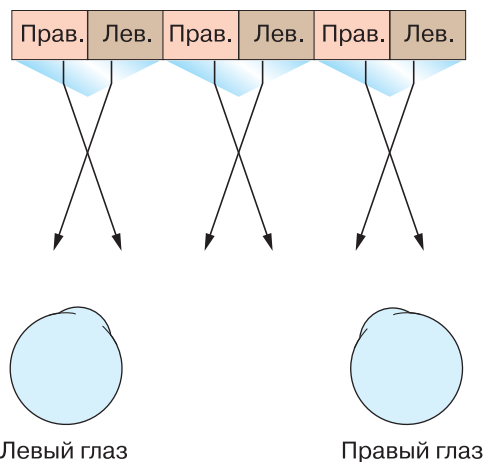


Рис. 57
Просмотр стереооткрыток

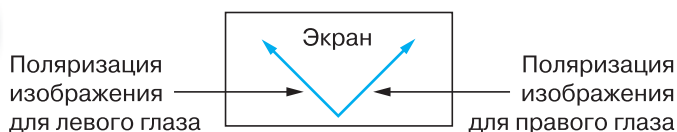


Рис. 58
Просмотр изображения
в поляризованном свете

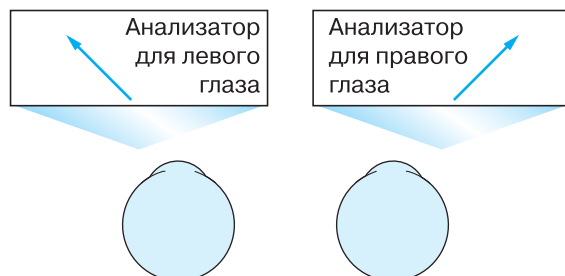


Рис. 59
Очки с поляризационными
фильтрами

Поскольку плоскости поляризации взаимно перпендикулярны, анализаторы полностью блокируют лучи, соответствующие изображению для другого глаза. В результате каждый глаз видит только своё изображение.

Этот способ используют в современных стереокинотеатрах, в настоящее время он является одним из наиболее удобных для зрителей. Просмотр изображения через очки, которые похожи на обычные, не связан с каким-либо дискомфортом для зрителя. Этот способ может быть использован и при просмотре изображения на мониторе. Для этого достаточно на экране монитора выделить элементы для левого и правого глаза (число элементов экрана придётся, естественно, удвоить) и покрыть элементы поляризаторами, пропускающими лучи с определённой плоскостью поляризации. Просмотр стереоизображения, как и в кинотеатре, должен осуществляться через очки с анализаторами.

ГОЛОГРАФИЯ. Развитие технологий, связанных с волновой оптикой, позволило разработать ещё более совершенный способ создания стереоскопического изображения. Если свет — это волна, то почему бы не «сфотографировать» волну, приходящую к нашей голове, а затем как-то восстановить её? Тогда левый глаз будет автоматически воспринимать ту часть волны, которая попадала в левый глаз, и то же самое будет происходить с правым глазом. Чем отличается волна, идущая от трёхмерного объекта, от волны, идущей от двухмерного изображения, если на сетчатке одного глаза обе волны дают одно и то же изображение?

В работах Христиана Гюйгенса и Огюстена Френеля был сформулирован принцип (так называемый принцип Гюйгенса—Френеля), в соответствии с которым волна, приходящая от какого-либо объекта, может быть представлена как интерференция вторичных волн от любой точки пространства. При такой интерференции необходимо учитывать фазу каждой вторичной волны, испускаемой каждой точкой пространства.

Двухмерное изображение (картина, фотография и т. д.) может дать ин-

формацию лишь об амплитуде волны, испускаемой каждой точкой. Таким образом, возникла задача «сфотографировать» не только амплитуду волны в разных точках, но и соответствующие фазы.

Общую теорию голографии разработал английский физик венгерского происхождения Деннис Габор в 1947 г. Он же предложил термин «голограмма» (1948). В 1971 г. Габору была присуждена Нобелевская премия «за изобретение и разработку голографического метода».

Задача «фотографирования» фазы волны была решена на основе использования явления интерференции. Метод получения объёмного изображения на основе интерференции волн называют **голографией**, а носитель объёмного изображения (фотографическую пластинку) — **голограммой**.

Принцип создания голограммы проиллюстрирован на рисунке 60. Волна от лазерного источника падает на полупрозрачное зеркало *В*. Часть волны отражается и попадает на фотопластинку *С*. Эта часть волны называется *опорной волной*. Другая часть волны проходит сквозь зеркало и падает на фотографируемый объект *А*. Отражённая от объекта волна (которая называется *информационной волной*) также падает на фотопластинку *С*. В области фотопластинки происходит интерференция опорной и информационной волн. В результате этой интерференции какие-то области фотопластинки освещаются более ярко, а какие-то — менее. Эта интерференционная картина фиксируется фотопластинкой как обычная фотография.

Изображение на фотопластинке обрабатывается обычными фотографическими методами. Если после этого осветить фотопластинку достаточно ярким светом, то мы увидим трёхмерное изображение сфотографированного объекта. Изображение воссоздаётся не в области фотопластинки, а за ней, там, где находился сфотографированный объект. Изображение получается настолько реальным, что позволяет даже заглянуть за некоторые предметы, которые были сфотографированы. Развитие голографии стало возможным только после создания мощных лазерных источников. В настоящее время процесс создания голограмм очень трудоёмкий и дорогой. Однако развитие технологий, возможно, сделает голограммы таким же обыденным явлением, как фотографии.

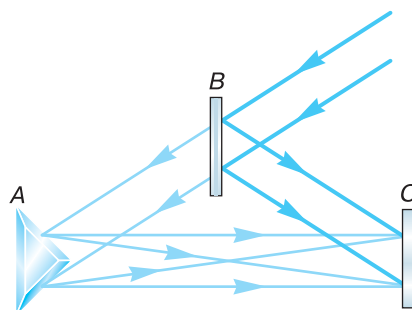


Рис. 60

Схема создания голограммы

Восприятие объёмного (стереоскопического) изображения основано на бинокулярном зрении. Чтобы получить искусственное стереоизображение, необходимо, чтобы каждый глаз воспринимал своё, предварительно сформированное изображение. Голография представляет собой метод создания объёмных изображений предметов на основе явления интерференции волн.

**В новый
портфель**

??

- Стереозффект практически пропадает при рассмотрении удалённых объектов в бинокль. Чтобы воссоздать стереозффект, в этом случае используют стереотрубу — оптический прибор, состоящий из двух перископов, соединённых вместе у окуляров и разведённых в стороны у объективов, для наблюдения удалённых предметов двумя глазами. Что видит наблюдатель? В чём отличие стереотрубы от бинокля? За счёт чего достигается усиление стереозффекта? Поясните свои ответы на основе законов оптики.
- Фотография получила распространение в начале XX в., когда принцип Гюйгенса—Френеля был уже известен. Голография же возникла лишь во второй половине XX в. Дайте объяснение этим фактам.

30 КОРПУСКУЛЯРНЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА. ПРИБОРЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ КОРПУСКУЛЯРНЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА

Урок-лекция

За все пятьдесят лет целенаправленных размышлений я ни на шаг не приблизился к ответу на вопрос: что такое кванты света? Конечно, нынче всякий проходимец думает, что знает ответ, но это самообман.

А. Эйнштейн

?

Какое явление лежит в основе работы фотоэлемента? Что такое внутренний фотоэффект? Какие приборы работают на основе внутреннего фотоэффекта?

Ключевые слова

Внешний фотоэффект • Вакуумный фотоэлемент • Внутренний фотоэффект • Фоторезистор • Солнечные фотопреобразователи • Фоточувствительные приборы с зарядовой связью

Из старого портфеля

Свет — электромагнитная волна. Свет — поток частиц. Фотоэффект (Физика, 7—9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 22, 23).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА. Известное вам явление фотоэффекта называют также **внешним фотоэффектом**, поскольку выбитые светом электроны начинают двигаться вне металла. Сила тока, создаваемого выбитыми из металла электронами, прямо пропорциональна интенсивности падающего излучения. На основе этого явления был создан прибор — **вакуумный фотоэлемент**, который преобразует оптический сигнал (изменяющийся во времени световой поток) в электрический сигнал (изменяющийся во времени электрический ток).

Фотоэлементы используют в качестве датчиков в самых разнообразных устройствах. Примером могут служить турникеты в метро: при прохождении через турникет пассажир последовательно перекрывает лучи света, которые засвечивают фотоэлементы.

С появлением звукового кино фотоэлементы стали работать в киноустановках. На специальной звуковой дорожке на краю киноленты записывается звук. Визуально запись видна как полоска прозрачности. Проходящий через звуковую дорожку свет изменяет во времени свою интенсивность, фотоэлемент преобразует этот сигнал в электрический, который через усилитель поступает на громкоговоритель (рис. 61).

Развитие телевидения привело к необходимости создания передающих телевизионных трубок. Длительное время такие трубки, принцип действия которых основан на явлении внешнего фотоэффекта, были единственными приборами, преобразующими изображение в электрический сигнал.



Бог двуликий Янус

Как вы думаете, в чём заключается «двуликость» света?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ФОТОЭФФЕКТА. Ещё более практичным оказался **внутренний фотоэффект**, обнаруженный в полупроводниках. При внутреннем фотоэффекте электрон, поглотивший квант света, не вылетает из полупроводника, а лишь переходит в состояние с большей энергией, подобно тому как это происходит в атоме. Однако если в исходном состоянии с меньшей энергией электрон был прочно связан со своим ядром, то в возбуждённом состоянии он оказывается более свободным и может, двигаясь по кристаллу, участвовать в создании электрического тока. Это проявляется в изменении электрического сопротивления полупроводника под действием света. Подобные приборы, называемые **фоторезисторами**, успешно работают в качестве датчиков, так же как и фотоэлементы, однако имеют существенно меньшие габариты.

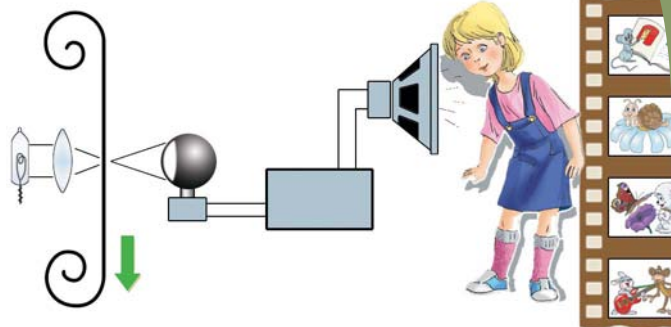


Рис. 61

Схема воспроизведения звука с киноплёнки

Интересные открытия были сделаны во время исследований явлений, происходящих на границах между различными полупроводниками, полупроводниками и металлами, полупроводниками и диэлектриками. На основе результатов этих исследований были сконструированы приборы, вырабатывающие электрический ток под воздействием света, — **солнечные фотопреобразователи**. Эти приборы успешно работают в солнечных батареях космических станций.

В других приборах под воздействием света в течение некоторого времени накапливается электрический заряд, который затем считывается и преобразуется в электрический сигнал. Такие приборы называются **фоточувствительными приборами с зарядовой связью**. Совокупность таких приборов на одном кристалле (до одного миллиона элементов) образует ПЗС-матрицу (см. § 26). Каждый элемент прибора отвечает за преобразование света, поступающего в область его расположения, в электрический сигнал. Отличительной особенностью таких приборов является их чрезвычайная компактность (размер матриц — несколько сантиметров) и малое потребление энергии. Именно ПЗС-матрицы работают в настоящее время в цифровых фотоаппаратах, видеокамерах (в том числе и в мобильных телефонах), сканерах.

Фотоэффект широко используется в технике. На явлениях внешнего и внутреннего фотоэффекта основана работа приборов, преобразующих световой сигнал в электрический. Эти приборы применяют во многих современных устройствах, в частности преобразующих видеоизображение в электрический сигнал.

**В новый
портфель**

??

- Приведите примеры использования фотоэлементов (кроме тех, о которых вы узнали в данном параграфе).
- Используя различные источники информации, изобразите схему работы солнечной батареи (батареи солнечных элементов).

31 СВОЙСТВА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРА

Урок-лекция

Луч описал петлю в воздухе
и упал на носовую часть нашего пакетбота.
Послышалось ужасающее шипение,
вспыхнуло зеленоватое пламя разрезаемой стали.

А. Н. Толстой

?

Что такое вынужденное излучение? Каков принцип работы оптических квантовых генераторов? Для чего нужна накачка? Какие основные свойства лазерного излучения отличают его от излучения других источников света? На какие типы подразделяют лазеры? Какое применение находят лазеры?

Ключевые
слова

**Лазер • Спонтанное излучение • Вынужденное излучение •
Населённость уровня энергии • Нормальная населённость •
Инверсная населённость • Накачка • Оптический резонатор •
Оптическая накачка**

Из старого
портфеля

Свет — электромагнитная волна (Физика, 7—9 кл.). Свойства волн (Естествознание, 10 кл., § 22, 23).

ОПТИЧЕСКИЙ КВАНТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР (ЛАЗЕР). Оптические квантовые генераторы генерируют световой сигнал, т. е. электромагнитную волну в видимом диапазоне спектра. Более известный термин для обозначения оптических квантовых генераторов — **лазер**.

Как вы знаете, процесс излучения обусловлен переходом электрона в атоме или молекуле с более высокого на более низкий энергетический уровень с излучением кванта света. При поглощении кванта света происходит обратный переход. Если атом находится на более высоком уровне энергии, он может самопроизвольно (спонтанно), без внешнего воздействия, перейти на более низкий уровень. Излучение кванта света при таком процессе называют **спонтанным излучением**.

Переход на более низкий уровень может произойти и под влиянием внешнего электромагнитного поля, например при взаимодействии атома с «налетевшим» на него квантом света. В результате исходный квант сохраняется, но дополнительно излучается ещё такой же квант. Такое излучение называют **вынужденным излучением**. Процесс вынужденного излучения, как и процесс поглощения света, имеет резонансный характер, т. е. происходит, когда энергия вынуждающего кванта равна разности энергий начального и конечного состояний атома.

Прочитайте роман А. Н. Толстого «Гиперболоид инженера Гарина». Сегодня уже созданы мощные лазеры, а вот оружия, подобного гиперболоиду Гарина, нет. Как вы думаете, почему?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Атомы в веществе с определённой вероятностью могут находиться в состояниях с верхним или нижним значением энергии. Такая вероятность пропорциональна числу n атомов, находящихся в состоянии с данной энергией. Величина n характеризует заданный энергетический уровень и называется **населённостью** данного уровня энергии.

В состоянии термодинамического равновесия большинство атомов n_1 находится в нижнем энергетическом состоянии и некоторая часть n_2 — в верхнем, т. е. $n_1 > n_2$. В этом случае говорят о **нормальной населённости** уровней.

Если с помощью резонансного излучения или потока электронов перевести значительную часть атомов в состояние с большей энергией (возбудить атомы), то возникнет **инверсная населённость** уровней, при которой $n_1 < n_2$, и будет создано условие для излучения атомов.

Процесс создания инверсной населённости называется **накачкой**. Он реализуется в лазерах.

Однако создание инверсной населённости среды — условие необходимое, но недостаточное для лазерной генерации. Необходимо обеспечить также усиление возникающего излучения. Усиление будет тем больше, чем длиннее рабочее пространство, в котором создаётся инверсная населённость. Так, при большой длине рабочего пространства число процессов вынужденного излучения, происходящих с одним вошедшим фотоном, увеличивается в геометрической прогрессии, и интенсивность выходящего света лавинообразно нарастает. Процесс описывается экспоненциальным законом (см.: Естествознание, 10 кл., § 2).

Однако делать очень протяжённую рабочую среду неудобно. Вместо этого её помещают в **оптический резонатор**, представляющий собой систему из двух плоских взаимно параллельных зеркал (рис. 62). Отражаясь от зеркал, фотоны многократно пробегают рабочую область, чем достигается большой коэффициент усиления. Чтобы обеспечить выход излучения, одно из зеркал делают полупрозрачным.

Помимо того что резонатор даёт тот же эффект, что и удлинение рабочей области, он ещё отсеивает «ненужные» фотоны. Ограниченная волна всегда имеет дискретный набор частот. Это означает, что эффективно в резонаторе будут усиливаться лишь волны определённых частот, на которые он настроен.

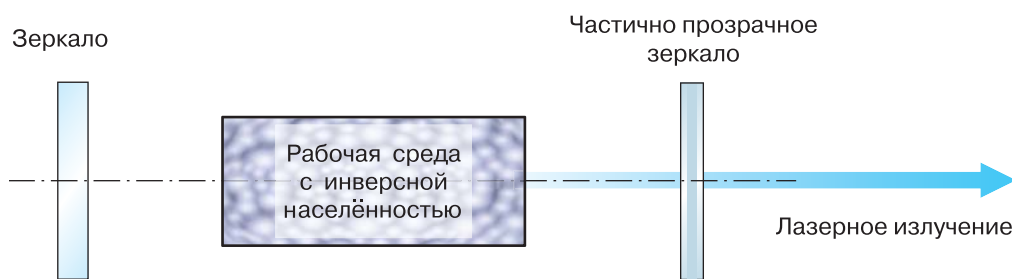


Рис. 62

Схема оптического резонатора

Вынужденное излучение — излучение атома под воздействием падающего на него кванта света. Оптические квантовые генераторы (лазеры) — источники света, работающие на основе создания инверсной населённости атомов и усиления вынужденного излучения.

**В новый
портфель**

СВОЙСТВА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. Каковы же свойства лазерного излучения, которые существенно отличают его от излучения других источников света? Прежде всего это высокая монохроматичность: при разложении лазерного излучения в спектр получается очень узкая линия. Это свойство оказалось важным для научных исследований, особенно в спектроскопии, молекулярной физике и химии.

Ещё одно свойство этого излучения — возможность получить узкий (порядка нескольких миллиметров) малорасходящийся луч. С этим свойством связана и возможность фокусировки лазерного излучения в пятно очень малых размеров. По этому показателю лазерное излучение существенно превосходит излучение всех других источников света. Дело в том, что сфокусировать изображение обычного источника, имеющего конечные размеры, — то же самое, что получить его уменьшенное изображение. При значительном уменьшении коэффициент уменьшения пропорционален величине $\frac{f}{d}$, где f — фокусное расстояние

линзы; d — расстояние от линзы до источника света. Реально этот коэффициент невозможно сделать очень малым: при большом удалении источника очень малая часть излучения будет проходить через линзу. Лазер же даёт практически параллельный луч, который при помощи линзы можно сфокусировать в очень узкое пятно. Размеры этого пятна ограничены лишь общими свойствами волн и не могут быть меньше длины волны излучения. Для оптического излучения размеры пятна могут достигать долей микрометра.

Из последнего свойства следует возможность получения излучения высокой интенсивности: поскольку через меньшее сечение проходит то же самое излучение, его интенсивность возрастает. Увеличение интенсивности пропорционально отношению площадей сечений или квадрату отношения размеров пятен.

Наконец, ещё одно свойство, которое отличает лазерное излучение от теплового. Лампа накаливания начинает светить после того, как она нагреется, и прекращает свечение после остывания. Для обычных ламп накаливания эта величина составляет доли секунды и практически незаметна для глаза. Однако получить световой импульс длительностью, например, в одну миллионную секунды при помощи лампы накаливания просто невозможно. Лазер не требует времени для нагрева, и сейчас уже научились получать импульсы излучения длительностью порядка 10^{-15} с (одна миллиардная от одной миллионной!). При помощи подобных коротких импульсов удаётся даже «рассмотреть» процесс протекания быстрых химических реакций.

В новый портфель

Основные свойства лазерного излучения: высокая монохроматичность, возможность получения узкого малорасходящегося луча, возможность фокусировки лазерного излучения в пятно размером меньше микрометра, возможность получения излучения очень высокой интенсивности и короткой длительности.

ТИПЫ ЛАЗЕРОВ. Конструкции лазеров очень разнообразны. По типу активной среды лазеры подразделяют на газовые, жидкостные и твердотельные. Создание инверсной населённости может быть осуществлено разными методами. В *газовых лазерах* накачка производится за счёт электрических разрядов. В результате разряда создаётся плазма, в которой при столкновении атомов, ионов и электронов возникает инверсная населённость уровней.

Другой способ накачки — химические реакции, в результате которых некоторые продукты реакций (атомы и молекулы) оказываются в возбуждённом состоянии. Такие лазеры называют *химическими*.

При **оптической накачке** мощный источник света переводит атомы в высоковозбуждённые состояния, из которых они в результате последовательных переходов с уровня на уровень (каскадные переходы) попадают на нужный уровень (рис. 63).

Широко распространены *полупроводниковые лазеры* (например, лазерная указка). В них инверсная населённость возникает при переходе электрона из полупроводника одного типа в полупроводник другого типа.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ. Благодаря своим исключительным свойствам по сравнению с другими источниками света лазеры находят широкое применение.

Узкий нерасходящийся лазерный луч применяется при строительстве туннелей, когда необходимо «прочертить» прямую линию на значительное расстояние. Другое применение такого луча — лазерные прицелы. При использовании хорошо отлаженного оружия с лазерным прицелом пуля попадает точно в пятно, образуемое лазером на мишени.

Возможность точной фокусировки лазерного луча используется при записи информации на оптические диски. Модулированный лазерный луч при попадании на диск со специальным покрытием оставляет на нём ямки размером меньше микрометра. Для других источников света такая фокусировка, а значит, и запись на оптические диски в принципе невозможны.

Возможность получения интенсивного излучения при фокусировке в точно заданном месте используется в медицине, в частности в микрохирургии глаза. Лазер как тончайший скальпель, проникающий в нужное место, может вырезать мельчайшие участки ткани. В других устройствах подобные, но более мощные лазеры могут резать различные материалы, проделывать в них отверстия и т. д.

Всё большее применение лазеры находят в искусстве. С их помощью создаются феерические и быстроизменяющиеся живописные картины на сцене. Лазером можно рисовать даже в пространстве, например на облаке дыма.

Не прекращаются работы по использованию лазеров в вооружении. Хотя первая крупномасштабная программа использования лазеров в космических войсках (программа СОИ — стратегическая оборонная инициатива, разрабатывавшаяся в США в конце XX в.) не была осуществлена, идея «звёздных войн» вовсе не забыта.

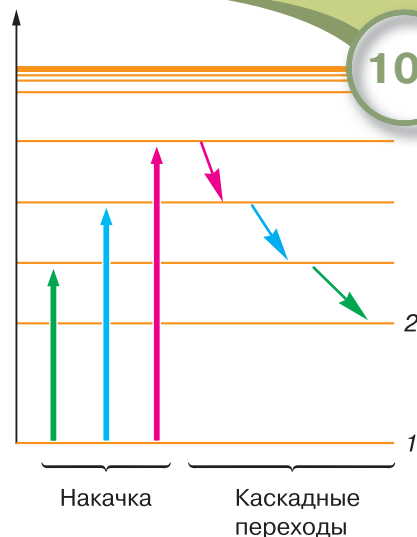


Рис. 63
Оптическая накачка

Благодаря необычным свойствам излучения лазеры находят применение в различных областях науки и отраслях промышленности, в медицине, искусстве, военном деле.

**В новый
портфель**

??

- ▶ Чем процесс вынужденного излучения света отличается от процесса спонтанного излучения?
- ▶ Существуют химические способы создания инверсной населённости. Предложите гипотезу, описывающую, как это происходит.
- ▶ Почему развитие микрохирургии глаза стало возможным только с появлением лазерных источников света?
- ▶ Почему в голографии необходимо использование лазерных источников излучения?

32 ПРОЯВЛЕНИЕ ВОЛНОВЫХ СВОЙСТВ СВЕТА

Урок-практикум

Перочинный ножичек в руках хирурга
далеко лучше иного преострого ланцета.

Козьма Прутков

?

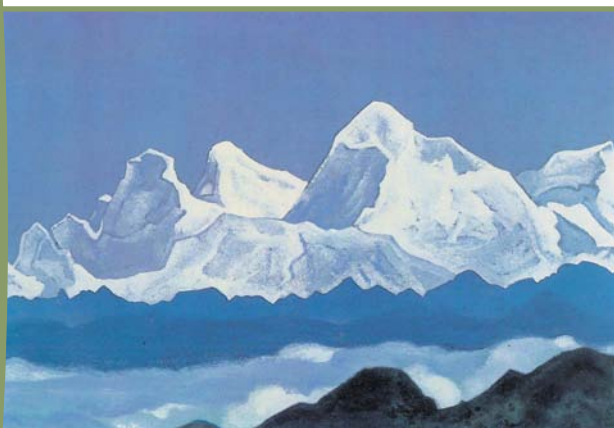
Как зависит расстояние между интерференционными максимумами после прохождения света через дифракционную решётку от длины волны света и периода решётки? Чем различаются оптические дорожки дисков CD и DVD?

Из старого портфеля

Отражение и преломление света. Свет — электромагнитная волна (Физика, 7—9 кл.). Интерференция света и дифракционная решётка. Свойства лазерного излучения и использование лазеров (см. § 28, 31).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Исследовать проявление волновых свойств света, которые нашли применение в современных приборах.

Оборудование: персональный компьютер, мультимедийный диск («Открытая физика»), лазерная указка, диски с оптической записью (CD и DVD), экран или лист белой бумаги формата A4.



Николай Рерих. Эверест

Мы не видим, что свет — это волна, и всё же при рассмотрении этой картины кажется, что свет волнообразно движется. Как, по-вашему, автор достиг этого эффекта? Наблюдали ли вы нечто подобное в реальности?

ПЛАН РАБОТЫ

1. Воспользовавшись мультимедийной моделью, исследовать интерференцию света и действие дифракционной решётки.
2. Последовательно выполняя задания, исследовать при помощи лазерной указки и дисков с оптической записью работу дифракционной решётки.

1. Проведите мультимедийный эксперимент с дифракционной решёткой. У вас есть возможность изменять длину волны λ падающего света и период решётки d (расстояние между серединами соседних штрихов). Сделайте вывод (качественный, а не количественный), как зависит расстояние между интерференционными максимумами на экране от этих параметров. Сравните ваш вывод с тем, что даёт формула, приведённая в углу экрана (индекс m в этой формуле нумерует интерференционные максимумы).

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

2. Диски с оптической записью (CD и DVD) представляют собой *отражательные* (работающие на отражённом свете) дифракционные решётки, только штрихи у них свёрнуты в кольца. Именно поэтому вы видите цвет отражённого от них света. Проведите простой опыт с такими дисками и лазерной указкой.

Положите диск CD на стол оптически дорожками кверху. Перпендикулярно диску установите экран (или лист белой бумаги). Направьте луч лазерной указки на диск и наблюдайте светящиеся пятна на экране — результат падения на экран отражённой от диска волны. Хороший результат получится, если указку держать в нескольких сантиметрах от диска, а луч направить примерно под углом 45° к плоскости диска (рис. 64). На экране вы увидите по меньшей мере три световых пятна (на большом экране и при затемнении можно увидеть больше пятен). Объясните опыт.

Проведите тот же опыт с диском DVD. На основании результатов мультимедийного опыта с дифракционной решёткой (предыдущее задание) сделайте вывод, чем различаются исследуемые диски.

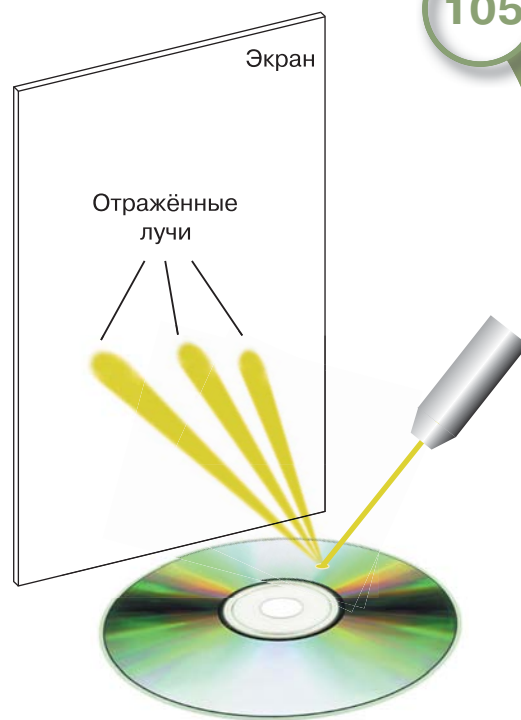


Рис. 64
Схема опыта с оптическим диском и лазерной указкой

Дополнительные источники информации

1. Мякишев Г. Я. Физика. 11 кл.: учеб. с приложением на электронном носителе / [Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин]; под ред. В. И. Николаева, Н. А. Парфентьевой. — М.: Просвещение, 2013.
2. Энциклопедия для детей. [Т. 16.] Физика. В 2 ч. — М.: Аванта+, 2008.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Лазеры даже самой малой мощности (например, обычные лазерные указки) могут представлять опасность для зрения. При попадании в глаз луч лазера фокусируется в пятно очень малых размеров, что может за доли секунды привести к ожогам сетчатки глаза, частичной или полной необратимой потере зрения. Зеркальные отражения (от блестящих поверхностей вроде стекла и металла) могут быть настолько же опасными, как и сам луч.

Ни в коем случае не смотрите в луч лазера, не направляйте луч лазера в глаза (людям, животным): это может нанести непоправимый вред здоровью! Никогда не направляйте луч лазера в окно, на транспортные средства с пассажирами или без них.

Расстояние между интерференционными максимумами прямо пропорционально длине волны и обратно пропорционально периоду решётки. Оптические дорожки в DVD-дисках располагаются более плотно, чем в CD-дисках.

**В новый
портфель**

...Техника — только средство, сама по себе она не хороша и не дурна. Всё зависит от того, что из неё сделает человек, чему она служит и в какие условия он её ставит.

К. Ясперс

?

Почему опасна радиация? Какое практическое применение находят радиоактивные изотопы? Почему ядерные реакции при одинаковой массе исходных веществ дают гораздо большую энергию, чем химические реакции? Что необходимо для осуществления самоподдерживающихся ядерных реакций?

Ключевые
слова

Меченые атомы • Радиоактивный анализ • Ядерные реакции • Реакция деления ядра • Критическая масса • Реакция ядерного синтеза

Из старого
портфеля

Состав атомного ядра. Энергия связи атомных ядер. Ядерные реакции. Источники энергии Солнца и звёзд. Ядерная энергетика. Влияние радиоактивных излучений на живые организмы (Физика, 7—9 кл.). Строение атома: ядро (протоны и нейтроны) и электроны. Изотопы (Химия, 8 кл.; Естествознание, 10 кл., § 2, 25, 26, 64, 74).



Как вы считаете, научилось ли человечество управлять такими «коными», как ядерные технологии?

Себастьяно Риччи.
Падение Фазтона
(фрагмент)

Отношение к ядерным технологиям в обществе неоднозначно. Существует мнение, согласно которому учёные в XX в. «выпустили джинна из бутылки» и рано или поздно этот джинн уничтожит человечество. Ядерное оружие — самое страшное оружие, которое когда-либо было в руках человека. Местность с радиоактивным заражением, оставшимся после испытаний ядерного оружия или технологической катастрофы, подобной аварии на Чернобыльской АЭС, тоже результат использования ядерных технологий. Но оказывается, что попытки отказаться от ядерных технологий даже в масштабах регионов приводят к проблемам с энергообеспечением.

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

РАДИОАКТИВНОСТЬ И ИЗОТОПЫ. Как вы знаете, явление радиоактивности заключается в испускании радиоактивными ядрами α -частиц (ядер атомов изотопов гелия ${}^4_2\text{He}$), β -частиц (электронов) и γ -лучей, или γ -квантов (жёсткого электромагнитного излучения). Эти излучения сопровождают различные ядерные реакции. Ещё первооткрыватель радиоактивности Пьер Кюри обратил внимание на влияние радиоактивных излучений на живой организм и даже целенаправленно испытал это влияние на себе.

Поражающее действие радиоактивного излучения связано с его *ионизирующим воздействием* — проходя через любую среду, оно приводит к ионизации атомов и молекул. Химические реакции с ионизированными атомами и молекулами отличаются от реакций, обычно происходящих в организме, что приводит к возникновению различных заболеваний.

Как и все процессы, происходящие в микромире, воздействие на молекулы компонентов радиоактивного излучения имеет вероятностный характер. Возможность ионизации пропорциональна дозе облучения, которая, в свою очередь, пропорциональна интенсивности потока излучения и длительности облучения. Слабые потоки радиоактивного излучения, составляющие естественный радиоактивный фон, практически не приносят вреда организму. Сильные потоки могут привести к гибели организма в течение нескольких часов. Особая опасность радиоактивного излучения связана с тем, что человек не может почувствовать радиацию, что и привело к гибели многих учёных и конструкторов, разрабатывавших ядерные технологии.

Способностью к самопроизвольному радиоактивному распаду обладают ядра различных изотопов. Однако радиоактивные ядра лёгких изотопов в природе мало распространены, и только тяжёлые ядра, подобные ядру урана, при всех изотопических составах являются радиоактивными.

Радиоактивные изотопы нашли практическое применение в различных областях науки и техники. Искусственным путём научились создавать так называемые **меченые атомы** — атомы, содержащие радиоактивные ядра. Они участвуют во всех химических и многих физических процессах как обычные атомы, но могут быть легко обнаружены по радиоактивному излучению.

Меченые атомы позволяют исследовать явление диффузии, физико-химические процессы в живых организмах (при малых концентрациях изотопы не оказывают вредного воздействия на организм). В результате таких исследований было, например, установлено, что выделяемый при фотосинтезе кислород поступает в растения не с углекислым газом, а с водой.

Другой важный пример — применение метода **радиоактивного анализа** в археологии. В растениях всегда имеется β -радиоактивный изотоп углерода ${}^{14}_6\text{C}$ с периодом полураспада $T = 5700$ лет. Он поступает в растения из атмосферы (где образуется из азота в результате воздействия нейтронов, возникающих при взаимодействии космических лучей с молекулами воздуха). Таким образом, живые растения и поедающие их животные содержат строго определённый процент радиоактивного изотопа углерода. После гибели организма поступление этого изотопа прекращается и его процентное содержание уменьшается

в соответствии с законом радиоактивного распада $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$, где N — число нераспавшихся атомов к моменту времени t ; N_0 — число атомов в начальный момент времени. Если определить процентное содержание изотопа ${}^{14}_6\text{C}$ в органических остатках, то по этим данным можно будет определить их возраст, если он находится в пределах от 1000 до 100 000 лет.

ЭНЕРГИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ. Из всевозможных ядерных реакций практическое применение нашли реакции, идущие с выделением энергии.

В среднем ядерные реакции при той же массе исходных веществ дают энергии больше, чем химические реакции, в 10^4 — 10^5 раз. Как это можно объяснить?

Дело в том, что энергия химических реакций имеет тот же порядок величины, что и энергия электрона в атоме. Эта энергия сравнима с энергией кулоновского взаимодействия электрона с ядром, которая обратно пропорциональна расстоянию между ядром и электроном, т. е.

пропорциональна $\frac{1}{R_a}$, где R_a — размер атома. Энергия ядерных реак-

ций — это энергия сильных взаимодействий в атомном ядре. Поскольку в ядре сильные взаимодействия компенсируют кулоновское отталкивание протонов, то энергия сильного взаимодействия имеет тот же порядок, что и энергия кулоновского отталкивания протонов в ядре,

При делении одного ядра урана выделяется энергия около 200 МэВ. При полном же делении всех ядер, имеющихся в 1 г урана, выделяется энергия $2,3 \cdot 10^4$ кВт·ч. Это эквивалентно энергии, получаемой при сгорании 3 т угля или 2,5 т нефти.

При синтезе одного ядра гелия из четырёх протонов выделяется энергия около 24 МэВ.

Самоподдерживающаяся реакция деления тяжёлых ядер, в которой непрерывно воспроизводятся нейтроны, делящие всё новые и новые ядра, называется цепной реакцией деления. Расчёт этой реакции впервые был проделан в 1939—1940 гг. выдающимися советскими физиками Я. Б. Зельдовичем и Ю. Б. Харитоном.

т. е. пропорциональна $\frac{1}{R_j}$, где R_j — размер атом-

ного ядра. Вспомните теперь, что размер атома превосходит размер атомного ядра в 10^4 — 10^5 раз.

Существенное уменьшение массы ядерного топлива по сравнению с массой химического топлива оказывается очень важным, например, при конструировании подводных лодок и ледоколов. Суда, двигатели которых работают на ядерном горючем, могут месяцами без дозаправки двигаться и обеспечивать жизнедеятельность экипажа.

УСЛОВИЯ САМОПОДДЕРЖИВАНИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ. Большинство искусственно воспроизводимых ядерных реакций осуществляется на ускорителях, где различные ядра атомов сталкиваются друг с другом. Чтобы ядерная реакция была использована практически, она должна сама поддерживать себя хотя бы какое-то время. Именно такой реакцией является **реакция деления ядра урана** под воздействием нейтронов:



При таком делении образуются три (или два) вторичных нейтрона, которые могут стать причиной деления следующих ядер. Реакция приобретает взрывной характер.

Однако образовавшиеся в результате деления ядра нейтроны могут и не вызвать деление следующих ядер. Так, нейтрон может вылететь из объёма вещества, не вступив в реакцию с каким-либо ядром. Здесь опять играет роль вероятностный характер законов микромира. При увеличении объёма, а следовательно, и массы делящегося вещества относительный процент вылетевших за пределы объёма вещества нейтронов уменьшается. Поэтому существует определённая **критическая масса** — минимально необходимая масса для осуществления самоподдерживающейся ядерной реакции распада. Для чистого урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ критическая масса вещества равна 48 кг.

Ещё сложнее осуществить самоподдерживающуюся **реакцию ядерного синтеза**. Чтобы такая реакция произошла, ядра необходимо сблизить на расстояние, когда начинают работать ядерные силы, т. е. до величины порядка 10^{-15} м. Для этого необходимо преодолеть кулонов-

ское отталкивание ядер. На ускорителях это достигается разгоном ядер до больших скоростей. Если такая реакция осуществляется в некотором макроскопическом объёме вещества, то единственная возможность столкнуть ядра — нагреть вещество до огромных температур, порядка 100 млн градусов. Кроме того, вещество должно быть достаточно плотным, чтобы образовавшаяся в результате одной реакции энергия послужила исходной энергией для следующей реакции.

В силу сложности создания подобных условий первые реакции ядерного синтеза сначала были неуправляемыми, т. е. осуществлялись в виде взрывов.

Практическое применение такие ядерные реакции нашли в атомной бомбе (использование энергии деления ядра урана) и в водородной бомбе (использование энергии ядерного синтеза). Человек получил самое грозное оружие, которое, к сожалению, было испытано на людях. В 1945 г. армия США подвергла атомной бомбардировке японские города Хиросиму и Нагасаки. Перефразируя эпитафию, можно сказать, что ни ядерные реакции, ни ядерные технологии в этом не виноваты. А вот у людей — политиков, учёных, простых обывателей — должна быть ответственность, возрастающая по мере того, как человек становится обладателем всё более разрушающей силы.

Радиоактивное излучение в большой дозе опасно для здоровья человека. Способность отдельных изотопов ядер к радиоактивному распаду находит различные применения, в частности для определения возраста органических остатков растений и животных. Реакции распада тяжёлых ядер и синтеза лёгких ядер могут использоваться для получения энергии. Для этого необходимо осуществить условие самоподдерживания этих реакций.

**В новый
портфель**

??

- Образующиеся в результате ядерных реакций нейтроны также могут оказывать вредное воздействие на организм. Как вы думаете, почему?
- Что и во сколько раз больше — энергия, образовавшаяся при делении 1 г урана, или энергия, образовавшаяся при синтезе 1 г гелия?
- Для осуществления реакций ядерного синтеза на Земле требуются температуры, в несколько раз превышающие температуру в недрах Солнца. Как вы думаете, почему?

34 ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Урок-конференция

...Нелишне напомнить, что манхэттенский проект по созданию американской атомной бомбы, обеспечивший на определённом этапе преимущество США, был сделан руками эмигрантов. Хотим ли мы, чтобы наши учёные сейчас участвовали в чём-нибудь подобном?

Ю. С. Осипов

?

Как и кем создавалось ядерное оружие? Должен ли учёный, чьи разработки могут впоследствии причинить вред человечеству, нести моральную ответственность? Чем объясняется борьба за нераспространение ядерного оружия? Возможно ли навсегда остановить его распространение?

Словом можно убить, словом можно спасти,
Словом можно полки за собой повести.

В. Шефнер

Всегда ли творец задумывается о последствиях созданного им? Должна ли быть моральная ответственность как у учёного, так и у писателя? Что, на ваш взгляд, страшнее: разящее слово или атомная бомба?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Ознакомиться с историей создания ядерного оружия. Понять, как повлияло осознание учёными опасности появления такого оружия на их мировоззрение. Изучить современные проблемы, связанные с нераспространением ядерного оружия.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Создатели ядерного оружия.
2. Моральная ответственность учёного.
3. Предотвращение распространения ядерного оружия.

СООБЩЕНИЕ 1

История создания ядерного оружия.

Деление ядра урана под воздействием нейтронов с одновременным испусканием вторичных нейтронов было открыто немецкими учёными Отто Ганом и Фрицем Штрассманом в 1938 г. С тех пор материалы по данной теме перестали публиковаться в научных журналах. В США в обстановке строжайшей секретности начались работы по созданию атомного оружия. К работе (так называемый манхэттенский проект) были привлечены лучшие физики мира, в частности эмигрировавшие из нацистской Германии. В 1942 г. под руководством Энрико Ферми в США был создан первый ядерный реактор, основанный на цепной реакции деления ядер.

В июле 1945 г. в США была испытана первая атомная бомба. Позднее атомное оружие было создано и в Советском Союзе. В начале 1950-х гг. в США и СССР было создано термоядерное оружие.

СООБЩЕНИЕ 2

Ответственность учёного.

Должен ли учёный, чьи разработки могут принести зло людям, нести ответственность за то, как будут использоваться результаты его работы? Многие учёные-физики, осознав, какое оружие создано в результате их научных разработок, активно занимались общественной деятельностью, связанной с проблемой запрета или нераспространения этого оружия.

В качестве примера можно привести Альберта Эйнштейна, не принимавшего непосредственного участия в разработке атомной бомбы, но выступавшего против гонки вооружений, создания ядерного и термоядерного оружия. Другие примеры — «отец» атомной бомбы в США Роберт Оппенгеймер и «отец» водородной бомбы в СССР Андрей Дмитриевич Сахаров.

СООБЩЕНИЕ 3

Можно ли предотвратить распространение ядерного оружия?

Мировой общественностью давно осознана опасность распространения ядерного оружия. Даже однократное локальное применение ядерного заряда может вызвать огромные жертвы и привести к серьёзным экологическим последствиям на обширной территории. Однако клуб ядерных держав растёт. Как должно реагировать на это мировое сообщество?

Источники информации

1. Альбедер Ж. История Европы / Ж. Альбедер [и др.]; пер. с фр. М. П. Дешевичиной. — М.: Просвещение, 1996.
2. Кириллин В. А. Страницы истории науки и техники / В. А. Кириллин. — М.: Наука, 1994.
3. Брайен Д. Альберт Эйнштейн / Д. Брайен. — Минск: ООО «Попурри», 2000.
4. Горобец Б. С. Круг Ландау: физика войны и мира / Б. С. Горобец. — М.: ЛИБРОКОМ, 2012.
5. Абрамов А. И. История ядерной физики / А. И. Абрамов. — М.: КомКнига, 2013.
6. Дягилев Ф. М. Из истории физики и её творцов / Ф. М. Дягилев. — М.: Просвещение, 1986.
7. Горелик Г. Андрей Сахаров / Г. Горелик // Наука и свобода. — М., 2000.

Слова для поискового запроса: ядерное оружие, нераспространение ядерного оружия, история создания ядерного оружия.

Создание ядерного оружия происходило при участии лучших физиков своего времени как в США, так и в СССР. Последствия применения ядерного оружия — огромные людские жертвы и возможность глобальной катастрофы, вплоть до уничтожения жизни на Земле, — побудили многих учёных бороться за ограничение ядерного оружия и прекращение его распространения. Осознание мировым сообществом опасности гонки ядерного вооружения стимулировало его к тому, чтобы принять все возможные меры для нераспространения ядерного оружия.

**В новый
портфель**

Лично я убеждён в том, что человечество нуждается в ядерной энергии. Она должна развиваться, но при абсолютных гарантиях безопасности.

А. Д. Сахаров

?

Ядра каких атомов участвуют в реакциях, происходящих в ядерных реакторах? На какие типы делят реакторы? Какие основные элементы образуют конструкцию ядерного реактора?

Ключевые
слова

Реакторы на медленных нейтронах • Реакторы на быстрых нейтронах • Обогащённый уран

Из старого
портфеля

Состав атомного ядра. Ядерные реакции. Ядерная энергетика (Физика, 7—9 кл.). Строение атома: ядро (протоны и нейтроны) и электроны. Изотопы (Химия, 8 кл.; Естествознание, 10 кл., § 2, 25, 26, 64, 74).

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ РЕАКТОРОВ. Как вы знаете из курса физики, управляемая самоподдерживающаяся реакция деления ядер осуществляется в *ядерном реакторе*. Конструкции реакторов могут быть разнообразными, однако принципиально различают два типа реакторов — **реакторы на медленных нейтронах** и **реакторы на быстрых нейтронах**. В реакторах на медленных нейтронах в качестве ядерного горючего используется природный уран (смесь изотопов). В реакторах на быстрых нейтронах используется **обогащённый уран**, в котором доля урана $^{235}_{92}\text{U}$ больше 15 %, с возможным добавлением плутония $^{239}_{94}\text{Pu}$.

На рисунке 65 приведена схема, позволяющая понять работу реактора. В *активной зоне* реактора находится ядерное горючее. Для возвращения вылетевших из активной зоны нейтронов снова в активную зону служит *отражатель*. Для защиты персонала от радиоактивного излучения реактора используют оболочку из железобетона.

В реакторах на медленных нейтронах в активной зоне помещается также *замедлитель* нейтронов. Нейтроны лучше всего замедляются при столкновении с лёгкими ядрами атомов, поэтому в качестве замедлителя используют воду или графит. Вода, кроме того, является теплоносителем, т. е. отводит тепло от ядерного горючего. Ядра атомов водорода, входящих в состав воды, могут захватывать нейтроны и превращаться в ядра тяжёлого водорода. Эти ядра радиоактивные, поэтому воду, отводящую тепло, нельзя непосредственно пускать на турбину, как это делается на ТЭЦ. Радиоактивная вода в *парогенераторе* нагревает воду во вторичном контуре, которая, превращаясь в пар, идёт на турбину. Сама же радиоактивная вода циркулирует по замкнутому контуру.

В реакторах на быстрых нейтронах вода будет мешать процессу деления, поэтому в качестве теплоносителя там используют жидкие металлы (например, натрий).

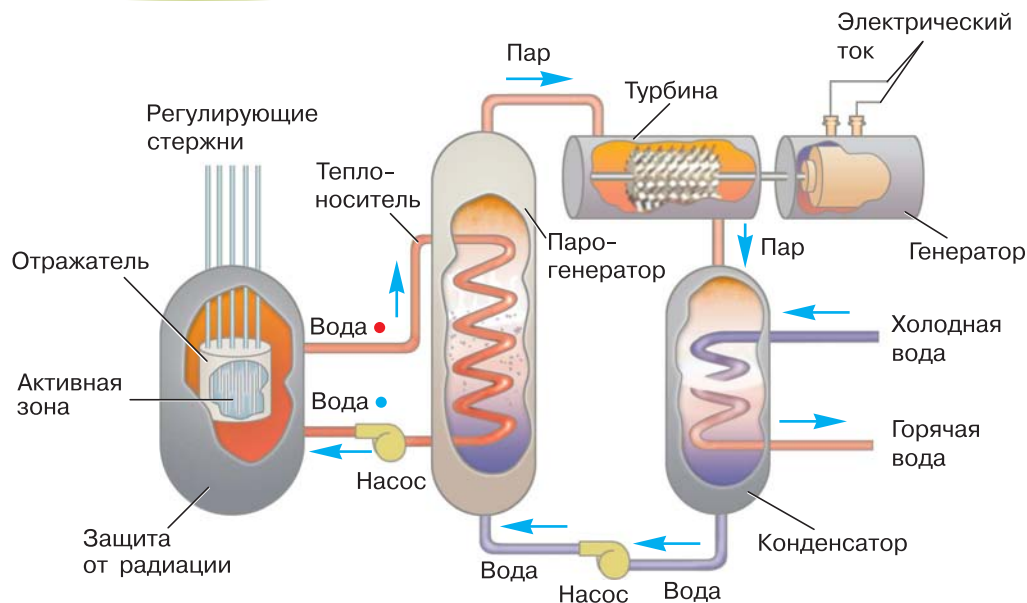


Рис. 65
Схема ядерного реактора

Вода ● — горячая вода
Вода ● — холодная вода

Реактором нужно уметь управлять, выводя его на полную мощность и останавливая, когда это необходимо. Останавливать реакцию можно, обеспечивая частичное поглощение и замедление нейтронов, высвобождающихся в процессе деления. Для этого в активную зону вводят (и выводят из неё при необходимости) *регулирующие стержни*. Эти стержни содержат вещества, хорошо поглощающие нейтроны, например кадмий или бор.

УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТОРОМ. На рисунке 65 не изображена самая важная часть — система управления реактором. Она представляет собой множество датчиков и механизмы, приводящие в движение регулирующие стержни. Датчики регистрируют показатели работы реактора, информация о которых поступает на пульт управления. Управлять реактором непросто, для устойчивой работы необходимо поддерживать строго определённое количество вторичных нейтронов в рабочей зоне. Большую часть работы по управлению берёт на себя автоматика, однако последнее слово остаётся за человеком. Поэтому управление реактором может быть поручено только высококвалифицированным специалистам.

Ядерные реакторы являются сложными технологическими устройствами, управлять которыми могут только высококвалифицированные специалисты.

**В новый
портфель**

??

- ▶ Активная зона реактора обычно имеет сферическую форму или близка к ней. Как вы думаете, почему?
- ▶ Мощности ядерных реакторов достигают 500—1000 МВт. Вычислите, сколько актов деления в секунду происходит в реакторе мощностью 1000 МВт.
- ▶ Где в периодической таблице находятся атомы, ядра которых участвуют в процессах, протекающих в атомных реакторах? Какими химическими свойствами обладают эти атомы?

Человек — это в общем антисанитарное млекопитающее, вы уж меня извините. Он вокруг себя всё портит... То есть процесс цивилизации, увы, обязательно сопровождается ростом загрязнённости окружающей среды.

Н. А. Платэ



Каковы современное состояние ядерной энергетики и перспективы её развития? Насколько опасна ядерная энергетика в плане возможных аварий и экологического вреда? В чём заключается проблема ввоза и захоронения отходов ядерной энергетики?

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Ознакомиться с современным состоянием ядерной энергетики, плюсами и минусами её развития.

ПЛАН СЕМИНАРА

1. Ядерная энергетика: история, современное состояние, перспективы развития.
2. История Чернобыльской катастрофы и её уроки.
3. Сравнительный анализ вредных последствий при производстве электроэнергии различными типами электростанций.
4. Обсуждение целесообразности ввоза ядерных отходов для их переработки и захоронения.

Необходимые источники информации

1. Элементарный учебник физики. Т. 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика / под ред. Г. С. Ландсберга. — М.: Физматлит, 2011.
2. Кириллин В. А. Страницы истории науки и техники / В. А. Кириллин. — М.: Наука, 1994.
3. Альбедер Ж. История Европы / Ж. Альбедер [и др.]. — М.: Просвещение, 1996.
4. Лоуренс У. Люди и атомы / У. Лоуренс. — М.: Атомиздат, 1967.
5. Абрамов А. И. История ядерной физики / А. И. Абрамов. — М.: Ком-Книга, 2013.

Быть или не быть?
Вот в чём вопрос...

Уильям Шекспир. Гамлет

Почему вопрос Гамлета может быть отнесён к современной ядерной энергетике?

6. Семиколенных А. А. Оценка воздействия на окружающую среду объектов атомной энергетики / А. А. Семиколенных, Ю. Г. Жаркова. — М.: Инфра-Инженерия, 2013.
7. Иоффе Б. Л. Без ретуши. Портреты физиков на фоне эпохи / Б. Л. Иоффе. — М.: ФАЗИС, 2004.

Слова для поискового запроса: безопасность ядерной энергетики, ядерная энергетика и экология, ядерные реакторы, типы ядерных реакторов.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Рождение ядерной энергетики было стимулировано военными разработками. Однако производство электроэнергии атомными электростанциями (АЭС) оказалось выгодным. В настоящее время атомные электростанции эксплуатируются во многих странах, не обладающих ядерным оружием. Оказывается, у атомных электростанций много преимуществ по сравнению с электростанциями других типов. Каковы перспективы развития АЭС?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. была неожиданной и имела серьёзные глобальные последствия. В чём причины этой катастрофы? Кто виноват в том, что она произошла? Правильно ли ликвидировались её последствия? Какие выводы были сделаны из анализа аварии на Чернобыльской АЭС?

В марте 2011 г. произошла авария на японской атомной станции «Фукусима-1». Эта катастрофа стала крупнейшей со времён Чернобыля. Она показала, насколько уязвимы системы безопасности на японских атомных станциях. В чём причины этой катастрофы?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 3

Как производить электроэнергию в достаточном количестве и с меньшими отрицательными последствиями? Оказывается, любые мощные электростанции наносят в той или иной степени вред окружающей среде. В чём заключается вред различных электростанций? Какие электростанции оказываются предпочтительными в тех или иных условиях?

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 4

Проблема ввоза и захоронения ядерных отходов активно обсуждается. С одной стороны, это немалый доход для государства, а переработанные соответствующим образом отходы могут давать дополнительное ядерное топливо. С другой стороны, хранение радиоактивных отходов сопряжено с определённым риском. В чём он заключается и насколько серьёзен?

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Развитие ядерной энергетики связано с довольно сложными проблемами. С одной стороны, существуют опасности, связанные с эксплуатацией атомных электростанций и не до конца решённой проблемой захоронения ядерных отходов. С другой стороны, при правильной эксплуатации современные АЭС надёжно обеспечивают электроэнергией многие районы, причём с точки зрения экологии они оказываются предпочтительнее, чем электростанции больших мощностей других типов. Однозначного решения этой проблемы быть не может, однако в ближайшие десятилетия развитые страны не смогут обойтись без ядерных источников энергии.

Для проектирования, строительства и эксплуатации АЭС необходимы высококвалифицированные специалисты. Ошибки и просчёты в данной области могут дорого обойтись человечеству.

37 ПРОБЛЕМА УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА. ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО

Урок-лекция

Нам тайны нераскрытые раскрыть пора —
Лежат без пользы тайны, как в копилке, —
Мы тайны эти с корнем вырвем у ядра —
На волю пустим джинна из бутылки!

В. Высоцкий

?

Каким образом была осуществлена первая неуправляемая термоядерная реакция? В чём состоит основная сложность осуществления управляемой термоядерной реакции? Что представляет собой горючее для термоядерных реакций? Какие способы удержания высокотемпературной плазмы предполагается использовать в термоядерных реакторах?

Ключевые
слова

**Реакция термоядерного синтеза • Дейтерий • Тритий •
Магнитные ловушки**

Из старого
портфеля

Состав атомного ядра. Энергия связи атомных ядер. Ядерные реакции. Термоядерные реакции. Источники энергии Солнца и звёзд. Ядерная энергетика (Физика, 7—9 кл.). Строение атома: ядро (протоны и нейтроны) и электроны. Изотопы (Химия, 8 кл.; Естествознание, 10 кл., § 2, 25, 26, 64, 74).

ТЕРМОЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ. Практическое использование реакций деления ядер началось в 1942 г. с пуска первого ядерного реактора, в котором поддерживалась управляемая реакция деления ядер урана. Лишь спустя три года, в 1945 г., был осуществлён первый ядерный взрыв — мощная неуправляемая реакция ядерного деления.

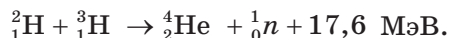
Совершенно по-другому происходило (и происходит) освоение **реакций термоядерного синтеза**. (Вспомните, какие реакции называются термоядерными.) Первая неуправляемая термоядерная реакция — взрыв водородной бомбы — была произведена в 1952 г. А вот управляемую реакцию термоядерного синтеза, в результате которой выделялась бы энергия, не удалось осуществить до сих пор. Правда, в настоящее время большинство учёных считают, что нерешённые вопросы носят уже не научный, а технический и коммерческий характер. Однако конкретной даты пуска управляемого термоядерного реактора пока не называют.

Трудности, связанные с осуществлением самоподдерживающейся реакции ядерного синтеза, заключаются в необходимости создания высоких плотностей и высоких температур термоядерного горючего (см. § 33). Например, в недрах Солнца, где происходят подобные реакции, температура составляет около 13 млн градусов, а плотность вещества такова, что 1 см³ его имеет массу около 100 г. На Солнце и на звёздах такие условия возникают вследствие огромных сил гравитационного взаимодействия, сжимающих вещество. Чтобы создать вещество такой плотности на Земле, необходимо обеспечить давление в 10³¹ раз больше атмосферного, что пока не представляется возможным. При тех же давлениях, которые можно создать, для инициирования термоядерных реакций нужны температуры в несколько раз выше, чем в центре Солнца.

Создать подобные взвешенные условия пока удалось лишь при использовании самого мощного из доступных человеку средств — атомного взрыва. В водородной бомбе термоядерное горючее поджигается в результате взрыва небольшой атомной бомбы (заряда — инициатора термоядерной реакции). Мощности водородных бомб существенно выше, чем мощности атомных бомб. Если атомная бомба, сброшенная на Хиросиму, эквивалентна обычной тротиловой бомбе весом 20 000 т, то мощности водородных бомб достигают сотен миллионов тонн в тротиловом эквиваленте.

ЧТО ТАКОЕ ТЕРМОЯДЕРНОЕ ГОРЮЧЕЕ. Чтобы понять, почему на создание реактора управляемого термоядерного синтеза возлагаются большие надежды, необходимо разобраться, что может служить термоядерным горючим. Существует множество различных реакций термоядерного синтеза, протекающих с выделением тепла, многие из которых, по-видимому, происходят на звёздах. Однако, чем тяжелее ядра, тем больше силы отталкивания между ними и, следовательно, тем более высокие температуры необходимы для термоядерного синтеза. Поэтому в качестве возможных «претендентов» на термоядерное горючее рассматриваются самые лёгкие ядра — изотопы водорода, гелия и лития.

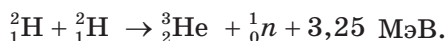
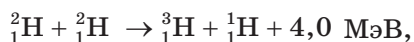
Одной из самых низкотемпературных является реакция



В этой реакции участвуют два различных изотопа водорода — **дейтерий** (${}^2_1\text{H}$) и **тритий** (${}^3_1\text{H}$). Реакция имеет определённые недостатки. Во-первых, тритий радиоактивен, период его полураспада около 12 лет. Следовательно, необходима защита от радиации. Во-вторых, из короткого периода полураспада следует, что этот изотоп отсутствует в природе (всё, что было, уже распалось). Значит, необходимо предусмотреть получение трития из дейтерия в самом термоядерном реакторе.

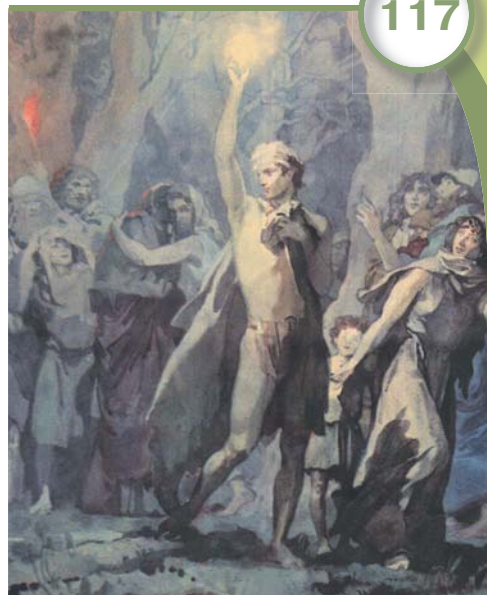
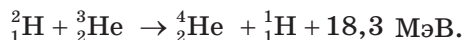
А вот дейтерия в природе много. Правда, в общей массе водорода на Земле дейтерия содержится всего 0,015 %. Однако поскольку дейтерий содержится в морской воде, которая легко «добывается», то его запасы на Земле практически неограниченны. Получение дейтерия из воды тоже не представляет проблемы, для этого используют её разложение электрическим током (электролиз). Другого подобного дешёвого и распространённого источника энергии на Земле нет.

В связи с доступностью дейтерия рассматриваются также возможности использования реакций между двумя ядрами дейтерия:



В результате первой из этих реакций вырабатывается радиоактивный тритий, так что проблема защиты от радиоактивности остаётся.

Существует и наиболее приемлемая с точки зрения радиоактивности реакция



Борис Дехтерёв.
Горящее сердце Данко

Управляемую реакцию термоядерного синтеза, в результате которой выделялась бы энергия, не удалось осуществить до сих пор. Почему? Может быть, для этого требуется новый Данко?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Как исходные продукты, так и продукты непосредственно этой реакции нерадиоактивны. Однако для неё необходим лёгкий изотоп гелия, состоящий из двух протонов и нейтрона. На Земле количество этого изотопа ничтожно: его содержание в гелии (который и так является редким элементом) составляет $1,4 \cdot 10^{-4} \%$. Имеются данные о том, что гелия ${}^3_2\text{He}$ достаточно много на Луне, даже появлялись сообщения о возможности доставки его с Луны на Землю.

МАГНИТНЫЕ ЛОВУШКИ ДЛЯ ПЛАЗМЫ. Самая сложная проблема, которую нужно решить при конструировании термоядерного реактора, — удержание плотной горячей плазмы в течение достаточно длительного времени (порядка 1 с). Любое вещество при температурах в десятки миллионов градусов превращается в плазму, поэтому каких-либо стенок для удержания термоядерного горючего создать невозможно. Изолировать плазму от стенок камеры можно, поместив её в сильное магнитное поле.

Вы знаете, что на заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле, действует сила Лоренца. Она закручивает частицу и не даёт ей двигаться с постоянной скоростью перпендикулярно силовым линиям магнитного поля. Приблизительно движение частицы можно представить как движение по спирали, накрученной на линию магнитного поля. Поскольку линии магнитного поля всегда замкнуты, движение заряженной частицы становится ограниченным некоторой областью пространства (рис. 66).

Для создания магнитного поля используют электромагниты различной формы. В настоящее время существующие проекты предусматривают создание камеры для термоядерного горючего в виде тороида (бублика). На поверхность тороида наматывают обмотки электромагнита. Создаваемое ими магнитное поле представляет собой замкнутые линии, проходящие внутри тороида. Поскольку скорости частиц огромны, для их закручивания необходимы сильные поля, а значит, большие токи. Чтобы избежать потерь энергии на нагрев проводов, предполагается использовать обмотки катушек из сверхпроводников, для чего их необходимо охлаждать до температур порядка 10 К. Таким образом, сверхвысокие температуры будут соседствовать со сверхнизкими.

Магнитные ловушки прекрасно удерживали бы заряженные частицы, если бы они не сталкивались между собой. В результате столкновений частицы уходят из ловушки, и проблема их удержания пока ещё до конца не решена.

В настоящее время для создания подобных устройств привлекаются самые современные технологии. Соответствующие проекты оказываются настолько дорогими, что для их осуществления объединяются усилия учёных нескольких государств, включая Россию, США, Китай и страны Евросоюза. Первую термоядерную электростанцию собираются построить во Франции.

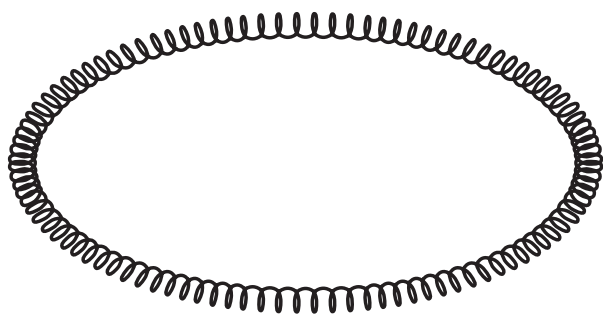


Рис. 66

Движение заряженной частицы в магнитном поле

Рассматриваются и другие способы осуществления управляемой реакции термоядерного синтеза. Один из них — получение энергии в результате последовательных микроскопических термоядерных взрывов. Для этого термоядерное горючее предполагается заключить в небольшие капсулы (размером порядка нескольких миллиметров) и «обстреливать» эти капсулы с разных сторон несколькими мощными лазерами одновременно. Лазерные лучи будут нагревать вещество и создавать необходимое давление. В результате этого процесса может произойти термоядерная реакция, энергию которой можно будет использовать.

Для осуществления самоподдерживающейся термоядерной реакции необходимо достижение в плазме термоядерного горючего огромных температур и давлений. В настоящее время подобные условия реализованы в водородной бомбе при помощи предварительного атомного взрыва. Термоядерным горючим может служить тяжёлый водород — дейтерий, запасы которого на Земле практически неисчерпаемы.

Учёные многих стран объединяют усилия по созданию управляемых термоядерных реакторов. Для удержания плазмы в этих реакторах предполагается использовать магнитные поля.

**В новый
портфель**

??

- ▶ Почему термоядерные реакции с более тяжёлыми ядрами требуют более высоких температур?
- ▶ Как предполагается добывать термоядерное горючее?
- ▶ Юпитер, как и Солнце, в основном состоит из водорода. Почему в недрах Юпитера не протекают реакции термоядерного синтеза?
- ▶ Объём гидросферы приблизительно равен 1 млрд км³. Чему равна масса дейтерия в гидросфере?

38 ИНФОРМАЦИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ

Урок-лекция

Наступив на острый камешек,
мы мгновенно узнаём об этом:
что-то нам о том говорит,
какая-то информация поднимается
вверх по ноге.

Р. Фейнман

?

Почему в современных устройствах информация преобразуется в электрические сигналы? Что такое аналоговые и цифровые сигналы? Как преобразуется информация?

Аналоговый сигнал • Датчик • Усилитель •
Цифровой сигнал • Аналого-цифровой преобразователь •
Цифро-аналоговый преобразователь

**Ключевые
слова**

Закон Ома для участка электрической цепи (Физика, 8—9 кл.). Информация, информационные объекты различных видов. Информационные процессы: хранение, передача и обработка информации. Дискретная форма представления информации. Сигнал, кодирование и декодирование, искажение информации при передаче (Информатика, 8—9 кл.).

**Из старого
портфеля**

Наш век иногда называют веком информационных технологий. Под информационными технологиями понимают в широком смысле всё, что связано с получением, обработкой, передачей, хранением и воспроизведением информации. Конечно же все эти процессы использовались людьми с древнейших времён. Ещё в каменном веке человек научился искусственно сохранять информацию, например, в виде наскальных рисунков, а затем и её кодировать, что подтверждают древние письмена. Изобретение книгопечатания можно считать началом использования технических средств для воспроизведения информации. Однако лишь во второй половине XX в. появились информационные технологии.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИГНАЛ — УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПЕРЕНОСЧИК ИНФОРМАЦИИ. Процессы, связанные с информацией, могут иметь самую различную природу. Тем не менее в настоящее время все они обрабатываются на общей основе. Для обработки информации используют электрические сигналы, которые являются посредниками между устройствами, воспринимающими информацию, устройствами, сохраняющими информацию, и устройствами, воспроизводящими информацию. Универсальная роль электрических сигналов обусловлена удобством их обработки. Что же называют электрическим сигналом?

Проще всего объяснить это на примере угольного микрофона — устройства, которое до недавнего времени входило во все телефонные аппараты (рис. 67).

Устройство представляет собой коробочку с угольным порошком, закрытую тонкой гибкой пластинкой-мембраной, к которой прикреплён *диффузор*. Диффузор воспринимает изменение давления (т. е. звуковую волну). Чем больше давление, тем с большей силой диффузор давит на мембрану, которая, прогибаясь, сжимает угольный порошок. Чем больше сжимается угольный порошок, тем меньше становится его сопротивление. Если на диффузор падает звуковая волна, то при подключении к микрофону проводов и источника питания по цепи пойдёт ток. Зависимость тока от времени будет повторять зависимость давления звуковой волны от времени. Этот ток и является электрическим сигналом, несущим информацию о звуковой волне. Электрическим сигналом является также падение напряжения на нагрузке R (см. рис. 67), которое пропорционально току, а значит, также повторяет форму давления в звуковой волне.

Электрический сигнал, который аналогичен изменению во времени некоторой физической величины (давления, температуры, скорости и др.), называют **аналоговым сигналом**. Устройство, преобразующее изменение некоторой физической величины в электрический сигнал, называют **датчиком**. Описанный микрофон является простейшим датчиком давления воздуха.

Датчики преобразуют самую разнообразную информацию в электрические сигналы. Существуют датчики температуры, датчики, регистрирующие элементарные частицы, датчики влажности и т. д. Датчиками, преобразующими световой сигнал в электрический, служат фотоэлементы.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ. Как и зачем преобразуется электрический сигнал? Очень часто необходимо усилить сигнал, не искажая его, например в акустической системе концертного зала. Микрофоны преобразуют звук голоса и музыкальных инструментов в электрический сигнал. Далее этот сигнал усиливается, затем громкоговорители осуществляют обратное преобразование электрического сигнала в звук. Устройство, усиливающее электрический сигнал, называют **усилителем**.

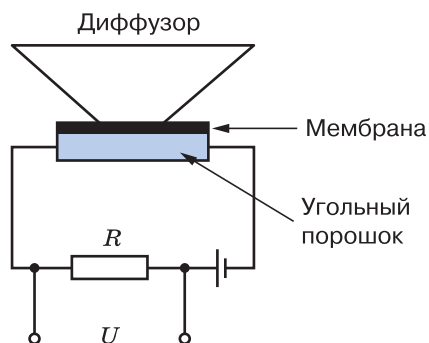


Рис. 67
Устройство угольного микрофона

Электрические сигналы можно складывать. Примером является сложение сигналов, идущих от различных музыкальных инструментов в концертном зале.

В некоторых случаях возникает необходимость преобразовать сигнал, искажая его определённым образом. Так, например, получают новые искусственные тембры музыкальных инструментов. Иногда необходимо уметь перемножать два сигнала. Именно так возникает модулированный сигнал (см. рис. 46).

Преобразование аналоговых сигналов осуществляется при радиовещании и телевидении. Например, в современном телевизионном сигнале определённым образом смешиваются три сигнала: звуковой, цветовой и сигнал яркости, которыми модулируется радиоволна.

ЦИФРОВЫЕ СИГНАЛЫ. В последнее время аналоговые сигналы всё чаще заменяют на цифровые: в частности, происходит переход на цифровое телевидение. Что такое цифровой сигнал? Объясним это на следующем примере.

Пусть аналоговый сигнал представляет собой синусоиду. Рассмотрим участок такой синусоиды, равный одному периоду (рис. 68). Нанесём на этот сигнал сетку, разделив его по величине на 8 интервалов (вертикальная ось) и по времени на 10 интервалов (горизонтальная ось). Далее сформируем 10 чисел, каждое из которых равно целому числу от величины сигнала в начале соответствующего интервала времени. В данном случае это совокупность следующих чисел: 4, 6, 7, 7, 6, 4, 1, 0, 0, 1. Это и есть **цифровой сигнал**, соответствующий исходному аналоговому. Приборы, осуществляющие преобразование аналогового сигнала в цифровой, называют **аналого-цифровыми преобразователями**. Обычно эти преобразователи формируют цифровой сигнал в двоичном коде, так что десять приведённых выше чисел в десятичной системе соответствуют следующие числа в двоичной системе счисления: 100, 110, 111, 111, 110, 100, 001, 000, 000, 001.

Аналого-цифровой преобразователь — это электронный прибор, и, естественно, цифровой сигнал выдаётся не в виде нулей или единиц, а в виде электрического сигнала, в котором закодированы нули и единицы. Например, нулю может соответствовать короткий импульс, а единице — длинный импульс (точка и тире в азбуке Морзе). При передаче такого сигнала потребуются ещё и специальные импульсы — *синхронимпульсы*, отделяющие одно двоичное число от другого.

Есть и устройства, осуществляющие обратное преобразование цифрового сигнала в аналоговый, — **цифро-аналоговые преобразователи**. В результате восстановления сигнала, соответствующего 10 вышеприведённым числам, мы получим сигнал, изображённый на рисунке 69.



Рис. 68

Кодирование синусоидального аналогового сигнала

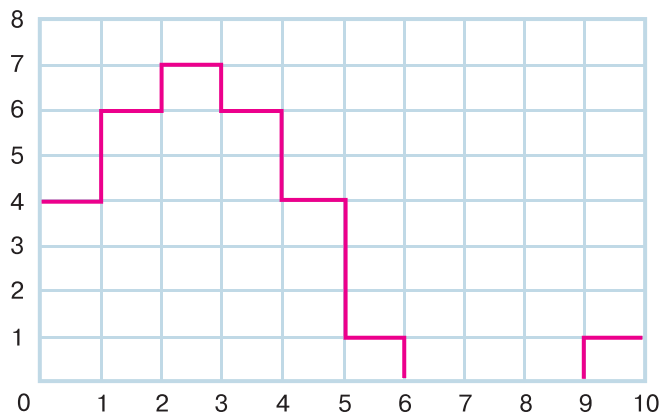


Рис. 69

Сигнал, восстановленный из цифрового кода, полученного при кодировании синусоидального сигнала (см. рис. 68)

Этот сигнал искажён по сравнению с исходным аналоговым. Однако если сетку, накладываемую на исходный сигнал, сделать мельче, то искажения станут менее заметными.

Недостаток, связанный с искажениями при преобразовании аналогового сигнала в цифровой и обратно, компенсируется огромным выигрышем, связанным с возможностью преобразования цифровых сигналов. Цифровые сигналы поступают на компьютер, и их преобразование определяется заложенной в компьютере программой. Конечно же имеются в виду не отдельные компьютеры, а компьютеры, встроенные в тот или иной прибор. Фактически такие компьютеры есть в большинстве современных устройств — в телевизорах, радиоприёмниках, видеомэгагнитофонах, автомобилях, стиральных машинах и т. д.

Удобство преобразования цифрового сигнала связано с лёгкостью изменения программы, осуществляющей такое преобразование. Кроме того, цифровой сигнал удобнее хранить. Например, заикачивая мелодию звонка в мобильный телефон, пользователь записывает в его память последовательность двоичных чисел, которую далее цифро-аналоговый преобразователь переводит в звук.

Благодаря цифровой технологии огромные возможности открываются в искусстве. Например, составляя различные программы, можно получать самые разнообразные звуковые тембры, не существующие в природных инструментах, создавать искусственную окраску голоса. При съёмках фильмов с помощью цифровых технологий можно достигать самых разнообразных видеоэффектов, ограниченных лишь фантазией художника.

В новый портфель

В современных приборах информация о различных физических величинах преобразуется в электрические сигналы (токи или напряжения как функции времени). Аналоговые сигналы полностью повторяют изменение физической величины во времени. Цифровые сигналы — это последовательность электрических импульсов, содержащих закодированную (обычно в двоичной системе счисления) информацию. Цифровые сигналы дают возможность преобразовывать информацию с помощью компьютера.

??

- ▶ В современной медицине существует большое количество приборов, позволяющих непрерывно осуществлять контроль за состоянием больного. Какая информация при этом преобразуется в электрические сигналы?
- ▶ Проводимость воды увеличивается при увеличении концентрации растворённых в ней солей. Предложите, исходя из этого свойства, конструкцию датчика концентрации солей, который мог бы осуществлять контроль качества сточных вод некоторого предприятия.
- ▶ До недавнего времени существовала только аналоговая фотография, основанная на засвечивании фоточувствительных материалов и последующей их химической обработке. В настоящее время всё большее развитие получает цифровая фотография. В чём состоит принцип работы цифровых фотографирующих устройств и в чём отличие цифровой фотографии от обычной?

Если сегодня в ваших компьютерах основная операция «ноль — единичка» происходит за счёт переключения прибора и в этом переключении участвуют тысячи электронов, то в новом тысячелетии это будет происходить за счёт единичных актов, что приведёт к колоссальному увеличению потенциальных возможностей компьютерных технологий.

Ж. И. Алфёров



Чем отличаются полупроводниковые приборы от других элементов электронных схем? Каков принцип действия полупроводниковых приборов?

Электроника • Полупроводниковый прибор • Диод • Транзистор • Интегральная микросхема

Ключевые
слова

Основы электронной проводимости металлов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Носители электрических зарядов в металлах и полупроводниках. Полупроводниковые приборы (Физика, 8—9 кл.).

Из старого
портфеля

Современное название прикладной науки, изучающей процессы преобразования электрических сигналов, — **электроника**. Развитие электроники и соответствующих технологий было обусловлено активным использованием полупроводниковых материалов.

Помимо **полупроводниковых приборов**, электрические схемы различных устройств могут содержать такие элементы, как резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности. Все эти элементы могут рассматриваться как *линейные* (описываемые линейными уравнениями). Почему же их не хватает для работы электронных устройств? Что нового дают полупроводники?

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД. Принцип действия полупроводниковых приборов основан на явлениях, происходящих на границе между веществами с различной проводимостью (различными металлами, полупроводниками и диэлектриками).

Понять работу полупроводникового **диода** можно, рассмотрев контакт двух различных проводников (или полупроводников). При контакте веществ тепловое движение стремится забрасывать электроны в «чужой» проводник через границу соединения. Поскольку проводники различны, то оторвать электроны от ядер в одном проводнике легче, чем в другом. Допустим, от ядер проводника 1 (рис. 70, а) электроны оторвать легче, чем от ядер проводника 2. Тогда в результате тепловых процессов в проводнике 2 вблизи границы появляется облако избыточных электронов. Электрические силы, связывающие вылетевшие электроны с «покинутыми» ядрами, не дают электронному облаку слишком удалиться от границы.

Приложим теперь электрическое поле, как показано на рисунке 70, б. Поле будет действовать на электроны облака с некоторой силой (на рисунке она направлена вверх), и пойдёт электрический ток. Чтобы заставить электроны двигаться в обратном направлении (рис. 70, в),

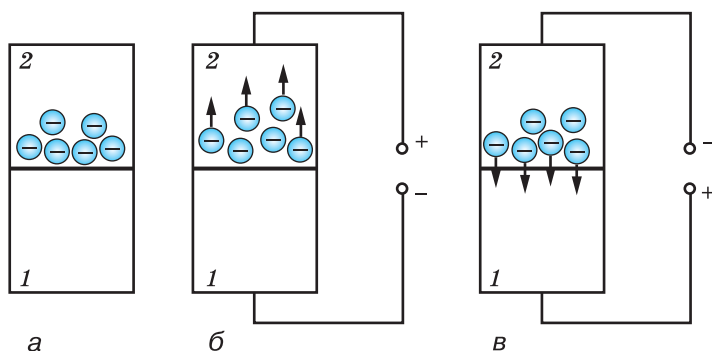


Рис. 70

Полупроводниковый диод: а — напряжение отсутствует; б — напряжение приложено в прямом направлении; в — напряжение приложено в обратном направлении

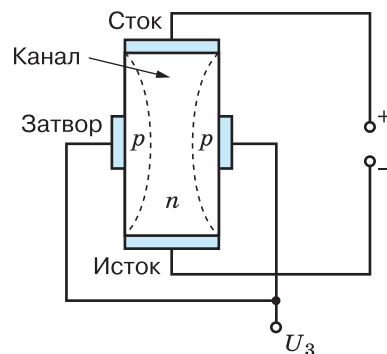


Рис. 71

Транзистор

Наилучший эффект имеет место при контакте полупроводников двух типов: *n*- и *p*-типа. В полупроводниках *n*-типа заряд переносится электронами (от лат. *negative* — отрицательный). В полупроводниках *p*-типа заряд переносится ионами с избыточным положительным зарядом — дырками (от лат. *positive* — положительный). На самом деле в обоих случаях существование тока обеспечивается движением электронов.

необходимо создать дополнительную силу, способную «загнать» электроны облака обратно в проводник 1. Это означает, что сопротивление току при подключении в одном (обратном) направлении будет гораздо больше, чем при подключении в другом (прямом). Проводимость полупроводникового диода, таким образом, для разных направлений тока разная, что обеспечивает *нелинейные свойства* данного прибора. Это позволяет применять полупроводниковые диоды в самых разных устройствах, например для превращения переменного тока в постоянный.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ТРАНЗИСТОР. Полупроводниковый прибор, позволяющий управлять электрическим током в цепи, называют **транзистором**. Транзисторы бывают различных типов и конструкций. Понять работу прибора проще всего на основе так называемого *полевого транзистора*.

В полупроводнике (например, *p*-типа) создаётся проводящий канал из полупроводника противоположного типа (рис. 71). Этот канал соединяет два металлических электрода: исток и сток. На третий, управляющий электрод — затвор подаётся напряжение, которое может изменять ток через канал.

Полупроводниковые транзисторы играют особую роль в электронике: с их помощью можно усилить электрический сигнал, создать электрические сигналы требуемой формы и т. д.

Особенно эффективной работа полупроводниковых приборов стала после того, как на одной пластине полупроводника научились создавать множество диодов, транзисторов, проводников и конденсаторов. Такой прибор эквивалентен целой электронной схеме из различных элементов и называется **интегральной микросхемой**. Современные интегральные микросхемы, например процессоры компьютеров, содержат несколько миллионов (!) транзисторов на одной кремниевой пластине.

В новый портфель

Электронные схемы могут содержать линейные элементы (резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности) и нелинейные элементы (полупроводниковые приборы). Принцип действия полупроводниковых приборов обусловлен явлениями, происходящими на границе полупроводников различных типов. Полупроводниковые приборы находят широкое применение в разных электронных устройствах.

- ▷ Для чего нужны полупроводниковые приборы?
- ▷ Чем различается преобразование электрических сигналов линейными и нелинейными элементами схемы?
- ▷ Почему создание персональных компьютеров, подобных существующим ныне, было невозможно без использования полупроводников?

40 БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОМПЬЮТЕРА

Урок-лекция

Папенька поднял крышку на табакерке,
и что же увидел Миша? И колокольчики,
и молоточки, и валик, и колёса...

В. Ф. Одоевский

?

Какие функциональные элементы входят в состав компьютера? Из каких элементов состоят узлы компьютера? Что такое электрические ячейки памяти и логические элементы?

Микросхема-память • Микросхема-процессор • Ячейка памяти • Логическое устройство • Логический элемент • Генератор тактовых импульсов

Ключевые слова

Основные элементы компьютера и их функции. Соединение блоков и устройств компьютера (Информатика, 6—9 кл.).

Из старого портфеля

Возможно, вам приходилось приподнимать крышку современной «табакерки» — системного блока персонального компьютера. Поскольку устройство это электрическое, а не механическое, единственным вращающимся колёсиком, которое вы видели, мог быть вентилятор, охлаждающий процессор. Остальные элементы компьютера выглядят для непосвящённого человека не менее таинственно, чем элементы древней табакерки.

Основные узлы компьютера и их функциональное назначение вы изучали на уроках информатики. А вот как работают узлы компьютера с точки зрения преобразования электрических сигналов? Что является элементарными составляющими — «атомами» компьютера?

ВГЛУБЬ КОМПЬЮТЕРА. Попробуем продвинуться вглубь компьютера, подобно тому как мы продвигались вглубь вещества. Во многом мы будем повторять то, что вы уже знаете.

Современный компьютер можно представить как совокупность элементов, каждый из которых выполняет свою функцию.

К устройствам ввода информации относят клавиатуру, мышь, сканер. К устройствам вывода информации — монитор, принтер. Такое устройство, как модем, позволяет обмениваться информацией с другими компьютерами, т. е. является одновременно устройством и ввода, и вывода информации. Внешние устройства хранения информации позволяют считывать и записывать информацию на магнитные и оптические

диски, а также на так называемые съёмные диски, или флеш-память. По сути, флеш-память — это подключаемые к компьютеру микросхемы для записи и считывания информации.

Сам компьютер — это устройство для обработки информации, которое состоит из множества различных элементов, расположенных на одной или нескольких печатных платах. Основные элементы, находящиеся на платах, — интегральные микросхемы, или просто микросхемы. Два основных типа микросхем — микросхема-память и микросхема-процессор.

Микросхема-память состоит из множества **ячеек памяти** (их число в современных микросхемах может достигать нескольких миллиардов) и **логического устройства**. Первая функция микросхемы — при определённых сигналах на входе микросхемы записать в одну из ячеек памяти сигнал, соответствующий 1 или 0. Адрес ячейки памяти и сам сигнал устанавливаются на входе в микросхему. Вторая функция — считать информацию, хранящуюся в некоторой ячейке памяти. Логическое устройство, состоящее из **логических элементов**, по заданным входным сигналам находит нужную ячейку памяти.

Микросхема-процессор является более сложным устройством. Она состоит из нескольких логических устройств и нескольких регистров памяти. В зависимости от входных сигналов процессор изменяет состояния внутренних регистров памяти и сигналы на выходных шинах, передаваемые на другие устройства. В состав процессора также входят ячейки памяти и логические элементы.

Управляет работой всех элементов компьютера **генератор тактовых импульсов**. Частота тактовых импульсов (число импульсов в секунду) определяет быстродействие компьютера. Состояние каждой ячейки памяти и сигнал на каждой шине изменяются только с приходом нового тактового импульса.

ЯЧЕЙКИ ПАМЯТИ. Ячейка памяти — элемент, на выходе которого всегда поддерживается один из сигналов: 0 или 1. Каждому из этих сигналов соответствует напряжение, значение которого лежит в некоторых пределах. Например, сигналу 0 может соответствовать напряжение от 0 до 0,2 В, а сигналу 1 — напряжение от 2,5 до 4,5 В. Конкретные параметры определяются типом микросхем.

ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ. Мы достигли уровня компьютерных «атомов» — логических элементов. Именно они являются основой всех устройств компьютера, в том числе осуществляющих арифметические операции. На основе работы транзисторов можно, соединяя их в различных комбинациях, сконструировать основные логические элементы И, ИЛИ, НЕ.

Логические элементы могут быть выполнены в виде отдельных интегральных схем. Часто одна интегральная схема содержит несколько логических элементов.

В новый портфель

Основными элементами компьютера являются генератор тактовой частоты, ячейки памяти, логические элементы. Ячейки памяти состоят из логических элементов. Логические элементы могут быть реализованы различными способами, но в любом случае в них входят транзисторы.



- ▶ Приведите примеры других устройств, помимо компьютеров, в которых используются логические элементы.
- ▶ Типичная электронно-вакуумная лампа, ещё недавно входившая в состав любого радиоприёмника и телевизора, потребляла мощность порядка 1 Вт. Представьте, что из таких ламп собран компьютер, на котором вы работаете. Оцените, какую бы он потреблял мощность, и сравните её с мощностью атомной электростанции (см. § 33, 35).

41 ЧЕЛОВЕК — КОМПЬЮТЕР: ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ

127

Урок-лекция

Я каждый жест, каждый взгляд твой в душе берегу,
Твой голос в сердце моём звучит, звеня.

Л. Дербенёв

?

Какие приборы и как преобразуют информацию для компьютера в электрические сигналы? Какие приборы и как преобразуют хранящуюся в компьютере информацию в информацию, воспринимаемую органами чувств?

Электродинамический микрофон • Электродинамический громкоговоритель • Электродинамический телефон • Жидкокристаллическая ячейка • Жидкий кристалл • Струйный принтер • Лазерный принтер

Ключевые
слова

Органы чувств, их роль в жизни человека (Биология, 8—9 кл.). Электромагнитная индукция (Физика, 8—9 кл.). Основные элементы компьютера и их функции (см. § 40; Информатика, 6—9 кл.).

Из старого
портфеля

Человек воспринимает информацию при помощи органов чувств. Сохранение такой информации — процесс, до конца не изученный. Компьютер воспринимает информацию в виде электрических сигналов и хранит её в памяти в виде нулей и единиц. Как же работают устройства ввода и вывода информации компьютера?

УСТРОЙСТВА ВВОДА ИНФОРМАЦИИ. Приборы, преобразующие информацию для компьютера, способны перерабатывать далеко не всю информацию, воспринимаемую человеком. Например, непосредственная, не выраженная в виде слов информация о вкусе и запахе пока недоступна приборам. В основном компьютер воспринимает информацию о положении какого-либо тела в пространстве (с помощью кнопок, клавиш, джойстика, мыши), зрительную информацию (с помощью сканера, видеокамеры), звуковую информацию (с помощью микрофона). Существуют также датчики, преобразующие в электрические сигналы информацию о температуре, концентрации какого-либо вещества (например, дыма), датчики электромагнитного излучения невидимого диапазона (рентгеновское и γ -излучения).

Действие кнопок и клавиш принципиально не отличается от работы электрических контактов, которые вы изучали в курсе физики.

Джойстик — устройство для ввода информации, представляющее собой качающуюся в двух плоскостях рукоятку. Устройство работает на основе изменения электрического сопротивления в зависимости от угла отклонения рукоятки. При изменении сопротивления меняется проходящий по нему ток, а далее аналоговый сигнал преобразуется в цифровой.

С принципом действия устройств, преобразующих звук в электрический сигнал, вы уже знакомы (см. § 38). Заметим, что в настоящее время чаще всего используют **электродинамические микрофоны**, работа которых основана на явлении электромагнитной индукции.

Основными элементами современных сканеров и видеокамер являются фоточувствительные приборы с зарядовой связью — ПЗС (см. § 30). Эти приборы, каждый из элементов которых реагирует на интенсивность падающего света, образуют ПЗС-линейки или ПЗС-матрицы. Первые из них обычно применяют в сканерах, вторые — в видеокамерах.

В подавляющем большинстве компьютеров для ввода информации используют манипулятор типа *мышь*. Мышь реагирует на перемещение по какой-либо поверхности и нажатие кнопок манипулятора. В распространённой сейчас оптической мыши используется миниатюрная видеокамера, которая формирует сигнал изображения подсвечиваемой поверхности. При перемещении мыши изображение изменяется, а специальная программа определяет скорость этого изменения и соответственно скорость движения мыши.

УСТРОЙСТВА ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ. Выводимая информация обычно является звуковой или визуальной.

Приборы для вывода звуковой информации — **электродинамические громкоговорители**, или **электродинамические телефоны** (наушники), устроены так же, как и электродинамические микрофоны. Эти устройства являются взаимнообратными.

Изображение формируется при помощи мониторов, проекторов и принтеров. В настоящее время наиболее используемые мониторы — жидкокристаллические. Их преимущество заключается в малом потреблении электроэнергии. Проекторы служат для формирования изображения на большом экране. Во всех случаях изображение формируется матричным способом, т. е. отдельными элементами — *пикселями*. В жидкокристаллическом дисплее каждый пиксель формируется при помощи **жидкокристаллической ячейки**.

Принцип работы ячейки можно понять на основе схемы, изображённой на рисунке 72. Свет от некоторого источника проходит через верхний поляризационный фильтр, в результате чего образуется линейно-поляризованный свет (см. § 28). Далее свет проходит между двумя слоями фильтрующих покрытий, пространство между которыми заполнено жидким кристаллом.

Жидкий кристалл — это вещество, находящееся в состоянии, промежуточном между жидким и твёрдым кристаллическим. Молекулы жидкого кристалла имеют удлинённую форму. Взаимодействуя, молекулы

выстраиваются параллельно, так, что образуется упорядоченная структура, по некоторым свойствам напоминающая кристалл.

Фильтрующее покрытие представляет собой слой, в котором «нарезаны» микроканавки. Вдоль этих канавок и выстраиваются молекулы жидкого кристалла, примыкающие к покрытию. Направления микроканавок в двух фильтрующих покрытиях взаимно перпендикулярны. В результате молекулы жидкого кристалла выстраиваются таким образом, что образуется спиралевидная структура: молекулы в каждом слое несколько повернуты относительно молекул соседнего слоя.

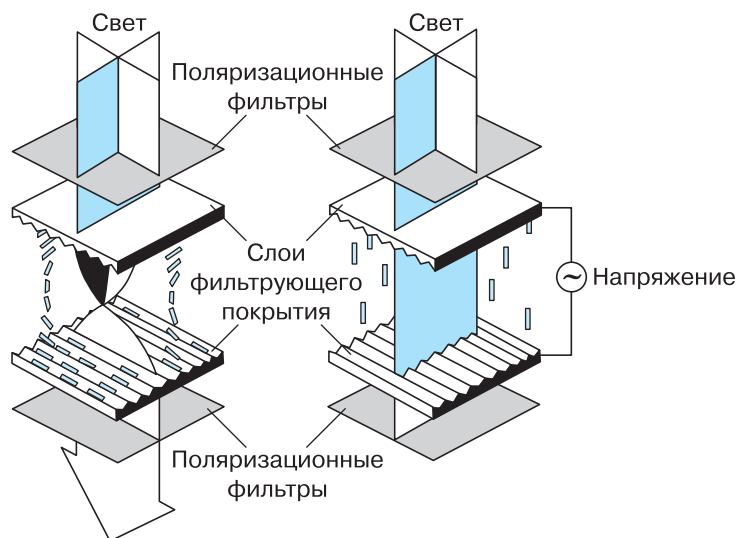


Рис. 72

Схема работы жидкокристаллической ячейки

Проходящий через спиралевидную структуру свет поворачивает плоскость поляризации на 90° . Второй нижний поляризационный фильтр пропускает свет именно такой («повёрнутой») поляризации.

Если же к ячейке приложить напряжение, то молекулы выстраиваются вдоль направления распространения света (см. рис. 72, справа). В результате проходящий через ячейку свет не изменяет поляризацию и задерживается вторым нижним поляризационным фильтром.

Изменение яркости света, проходящего через жидкокристаллическую ячейку, осуществляется посредством того, что ячейка периодически открывается и закрывается. Чем больше времени в течение периода ячейка открыта, тем ярче светится пиксель. Период подбирается настолько малым, что глаз не замечает мерцания.

Жидкокристаллические ячейки используют также в некоторых типах проекторов. Однако более совершенными являются проекторы, в которых матрица, формирующая изображение, строится из микрозеркал, закреплённых на полупроводниковых элементах. При подаче напряжения на элемент зеркало может поворачиваться так, что направляемый на него луч после отражения изменяет своё направление. Если луч после отражения попадает через объектив на экран, соответствующий пиксель на экране ярко светится, в противном случае пиксель тёмный.

Современные принтеры также являются матричными, т. е. изображение формируется на бумаге в результате нанесения точек — пикселей. В уже устаревших игольчатых принтерах каждая точка образовывалась в результате удара иголки по красящей ленте, расположенной перед листом бумаги. В **струйных принтерах** точки образуются в результате разбрызгивания на бумагу капелек красящего вещества. Самое сложное устройство у **лазерного принтера**. Скрытое изображение при помощи сканирующего (изменяющего направление) лазерного луча формируется на специальном барабане. Лазерный луч вследствие фотоэффекта выбивает из вещества на поверхности барабана электроны. Точки, куда попадает лазерный луч, оказываются положительно заряженными. Красящий порошок (тонер) также заряжается, но отрицательным зарядом. Частицы тонера прилипают к заряженным местам на барабане, и таким образом на нём формируется изображение из красящего порошка. Далее вращающийся барабан прокатывается по листу бумаги, оставляя на нём отпечаток.

В настоящее время существуют проекты вывода информации, основанной на осязании и обонянии. В первом случае устройства могут формировать текст, читаемый слепыми, во втором — воспроизводить запахи для сопровождения фильмов.

Принтеры позволяют сохранить информацию, подобно тому как её хранят рукописи и книги. Однако сегодня существуют и другие способы хранения информации, для которых используют определённые свойства различных веществ. Так, магнитные свойства веществ позволили создать магнитные носители информации (ленты и диски), в частности, дисковые накопители. Свойство некоторых полимеров переходить из аморфного в кристаллическое состояние используется для хранения информации на оптических дисках.

??

- ▷ Перечислите физические явления, лежащие в основе принципа действия приборов, о которых шла речь в данном параграфе.
- ▷ Почему в лазерном принтере должен находиться именно лазер, а не другой источник света, например лампа накаливания?
- ▷ Множительный аппарат (ксерокс) копирует изображение с оригинала на бумагу. На основе знаний приборов ввода и вывода информации предложите принцип работы множительного аппарата.
- ▷ Если у вас имеется оптическая мышь, проведите простой опыт — попробуйте управлять курсором, передвигая её по зеркалу. Объясните полученный результат.

42 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Урок-конференция

Что нам говорит научно-техническое прогнозирование?
Через пять-шесть лет компьютер будет
как мобильный телефон: сунул в карман и пошёл...
А ещё через десять лет эту штуку
можно будет встроить в организм, подобно протезу,
и она будет следить за его жизнедеятельностью.

И. В. Бестужев-Лада



Когда возникли первые счётные приспособления и каковы основные этапы развития вычислительной техники? Как используются компьютеры в настоящее время и что они смогут в будущем? Какова современная техника, используемая в компьютерах? Каковы перспективы развития информационных технологий?

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Ознакомиться с возникновением и развитием счётных устройств. Понять современные возможности информационных технологий и перспективы их развития как в плане техники, так и в плане распространения технологий в новые области.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Основные этапы развития вычислительной техники.
2. Современное использование компьютеров и перспективы их развития.

СООБЩЕНИЕ 1

От абака до Pentium.

Из истории вы знаете, что первое известное счётное приспособление — абак (счётная доска) — использовалось ещё древними греками и римлянами. Долгое время усовершенствованный абак был единственным инструментом, помогавшим в арифметических вычислениях. Лишь в XVII в. появились первые механические калькуляторы, а затем такой инструмент, как логарифмическая линейка. Использование электрических калькуляторов началось в середине XX в.

Первые электрические вычислительные машины имели в качестве базовых элементов электромеханические реле, что обуславливало их крайне низкую надёжность. Всего за 15 лет (1944—1958) был пройден колоссальный путь от электромеханических реле до интегральных микросхем, которые начиная с 1970-х гг. монополично расселились по компьютерам, вытеснив всех остальных конкурентов. Одновременно с этим компьютер превратился из электронно-вычислительной машины в высокоинтеллектуального помощника человека, способного выполнять самые разнообразные функции.

СООБЩЕНИЕ 2

Информационные технологии сегодня и в перспективе.

Информационные технологии сегодня являются самыми совершенными и быстроразвивающимися. Ни одно производство или учреждение — от гигантских заводов до мелких торговых точек — не обходится без компьютеров, поскольку даже в современном, обязательном для использования кассовом аппарате находится компьютер. Сами того не осознавая, мы постоянно используем компьютеры в быту.

Что можно ожидать от дальнейшего развития компьютерной техники? Компьютеры станут ещё более удобными и возьмут на себя ещё больше функций. Возможно, произойдёт сращивание компьютеров с организмом человека (см. эпиграф). Всё большее применение будут находить автономные роботы. Вероятно, человечество столкнётся с новыми проблемами, о которых уже давно пишут фантасты и футурологи.

Источники информации

1. Левин В. И. История информационных технологий / В. И. Левин. — М.: Бином: Лаборатория знаний, 2007.
2. Юркова Т. А. Путеводитель по компьютеру для школьника / Т. А. Юркова, Д. М. Ушаков. — СПб.: Издательский дом «Нева», 2004.
3. Кондратьев А. С. Физика и компьютер / А. С. Кондратьев, В. В. Лаптев. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1989.
4. Энциклопедия для детей. [Т. 22.] Информатика. — М.: Аванта+, 2007.
5. Интернет-ресурсы:
<http://www.cnews.ru/> — издание о высоких технологиях.
<http://compress.ru/> — сайт компьютерного журнала «Компьютер-пресс».
<http://www.osp.ru/pcworld/> — сайт компьютерного журнала «Мир ПК».

Слова для поискового запроса: компьютерные технологии, история информационных технологий, перспективы развития информационных технологий, компьютерная техника.

Человечество занималось различными вычислениями тысячи лет. Первым достаточно сложным устройством для счёта был абак. Первый механический калькулятор, умевший выполнять четыре арифметических действия, появился в начале XVII в., немного позже была изобретена логарифмическая линейка. Электрические калькуляторы стали использоваться в середине XX в. Около пятидесяти лет назад началось исключительно быстрое развитие информационных технологий, что в первую очередь связано с появлением и развитием компьютерной техники. В настоящее время компьютеры находят применение в промышленности и сельском хозяйстве, торговле и банковской системе, образовании, медицине и науке, на транспорте и в связи, используются в быту.

**В новый
портфель**

Если я тебя придумала,
Стань таким, как я хочу.
Р. Рождественский

?

Может ли природа удовлетворить все нужды человечества? Какую роль в благосостоянии человека играют синтетические вещества и материалы? Какими необычными свойствами обладают искусственно созданные вещества? Чем вызвана необходимость получения веществ с новыми свойствами?

Ключевые
слова

Односторонняя проводимость • Ферриты • Сверхпроводники •
Экологически безопасные вещества

Из старого
портфеля

Полимеры (Химия, 9 кл.). Взаимодействие частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел. Проводники, диэлектрики и полупроводники (Физика, 7—9 кл.).

ВОЗРАСТАЮЩИЕ ПОТРЕБНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА. Человек — часть природы. Природа даёт ему всё необходимое для жизни: кислород для дыхания, воду для утоления жажды, почву, богатую питательными веществами, для земледелия. Природа — источник физического здоровья и эстетического наслаждения человека.

Однако по мере повышения материального благосостояния общества, нарастания научно-технического прогресса природе становится всё труднее удовлетворять запросы человечества, тем более что оно всё больше нуждается в материалах, обладающих набором особых, часто противоречивых свойств. Например, мы хотим, чтобы наша одежда была прочной, но не жёсткой, защищала от холода и не вызывала перегрева, была водонепроницаемой, лёгкой и не мялась. Не менее важно и то, чтобы подобные материалы обрабатывались легко и с минимальными потерями.

Человек издавна научился получать вещества, не существующие или редко встречающиеся в природе. Так были изобретены порох, кирпич и фарфор, бумага и ткань. Однако если подобные изобретения были во многом обусловлены случайными открытиями ремесленников, то развитие техники поставило перед естественными науками задачу целенаправленного поиска материалов, обладающих вполне определёнными и необходимыми свойствами. В свою очередь, совершенствование техники дало возможность создавать исключительные, не существующие в природе условия для производства новых веществ.

Так, с изобретением тепловых двигателей возникла потребность в более качественном топливе, чем сырая нефть, что во многом определило получение бензина в результате перегонки нефти. Развитие электротехники обусловило потребность в хорошо проводящих ток и дешёвых металлах. В свою очередь, становление электроэнергетики дало возможность получать эти металлы электрохимическим путём.

НЕОБЫЧНЫЕ СВОЙСТВА ИЗВЕСТНЫХ ВЕЩЕСТВ И НОВЫЕ ВЕЩЕСТВА С УНИКАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ. Ярким примером, иллюстрирующим проблему получения веществ с заданными свойствами, служат полупроводники. К их числу относятся такие вещества, как германий и кремний. Казалось бы, свойство полупроводников проводить ток лучше изоляторов, но хуже проводников не являлось уникальным и не могло быть востребованным. Однако уникальным оказалось свойство контактов полупроводников с металлами — **односторонняя проводимость**, т. е. способность проводить ток лишь в одном направлении. Это свойство нашло применение ещё в первых детекторных приёмниках.

Дальнейшее развитие радиотехники привело к целенаправленному поиску полупроводников, контакты между которыми обладали бы улучшенными свойствами односторонней проводимости. Для этого пришлось создать технологию получения кристаллов полупроводников высокой чистоты (содержащих малые доли процентов примесей), а затем научиться вводить в эти кристаллы нужные примеси, получая полупроводники *n*- и *p*-типа. Так появились полупроводниковые диоды, транзисторы и, наконец, интегральные микросхемы.

Однако на этом история поиска новых полупроводников не закончилась. Оказалось, что полупроводники могут успешно использоваться в приёмниках светового излучения, в устройствах, преобразующих солнечное излучение в электроэнергию (солнечные батареи), в устройствах, излучающих свет с большим КПД. В каждом типе устройств были нужны вещества со своими специфическими свойствами, что стимулировало синтез соответствующих веществ. Современные, используемые в самых различных устройствах полупроводники по свойствам существенно отличаются от тех, что были известны в «дополупроводниковую» эру.

Развитие техники привело к созданию веществ с совершенно необычными свойствами. Известные вам магниты относятся к классу веществ, которые называют *ферромагнетиками*. Эти вещества усиливают магнитное поле, создаваемое токами, или сами создают такое поле. Как вы знаете, магниты изготавливают из сплавов железа, поэтому они являются проводниками. Однако развитие радиотехники привело к необходимости иметь ферромагнетики, не проводящие электрического тока (для работы в высокочастотных трансформаторах). И такие вещества — **ферриты** — были получены.

Ещё один пример — **сверхпроводники** — вещества с практически нулевым электрическим сопротивлением. Сверхпроводимость была открыта ещё в 1911 г. Однако свойство это проявлялось лишь при сверхнизких температурах (порядка 10 К, или -260°C). Это затрудняло практическое использование сверхпроводников. В течение длительного времени учёные вели поиск материалов, способных проявлять сверхпроводящие свойства при более высоких температурах. Успех пришёл лишь в 1987 г., когда были синтезированы сверхпроводники, не теряющие своих свойств до температур порядка -170°C . Такие температуры получать уже гораздо легче, что привело к созданию и практическому использованию новых приборов. Но и это не предел: учёные целенаправленно ищут возможность создания сверхпроводников, работающих при более высоких температурах, вплоть до комнатной.

Создавая новые вещества и материалы, человек не забывает искать области применения и тех соединений, которые благодаря

Жидкие кристаллы, открытые более 120 лет назад австрийским ботаником Ф. Рейнитцером, долгое время не находили практического применения. И лишь в середине 60-х гг. XX в., в связи с бурным развитием микроэлектроники, на них обратили внимание. Этой отрасли промышленности потребовались вещества, способные отображать и передавать информацию, потребляя при этом минимум энергии.

своим необычным свойствам долгие годы не дают покоя его пытливному уму. Яркий тому пример — уже знакомые вам жидкие кристаллы. Особенность этих веществ состоит в том, что в определённом температурном интервале выше точки плавления они сочетают одновременно свойства жидкостей (текучесть, способность к образованию капель) и кристаллических тел (анизотропию, т. е. зависимость физических свойств кристалла от направления).

НОВЫЕ ЗАДАЧИ НА БУДУЩЕЕ. Новые времена ставят новые задачи. Человек научился получать пластмассы с самыми разными свойствами. Однако в последние годы выяснилось, что такое всегда считавшееся полезным свойство пластмасс, как способность противостоять различным химическим веществам, становится вредным. Пластмассовый мусор — бутылки, упаковки, пакеты — плохо разлагается под воздействием природных факторов и загрязняет окружающую среду. А значит, требуются пластмассы, которые «живут» заданное время, после чего разлагаются. Поиск способа получения таких веществ уже ведётся.

Этот пример лишь частный случай, подтверждающий, что в настоящее время требуются **экологически безопасные вещества**, т. е. вещества, безопасные для окружающей среды. Ещё одним примером является отказ от использования фреонов, долгое время применявшихся в холодильных установках. Когда выяснилось, что эти казавшиеся безобидными вещества, возможно, уничтожают озоновый слой нашей планеты, многие страны поставили задачу найти новые экологически безопасные хладагенты и успешно её решили.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Мусор — это всегда плохо. Однако если в городе любой мусор лежит, пока его не уберёт дворник, то в лесу мусор мусору рознь. Конечно же кожура банана или апельсина неэстетично смотрится на зелёной траве, однако за несколько недель природа её «переработает». Брошенная же пластиковая бутылка, упаковка или пакет будут «радовать» всех, кто придёт на это место, и через несколько лет.

В новый портфель

Получение веществ и материалов с заданными свойствами — важнейшая задача современной науки. Развитие техники, как и развитие общества, даёт всё больше поводов для поиска новых веществ с уникальными свойствами.



- ▶ Приведите примеры окислительно-восстановительных реакций, лежащих в основе получения металлов.
- ▶ Способом получения многих металлов является электролиз растворов и расплавов солей. Вспомните, что такое электролиз. Составьте уравнения электролиза расплава хлорида натрия. Перечислите области применения электролиза.
- ▶ Приведите примеры веществ, которые были получены путём целенаправленного научного поиска и о которых не говорилось в данном параграфе.
- ▶ Приведите примеры веществ, не являющихся экологически чистыми.
- ▶ Что вы могли бы предложить учёным в качестве задачи для целенаправленного поиска веществ с заданными свойствами?

44 ОТ ПОЛИМЕРОВ ПРИРОДНЫХ К ПОЛИМЕРАМ СИНТЕТИЧЕСКИМ

135

Урок-лекция

Нефть не топливо, топить можно и ассигнациями.

Д. И. Менделеев

?

Что такое полимеры и каково их строение? Какие полимеры были созданы природой? Какие искусственные полимеры создал человек и каковы их свойства? Где применяют искусственные полимеры?

Полимеры • Мономеры • Элементарное звено • Углеводороды • Эластомеры

Ключевые слова

Органические вещества (Биология, 5—9 кл.). Полимеры (Биология, 9 кл.; Химия, 9 кл.). Строение молекул белков и нуклеиновых кислот (Естествознание, 10 кл., § 30, 31).

Из старого портфеля

СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ ПОЛИМЕРОВ. Сегодня трудно представить нашу жизнь без синтетических полимерных материалов. Они используются в производстве посуды, игрушек, бытовой техники, текстильных волокон и многого другого.

Полимеры (от греч. *polys* — много и *meros* — часть) — высокомолекулярные соединения, т. е. их молекулы имеют огромные молекулярные массы — тысячи и сотни тысяч атомных единиц массы (а. е. м.). Такие гигантские молекулы (макромолекулы) образованы десятками и даже сотнями тысяч атомов, соединённых в длинные цепочки.

Полимеры образуются из низкомолекулярных веществ — **мономеров** (от греч. *monos* — один). Это значит, что молекулы полимеров состоят из многократно повторяющихся **элементарных звеньев**, химически «сшитых» между собой.

К важнейшим природным полимерам относят *полисахариды* (крахмал, гликоген, целлюлозу), белки и нуклеиновые кислоты. Так, молекула крахмала включает тысячи элементарных звеньев, каждое из которых представляет собой остаток молекулы глюкозы (рис. 73). Таким образом, глюкоза — мономер крахмала. Мономерами белков являются аминокислоты (рис. 74).

КАК ПОЛУЧАЮТ ПОЛИМЕРЫ. Первый искусственный полимерный материал — *целлулоид* — был изготовлен путём модификации целлюлозы ещё в середине XIX в. До сегодняшнего времени из этого материала производят волокна, плёнки, загустители, лаки и шарики для настольного тенниса.

Другой способ получить полимер — синтезировать его из низкомолекулярных соединений. Источником таких соединений служат природный газ и нефть. Эти горючие ископаемые представляют собой смесь **углеводородов** (соединений, состоящих из углерода С и водорода Н).

Газообразный углеводород этилен C_2H_4 является мономером *полиэтилена*. Благодаря этому поли-

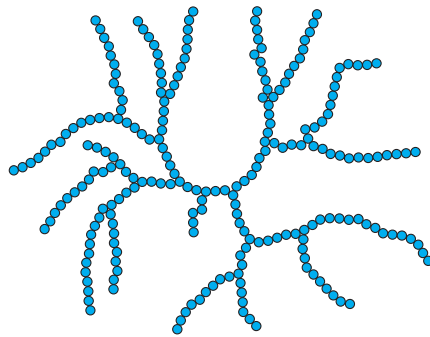


Рис. 73
Участок ветвящейся полимерной молекулы крахмала

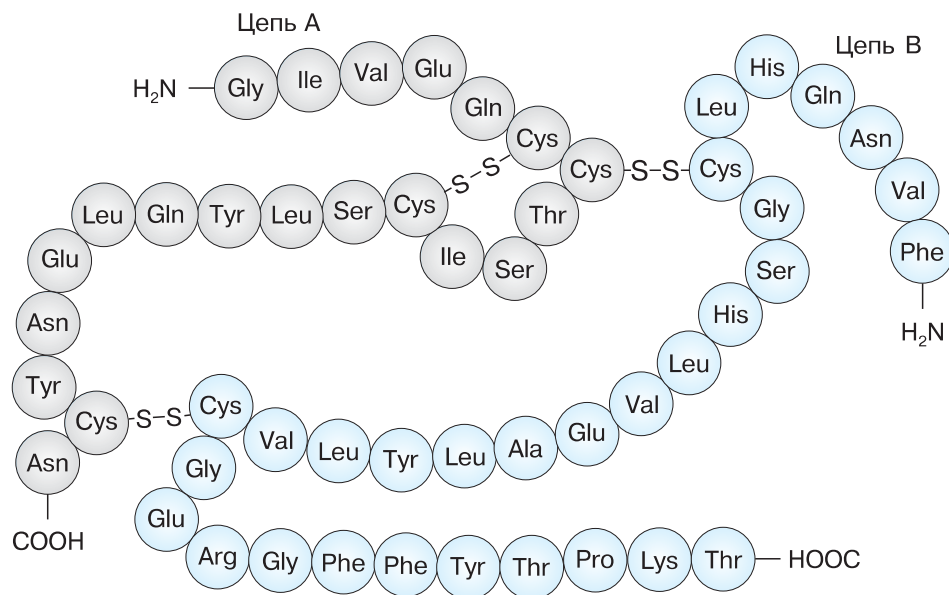


Рис. 74
Полимерная молекула белка (аминокислоты обозначены кружками с надписью)

Полиэтилен механически прочен и химически стоек, эластичен, значительно легче воды. В тонком слое он бесцветный, пропускает ультрафиолетовые лучи, прозрачный, на ощупь несколько жирный. При нагревании полиэтилен изменяет свою форму, сохраняя её после охлаждения.

Тефлон (политетрафторэтилен) — продукт полимеризации (реакции синтеза полимера) тетрафторэтилена C_2F_4 . Последний образован путём замещения всех четырёх атомов водорода в молекуле этилена на атомы фтора.

меру мы пользуемся не только всем известными полиэтиленовыми пакетами, но и дренажными и водопроводными трубами, не поддающимися коррозии; посудой, лёгкой, небьющейся и удобной в обращении; плёнкой, вместо стекла покрывающей парники и теплицы; различными предметами бытового назначения.

Производные полиэтилена зачастую сильно отличаются от него своими свойствами. Например, *тефлон* по своим механическим, физическим и химическим свойствам превосходит не только полиэтилен, но и многие другие полимеры. Он устойчив к действию любых растворителей, имеет необычайно высокую температуру размягчения (327 °C) и рекордную для полимеров температуру разложения (425 °C), не горит. На него не действуют концентрированные щёлочи и кислоты. Благодаря этим ценным качествам тефлон применяют при изготов-

лении аппаратуры для химически агрессивных сред, электроизоляционных материалов, подшипников, не требующих смазки.

Возможности синтетических полимеров неисчерпаемы. *Полистирол* идёт на изготовление корпусов авторучек, коробок для кассет и лазерных дисков, детских игрушек, сувениров и других предметов, не требующих особо высокой прочности материала. Из *поливинилхлорида (ПВХ)* изготавливают искусственную кожу, линолеум, плёнку для тяжёлых потолков, клеёнки, трубы, профили окон и дверей и т. д.

Углеводороды нефти, природного газа и каменного угля — основа современной энергетики. Но если человечество окончательно «укротит» атомную энергию, то нефть и другие горючие полезные ископаемые, вероятно, целиком поступят в распоряжение учёных, которые смогут разрабатывать на их основе новые уникальные материалы.

В НОВЫЙ
портфель

Современная наука и промышленность, перерабатывая природное сырьё, дают человеку полимеры и материалы, свойства которых уникальны и которые как нельзя лучше отвечают потребностям общества.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Плёнкой из тефлона покрывают металлическую посуду и гладящую поверхность утюгов. В сковороде с таким покрытием никогда не пригорит еда, а к утюгу не прилипнет ткань. Однако тефлон неустойчив к механическим повреждениям. Так, повредить тефлоновое покрытие можно ножом или даже металлической ложкой, которой вы перемешиваете пищу. Используйте для этой цели деревянные лопаточки.

КАУЧУК — ПРИРОДНЫЙ И СИНТЕТИЧЕСКИЙ. Среди полимеров можно выделить в отдельную группу каучуки. Эти материалы получили название **эластомеры** из-за удивительной способности к деформации и высокоэластичных свойств.

Природный каучук — полимер, образующийся при застывании млечного сока (латекса) некоторых растений, например гевеи, — обладает рядом ценных качеств. Он устойчив к износу, водо- и газонепроницаем, хороший изолятор. Однако при повышенной температуре он становится мягким и липким, а на холоде — твёрдым и хрупким, что делает изделия из него недолговечными. Известен лишь один вид природного каучука. Его молекулы состоят из 4000—10 000 остатков молекул изопрена C_5H_8 .

Ещё в прошлом веке перед наукой была поставлена задача получения *синтетического каучука*. В 1909 г. русский учёный С. В. Лебедев из бутадиена-1,3 получил полимер, сходный с натуральным каучуком. Тем не менее наладить промышленное производство синтетического каучука удалось лишь в 1932 г. Это был первый отечественный каучук, полученный промышленным путём.

Сегодня известны бутадиеновый, бутадиен-стирольный, бутадиен-нитрильный и другие виды синтетических каучуков, свойства которых заметно отличаются от свойств их природного прототипа. Например, полиуретановый каучук настолько изнosoустойчив, что изготовленные из него шины, вероятно, смогут пережить автомобиль.

Учёные научились превращать каучук в резину, которая отличается более высокой эластичностью, плотностью и не столь зависима от температурных колебаний.

В целом синтетические каучуки более устойчивы к старению и истиранию, действию высоких температур и химических реагентов, но они более твёрдые. Это усложняет их переработку, поэтому для получения высокоэластичных и особо мягких видов резины используют только природный каучук или его смеси с синтетическими каучуками.

Вы наверняка встречали вывески с надписью: «Вулканизация шин». Вулканизация — это и есть процесс превращения каучука в резину. Его суть заключается в нагревании каучука с серой до температуры +130...+140 °С. В итоге атомы серы «сшивают» отдельные молекулы каучука друг с другом, что и приводит к улучшению его механических и других свойств.

Каучуки представляют собой натуральные или синтетические эластомеры, для которых характерны эластичность, водонепроницаемость и электроизоляционные свойства. Из каучуков получают резины.

**В новый
портфель**

??

- ▷ Какие вещества называют полимерами? В чём их отличие от других соединений?
- ▷ Приведите примеры известных вам синтетических полимеров. В чём их преимущества перед природными соединениями? А в чём недостатки?
- ▷ Используя дополнительные источники информации, найдите и запишите в тетради структурные формулы изопрена и бутадиена-1,3.

45 СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ — ОСНОВА ПЛАСТМАСС

Урок-практикум

Сегодня удаётся спасать людей, у которых обожжено 90 % поверхности тела, с помощью искусственной кожи. Искусственная кожа — многослойные полимерные плёнки.

Н. А. Платэ



Что такое пластмассы и где они применяются? Каковы характерные свойства пластмасс? Можно ли, зная свойства пластмасс, отличить их друг от друга?

Из старого портфеля

Природные полимеры. Синтетические полимеры (см. § 44).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Познакомиться с многообразием пластмасс и сферами их применения. Научиться распознавать пластмассы по присущим им характерным свойствам.

Оборудование: коллекция «Пластмассы», набор подписанных образцов пластмасс для исследования, неизвестный (пронумерованный) образец пластмассы для определения, пробирки, тигельные щипцы, спиртовка, спички.

ПЛАН РАБОТЫ. Последовательно выполняя задания, ознакомиться с пластмассами и исследовать их свойства.

Вы познакомились с синтетическими полимерами, являющимися основой пластмасс. *Пластмассы* — это разновидность конструкционных материалов (материалов, предназначенных для производства готовых изделий или сооружений). Их получают, добавляя к исходным полимерам различные наполнители. Для гомогенных (однородных) пластмасс наполнителями могут быть стабилизаторы, красители и другие ингредиенты; для гетерогенных (неоднородных) пластмасс — отходы тканей, бумага, стекловолокно и другие компоненты.

По отношению исходных полимеров к нагреванию пластмассы делят на термопласты и реактопласты. *Термопласты* способны обратимо переходить при нагревании в высокоэластичное либо вязкотекучее состояние, т. е. материал в изделии сохраняет способность плавиться и растворяться. При обычной температуре термопласты находятся в твёрдом состоянии. *Реактопласты* (термореактивные пластмассы) — пластмассы, переработка которых в изделия сопровождается необратимой химической реакцией, приводящей к образованию неплавкого и нерастворимого материала. При достижении определённой температуры реактопласты разрушаются.

1. Многообразие пластмасс.

Используя коллекцию «Пластмассы», познакомьтесь с многообразием этих синтетических материалов и сферами их применения. Результаты работы оформите в тетради в виде схемы.

2. Внешние признаки и свойства пластмасс.

Вы получили подписанные образцы пластмасс на основе полиэтилена, поливинилхлорида и полистирола. Внимательно рассмотрите их. Сопоставьте с образцами, имеющимися в коллекции, и сделайте вывод о характерных внешних признаках изучаемых пластмасс.

Используя таблицу-подсказку, выясните отношение исследуемых пластмасс к нагреванию, характер их горения (**внимание:** эти опыты надо проводить под тягой!), а также отношение к действию растворителя.

Сделайте вывод о принадлежности изученных пластмасс к термопластам или реактопластам.

ПОДСКАЗКА

Внешние признаки и свойства некоторых пластмасс

Свойства	Пластмасса		
	Полиэтилен	Поливинилхлорид	Полистирол
Физические (внешние) признаки	Сходен с парафином. Относительно мягкий, эластичный. В тонком слое прозрачен. Цвет различный	Относительно мягкий. Цвет различный	Твёрдый, хрупкий. Почти прозрачен или непрозрачен. Цвет различный
Отношение к нагреванию	Размягчается, вытягивается в нити	Размягчается	Размягчается, вытягивается в нити. (При нагревании выделяются тяжёлые пары белого цвета — полистирол распадается на мономеры)
Горение	Горит синим некопящим пламенем, плавясь и образуя капли. Ощущается специфический запах парафина, т. е. запах горячей свечи	Горит в пламени, образуя чёрный хрупкий шарик. Ощущается острый запах хлороводорода. Вне пламени гаснет	Горит жёлтым коптящим пламенем. Ощущается характерный сладковатый запах
Отношение к действию растворителя (ацетона)	Не растворяются		Хорошо растворяется

3. Распознавание пластмасс.

Определите, какая пластмасса выдана вам в качестве пронумерованного образца. Для этого проведите опыты, аналогичные опытам, проведённым при выполнении задания 2. Результаты работы оформите в виде таблицы.

Номер образца	Внешний вид	Отношение к нагреванию	Характер горения	Отношение к действию растворителя	Вывод

Дополнительные источники информации

1. Бердоносков С. С. Химия: учеб. для 9 кл. / С. С. Бердоносков, Е. А. Менделеева. — М.: Просвещение, 2011.
2. Энциклопедия для детей. [Т. 17.] Химия. — М.: Аванта+, 2007.
3. Габриелян О. С. Химия. Органическая химия: учеб. для 10 кл. / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, А. А. Карцова. — М.: Просвещение, 2007.
4. Корзинков Н. Битва за резину / Н. Корзинков // Популярная механика. — 2008. — № 2.

Слова для поискового запроса: типы пластмасс, свойства пластмасс, технологии производства пластмасс.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

При горении некоторых видов пластмасс выделяется ядовитый газ. Не утилизируйте пластмассы (например, пришедшую в негодность полиэтиленовую плёнку, которую использовали для укрытия теплицы на садовом участке) путём сжигания.

В новый портфель

Пластмассы получают, добавляя к исходным полимерам различные наполнители. По отношению исходных полимеров к нагреванию пластмассы делят на термопласты и реактопласты. На основании характерных внешних признаков и химических свойств можно установить вид пластмассы.

46

БИОТЕХНОЛОГИЯ — ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

141

Урок-лекция

Наука есть игра, но игра не шуточная,
игра в хорошо заточенные ножики...

Э. Шрёдингер



Что такое биотехнология? Какие этапы в развитии биотехнологии можно выделить? Какую роль биотехнология сыграла в развитии цивилизации?

**Биотехнология • Генная инженерия • Клеточная инженерия •
Клонирование**

**Ключевые
слова**

Генетика — наука о закономерностях наследственности и изменчивости. Наследственная и ненаследственная изменчивость. Геном. Приёмы выращивания и размножения растений и домашних животных (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 31).

**Из старого
портфеля**

В последние годы термин «биотехнология» у всех на слуху. Что он обозначает?

Человек уже давно вмешивается в ход природных процессов. Постепенно он научился использовать их для удовлетворения всё возрастающих потребностей населения в продуктах питания и природных материалах. Эти же задачи решает и современная **биотехнология** — совокупность методов производства различных продуктов (лекарств, продуктов питания, топлива и др.) с помощью живых организмов или использования биологических процессов.

Слово «биотехнология» греческого происхождения. В нём можно выделить две части — «биос» и «техне». «Биос» означает «жизнь» (биология, биоценоз и др.). «Техне» происходит от греческого «текс», что означает «вить», «прясть», «делать руками» (текстиль, текст, архитектура и, наконец, технология). Что же даёт сочетание слов «биос» и «техне»? Живую технологию!

БИОТЕХНОЛОГИЯ — ОСНОВА ЦИВИЛИЗАЦИИ. Долгие годы человек жил плодами собирательства и охоты. Им на смену пришли земледелие и животноводство — яркие примеры первобытной биотехнологии.

В процессе возделывания растений и разведения домашних животных человек производил, хотя часто и бессознательный, отбор тех особей, которые казались ему наиболее полезными. Так, среди растений отбирались те, которые давали большой урожай, более крупные и сочные плоды.

С древнейших времён человек использовал в своих целях и микроорганизмы, причём даже не подозревая об их существовании. С помощью микроорганизмов человек овладел технологией квашения молока и овощей, а потом, научившись делать муку и печь лепёшки, технологией квашения теста. Следующим шагом стало приготовление пива и вина, за ними последовали вымачивание кож и мочение льна.

Земледелие и животноводство сделали труд человека настолько производительным, что один человек мог прокормить нескольких. В итоге часть людей получили возможность посвятить себя другим занятиям. Началось прогрессивное развитие общества.

БИОТЕХНОЛОГИЯ НА СТЫКЕ НАУК. К концу XIX в. были созданы весьма продуктивные сорта растений и породы животных, выработаны правила их скрещивания и отбора, основанные на многовековом опыте. Была установлена роль микроорганизмов (бактерий и грибов) в процессах брожения.

Стимул к дальнейшему развитию биотехнология получила в XX в., с возникновением генетики и молекулярной биологии. Для создания новых сортов растений и пород животных было использовано, в частности, такое явление, как *гетерозис* — превосходство гибридов первого поколения над родительскими особями по ряду параметров, например по продуктивности. Гетерозисные гибридные сорта кукурузы, риса, пшеницы и других культурных растений дают невиданные ранее урожаи. И хотя в странах с высокоразвитым сельским хозяйством внедрение новых сортов не изменило экономической ситуации, использование их в развивающихся странах произвело настоящую «зелёную революцию».

Успехи в животноводстве были связаны не только с выведением новых пород животных, но и с созданием для них сбалансированной кормовой базы. С помощью различных методов растительные корма обогащают недостающими аминокислотами, белками, витаминами и другими добавками, что приводит к уменьшению расхода кормов и существенно увеличивает выход продукции. Основным методом обогащения кормов — микробиологический, т. е. осуществляемый с помощью микроорганизмов.

В прошлом веке в Индии было создано более миллиона установок для получения биогаза. Опыт этой страны показывает, что 3—5 коров могут обеспечить потребности в биогазе семьи, состоящей из такого же числа людей.

Сегодня человек использует целую армию микроорганизмов. С их помощью он получает аминокислоты, витамины, антибиотики, органические кислоты, ферменты. Известен опыт применения микроорганизмов для решения проблем энергетики. Так, из растительных отходов или навоза с помощью специальной культуры бактерий можно получать *биогаз* — смесь метана CH_4 (около 65 %) и углекислого газа CO_2 .

Особо следует отметить использование микроорганизмов для решения экологических проблем: они помогают очищать природу от многих отходов органического происхождения. Но вот с синтетическими полимерами микроорганизмы справиться не могут.

На новый виток развития биотехнология вышла в 70-х гг. прошлого столетия, с возникновением **генной инженерии**. Методы генной инженерии позволяют внедрять в геном какого-либо вида определённые гены другого вида. В итоге человек овладел технологией выращивания бактерий, растений и животных, в геном которых интегрированы чужеродные гены. Организм, в геном которого методами генной инженерии перенесены гены из других организмов, называют *трансгенным* или *генетически модифицированным*.

В клетки бактерий можно внедрить гены различных белков, например человеческий ген, отвечающий за синтез гормона инсулина. Такие генетически модифицированные бактерии синтезируют инсулин, который используется в качестве лекарственного средства.

С помощью методов генной инженерии растениям можно придать устойчивость к различным факторам окружающей среды — гербицидам, болезням, вредителям, засухе, засолению. Например, в геном растения можно внедрить ген устойчивости к гербицидам, заболеваниям и вредителям. Можно модифицировать вкус и аромат плодов, увеличить их питательную ценность и продолжительность хранения, изменить окраску цветков и т. п.

Известны и трансгенные животные. Первыми среди них стали мыши, а потом кролики, свиньи, овцы. Трансгенных животных широко используют как для решения научных задач, так и в практических целях.

Большие возможности открыла перед человечеством и **клеточная инженерия**, т. е. различные манипуляции с отдельными клетками. С помощью методов клеточной инженерии получают гибридные клетки, содержащие геномы разных видов, а также выращивают из от-

дельных клеток целые организмы. К области клеточной инженерии можно отнести и **клонирование** — получение нескольких генетически идентичных организмов, клеток или молекул. Группу таких организмов, клеток или молекул называют *клоном*.

Широкую известность получило клонирование животных — пересадка ядер соматических клеток в лишённые ядра яйцеклетки с последующим выращиванием зародыша во взрослый организм. Так, в 1997 г. английским учёным удалось вырастить овцу из лишённой ядра яйцеклетки, в которую было пересажено ядро соматической клетки (вымени) взрослого животного. Эта овца прославилась на весь мир под именем Долли. В той же лаборатории был получен и ягнёнок Полли, несущий в каждой клеточке своего организма ген человеческого белка. В 1998 г. исследователи из США и Франции клонировали телят голштинской породы из клеток плода. Делаются попытки восстановить путём клонирования исчезающие или уже исчезнувшие виды животных.

Теоретически существует возможность клонировать и человека. *Терапевтическое клонирование* подразумевает клонирование клеток человека с их последующим использованием в медицине и для трансплантации. Сторонники этой технологии говорят о перспективах спасения человечества от болезней и недугов. *Репродуктивное клонирование* — это получение не просто клеток или тканей, а целого человеческого существа. И здесь мы оказываемся перед множеством проблем не только биологического, но и этического характера.

Во-первых, процедура клонирования ещё не разработана до конца, она небезопасна. Во-вторых, продолжительность жизни клонированных животных гораздо меньше, чем их сородичей, родившихся естественным путём. В-третьих, для клонов характерны аномалии эмбрионального развития, нарушение функционирования иммунной системы, сердечные и лёгочные заболевания и др. Все эти факты — аргументы в руках противников клонирования.

Перед тем как попасть к потребителю, генетически модифицированные продукты должны проходить тщательную проверку. Например, у каждого трансгенного сорта оценивают аллергенный потенциал. Тесты предусматривают сравнение белковой последовательности у этих сортов с белковой последовательностью у известных аллергенов, оценивают стабильность белка во время переваривания. Также проводятся тесты с использованием крови от чувствительных к аллергенам индивидуумов, тесты на животных.

Клонировать растения можно и не прибегая к клеточной инженерии, просто вегетативным размножением — черенками, отводками и т. д.

Современная биотехнология — важнейшая отрасль научно-практической деятельности человека. Она использует методы селекции, молекулярной биологии, микробиологии, генетики.

**В новый
портфель**

??

- ▷ Что такое биотехнология?
- ▷ Какую роль биотехнология сыграла в зарождении и развитии человеческой цивилизации?
- ▷ Что такое генная инженерия и каковы её возможности в решении насущных проблем современности?
- ▷ В чём сущность клеточной инженерии?
- ▷ Какие этические проблемы ставит перед человечеством технология клонирования животных?

Величие человека — в его способности мыслить...
Постараемся же мыслить достойно.

Б. Паскаль

?

Как влияет современная биотехнология на жизнь человека и общества в целом? К каким последствиям может привести вмешательство человека в ход природных процессов?

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Оценить достижения и понять перспективы биотехнологии, оценить риски для общества, связанные с развитием технологии клонирования применительно к человеку.

ПЛАН СЕМИНАРА

1. Могущество современной биотехнологии.
2. Клонирование — благо или зло?

Необходимые источники информации

1. Никишова Е. А. Основы биотехнологии: 10—11 кл.: учеб. пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / Е. А. Никишова. — М.: Вентана-Граф, 2008.
2. Биотехнология: теория и практика (учебное пособие) / [Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко, Е. А. Калашникова, Е. А. Живухина]; под ред. Н. В. Загоскиной. — М.: Оникс, 2011.
3. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы применения / Б. Глик, Дж. Пастернак. — М.: Мир, 2002.
4. Энциклопедия для детей. [Т. 2.] Биология. — М.: Аванта+, 2012.
5. Клонирование человека. Вопросы этики. — ЮНЕСКО, 2004. — С. 11.

На прошлом уроке мы кратко рассмотрели путь развития биотехнологии от зарождения и до наших дней, выяснили её вклад в становление современного общества.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Что сегодня биотехнология даёт человеку?

Подберите примеры, иллюстрирующие могущество современной биотехнологии и её вклад в решение продовольственной проблемы, проблем лечения и профилактики наследственных заболеваний, трансплантации органов и др.

Дополнительные источники информации

1. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 3. Биотехнология селекции растений. Клеточная инженерия / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. — Минск: Беларус. навука, 2012.
2. Клещенко Е. ГМО: городские мифы // Химия и жизнь. — 2012. — № 7 (<http://gotourl.ru/13895>).

3. Клунова С. М. Биотехнология: учеб. для высш. пед. учеб. заведений / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. — М.: Издательский центр «Академия», 2010.
4. Современная биотехнология производства продуктов питания, здоровье и развитие человека: исследование на основе фактов (Modern food biotechnology, human health and development: an evidence-based study) // Отдел безопасности продуктов питания ВОЗ, 2005 (<http://gotourl.ru/13897>).

Слова для поискового запроса: биотехнология, «зелёная революция», биоинженерия, биомедицина, биофармакология, генная инженерия, клонирование, генно-модифицированные организмы.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

Может ли злоупотребление достижениями биологии и медицины представлять угрозу для достоинства человека? Какие достижения биотехнологии вызывают в этом плане особую тревогу?

Во Всеобщей Декларации о геноме человека и правах человека в области биомедицины (1997) клонирование человека признаётся противоречащим человеческому достоинству. В Дополнительном протоколе к Конвенции о защите прав и достоинства человека в связи с применением достижений биологии и медицины (1998) клонирование характеризуется как ценный и этический биомедицинский метод и признаётся наличие различных мнений о клонировании недифференцированных клеток эмбрионального происхождения. В протоколе содержится запрет на любое преднамеренное клонирование человеческих особей как несущее угрозу идентичности человека. Как вы думаете, почему? Обсудите это в классе. Выскажите своё мнение по сути проблемы.

Дополнительные источники информации

1. Вир С. Клонирование человека: аргументы в защиту / С. Вир. — М.: Медицина, 2002.
2. Корочкин Л. И. Геном, клонирование, происхождение человека / Л. И. Корочкин. — Фрязино: Век 2, 2004.
3. Шкуматов А. А. Клонирование: прошлое, настоящее... будущее? / А. А. Шкуматов // Проблемы репродукции. — 2001. — № 6.
4. Модификация человека. Круглый стол Института философии РАН и журнала «Человек» // Человек. — 2006. — № 5.
5. Организация Объединённых Наций. Специальный комитет по проекту международной конвенции против клонирования человека в целях воспроизводства (<http://gotourl.ru/13896>).

Слова для поискового запроса: клонирование человека, биоэтика, социально-этические аспекты клонирования человека.

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Как показала жизнь, остановить развитие науки не дано никому. С её помощью человек активно изменяет окружающий его мир. Долг учёных состоит в том, чтобы донести до общества всю информацию о последствиях новейших научных открытий.

Нанопроизводство — это построение на предельном уровне изящества.

Р. Смолли

?

Что такое нанотехнологии? Каковы специфические свойства наночастиц? Каковы перспективы использования нанотехнологий?

Ключевые
слова

Нанотехнологии • Нанообъекты • Электронный микроскоп • Сканирующий зондовый микроскоп • Наноматериалы • Кластеры • Тонкие плёнки • Графен • Нанотрубка • Фуллерен

Из старого
портфеля

Единство многообразия. Микромир. Молекулярная структура живого (Естествознание, 10 кл., § 26, 30).

ЧТО ТАКОЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ. Принципиальная возможность работы с объектами, имеющими размеры порядка 10^{-9} м (наноразмеры), была впервые рассмотрена лауреатом Нобелевской премии Ричардом Фейнманом в 1959 г. Термин «нанотехнологии» появился позднее, его ввёл в 1974 г. японский физик Норио Танигучи. Термин использовался



Рис. 75

Научные основы и объекты нанонауки и нанотехнологии

для описания процессов обработки материалов с точностью порядка нанометра и производства изделий, имеющих наноразмеры.

В настоящее время не существует единого общепринятого определения термина «нанотехнологии». В российской литературе **нанотехнологии** определяются как совокупность технологических методов и приёмов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие отдельные наномасштабные компоненты (с размерами порядка 100 нм и меньше хотя бы по одному из измерений), которые приводят к улучшению либо появлению принципиально новых характеристик и свойств получаемых продуктов, что позволяет осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба.

В широком смысле нанотехнологии — это продукт интеграции фундаментальных наук: физики, химии, биологии. Каждая из этих наук вносит свой вклад, используя свои характерные методы исследования (рис. 75).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНО-ОБЪЕКТОВ. Размеры **нанообъектов** много меньше длины волны видимого излучения (вспомните, каков диапазон электромагнитных волн, воспринимаемых глазом человека). Поэтому при работе с этими объектами вместо традиционных оптических микроскопов используют специфические приборы.

Электронный микроскоп был создан в начале 30-х гг. XX в. В отличие от оптического, в электронном микроскопе вместо луча света используют пучок электронов. Управление пучком электронов осуществляется при помощи электромагнитного поля. Несмотря на то что пучок электронов, как и видимый свет, обладает волновыми свойствами, длина волны электрона существенно короче длины волны видимого света, значит, и размеры объекта, который удаётся рассмотреть, могут быть намного меньше. Лучшие современные электронные микроскопы дают возможность увидеть частицы размером 10^{-10} м.

Сканирующие зондовые микроскопы, разработанные в 80-х гг. XX в., предназначены для изучения нанообъектов на поверхности макроскопического образца. Основная часть такого микроскопа — зонд, представляющий собой тонкую пластинку-консоль (её называют кантилевером, от англ. *cantilever* — консоль, кронштейн) с закреплённой на её конце очень острой иглой (рис. 76). Радиус закругления острия иглы сравним с размером атома. При перемещении зонда вдоль поверхности образца игла опускается и поднимается на неровностях поверхности.

Многие из перспектив, казавшихся в середине прошлого века фантастическими, осуществлены в настоящее время. Например, проблема размещения Британской энциклопедии (около 30 000 страниц) на устройстве размером с булавочную головку, о которой говорил Фейнман, уже успешно решена. На доступном всем USB-флеш-накопителе (флешке) можно разместить не одну такую энциклопедию, а используемая в нём микросхема по размерам вполне сравнима с булавочной головкой. Многие другие обсуждавшиеся Фейнманом устройства, например молекулярные моторы, активно разрабатываются в настоящее время. Так, за разработку и синтез молекулярных машин учёные Жан-Пьер Саваж, сэр Джеймс Фрезер Стоддарт и Бернард Лукас Феринга удостоены в 2016 г. Нобелевской премии по химии.

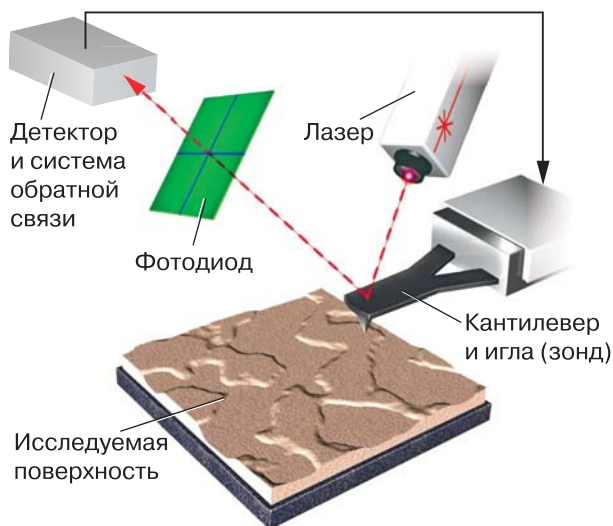


Рис. 76
Принцип работы сканирующего атомно-силового микроскопа

Компьютер, управляющий работой микроскопа, принимает и регистрирует данные о величине силы взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом (*атомно-силовой микроскоп*) или о величине туннельного тока (тока, протекающего через промежуток между поверхностью образца и остриём иглы в *туннельном микроскопе*) и на их основе производит построение объёмного рельефа поверхности образца.

НАНОМАТЕРИАЛЫ И ИХ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. **Наноматериалы** — материалы, содержащие структурные элементы с размерами от нескольких нанометров до нескольких десятков нанометров, —

обладают уникальными свойствами, вытекающими из микроскопических размеров их составляющих. Так, частицы металлов размером менее 10 нм, называемые **кластерами**, обладают высокой химической активностью и способны вступать в реакции с другими веществами практически без какой-либо дополнительной энергии. Избыточность энергии таких частиц объясняется некомпенсированностью связей их поверхностных атомов. Дело в том, что по мере уменьшения размеров наночастицы растёт доля атомов, расположенных в поверхностных слоях, по отношению к доле атомов в объёме частицы. Соответственно увеличивается вклад поверхностных атомов в энергию системы взаимодействующих веществ.

Тонкие плёнки — тонкие слои материала, толщина которых находится в диапазоне от долей нанометра до нескольких микрон, — широко применяются для различных целей, например при производстве микросхем. В последние годы интерес представляют плёнки из монослойных (толщиной в один атом) слоёв. Примером таких материалов является **графен** — монослой атомов углерода (рис. 77). Необычные электромагнитные свойства графена объясняются тем, что это, по существу, двумерный кристалл. Среди уже реализованных прототипов перспективных устройств на основе графена — жидкокристаллические дисплеи и солнечные батареи с графеном в качестве прозрачного проводящего слоя, графеновый одноэлектронный транзистор, спиновый транзистор и др.

В результате процессов, аналогичных процессам самоорганизации, слой графена может сворачиваться в **нанотрубку** — полую цилиндрическую структуру диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сотен микрометров (рис. 78). Нанотрубки обладают уникальными электрическими, магнитными, оптическими и механическими свойствами. Например, они очень прочны, в перспективе предполагается производство из нанотрубок сверхпрочных нитей.

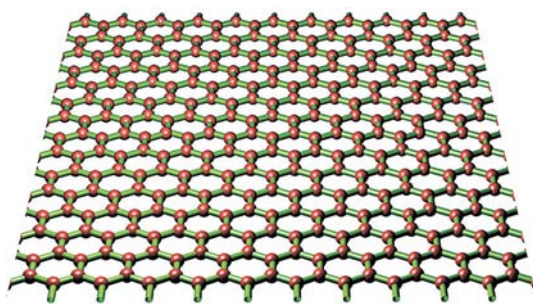


Рис. 77
Графен

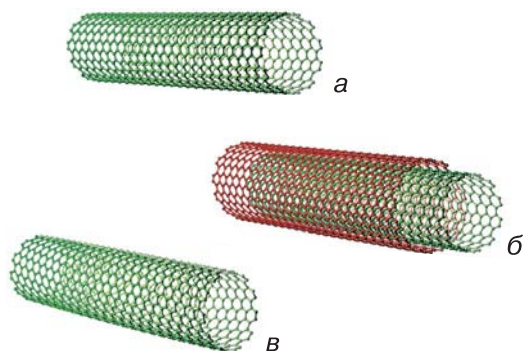


Рис. 78
Углеродные нанотрубки: а — однослойная прямая; б — двухслойная прямая; в — однослойная спиральная

Модуль Юнга (модуль продольной упругости, коэффициент пропорциональности между механическим напряжением и относительным удлинением в законе Гука) однослойной нанотрубки достигает 1–5 ТПа, что на порядок выше, чем у стали (модуль Юнга стали составляет 0,21 ТПа).

Фуллерены — молекулы, построенные из атомов углерода и представляющие собой замкнутые выпуклые многогранники с пяти- и шестиугольными гранями (рис. 79), — находят широкое применение при создании смазок и антифрикционных покрытий, новых типов топлива, алмазоподобных соединений сверхвысокой твёрдости, датчиков и красок. С фуллеренами также связывают надежды на адресную транспортировку (внутри такого многогранника) лекарств больным клеткам организма человека.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ.

Сегодня человечество стоит лишь на пороге широкого практического использования нанотехнологий. Мы уже упоминали о некоторых возможностях использования достижений нанотехнологий: электронные устройства, основанные на плёнках толщиной, сравнимой с размерами молекул, вещества с повышенной химической активностью, сверхпрочные нити из нанотрубок, фуллерены для транспорта веществ в организме. Одним из перспективных направлений является сочетание и взаимное дополнение искусственных и естественных нанообъектов. Как вы знаете, размеры биологических макромолекул, составляющих основу живых систем (нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) и белков), находятся в нанодиапазоне. Объединив нанообъекты, созданные человеком, с молекулярными моторами (имеющими наноразмеры, экологически безопасными и биосовместимыми), можно получить микробиороботов, которые смогут работать как внутри организма человека, так и автономно, вне организма.

Однако следует заметить, что при этом могут возникать как этические, так и экологические проблемы, обусловленные тем, что подобные биороботы могут выйти из-под контроля человека.

Нанотехнологии — это совокупность процессов, позволяющих создавать материалы, устройства и технические системы, функционирование которых определяется наноструктурой, то есть её упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нм. Развитие нанотехнологий открывает качественно новые возможности для человечества, но одновременно при неконтролируемом развитии таит в себе определённые опасности.

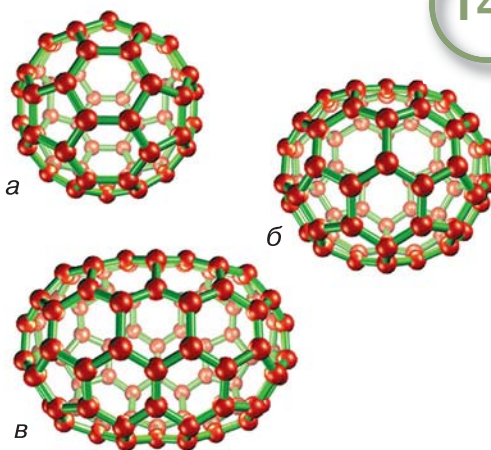


Рис. 79

Модели фуллеренов: а — C_{60} ; б — C_{70} ; в — C_{80} .

За новаторские эксперименты по исследованию двумерного материала графена Андрею Гейму и Константину Новосёлову в 2010 г. была присуждена Нобелевская премия по физике. За открытие фуллеренов Роберт Кёрл, Гарольд Крото и Ричард Смолли удостоены в 1996 г. Нобелевской премии по химии.

**В новый
портфель**

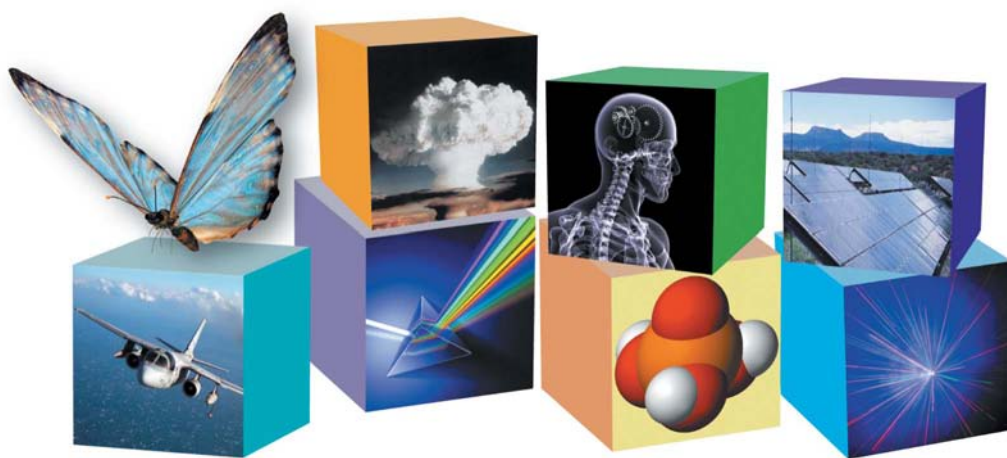
??

- ▷ Можно ли с использованием нанотехнологий сконструировать оптический микроскоп для наблюдения за нанообъектами?
- ▶ В телевизионной передаче о нобелевских лауреатах показали графеновую плёнку. Можно ли увидеть графен? Что на самом деле показали по телевидению?
- ▶ В некоторых современных игрушках применяются электрические моторы размером около 1 см. Как вы думаете, есть ли принципиальная возможность создать электромотор размером 100 нм, уменьшив все размеры существующего мотора в 100 000 раз?

ОБОБЩЕНИЕ И ОСМЫСЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА ГЛАВЫ

Обзор изобретений, их развития и успехов в искусствах и ремёслах может называться историей технических искусств; технология, которая объясняет в целом, методически и определённо все виды труда с их последствиями и причинами, являет собой гораздо большее.

И. Бекман



Развитие научного познания привело к появлению новых технологий: технологий использования энергии атома, технологий создания веществ и материалов с заданными свойствами, биотехнологии, информационных технологий и др.

В настоящее время существуют проекты создания приборов, позволяющих человеку воспринимать выводимую компьютером информацию с помощью основных органов чувств. Современная наука и промышленность, перерабатывая природное сырьё — нефть, газ, уголь, сланцы, дают человеку материалы, отвечающие потребностям общества.

С помощью науки человек активно изменяет окружающий мир. Технологии использования и преобразования веществ и энергии не только приносят пользу, но и могут нанести вред человеку и окружающей среде. Каждый человек должен нести свою личную ответственность за негативное воздействие на окружающий мир.

«ЗЕЛЁНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ». В 40—70-х гг. XX в. в развивающихся странах (Мексика, Индия, Пакистан, Колумбия и др.) был проведён комплекс мероприятий, которые привели к значительному увеличению объёма мировой сельскохозяйственной продукции. Этот проект получил название «зелёная революция». Он предполагал активное выведение более продуктивных сортов растений, расширение ирригации, применение удобрений, пестицидов, современной техники. «Зелёная революция» позволила не только прокормить увеличивающееся население развивающихся стран, но и улучшить качество его жизни. Но вместе с тем последствия этой революции оказали неблагоприятное влияние на природу Земли (рис. 80).

ЗАДАНИЕ

Используя дополнительные источники информации, приведите примеры технологий, используемых при получении высоких урожаев, а также доводы за и против «зелёной революции». Оформите задание в удобной для вас форме (сообщение, реферат, презентация и др.) и представьте своим одноклассникам.

Примерный план сообщения:

1. Что понимается под термином «зелёная революция»?
2. Какие технологии применялись при реализации этого проекта?
3. Положительные эффекты «зелёной революции».
4. Риски проекта.
5. Ваши предложения по предупреждению негативных последствий проекта.
6. Выводы.

Дополнительные источники информации

1. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. — М.: Высшая школа, 2008.
2. Райзберг Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. — М.: Инфра-М, 2006.
3. Борлоуг Н. Э. «Зелёная революция»: вчера, сегодня и завтра / Н. Э. Борлоуг // Экология и жизнь. — 2000. — № 4.
4. Стопа Л. «Зелёная революция» — страница, которую нам не открывали / Л. Стопа // Зерно. — 2010. — № 5.
5. Шишков Ю. В. Вызовы новой исторической эпохи / Ю. В. Шишков // Век глобализации. — 2012. — № 1.
6. Интернет-ресурсы:
<http://gotourl.ru/13898> — экономический портал «EcoUniver».
<http://gotourl.ru/13899> — сайт журнала «Экология и жизнь».

Слова для поискового запроса: биотехнология, «зелёная революция», увеличение объёма мировой сельскохозяйственной продукции, биотехнологии, Норман Эрнест Борлоуг.



Рис. 80
«Зелёная революция»: успехи и негативные последствия

4

ГЛАВА

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

49

ЧЕЛОВЕК КАК УНИКАЛЬНАЯ ЖИВАЯ СИСТЕМА

Урок-лекция

Частица целой я вселенной...
Я царь — я раб — я червь — я Бог!
Г. Р. Державин

?

Каковы специфические особенности человека как биологического вида?
В чём заключается уникальность феномена «человек»?

Ключевые
слова

Социокультурная среда • Духовность

Из старого
портфеля

Систематическое положение человека (Биология, 8 кл.; Естествознание, 10 кл., § 76). Строение скелета человека (Биология, 8 кл.). Факторы эволюции человека (Естествознание, 10 кл., § 80).

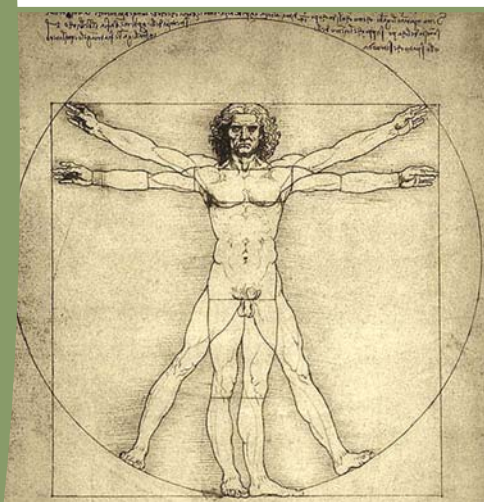


Рисунок Леонардо да Винчи из анатомических рукописей, связавший геометрические фигуры с пропорциями человека, стал своеобразным символом синтеза естествознания и искусства.

Ещё Аристотель в своей классификации причислил человека к миру животных. Это соответствует и положению человека в современной системе живого: царство Животные; тип Хордовые; класс Млекопитающие; отряд Приматы; семейство Гоминиды (или Большие человекообразные обезьяны); род человек; вид человек разумный (*Homo sapiens*).

Человеку, как и любому живому организму, присущи все проявления жизнедеятельности (развитие, рост, размножение и др.) и их закономерности. Как и все живые организмы, человек нуждается в системе жизнеобеспечения: кислороде, воде, пище и др. Всё это он получает из окружающей среды.

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.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА. По совокупности свойственных ему биологических признаков человек отличается от ближайших к нему высших животных. Укажем некоторые из этих признаков:



Рис. 81
Некоторые особенности строения человека

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

— очень большой головной мозг (соответственно крупные размеры мозгового и малые размеры лицевого отдела черепа; рис. 81). У человека мозг составляет $\frac{1}{46}$ массы тела, в то время как наибольший по размеру и массе мозг самых крупных животных составляет: у слона — $\frac{1}{560}$, а у кита — $\frac{1}{8000}$ массы тела;

— наличие мышления, речи и способности к трудовой деятельности;

— сохранение способности к обучению в течение всей жизни;

— богатая мимическая сигнализация;

— бинокулярное зрение;

— прямохождение и связанные с этим особенности опорно-двигательного аппарата.

Нужно отметить, что индивидуальное разнообразие людей очень велико (значительно больше, чем у животных). Тем не менее как биологический вид человечество едино вне зависимости от расовых, национальных, этнических или религиозных особенностей.

За последние 40 тыс. лет физический облик людей не изменился сколько-нибудь заметным образом, но эволюция человека как биологического вида не прекратилась. При сохранении роли биологических факторов (наследственная изменчивость, естественный отбор) ведущая роль в эволюции современного человека принадлежит социальным факторам (общественный образ жизни, орудийная деятельность, мышление и речь).

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

**В новый
портфель**

УНИКАЛЬНОСТЬ ФЕНОМЕНА «ЧЕЛОВЕК». Человек — существо мыслящее, способное познавать законы природы и общества, осознавать себя в этом мире.

Как человек познаёт законы общества? Это познание осуществляется как приобщение к культурным традициям, как воспитание и образование. В отличие от всех остальных млекопитающих, человек сохра-

няет способность к обучению в течение всей жизни. Благодаря этому, а также тому, что в человеческом обществе существует система наследования культурной информации, каждый человек может использовать опыт, накопленный человечеством в течение веков.

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 результатом 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.

В новый портфель

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

Неотъемлемая характеристика человека, резко и принципиально отличающая его от животных, — **духовность**. Это понятие можно определять по-разному, однако смысл его остаётся единым: 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 человека происходят с помощью всех видов искусства, литературы, религии, философии и других способов познания мира, культурного наследия человечества.

В новый портфель

Человек — уникальная живая система, он представляет собой единство биологического, социального и духовного. Индивидуальное разнообразие людей очень велико. Однако как биологический вид человечество едино.



- ▷ Охарактеризуйте положение человека разумного в системе живого мира.
- ▶ Какие особенности строения скелета характерны для человека?
- ▶ Какие преимущества и какие проблемы появились у человека в связи с прямохождением?
- ▶ Почему социальным факторам принадлежит основная роль в эволюции современного человека?
- ▶ Как вы понимаете выражение «негенетическая преемственность»?

50 АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К ФАКТОРАМ СРЕДЫ

155

Урок-лекция

Истинная тема исследований
для человечества есть человек.

Дж. Максвелл



Какие процессы лежат в основе адаптаций живых организмов к изменению условий существования? Что подразумевают под функциональными резервами организма? Как влияет способность организма человека к адаптации на состояние его здоровья? Какие изменения происходят в мышцах под влиянием тренировок?

Адаптация • Функциональные резервы организма • Ресинтез • Закон суперкомпенсации

Ключевые
слова

Обмен веществ. Строение и функции АТФ. Биологические катализаторы — ферменты (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 30, 32, 38). Причины движения живого. Мышечное сокращение (Естествознание, 10 кл., § 63). Гликоген. Гормоны. Строение и функции красных кровяных клеток — эритроцитов (Биология, 8 кл.).

Из старого
портфеля

Каждый организм подвергается самым разнообразным воздействиям внешней среды. Вследствие этого у живых организмов выработались приспособления, которые позволяют им *адаптироваться* (приспособиться) к изменившимся условиям (например, система терморегуляции и др.). Приспособительное реагирование на изменяющиеся условия существования (температуру, давление, химический состав среды и др.) — одно из самых важных свойств живых организмов.

Любая **адаптация** организма к изменившимся условиям среды — процесс биохимический. Даже в основе поведенческих реакций лежат биохимические изменения в нервных клетках. Биохимической основой большинства адаптаций является синтез специфических белков.

В основе любых адаптаций лежат биохимические процессы.

В новый
портфель

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. Физические нагрузки на пределе человеческих возможностей характерны для спортсменов. Какими резервами обладает организм человека для адаптации к изменившимся условиям?

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

Любая адаптация, как правило, сопровождается изменением обмена веществ, активности ферментов и гормонов, интенсивности и скорости протекания физиологических процессов (дыхания, кровообращения, мышечных сокращений и др.), активацией психических функций (внимания, памяти и др.), т. е. изменением *функциональной активности* соответствующих клеток, тканей и органов. В конечном итоге происходит повышение устойчивости организма к факторам среды, и в частности к недостатку кислорода.

Подобные возможности изменения функциональной активности структурных элементов организма получили название **функциональных резервов**. Об уровне резервных возможностей человека судят в первую очередь по показателям функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

В новый портфель

Функциональные резервы организма — это диапазон изменения и взаимозависимости его биохимических, физиологических и психических функций. Здоровье человека напрямую зависит от резерва адаптационных возможностей его организма к тем или иным условиям окружающей среды и видам деятельности.



Атланты. Зимний дворец. Новый Эрмитаж

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

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА К ИНТЕНСИВНОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Наиболее удачной моделью для исследования адаптации организма человека к интенсивной мышечной работе является спортивная деятельность. Рассмотрим в общем виде основные изменения, возникающие в сердечно-сосудистой и дыхательной системах при мышечной работе, отмечая различия этих изменений у тренированных и нетренированных людей.

При мышечной работе наблюдается увеличение содержания эритроцитов и гемоглобина в крови — они поступают в кровяное русло из так называемых депо крови (у человека таким депо служит, например, кожа). Возрастает и частота пульса (в большей степени у нетренированных людей, чем у тренированных). Кровяное давление повышается.

Мышечная деятельность сопровождается увеличением частоты и глубины дыхания. У тренированных людей увеличиваются и частота, и глубина, у нетренированных — главным образом частота дыхания.

Замечательным свойством дыхательной деятельности и сердечно-сосудистой системы тренированного организма является способность к поддержанию содержания кислорода в артериальной крови на постоянном уровне как при интенсивной, так и при умеренной работе. У нетренированного человека в первые минуты после начала работы содержание кислорода в артериальной крови значительно уменьшается.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕСТРОЙКА МЫШЦ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТРЕНИРОВКИ. В основе биохимической перестройки мышц под влиянием тренировки лежит взаимозависимость процессов расходования и восстановления функциональных и энергетических резервов мышц.

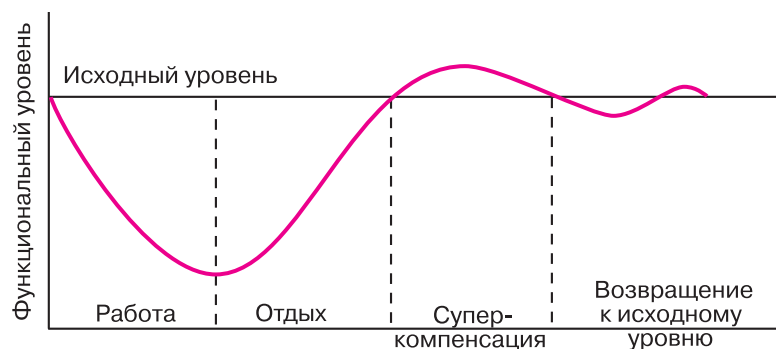


Рис. 82
Закон суперкомпенсации

Вы знаете, что источником энергии для работы мышц является АТФ. Во время мышечной деятельности происходит активное расщепление АТФ и соответственно интенсивно расходуются и другие вещества. В мышцах это гликоген и липиды, в печени происходит расщепление гликогена. При этом в организме накапливаются продукты обмена веществ. Мышечная деятельность сопровождается увеличением активности многих ферментов, в результате чего уже во время работы начинается **ресинтез** (восстановление запасов) израсходованных веществ.

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 **закона суперкомпенсации** (рис. 82).

Установлено, что, чем интенсивнее происходит расходование веществ в мышцах, печени и других органах, тем быстрее идёт ресинтез и тем сильнее проявляется явление сверхвосстановления. Например, после кратковременной интенсивной работы повышение уровня гликогена в мышцах сверх исходного наступает уже после 1 ч отдыха, а через 12 ч уровень гликогена возвращается к исходному, дорабочему значению. После очень длительной работы суперкомпенсация наступает только через 12 ч, но зато повышенный уровень гликогена в мышцах сохраняется более трёх 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 (тренировка) в период суперкомпенсации может совершаться в более выгодных биохимических

В 40-х гг. прошлого века в лаборатории ленинградского учёного Н. Н. Яковлева были начаты целенаправленные научные исследования в области биохимии спорта. Эти исследования позволили обосновать принципы спортивной тренировки, выяснить сущность и специфические особенности адаптации организма человека к различным видам мышечной деятельности, факторы, влияющие на работоспособность спортсмена, на состояние утомления, перетренировки и многое другое. В дальнейшем развитие биохимии спорта стало основой для подготовки космонавтов к космическим полётам.



Александр Дейнека.
Бег

условиях и, в свою очередь, приводить к дальнейшему повышению функционального уровня организма. Если же последующая работа совершается в условиях неполного восстановления, то это приводит к понижению функционального уровня.

Подготовка современного спортсмена подразумевает высокую интенсивность и большой объём физических нагрузок, поэтому она требует постоянного контроля врачей — специалистов по спортивной медицине.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Занятия физкультурой, как и спортивная деятельность, позволяют развить резервные возможности организма и обеспечить человеку полноценное здоровье, высокую работоспособность и долголетие. Физическое здоровье — неотъемлемая часть гармоничного развития личности.

В новый портфель

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



- ▶ Может ли человек в процессе жизнедеятельности повысить адаптационные возможности своего организма? Ответ обоснуйте.
- ▶ Известно, что человек может приспосабливаться к самым разнообразным условиям среды. Однако длительное воздействие экстремальных факторов на организм приводит иногда к возникновению заболеваний. Используя жизненный опыт, приведите примеры подобного негативного воздействия окружающей среды.
- ▶ Попробуйте дать физиологическое и биохимическое обоснование высказыванию Аристотеля: «Ничто так не истощает и не разрушает человека, как продолжительное физическое бездействие». Почему 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, возрождённые со времён Древней Греции?
- ▶ 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.?
- ▶ 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.

Урок-семинар

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

Гиппократ



Какие факторы влияют на здоровье человека?

Экология, генетика, иммунология, вирусы, бактерии (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 33, 50, 51).

Из старого
портфеля

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Понять, что означает феномен «здоровье человека» и какие факторы влияют на здоровье человека в современном мире.

ПЛАН СЕМИНАРА

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

Необходимые источники информации

1. Колесов Д. В. Основы гигиены и санитарии / Д. В. Колесов, Р. Д. Маш. — М.: Просвещение, 1989.
2. Богомоллов Б. Н. Большая медицинская энциклопедия / Б. Н. Богомоллов. — М.: АСТ, 2011.
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.

Слова для поискового запроса: здоровье, физическое здоровье, душевное здоровье, духовность, факторы здоровья человека, наследственность, режим труда и отдыха, здравоохранение, гигиена и физиология человека, профилактика здоровья, здоровый образ жизни.

Здоровье — величайшая ценность как для самого человека, так и для общества. Установлено, что здоровье человека только на 20—25 % зависит от индивидуальных генетических факторов, а на 75—80 % — от природно-социальных и экономических условий существования (состояния среды, уровня здравоохранения, условий труда и быта, питания и т. п.) и осознанного выбора образа жизни самим человеком (занятия физкультурой и спортом, личная гигиена и др.).



Валентин Серов.
Крестьянка с лошады

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

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

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 картин художников, отражающие идеалы здоровья и красоты человека в разные исторические времена. Почему эти идеалы различаются?

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 своё объяснение высказыванию о том, что здоровье зависит от духовного мира человека. Найдите различные определения понятия «духовность». Что в этих определениях общего? Обсудите известное латинское выражение: «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». Какое значение имеют режим труда и отдыха, занятия физкультурой и спортом в вашей жизни?

Почему знания об особенностях каждой группы этих факторов, об 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

Здоровье человека зависит от многих факторов: наследственности, образа жизни, уровня развития биологии и генетики, состояния здравоохранения и т. д. Здоровый образ жизни является предпосылкой для полноценного развития личности, активного участия в жизни общества, достижения активного долголетия и др. Актуальность здорового образа жизни связана с изменением характера нагрузок на организм человека в современную эпоху.

Биологическое, социальное и духовное здоровье человека взаимно дополняют друг друга. Человек может активно содействовать факторам, укрепляющим его здоровье. Это зависит от уровня его знаний и степени ответственности.

52 ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

161

Урок-конференция

Одного должителя 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».

?

Каковы биологические и социальные предпосылки развития зависимости от табака, алкоголя и наркотиков? Как сказывается употребление алкоголя, табакокурение и наркозависимость на самом человеке и на его окружении?

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Осознать сложность проблем здоровья человека и ответственность человека за своё здоровье.

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 каждый человек имеет индивидуальный генотип, во многом определяющий его здоровье. Как член своей семьи человек связан с её образом жизни, представлениями о здоровье и возможностями его поддержания. Человек — член производственного коллектива и своего бытового окружения, а также представитель своего времени. Все эти факторы взаимодействуют в сложнейшем переплетении, оказывая влияние на здоровье человека. Каким образом в жизнь человека вошли такие факторы, приводящие к разрушению 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 (свёртывание) 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 остаётся в них.

Обсудите биологические и социальные предпосылки развития хронической болезни — алкоголизма, методы лечения алкоголизма и меры его профилактики на разных уровнях (семья, коллектив, государство).



Огюст Роден.
Врата ада

Как-то Конфуций произнёс: «Не всё ли равно, как длинна будет дорога?» Может быть, проще сразу войти во «врата ада»?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Источники информации

1. Березина С. В. Предупреждение подростковой и юношеской наркомании и алкоголизма / С. В. Березина, К. С. Лисецкий, И. Б. Орешникова. — М.: Изд-во Института психотерапии, 2003.
2. Егоров А. Ю. Рано начинающийся алкоголизм / А. Ю. Егоров // Вопросы наркологии. — 2002. — № 5.

Слова для поискового запроса: алкоголизм, факторы риска развития алкоголизма, сохранение здоровья человека.

СООБЩЕНИЕ 2

Курение в жизни человека и общества.

Соберите материал по истории табачных культур. Выясните, почему настои табака высокоэффективны в борьбе с вредителями плодово-ягодных растений. Обратите внимание на то, что в жизнь людей табак вошёл 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

1. Сизанов А. Н. Модульный курс профилактики курения / А. Н. Сизанов, В. А. Хриптович. — М.: ВАКО, 2008.
2. Карпов А. М. Самозащита от курения: образовательно-воспитательные основы профилактики и психотерапии курения / А. М. Карпов, Г. З. Шакирзянов. — Казань, 2001.
3. Шаповалов К. Медико-социальные последствия курения табака и борьба с ним / К. Шаповалов // ОБЖ. Основы безопасности жизни. — 2005. — № 11, 12; 2006. — № 1.

Слова для поискового запроса: табакокурение, введение табака в культуру, сохранение здоровья человека, способы отказа от курения.

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. Миронов Е. М. Прощайте, наркотики! / Е. М. Миронов. — СПб.: Питер, 2001.
2. Решетников М. О борьбе с наркоманиями в России / М. Решетников // ОБЖ. Основы безопасности жизни. — 2005. — № 6—8.

Слова для поискового запроса: наркомания, факторы риска развития наркомании, сохранение здоровья человека.

**В новый
портфель**

Человек обязан осознавать, что его здоровье — это величайшая ценность не только для него самого, но и для его микросреды (семьи) и макросреды (производственной, бытовой, общества в целом). Курение, употребление алкогольных напитков и наркотиков пагубно сказываются не только на самом человеке, но и на его окружении. Алкоголизм, наркомания и табакокурение во многом обусловлены социальными причинами (влияние окружения, неспособность справиться с жизненными трудностями, потребность в самоутверждении и др.).

Урок-лекция

Здоровье близко — ищи его в миске.

Пословица

?

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

Полисахариды • Моносахариды • Энергетическая ценность (калорийность пищи) • Незаменимые аминокислоты

Ключевые слова

Обмен веществ. Гликолиз. Аэробное окисление. Сложные углеводы. Липиды (Биология, 9 кл.). Аминокислоты — мономеры белковых молекул (Естествознание, 10 кл., § 30).

Из старого портфеля

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 (вода и минеральные соли не только принимают активное участие в обмене веществ, но и поддерживают нормальное осмотическое давление в крови и тканях).

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

Среди углеводов функцию запасного питательного вещества у растений выполняет крахмал, у животных — гликоген. Крахмал и гликоген относятся к так называемым **полисахаридам** — полимерам, мономерами которых служат **моносахариды** (например, глюкоза). При расщеплении молекул резервных полисахаридов образуются молекулы глюкозы, за счёт окисления которой организм и получает основное количество энергии.



Зинаида Серебрякова.
За завтраком

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

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Количество энергии, высвобождаемой в организме человека из продуктов питания в процессе пищеварения, при условии её полного усвоения называют **энергетической ценностью** или **калорийностью**.

Из 1 г глюкозы освобождается 4,1 ккал (17,6 кДж) энергии.

Калорийность 1 г белков также составляет 4,1 ккал.

Липиды имеют значительно бóльшую 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 счёте подвергаются окислению, то понятно, что в липидах сконцентрировано значительно больше энергии.

Энергетическая функция углеводов, липидов и белков реализуется при их частичном или полном окислении (рис. 83). Как правило, окисление углеводов, жирных кислот и большинства аминокислот проходит через этап образования ацетилкофермента А (или сокращённо ацетил-КоА). Ацетил-КоА является связующим звеном в обмене липидов, белков и углеводов. Он нужен для того, чтобы доставить атомы углерода «топливных молекул» с присоединённой к ним ацетил-группой в *цикл лимонной кислоты* (известный также как цикл трикарбоновых кислот), чтобы там они окислились с выделением энергии до CO_2 и H_2O .

Из курса физики вам известно, что единицей работы, энергии и количества теплоты в Международной системе единиц является *джоуль* (Дж). Раньше количество теплоты определяли по изменению температуры 1 г воды на 1 °С. Эта единица получила название *калории* (кал). 1 калория примерно равна 4,19 Дж.

Специалисты, занимающиеся проблемами питания человека, часто используют ещё одну единицу — *Калория* (пишется с прописной буквы). На самом деле она является килокалорией (1 ккал), равной 1000 калорий.

Все перечисленные единицы этой величины используют при расчётах энергетической ценности продуктов питания и энергозатрат организма человека при различных видах нагрузки.

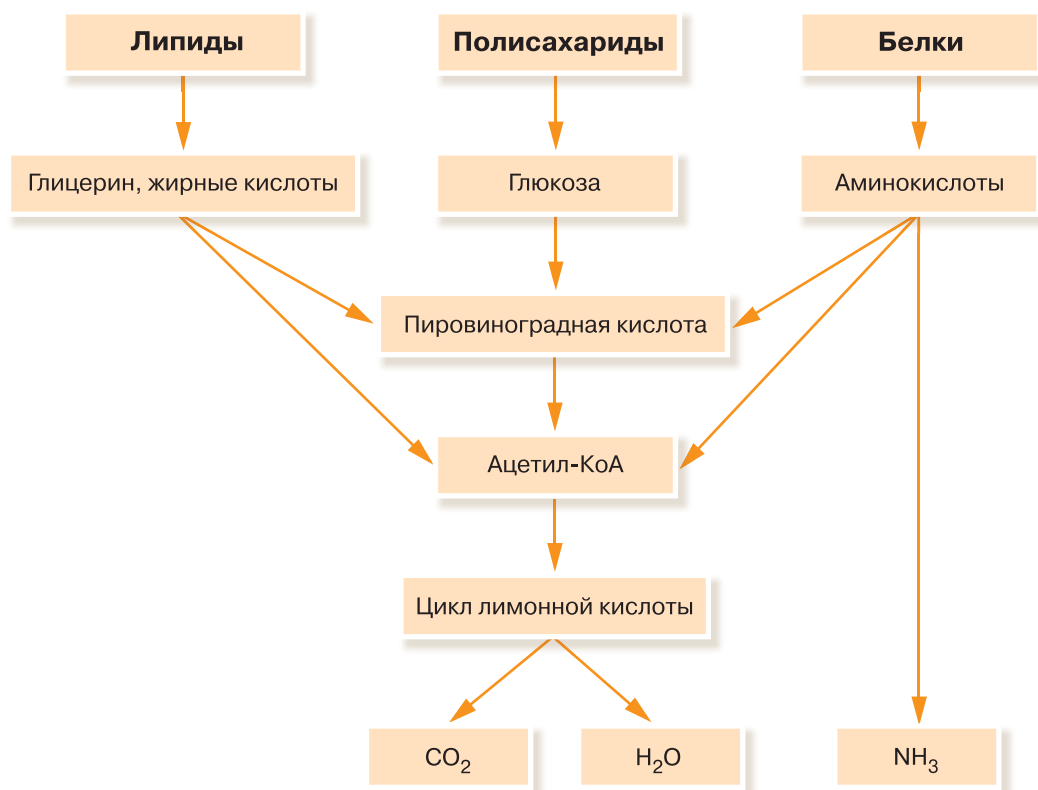


Рис. 83

Схема единого пути окисления

БИОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ. В науке о питании долго господствовал «энергетический» подход: при оценке 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 разные углеводы, липиды и белки неравноценны по своему биологическому значению для организма.

Какова биологическая ценность различных углеводов? Наиболее легко усваиваются растворимые в воде моносахариды — глюкоза, галактоза и фруктоза. Они легко всасываются из кишечника в кровь. Сахароза, как и другие *дисахариды* (углеводы, молекулы которых состоят из двух остатков моносахаридов), расщепляется до моносахаридов и, следовательно, также является легкоусвояемой формой углеводов. Однако неумеренное потребление сахарозы (обычного сахара) связано с множеством медицинских проблем.

Как можно объяснить, что сахар — природный продукт, который издавна употребляется людьми, оказался вредным для здоровья? С развитием и ростом производства сахара совершенствовалась технология его очистки. Получили пищевой продукт белого цвета — белый сахар. Обратим внимание: сахарá в чистом виде в природе не найдены. В растениях они откладываются в виде сложных комплексов с белками, липидами, витаминами, солями и другими веществами. При рафинировании сахара человек не извлекает из растения этот ценный природный продукт, а производит *химический артефакт*¹. 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 создаёт почву для развития многих заболеваний.

Не подлежит сомнению, что основное место в питании человека должно принадлежать другому углеводу — крахмалу, содержащемуся в зёрнах злаков, семенах растений, клубнях картофеля, овощах и других растительных источниках.

Обязательным компонентом пищи человека является ещё один полисахарид — *целлюлоза* (клетчатка). Клетчатка не переваривается в пищеварительной системе человека, она оказывает опосредованное влияние на биохимические процессы — обеспечивает функционирование кишечника и поддерживает бактериальную микрофлору, в симбиозе с которой существует организм человека.

Какова биологическая ценность различных липидов? В состав природных липидов входят многие компоненты, в частности пигменты, жироподобные вещества, жирорастворимые витамины и др. Следовательно, нерафинированное масло (как и нерафинированный сахар) содержит много биологически ценных веществ. Некоторые из этих веществ (например, фосфатиды) придают маслу мутность, постепенно вы-

Потребности людей в сладком долгое время удовлетворялись исключительно благодаря включению в рацион плодов и фруктов, реже — мёда. Около 2500 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 подслащивания пищи). За последние полтора столетия положение сильно изменилось. Резко возросло промышленное производство сахара и его потребление.

¹ Артефакт в обычном понимании — любой искусственно созданный объект, продукт человеческой деятельности.

падают в осадок, сохраняя свои ценные качества. Однако если масличная культура выращена в экологически неблагоприятных условиях, то в масле и в осадке могут скапливаться ядовитые вещества, например соли тяжёлых металлов. 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 аминокислотами** и обязательно должны поступать с пищей. К ним относятся валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, фенилаланин, триптофан и лизин.

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

Обычно человек получает с пищей смесь различных белков. Среди них имеются и *неполноценные* белки, в которых отсутствует та или иная незаменимая аминокислота. Следовательно, ценность белка в питании определяется в первую очередь его аминокислотным составом.

В новый портфель

Рациональное питание должно соответствовать потребностям человека и обеспечивать оптимальное состояние его организма. Пища должна возмещать организму все вещества, расходуемые им в процессе жизнедеятельности. Калорийность питания должна соответствовать энергозатратам человека. Рацион питания должен быть сбалансирован по составу белков, липидов, углеводов, витаминов, минеральных солей.

??

- ▶ В популярной книге о питании имеются главы с названиями «Белый, чистый и смертельный» и «Великолепная восьмёрка». Объясните, к каким проблемам питания привлекает внимание автор книги.
- ▶ Почему не любая пища полезна для нас? Сколько аргументов вам удалось найти?
- ▶ Соберите материал о пользе и вреде употребления сахара в питании. Какова ваша позиция?
- ▶ Существует мнение, что низкий рост ряда народов тропических стран — это не особая расовая черта, а следствие недостатка белка в пище. Объясните данный факт с точки зрения биохимических основ рационального питания.
- ▶ Перечислите причины, по которым различные виды продуктов не употребляют сырыми, а подвергают той или иной тепловой обработке.
- ▶ Почему некоторые пищевые продукты являются несовместимыми и их нельзя употреблять во время одного приёма пищи? Приведите примеры.
- ▶ Найдите информацию о маркировке пищевых добавок по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Приведите примеры пищевых добавок, запрещённых к применению в России.

54

БИОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНОВ

167

Урок-практикум

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

Пословица

?

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

Энергетическая ценность (калорийность) пищи. Биохимическое обоснование рационального питания (см. § 52).

Из старого
портфеля

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

Оборудование: фруктовые и овощные соки, универсальная лакмусовая бумага.

ПЛАН РАБОТЫ. Последовательно выполнить задания.

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 условиям и образу жизни людей.



Винсент Ван Гог. Едоки картофеля

По каким основаниям данный рацион не может считаться полноценным?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

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 её в жировые запасы. Поскольку биохимические процессы, обеспечивающие этот режим питания, также связаны с повышенным синтезом и активацией соответствующих ферментных систем, то становится понятным, что переедание вызывает глубокие изменения в обмене веществ уже на молекулярном уровне.

1. Составьте свой суточный рацион. С этой целью:
 - узнайте массу своего тела и приблизительный расход энергии;
 - используйте приведённую таблицу энергетической ценности пищевых продуктов;
 - учтите, что энергетическая ценность завтрака должна составлять 25 % от суточной, обеда — 50 %, полдника — 15 %, ужина — 10 %;
 - опирайтесь на сведения о биохимических обоснованиях рационального питания.

Энергетическая ценность некоторых продуктов и блюд

Наименование продукта, блюда	Масса, г	Энергетическая ценность, ккал	Наименование продукта, блюда	Масса, г	Энергетическая ценность, ккал
Хлеб ржаной	50	109	Говядина отварная	90	134
Хлеб пшеничный	50	123	Треска жареная	100	162
Масло	20	76	Котлета говяжья паровая	100	168
Яйцо	1 шт.	133	Овощи тушёные	225	140
Чай с сахаром	200	86	Картофель отварной с маслом	250	280
Кофе с молоком и сахаром	200	139	Зелёный 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

Наименование продукта, блюда	Масса, г	Энергетическая ценность, ккал	Наименование продукта, блюда	Масса, г	Энергетическая ценность, ккал
Колбаса варёная	50	103	Орехи грецкие	100	565
Каша гречневая	200	102	Мороженое пломбир	100	226
Каша геркулесовая мо- лочная с маслом	200	200	Шоколад молочный	50	233
Йогурт	200	100	Печенье	100	298
Творог полужирный	100	175	Огурец свежий	100	30
Молоко	180	111	Салат из свежей ка- пусты с растительным маслом	155	100
Кефир	180	109	Отвар шиповника с са- харом	200	161
Бульон куриный с вер- мишелью	200	260	Яблоко, груша, апель- син	100	42
Борщ со сметаной	300	169	Сок фруктовый	200	90

Оформление результатов

Результаты работы оформите в тетради в виде таблицы.

Суточный рацион питания

Приём пищи	Наименование блюд	Общая масса, г	Общая энергетическая ценность, ккал
Завтрак			
Обед			
Полдник			
Ужин			

2. Исследуйте и сравните фруктовые и овощные соки по степени их кислотности. Для этого с помощью универсальной индикаторной бумаги определите среду лимонного, яблочного, капустного и огуречного соков.

Оформление результатов

Результаты работы оформите в тетради в виде таблицы.

Объект исследования	pH объекта

3. Рассчитайте суточный рацион питания подростка с массой тела 50 кг, затрачивающего 2800 ккал энергии в сутки, если известно, что на каждый килограмм массы ему потребуется по 2 г белков и жиров в сутки; недостающая энергия восполняется за счёт углеводов. Напоминаем, что энергетическая ценность 1 г белков составляет 4,1 ккал, жиров — 9,3 ккал, углеводов — 4,1 ккал. Энергетическая ценность завтрака должна составлять 25 % от суточной, обеда — 50 %, полдника — 15 %, ужина — 10 %. Энергетическая ценность некоторых продуктов и блюд указана в таблице, приведённой на с. 168—169.

4. Выполните творческое домашнее задание: найдите в медицинских энциклопедиях, 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?
 4. Почему вода и минеральные соли необходимы организму, хотя они не служат источниками энергии?
 5. Почему летом при сильной жаре рекомендуется пить подсоленную воду?

55 ВИТАМИНЫ КАК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

171

Урок-лекция

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

Л. Пастер

?

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

Витамины • Антивитамины

Ключевые
слова

Обмен веществ. Ферменты (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 30, 31).

Из **старого**
портфеля

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, а их отсутствие в пище может вызвать нарушение обмена веществ и стать причиной тяжёлых заболеваний — цинги, рахита, пеллагры, бери-бери (полиневрит) и др. Однако понадобились годы кропотливого труда, чтобы выделить витамины из природных материалов, изучить их свойства, найти способы оптимального использования в рационах человека, а также в лечебных целях.

Каким образом люди узнали о существовании витаминов? Первое экспериментальное доказательство того, что, кроме белков, жиров и углеводов, существуют другие незаменимые компоненты питания, было получено в классическом научном эксперименте, который провёл врач-педиатр Николай Иванович Лунин в 1880 г. 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, содержащей молочный белок (казеин), молочный жир, молочный сахар, воду и минеральные соли. Контрольная группа мышей получала натуральное молоко. Мыши, находив-

От недостатка витаминов особенно страдали путешественники и мореплаватели. Так, 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.



*Меризи да Караваджо.
Корзина с фруктами*

шиеся 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. Лунин пришёл к выводу, что в натуральном молоке содержатся какие-то вещества, незаменимые для питания.

В новый портфель

Н. И. Лунин впервые экспериментально доказал, что существуют незаменимые для питания вещества, кроме всех ранее известных. Его опыты были повторены и подтверждены другими учёными (обязательное условие в научных исследованиях). Лунина считают основоположником науки *витаминологии*.

Работая тюремным врачом на о. Ява, Х. Эйкман обратил внимание на то, что среди заключённых практически не встречалась болезнь бери-бери, которая была широко распространена в этом регионе. Он предположил, что имеется прямая связь между заболеванием и характером питания. Заключённым 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 перевёл заболевших кур на питание неочищенным рисом, и заболевание прошло. Эйкман приготовил экстракт из рисовых отрубей и с его помощью также вылечил заболевших кур.

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 тяжёлого заболевания — полиневрита.

Только в 1911 г. польскому учёному Казимиру Функу удалось выделить это вещество из оболочки риса в кристаллическом виде. В его составе Функ обнаружил аминогруппу ($-\text{NH}_2$). Так появился термин «витамины» (от лат. *vita* — жизнь, т. е. *vitamin* — амин жизни). В дальнейшем выяснилось, что многие витамины не содержат не только аминогруппы, но даже азота (например, витамин С — аскорбиновая кислота). Однако термин настолько прочно вошёл 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 Н);
- из 50 000 апельсинов выделяли несколько граммов витамина С.

Теперь становится понятным, почему витамины были открыты позже других компонентов питания: они содержатся в природных продуктах в очень малых количествах, и необходимо было найти доказательства, что нарушение обмена веществ в организме связано с питанием. К тому же витамины имеют различную химическую природу и выделить их было трудной задачей для химиков. После того как были установлены химический состав и структура витаминов, стало возможным их промышленное производство путём химического синтеза.

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 **антивитаминов**: они тормозят или нарушают нормальное течение

ние 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 авитамином парааминобензойной кислоты, а она служит фактором роста бактерий. Сравните состав и строение стрептоцида с составом и строением парааминобензойной кислоты (рис. 84) — они очень сходны. Поэтому стрептоцид конкурирует с парааминобензойной кислотой за связывание с определёнными ферментами в бактериальной клетке. В результате соединения стрептоцида с этими ферментами бактерии теряют способность синтезировать необходимый им витамин — фолиевую кислоту.

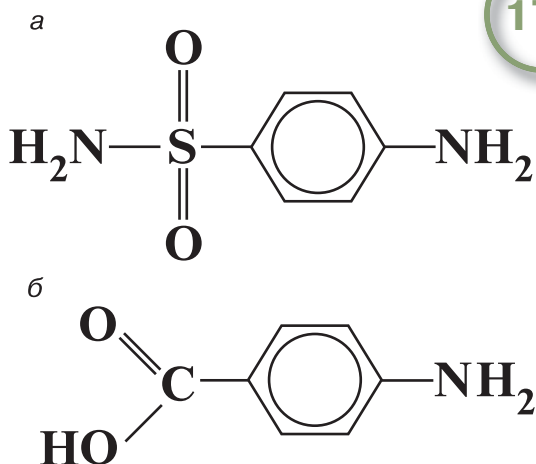


Рис. 84
Формула стрептоцида (а)
и парааминобензойной кислоты (б)

В ЧЁМ ПРОЯВЛЯЕТСЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВИТАМИНОВ. Механизм действия витаминов был расшифрован в результате длительных и сложных исследований. Установлено, что большинство водорастворимых витаминов необходимо для проявления каталитической активности ферментов.

В то же время, например, жирорастворимый витамин А входит в состав белка, обеспечивающего световосприятие, а также участвует в синтезе специфического фермента — *лизоцима*. Лизоцим содержится в лёгочной ткани, в слизистой оболочке глаз, во многих выделениях (носовая слизь, слёзы и др.) и обладает бактерицидным действием.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

При лечении антибиотиками необходимо согласовывать с врачом курс приёма витаминов и строго соблюдать его.

Большинство витаминов входят в состав ферментов либо являются компонентами ферментативных реакций. 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**

??

- Соберите аннотации к витаминным препаратам, выпускаемым разными фармацевтическими фирмами. Сопоставьте дозировки различных витаминов, их сочетание, рекомендации к приёму.
- Исследования показали, что, принимая витамины, необходимо учитывать их совместимость, так как, например, одни из них могут усиливать или ослаблять действие других. Недостаток или избыток какого-либо витамина может нарушить действие другого. Перед учёными и производителями витаминных комплексов возник вопрос о том, как быть, если человеку требуется приём витаминов несовместимых групп. На сегодняшний день некоторые производители предлагают в одном наборе капсулы разного цвета, промежуток между приёмом которых составляет несколько часов. Изучите таблицу (с. 174), демонстрирующую совместимость различных групп витаминов. Как вы думаете, какие витамины вероятнее всего будут содержаться в одной капсуле? Почему нельзя одновременно выпить разные капсулы?

Совместимость групп витаминов

Витамин	Положительное взаимодействие	Отрицательное взаимодействие
А	Е, С	В ₁₂ , К
В ₂	В ₆ , В ₉ , К	В ₁ , С
В ₆	В ₂	
В ₁₂	В ₅	
С	А, Е	В ₂ , В ₁₂
Д		Е
Е	А	В ₁₂ , К
К	В ₂	А
Р	С	
Н	Витамины группы В	

56 ВИТАМИНЫ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Урок-лекция

Мал золотник, да дорог.
Пословица

?

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

Ключевые
слова

Авитаминоз • **Водорастворимые витамины** • **Жирорастворимые витамины** • **Гиповитаминоз** • **Гипервитаминоз**

Из **старого**
портфеля

Ферменты (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 30, 31). Витамины (см. § 54).

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

Ещё 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 Д, «антидерматитный» для витамина В₆ и т. д.

Некоторые витамины были названы по отдельным физиологическим проявлениям их действия, например «витамин роста», «витамин зрения» 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 фолиевой кислотой (от лат. *folium* — лист). Витамин Н — биотин — получил своё название от латинского слова *bios* — жизнь.

В настоящее время, когда изучена химическая природа витаминов, они получили соответствующие научные названия. Например, витамин В₆ — пиридоксин, витамин РР — никотиновая кислота и т. д.

В качестве классификационного признака используют и способность витаминов к растворению в воде или жирах.

Водорастворимые витамины (витамины группы В, витамины С, РР и др.) — это низкомолекулярные вещества, имеющие различную химическую природу. Они 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 серьёзными нарушениями и накоплением недоокисленных промежуточных продуктов обмена.

Жирорастворимые витамины — постоянный компонент природных жиров. В каждой группе жирорастворимых витаминов имеется не одно, а несколько соединений, сходных по своей химической природе. Растворимость в жирах обуславливает и 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. Так, витамины группы D участвуют в формировании костей, витамин А необходим для нормального развития покровных тканей и других процессов.

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

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

**В новый
портфель**

ПОЧЕМУ ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА НЕ СИНТЕЗИРУЕТ ВИТАМИНЫ. Витамины образуются в основном в клетках растений. Именно растительная пища — основной источник витаминов для человека. Ряд витаминов человек получает с продуктами животного происхождения (мясо, рыба, яйца, молоко). Однако будем помнить, что это не уменьшает зависимость человека от витаминов, которые ему дают растения. Да и сами животные, послужившие нам продуктами питания, существовали благодаря растениям.

Кто, помимо растений, обеспечивает человека витаминами? Огромную роль в жизни человека играют бактерии. Среди наших постоянных попутчиков можно назвать бактерий, живущих в кишечнике. Они используют «обломки» пищи, которые ещё не успели перевариться и всосаться. Такой пищи бактериям вполне достаточно, и поэтому они не распространяются далее по организму. Для себя (заодно и для человека) кишеч-

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. Особенно велико содержание каротина в корнеплодах моркови. В организме человека из каротина может синтезироваться витамин А. Ещё пример подобного рода: витамин РР может образоваться в организме человека из триптофана. Триптофан является незаменимой для животных аминокислотой. Он должен быть синтезирован растением и обязательно присутствовать в пище человека.

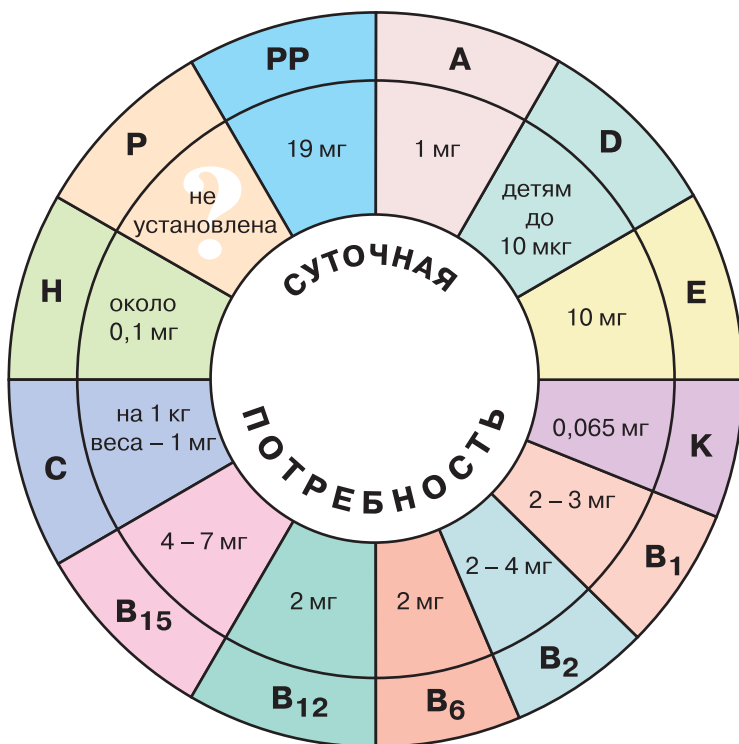
ные бактерии производят витамины, используя в качестве сырья более простые химические соединения. Бактерии производят так много витаминов, что часть их переходит из бактериальных клеток в кишечник. Из кишечника образовавшиеся витамины всасываются в кровь, разносятся ко всем тканям, обеспечивая человеку 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 помёте животных в большем количестве, чем в исходной пище.

Каков биологический смысл такого биохимического устройства природы, при котором необходимые организму человека витамины синтезируют растения, бактерии, передают 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 дешёвой солнечной энергии и обладают огромной синтетической способностью.

Гиповитаминоз проявляется в быстрой утомляемости, снижении работоспособности, возможен плохой сон и аппетит, головокружение, снижение сопротивляемости к инфекциям. Симптомами недостаточности витаминов может быть кровоточивость дёсен (витамин С), подкожные кровоизлияния (витамины Р, К), трещины в уголках рта (В₁, С). Специфическое проявление недостаточности витамина А связано с плохим зрением в сумерки, так называемой «куриной слепотой».



КАКОВА ПОТРЕБНОСТЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В ВИТАМИНАХ. Потребность в витаминах зависит от возраста человека, массы тела и других особенностей его организма. Её можно определить с помощью биохимических анализов, врачебных наблюдений, а в ряде случаев (например, при гиповитаминозе) и по самонаблюдению. Средняя суточная потребность в витаминах приведена на рисунке 85.

Потребность в витаминах увеличивается при напряжённой физической и умственной деятельности, при стрессовых ситуациях, при гриппе и других инфекциях.

Исследования показали, что витамины должны входить в рацион человека в определённых соотношениях. Так, при увеличении поступления витамина С требуется большее количество витамина В₂, а эффективность

Рис. 85
Среднесуточная потребность организма человека в витаминах

действия витамина С выше, если он находится в комплексе с витамином Р, как это и встречается в природе. Подобные зависимости найдены и для других витаминов. И это понятно, поскольку организм человека — единая, целостная система. Все биохимические реакции в нём должны протекать согласованно, при этом витамины должны входить в общие биохимические циклы в определённых пропорциях.

Витамины встречаются в природе в виде сложных комплексов с другими веществами. Синтетические витаминные препараты, как правило, содержат витамины в химически чистом виде. При использовании синтетических витаминных препаратов чаще возможна передозировка и, как следствие, развитие различных **гипервитаминозов** — тяжёлых патологических состояний в результате интоксикации сверхвысокой дозой одного или нескольких витаминов.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Обратите внимание: водорастворимые витамины не откладываются в организме про запас. Если не всё количество водорастворимых витаминов, поступающих с пищей, будет использовано организмом, то их избыток удаляется с мочой. В то же время жирорастворимые витамины способны накапливаться в печени и в жировой ткани, что может сопровождаться тяжёлыми патологическими изменениями. Это необходимо учитывать, чтобы не допустить передозировки жирорастворимых витаминов — гипервитаминоза — как при употреблении соответствующих пищевых продуктов, так и при использовании витаминных препаратов. Перед тем как начать принимать витаминные комплексы, желательно проконсультироваться у врача.



Рис. 86

Продукты питания, содержащие различные витамины

Витамины должны поступать в организм человека не только в определённом количестве, но и в требуемом соотношении. Природные комплексы витаминов предпочтительнее синтетических препаратов.

**В новый
портфель**

??

- Пользуясь дополнительной литературой, интернет-ресурсами, аннотациями к витаминным препаратам, составьте обобщённую справочную таблицу по витаминам, сделайте по ней сообщение в классе.
- ▷ В каком случае употребление витаминов может неблагоприятно сказаться на здоровье человека? Почему наибольшую опасность представляют жирорастворимые витамины?
- С помощью дополнительных источников информации определите, какие витамины содержатся в продуктах, представленных на рисунке 86.

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

Лекарственное средство (лекарство) • Фармакология

Из **старого**
портфеля

Биотехнология (см. § 46, 47). Ферменты. Гормоны (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 30, 31). Витамины (см. § 54, 55).

КАКИЕ ВЕЩЕСТВА НАЗЫВАЮТ ЛЕКАРСТВАМИ. **Лекарственное средство (лекарство)** — это вещество, используемое для воздействия на организм в целях предупреждения или лечения болезни. Большинство лекарственных средств имитируют или подавляют нормальные физиологические и биохимические процессы. В других случаях они подавляют жизненно важные процессы у возбудителей заболеваний либо патологические процессы в самом организме.

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. Стремительное развитие фармакологии в XX в. связано с достижениями органической химии, молекулярной биологии, биотехнологии и др.

Основные направления современной фармакологии — это создание новых лекарственных препаратов, исследование механизмов их действия и влияния на организм, а также изучение всасывания, распределения, биотрансформации и путей выведения лекарственных веществ из организма.

...Чем ближе к натуре, тем лучше, — лекарств дорогих мы не употребляем. Человек простой: если умрёт, то и так умрёт; 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 отражён в этой реплике?

ЧЕМ ОБУСЛОВЛЕНО ЦЕЛЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ. С глубокой древности и практически до конца XIX в. основным источником лекарственных веществ для человека служили растения (рис. 87).

Это не случайно. Дело в том, что растения отличаются от бактерий и особенно от животных паразитическим многообразием процессов синтеза и, следовательно, содержат множество только им присущих веществ. С чем же связана эта особенность растений?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ



Красавка

Арника

Женьшень

Горицвет

Ландыш



Черника

Земляника

Валериана

Облепиха

Шалфей

Рис. 87

Лекарственные растения

Вспомним условия существования растений в природе. С одной стороны, солнечная энергия в буквальном смысле льётся на них с неба, и растения могут использовать её для энергетического обеспечения самых сложных синтезов. С другой стороны, растения неподвижны, а у них множество врагов — это вирусы, бактерии, животные (насекомые, их личинки и др.) и даже другие растения, конкурирующие за экологическую нишу. В то же время растения должны приманивать насекомых для опыления своих цветков. Как же выжить растениям в условиях естественного отбора?

С этой целью они вырабатывают большой арсенал биологически активных веществ. К их числу относятся и вещества, используемые человеком: обладающие инсектицидными (воздействующими на насекомых), фунгицидными (воздействующими на грибы), бактерицидными (воздействующими на бактерий) и другими свойствами.

При изучении распределения лекарств в организме нередко анализируют содержание лекарственного вещества в слюне, поскольку концентрация в слюне для многих препаратов пропорциональна их концентрации в крови, а также исследуют концентрацию лекарственных веществ в грудном молоке, что важно для оценки безопасности грудного вскармливания.

Путешественник и исследователь Клар Меер в своей книге о чае, вышедшей в Санкт-Петербурге в 1787 г., сетует на то, что в России недооценивают растительные богатства: «У нас везде в лесах, полях и лугах растут дикie растения, не только своими свойствами подходящие к оному чаю, но и пользу гораздо превосходную имеющие». Меер приводит описания вероники, шалфея, земляники, черники, малины, винограда, ивы и многих других растений. Он описывает настои листьев и цветов, «производящих в желудке целебные действия».

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

В новый портфель

Многообразие биологически активных веществ, продуцируемых растениями, является результатом *биохимической адаптации* к выживанию растений в экосистемах.

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 ещё долго будут их единственным источником.

В современной медицине широко применяют растительные масла, например масло облепихи, обладающее ранозаживляющим действием,

и др. Большинство лекарственных растений используют для получения *алкалоидов* — азотсодержащих органических соединений, обладающих высокой фармакологической активностью.

В настоящее время насчитывают более 10 тыс. алкалоидов! Наиболее известные: папаверин, регулирующий кровяное давление; кодеин, подавляющий кашель; морфин, обладающий болеутоляющим и противошоковым действием. Алкалоиды, выделяемые из корней и листьев красавки (белладонны), обладают способностью снимать спазмы гладкой мускулатуры. Препараты красавки (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.

Считается, что к настоящему времени обследовано не более 15 % всех произрастающих на Земле видов растений, а их насчитывается не менее 250 тыс. К сожалению, прогресс цивилизации на нашей планете носит техногенный характер, а это неминуемо влечёт за собой уничтожение дикорастущей флоры. Безвозвратно исчезают многие виды растений и вместе с ними присущие только им вещества, которые могли бы принести большую пользу медицине будущего.

В новый портфель

Растения — уникальные продуценты биологически активных веществ. Наряду с общими для всего живого биохимическими процессами для растений характерны специфические биохимические превращения. Человек использует лекарственные растения (в виде настоев, отваров и др.) для лечения многих заболеваний, как сырьё для производства лекарственных веществ.

ЧТО ДОЛЖЕН ЗНАТЬ КАЖДЫЙ ЧЕЛОВЕК ОБ ОБЩИХ ПРИНЦИПАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ. Ещё в древности люди знали, что многие лекарственные вещества (как растительного, так и минерального происхождения) ядовиты, а действие их на организм человека зависит от дозы. Это означает, что лекарство само по себе ещё 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 быть достаточно образован и иметь определённые убеждения для того, чтобы успешно пользоваться достижениями современной фармакологии и медицины. Это крайне важно, так как сегодня существует огромное многообразие лекарственных средств и пищевых добавок. Многие из них нетрадиционны, выпускаются различными фирмами, имеют разные названия, и число их непрерывно растёт. Сведения о них зачастую получают из рекламы, а ведь она даёт неполную, выборочную и часто недостоверную информацию.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Следует знать:

- Только врач может правильно выбрать лекарственное средство и указать условия его применения, учитывая состояние и особенности организма больного.
- Недопустимо заниматься самолечением, использовать лекарства по совету знакомых, сочетая различные (может быть, несовместимые!) лекарственные средства. Необходимо помнить об индивидуальной непереносимости лекарств.
- В ряде случаев можно приобретать лекарства без рецепта (людям, страдающим хроническими заболеваниями, находящимся под наблюдением врача или продолжающим лечение; людям с простудой и лёгким 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 препаратами (особенно обезболивающими, снотворными, успокаивающими), вызывающими лекарственную зависимость.
- 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?
- Народная мудрость гласит: «Кто яблоко в день съедает, у того доктор не бывает». Попробуйте дать биохимическое и физиологическое обоснование данному высказыванию.
- Почему при лечении многих заболеваний применяют одновременно несколько лекарственных препаратов?
- Как вы думаете, почему одни лекарства рекомендуют употреблять до еды, другие — во время, а третьи — после еды?
- Лекарственные препараты назначаются врачом с учётом различных факторов, например возраста и массы тела пациента, и с разной целью (профилактики или лечения заболевания). Допустим, что в соответствии с инструкцией по медицинскому применению препарата «N» для детей старше трёх месяцев разовая доза составляет 15 мг на каждый килограмм массы тела. Рассчитайте, какой объём разовой дозы (в мл) лекарственного средства в виде суспензии назначит врач пациенту в возрасте двух лет массой 12 кг, если доля действующего вещества в препарате составляет 120 мг на каждые 5 мл.

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

Ф. Вольтер

?

Какую роль играют биологически активные вещества в нашей жизни? В чём заключается культура потребления лекарственных препаратов?

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Осознать необходимость общебиологических знаний и принципов использования препаратов биологически активных веществ.

ПЛАН СЕМИНАРА

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

Необходимые источники информации

1. Колесов Д. В. Основы гигиены и санитарии / Д. В. Колесов, Р. Д. Маш. — М.: Просвещение, 1989.
2. Богомолов Б. Н. Большая медицинская энциклопедия / Б. Н. Богомолов. — М.: АСТ, 2011.
3. Смирнов А. Т. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни / А. Т. Смирнов. — М.: Просвещение, 2006.
4. Интернет-ресурсы:
<http://obad.ru/> — информационный сайт о биологически активных добавках «Всё про БАДы».

Слова для поискового запроса: биологически активные вещества, потребность организма в биологически активных веществах, витамины, лекарственные препараты, БАДы.



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

Мишель Морель.
Аптекарский магазин

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 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 следующие 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.

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. Найдите сведения о масштабах создания новых современных лекарственных средств. С чем связан стремительный рост производства лекарственных препаратов в наше время?

В чём заключается принципиальное отличие поиска лекарственных средств в наше время? 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 лекарственной болезнью? Какие средства поддержания здоровья могут способствовать уменьшению потребности в лекарствах?

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

Чему учат пословицы: «На болячку не молись, а лечись», «Есть болезнь — есть и лекарство», «Чеснок да лук от семи недуг», «Мухомор красен, да для здоровья опасен»?

Белки в живой клетке умеют делать практически всё, причём с необычайной лёгкостью и изяществом.

Ф. Крик

?

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

Ключевые
слова

Иммунитет врождённый и приобретённый • **Антигены** • **Антитела (иммуноглобулины)** • **Тимус** • **Красный костный мозг** • **Т-лимфоциты** • **В-лимфоциты** • **Вакцина** • **Лечебная сыворотка** • **Аллергия**

Из старого
портфеля

Иммунитет. Иммунная система. Нарушения иммунной системы человека (Биология, 8 кл.). Молекулярная структура живого. Белки и нуклеиновые кислоты (Естествознание, 10 кл., § 30—33).

ПОНЯТИЕ ОБ ИММУНИТЕТЕ. Под **иммунитетом** (от лат. *immunitas* — освобождение, избавление от чего-либо) подразумевают устойчивость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам (их называют **антигенами**), его способность защищать свою целостность и биологическую индивидуальность.

Годом рождения *иммунологии* — науки о защитных реакциях организма — считают 1880-й, когда французский учёный Луи Пастер провёл опыты с возбудителем куриной холеры. Пастер обнаружил, что введение птицам ослабленного или убитого возбудителя полностью защищало их в дальнейшем от живого микроорганизма. Именно это наблюдение и дало название 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.

Иммунитет проявляется в системе защитных реакций организма, которые можно разделить на реакции **врождённого и приобретённого иммунитета**. Только действуя совместно, эти реакции способны обеспечить эффективную защиту внутренней среды организма, его слизистых и кожных покровов от вирусов и бактерий. Врождённый иммунитет обусловлен генетически, его реакции протекают одинаково в отношении всех микроорганизмов, вторгающихся во внутреннюю среду. Реакции приобретённого иммунитета направлены против конкретного возбудителя. Они требуют созревания основных клеток, вовлечённых в иммунные реакции, — *лимфоцитов*. Лимфоциты уничтожают клетки, в которые проник вирус, и вырабатывают **антитела** (иммуноглобулины), направленные против бактерий. Приобретённый иммунитет также регулирует восстановление повреждённых тканей и обеспечивает уничтожение опухолевых клеток.

И врождённый, и приобретённый иммунитет опираются на *клеточные и гуморальные* (т. е. молекулярные, передающиеся через жидкость) механизмы (см. таблицу).

Основные механизмы врождённого и приобретённого иммунитета

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

Иммунитет — это универсальное свойство организма, благодаря которому он может распознавать чужеродные микроорганизмы и вещества (антигены) и защищаться от них в ходе клеточных и гуморальных реакций. Врождённый иммунитет проявляется в серии стандартных защитных реакций в ответ на проникновение любого чужеродного объекта. Приобретённый иммунитет формируется после рождения человека и направлен на уничтожение конкретного возбудителя.

**В новый
портфель**

РЕАКЦИИ ВРОЖДЁННОГО И ПРИОБРЕТЁННОГО ИММУНИТЕТА.

Типичным примером реакции врождённого иммунитета является ответ организма на любое повреждение кожных покровов, например на занозу. Почти сразу в месте проникновения занозы кожа краснеет и отекает. К этому вскоре добавляется повышение температуры и боль. Покраснение повреждённого участка и его отёк связаны с накоплением около занозы лейкоцитов крови, осуществляющих реакции врождённого иммунитета. Главным способом уничтожения попавших вместе с занозой микроорганизмов становится фагоцитоз, который обеспечивает их уничтожение, а также сигнализирует клеткам приобретённого иммунитета о проникновении *патогена* (микроорганизма, который способен вызвать болезнь (патологическое состояние) другого организма).

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

К центральным органам иммунной системы относятся вилочковая железа, или **тимус** (в нём происходит развитие **Т-лимфоцитов**), и **красный костный мозг** (там развиваются **В-лимфоциты**). К периферическим органам относятся лимфатические узлы, некоторые участки селезёнки, 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 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, кровь — в селезёнке, а скопления

В новый портфель

Т- и В-лимфоцитов по ходу покровов и слизистых оболочек призваны уничтожать бактерии и вирусы ещё до их проникновения во внутреннюю среду организма.

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

После проникновения бактерии или вируса в организм развивается иммунный ответ. В результате Т-лимфоциты уничтожают клетки, в которые проник вирус, или помогают В-лимфоцитам в запуске синтеза молекул антител (иммуноглобулинов), направленных главным образом против бактерий. Следовательно, Т-лимфоциты регулируют все реакции приобретённого 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 незащищённый человек может быть инфицирован возбудителем опасного заболевания. В этом случае для спасения жизни ему 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, инактивируют их и способствуют быстрому уничтожению и выведению из организма.

В новый портфель

Невосприимчивость организма к повторному инфицированию 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.

АЛЛЕРГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ. Одним из наиболее распространённых нарушений работы иммунной системы является развитие аллергических реакций. **Аллергия** — это повышенная чувствительность организма к чужеродным молекулам и клеткам, не несущим какой-либо опасности для организма. Аллергия всегда связана с определёнными веществами (*аллергенами*), которые организм воспринимает как антигены, поэтому неправильно говорить об аллергии на холод, тепло,

изменение погоды и другие физические факторы. Часто аллергенами являются шерсть домашних животных, домашняя пыль, пыльца растений, многие пищевые продукты (цитрусовые, куриное яйцо, рыба, мёд, 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.

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 врождённого и приобретённого иммунитета?
- ▷ Какова роль антител, Т- и В-лимфоцитов в реакциях приобретённого иммунитета?
- ▶ Почему одну и ту же вакцину нельзя применять для профилактики разных заболеваний?
- ▷ В чём состоит отличие вакцины от лечебной сыворотки?
- ▷ Что такое аллергия и с чем связано развитие аллергических реакций?
- ▶ Заполните таблицу, используя текст параграфа и отрывок из книги «Биология. Справочник школьника»: «Иммунитет можно вызвать искусственно. При активной форме искусственного иммунитета в организм вводят ослабленных возбудителей той или иной болезни... При тяжёлых случаях заболевания человеку вводят сыворотку крови переболевших людей или животных. В этом случае вырабатывается пассивная форма искусственного иммунитета».

Сравнительная характеристика	Вакцина	Сыворотка
Цель применения препарата		
Вид иммунитета, вырабатывающегося при введении препарата		
Состав препарата		
Механизм действия		
Примеры		

Есть болезнь — есть и лекарство.

Пословица

?

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

Ключевые
слова

Микроорганизмы • Микоплазмы • Инфекционные заболевания • Вакцинация

Из старого
портфеля

Иммунитет. Нарушения иммунной системы человека (Биология, 8 кл.). Защитные механизмы организма человека (см. § 58).

МИКРООРГАНИЗМЫ. Микроорганизмы — это собирательное наименование большой группы мельчайших организмов, не видимых невооружённым глазом. К ним относят бактерии, микоплазмы, дрожжи, другие микроскопические грибы, простейших, одноклеточные водоросли. Раньше к ним относили также вирусы. Позже возникла самостоятельная область научного знания — вирусология.

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

Микроорганизмы составляют целый мир живых существ, который отличается огромным разнообразием структурной и функциональной организации, являясь при этом биохимически очень активными, широко распространёнными в природе. Как вы знаете, в биосфере не существует «безжизненных» мест. В. И. Вернадский обозначил это свойство биосферы как «всюдность жизни». Микроорганизмы живут в почве, воде, грунте водоёмов, на поверхности земной коры, на живых организмах и в их внутренней среде. Не являются препятствием для заселения бактериями всей 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. Безвредные 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 существенные различия на молекулярно-генетическом уровне. Выделяя группу патогенных микроорганизмов, их классифицируют с определёнными практическими, медицинскими целями (возбудители респираторных заболеваний, кишечных заболеваний и т. п.).

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

Н. Заболоцкий

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

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

В то же время первоисточником всех знаний для врача-инфекциониста служат сведения о биологической и экологической характеристике микроорганизма, о 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 среды, в которой проживает современный человек с окружающими его организмами. Для ряда микроорганизмов изменения внешней 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 патогенными микроорганизмами, — это возможность их передачи от заражённого организма (человека, животного, птицы) здоровому. Эти заболевания получили название **инфекционные** (от лат. *infectio* — заражение) (рис. 88).

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 тяжёлых заболеваниях, отличающихся высокой инфекционностью. Прежде всего это возбудители респираторных заболеваний — пневмонии, бронхопневмонии и др.

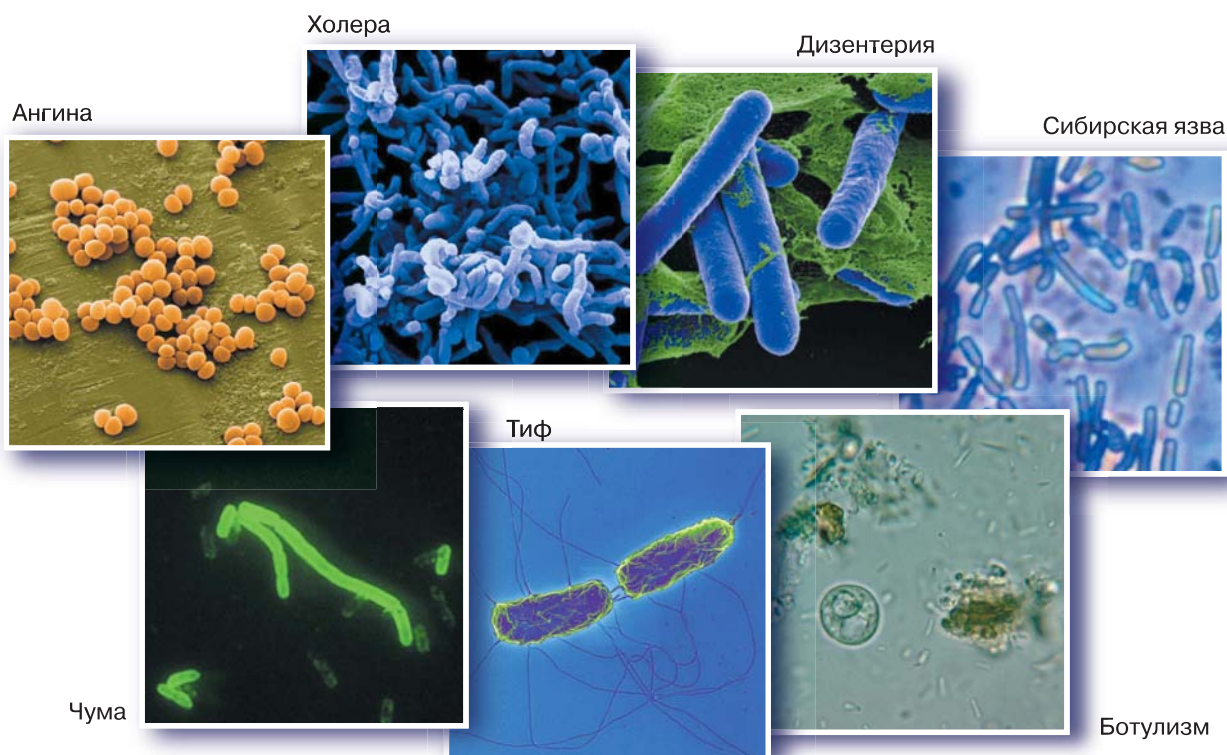


Рис. 88
Заболевания, вызываемые микроорганизмами

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.

В донаучный период развития медицины эпидемии вызвали массовую гибель людей. Поэтому инфекционные болезни называли «повальные», «мор», «моровая язва», а из-за быстрого распространения инфекции — «поветрие». Сегодня такие болезни, как чума, дифтерия, скарлатина и др., не представляют собой непосредственной угрозы человечеству благодаря вакцинации, прививкам, знанию их причин и способов лечения.

Длительность периода выздоровления зависит от состояния организма больного, тяжести перенесённого заболевания и от условий, в которых находится выздоравливающий. Многие тяжёлые заболевания могут вызвать осложнения. После перенесённой инфекционной болезни организм, как правило, имеет различную по степени развития и продолжительности невосприимчивость (иммунитет) к возбудителю данного заболевания.

ОСОБЕННОСТИ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ. Инфекционное заболевание — это болезнь, которая вызвана и поддерживается присутствием в организме живого повреждающего чужеродного агента (возбудителя). Возбудителями инфекционных заболеваний могут быть 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 возбудителем и организмом могут быть различными. Они зависят от периода, фазы или этапа развития инфекционного процесса. Обычно выделяют несколько периодов развития инфекционного заболевания. Вначале — момент заражения, затем — скрытый (инкубационный) период, появление общего недомогания, первых 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 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 приём жаропонижающих и сердечно-сосудистых лекарственных препаратов, а также витаминов.

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

ОБРАЗ ЖИЗНИ

Необходимо помнить:

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

Заболевания, вызываемые 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 нераспространении инфекционных заболеваний играют социально-бытовые условия и общая культура человека.

??

- Соберите сведения и составьте выписку-памятку о правилах личной гигиены в период эпидемии гриппа.
- Объясните, почему сведения о перенесённых человеком инфекционных заболеваниях очень ценная информация для врача.
- Как вы думаете, почему перелистывать страницы в книге с помощью пальца, смоченного слюной, не только неприлично и неэстетично, но и негигиенично.

61 ПАРАЗИТЫ И ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ

Урок-лекция

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

В. Ослер

?

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

Симбиоз • Комменсализм • Мутуализм • Паразитизм

Ключевые
слова

Простейшие. Плоские черви. Круглые черви (Биология, 7 кл.; Естествознание, 10 кл., § 79). Типы взаимодействия популяций разных видов (Биология, 9 кл.). Протисты (Естествознание, 10 кл., § 50).

Из **старого**
портфеля

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

Комменсализм — сожительство, выгодное только для одного из организмов (комменсала) и безразличное для другого (хозяина). В этом случае связь между партнёрами не очень тесная, они могут жить и сами по себе. Например, в норах сурков поселяются разные насекомые, использующие жилище хозяев в первую очередь как убежище, сурки же не получают от присутствия гостей никакой пользы.

Мутуализм — это взаимовыгодное сосуществование двух разных видов организмов. Таковы отношения между мицелием гриба и корнями дерева.

При **паразитизме** организмы одного вида (паразита) живут за счёт питательных веществ или тканей организма другого вида (хозяина). Взаимоотношения паразита и хозяина носят антагонистический характер — хозяин старается препятствовать развитию в нём паразита (избежать заражения, убить или обезвредить проникшего паразита в ходе иммунных реакций), а паразит вырабатывает приспособления к успешному заражению хозяина.

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

В новый портфель

Симбиоз широко распространён в природе. Его основными формами являются комменсализм, мутуализм и паразитизм, которые различаются характером взаимоотношений между сосуществующими партнёрами.

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 вызвать тяжёлые расстройства деятельности кишечника и других систем органов, привести 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? Это зависит 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 амёбы*, например, такой расселительной стадией является циста, которая представляет собой амёбу, окружённую плотной защитной оболочкой. При попадании в желудочно-кишечный тракт человека амёбы выходят из цист, питаются, растут и размножаются. При этом они могут изъязвлять кишечник, приводя к кровотечениям и воспалению. Развивается заболевание *амёбиаз*, которое может сопровождаться тяжёлыми 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, могут проникнуть в организм здорового человека.

У круглых червей *аскарид* стадию, обеспечивающую расселение, выполняют яйца. Способ их проникновения в организм человека тот же, что и для дизентерийной амёбы, да и обстоятельства, тому способствующие, те же. В кишечнике из яйца выходит личинка, которая вбуравливается в стенку кишки, проникает в кровеносные сосуды и вместе с кровью попадает в лёгкие. Здесь личинки некоторое время

растут, питаюсь 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 вновь попасть в кишечник. Здесь личинки развиваются в половозрелых червей, продуцирующих яйца.

Другой широко распространённый представитель круглых червей — *острица* — паразитирует преимущественно у детей. Эти мелкие черви (длиной 0,5—1 см) 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 расчёсывании яйца остриц оказываются на руках и под ногтями. Оттуда они могут попасть в пищу или (при привычке грызть ногти) прямо в рот. Таким путём происходит новое заражение.

Иной способ заражения характерен для паразитов, жизненный цикл которых проходит с участием нескольких животных-хозяев. Таков, например, жизненный цикл *широкого лентеца*. Яйца паразита вместе с нечистотами попадают в водоёмы, где из них выходят микроскопические личинки. Эти личинки заглатываются мелкими рачками, в которых развивается первая паразитическая личинка. Если заражённые личинками широкого лентеца рачки будут съедены хищными рыбами (окунь, ёрш, налим, щука и др.), то в рыбах разовьётся 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 B₁₂. Заражение человека широким лентецом происходит при питании недостаточно проваренной или прожаренной, а также слабосолёной и вяленой рыбой.

Вместе с недостаточно термически обработанным мясом крупного рогатого скота в организм человека могут попасть личинки (так называемые *финны*) *бычьего* и *свиного цепня*. Это крупные ленточные черви, длина которых составляет 4—10 м. Они паразитируют в кишечнике человека и вызывают серьёзные нарушения в его функционировании. Яйца с фекалиями выводятся наружу и могут вместе с травой 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 этой личинки и вырастает взрослый червь при попадании в кишечный тракт человека.

Заражение *кошачьей двуусткой* происходит при употреблении неправильно приготовленной 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 промораживании. У человека кошачья двуустка паразитирует в желчных протоках и протоках поджелудочной железы, вызывая опасное заболевание — *описторхоз*.

Все перечисленные выше болезни относятся к группе заболеваний, связанных с нечистоплотностью и употреблением неправильно приготовленной или сырой пищи.

Исключительно половым путём передаются от человека к человеку *трихомонады* — жгутиконосцы, которые паразитируют в половых путях и в органах мочевого выделения как у мужчин, так и у женщин. Развитие трихомонад приводит к заболеванию *трихомонозу*, характеризующемуся воспалением в местах паразитирования. Трихомонады способны существовать только в организме человека, поэтому заразиться ими при купании, в бане или в бассейне невозможно.

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

**В новый
портфель**

ЧЛЕНИСТОНОГИЕ ПАЗАРИТЫ ЧЕЛОВЕКА И ПЕРЕНОСИМЫЕ ИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯ. Среди членистоногих много паразитов человека (рис. 89). Это чесоточный клещ (вызывает чесотку), вши (вызывают педикулёз), блохи, клопы и др. Помимо того что кровососущие насекомые и клещи причиняют непосредственный вред, пребывая на хозяине, они переносят возбудителей опасных заболеваний человека. Вши переносят бактерий — возбудителей сыпного и возвратного тифа, блохи известны как распространители возбудителя чумы — бактерии чумной палочки.

Вошь человеческая



Малярийный комар (анopheles)



Иксодовый клещ



Рис. 89

Паразиты человека — переносчики возбудителей опасных заболеваний

Комарами рода *Anopheles* передаётся возбудитель малярии — *малярийный плазмодий*. Борьба с малярийными комарами успешно велась в нашей стране, что привело к почти полной ликвидации заболевания в 60-х 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 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 к этому параграфу!), прогрессирующему малокровию и может окончиться летально.

Кровососущие клещи — разносчики бактериальных и вирусных инфекций. Например, *энцефалит* (тяжёлое 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, кровью которых ранее питались заражённые вирусами клещи.

ОБРАЗ ЖИЗНИ

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

В новый портфель

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

??

- ▷ 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?

Урок-лекция

Вирусология по праву стала теперь одной из основных биологических наук.

С. Лурия



Как проявляется вирусная инфекция? Почему иммунитет к гриппу не является надёжной защитой от следующей эпидемии?

Вирусные болезни • Мониторинг

Ключевые слова

Неклеточная форма жизни — вирусы. Репликация (Естествознание, 10 кл., § 30—33, 38). Т-лимфоциты. В-лимфоциты. Патогенность. Вакцинация (см. § 58, 59).

Из старого портфеля

В природе широко распространены **вирусные болезни** людей, животных, растений, простейших и даже бактерий. Они сопутствуют всему живому. Как и всё живое, вирусы (рис. 90) эволюционируют, имеют свою экологическую нишу и выполняют свою биосферную роль.

Какие вирусные болезни человека наиболее опасны? Как *вирусологи* (специалисты в области науки о вирусах — *вирусологии*) решают задачу борьбы с вирусными заболеваниями?

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

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

Первоначально вирусология развивалась в рамках микробиологии, а в самостоятельную научную дисциплину она выделилась лишь в середине XX в.

По методам работы вирусология существенно отличается от микробиологии. Прежде всего это связано с тем, что вирусы для исследования не удаётся 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 методы вирусологии, используемые и для теоретических исследований, и для практических целей диагностики.

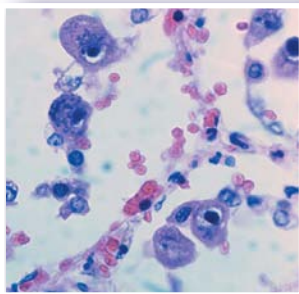
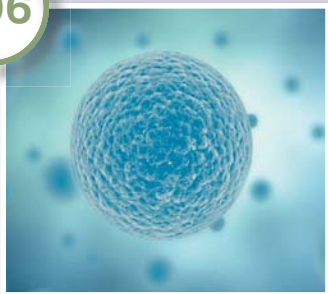


Рис. 90
Вирусы

Мы рассмотрели принципы поиска противовирусных препаратов только на клеточном уровне. Однако достижения фундаментальных и клинических исследований позволяют изучить развитие вирусной инфекции в организме на четырёх уровнях: молекулярно-генетическом, клеточном, на уровне тканей, органов и их систем и на уровне целостного организма.

СТРАТЕГИЯ СОЗДАНИЯ ПРОТИВОВИРУСНЫХ ПРЕПАРАТОВ. Каким образом начинается взаимодействие вируса и клетки? Вирусные частицы адсорбируются на поверхности клетки. При этом вирусы прикрепляются только к определённому виду клеток, имеющих сходный с ними химический состав липидов клеточной мембраны. Ферменты вируса растворяют липиды клеточной мембраны.

Стратегия создания противовирусных препаратов заключается в противодействии:

- адсорбции вируса на поверхности клетки (препараты декстран-сульфаты и аналоги нейраминной кислоты);

- разрушению клеточных липидов (препараты амантадин и ремантадин);

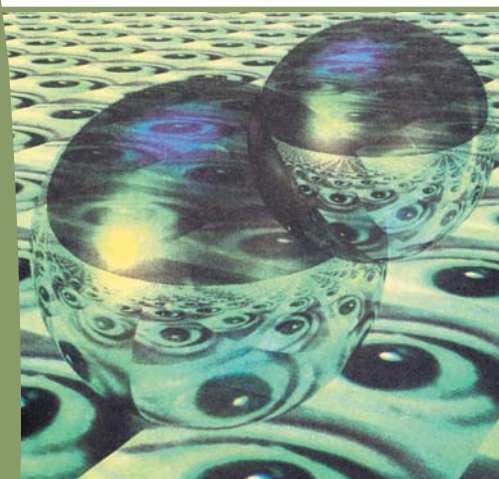
- всем этапам жизни вируса в клетке (препарат амиксин и др.).

Вирус — это форма жизни, избравшая в качестве экологической ниши живую клетку другого организма. Вирус 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 нём — временно или постоянно — вирусные компоненты включены в структурно-функциональный аппарат клетки-хозяина. Эта связь может быть столь прочной, что способна сохраняться и в следующих поколениях. Следовательно, конечный результат вирусной инфекции может варьироваться:

- клетка-хозяин разрушается при выходе из неё образовавшихся вирусных частиц;

- клетка-хозяин постоянно продуцирует и выделяет вирусные частицы, но при этом не разрушается;

- вирусная нуклеиновая кислота встраивается в геном клетки-хозяина и воспроизводится при дальнейших делениях клетки, передаваясь дочерним клеткам.



Кристофер Симс.
Компьютерная графика

Чем сходны механизмы воздействия вирусов гриппа, СПИДа с механизмом воздействия компьютерного вируса?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

В новый портфель

Вирус как биологический вид — это внутриклеточный паразит на молекулярно-генетическом уровне, способный эволюционировать и эффективно приспособляться к изменяющимся условиям. Вирусные заболевания остроинфекционны и могут вызывать массовую гибель людей (эпидемии, пандемии).

Иммунная система человека неустанно борется с вирусными инфекциями. В свою очередь, вирусы не сдаются. Так, *вирус иммунодефицита человека (ВИЧ)* эффективно подавляет иммунную защиту организма. Результатом становится развитие *синдрома приобретённого иммунодефицита (СПИД)*. На этом фоне развиваются многочисленные сопутствующие заболевания: опухоли, микозы, микробные инфекции. В настоящее время нет эффективных средств борьбы с ВИЧ-инфекцией. Есть комплекс лекарств, которые могут задержать развитие болезни, но не излечить её.

Адаптационные возможности вирусов очень велики. Одни из них реплицируются в условиях высокой температуры тела, другие утратили эту способность; некоторые успешно сосуществуют в смешанных инфекциях.

ПОЧЕМУ ИММУНИТЕТ К ГРИППУ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ НАДЁЖНОЙ ЗАЩИТОЙ ОТ НОВЫХ ЭПИДЕМИЙ. Вирус гриппа обладает уникальной способностью к изменчивости путём постепенного накопления мутаций (замены фрагментов его генома на новые структуры). На протяжении двадцатого столетия этот процесс приводил к ежегодным эпидемиям, вызываемым всё новыми модификациями 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 его патогенность. Затем надо выяснить, новый ли это возбудитель, и приготовить вакцину для массовой вакцинации населения. Этот сложный процесс включает в себя следующие стадии:

- предварительные стадии приготовления непатогенного вакцинного вируса;
- проведение доклинических испытаний;
- клинические испытания;
- организация производственного выпуска вакцин;
- контроль и распределение вакцин среди населения.

Во всех проявлениях иммунных реакций важнейшее участие принимают Т-лимфоциты. ВИЧ поражает именно их. При попадании в организм человека ВИЧ может длительное время не проявлять внешних признаков болезни. Под действием ряда факторов (стресс, инфекция, радиация и др.) вирус активизируется, и болезнь переходит в активную стадию: начинается массовое производство новых вирусных частиц и гибель клеток организма (в том числе Т-лимфоцитов), что нарушает взаимодействие клеток в реакциях сначала приобретённого, а затем и врождённого иммунитета и делает человека беззащитным перед любой инфекцией.

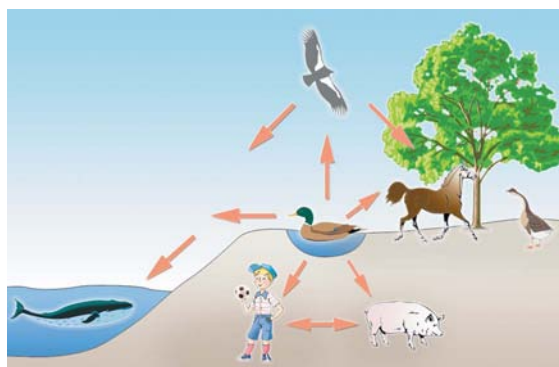


Рис. 91
Схема распространения птичьего гриппа

Разработка эффективных противовирусных средств защиты (вакцин, сывороток и др.) требует знания молекулярной структуры патогенного вируса, а она изменяется в ходе мутаций за период между эпидемиями (особенно быстро для вируса гриппа). Население, перенёсшее грипп определённого типа в прошлой эпидемии, не имеет иммунитета к генетически изменённой структуре нового вируса. Поэтому противогриппозная вакцина, которая создаётся к определённому типу вируса, неэффективна по отношению к другому типу того же вируса.

**В новый
портфель**

??

- Рассмотрите схему (рис. 91) и попробуйте объяснить, почему расширение ареала вируса птичьего гриппа через диких водоплавающих птиц оказалось для этого вируса весьма эффективным.

63 ПРОФИЛАКТИКА И МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ ВИРУСАМИ

Урок-конференция

Знать хорошее важнее, чем знать многое.

Ж.-Ж. Руссо

?

В чём состоят принципиальные отличия вирусных инфекций от других заболеваний человека? Каковы меры предупреждения болезней, вызываемых вирусами, и как проводится лечение этих болезней?

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Ознакомиться с научно обоснованными методами профилактики и лечения вирусных заболеваний.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

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

СООБЩЕНИЕ 1

Профилактика и лечение гриппа.

Вирусы гриппа — это уникальное семейство вирусов, представляющих реальную угрозу населению нашей планеты. Они отличаются большой изменчивостью и продолжают эволюционировать путём постепенного накопления мутаций.

Эти изменения учёные наблюдают прежде всего в двух белках, определяющих патогенные свойства вируса. Это белки гемагглютинин (обозначение «Н» или «НА») и нейраминидаза (обозначение «N»). Например, вирус может быть охарактеризован как «H3N2». Это означает, что данный вирус содержит гемагглютинин типа 3 и нейраминидазу типа 2.

Грипп — это высокозаразное острое вирусное заболевание, которое может поражать верхние и нижние дыхательные пути. 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, приём противовирусных средств и общеукрепляющих средств повышения иммунитета, изоляция заболевших, *кварцевание* (обработка помещений, предметов ультрафиолетовым излучением кварцевой или бактерицидной лампы), частое проветривание, влажная уборка помещения.

Как средства индивидуальной антивирусной защиты очень эффективны капли в нос, мази, аэрозоли, ингаляции с эфирными маслами (шалфей, душица, мята, лаванда и др.).

СООБЩЕНИЕ 2

Профилактика и лечение герпеса.

Герпес — это самая распространённая вирусная инфекция. На основании особенностей строения белков, ДНК, путей передачи 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 либо клетки гибнут, либо снижается их функциональная активность. Обсудите меры профилактики развития герпетической инфекции, зависящие от личной гигиены человека.

СООБЩЕНИЕ 3

Профилактика и лечение СПИДа.

СПИД (синдром приобретённого иммунодефицита) является конечной стадией ВИЧ-инфекции, которая вызывает серьёзные повреждения иммунной системы организма. Основной путь заражения — половые контакты, а также гемоконтакты (через кровь), особенно при внутривенном введении наркотиков.

При обсуждении проблемы обратите внимание на три аспекта:

1. По данным ООН, начиная с 1976 г. во всём мире ВИЧ-инфекцией заразились около 70 млн человек и более 30 млн умерли от болезней, связанных со СПИДом. В России число людей, заражённых ВИЧ, оценивается в 1,5 млн; большинство из них (80 %) — молодые люди в возрасте 15—30 лет. В мире сейчас более 40 млн инфицированных, и ежегодно заражаются около 2 млн человек.

В России, как и во всём 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 ещё не создано, можно лишь замедлить развитие болезни и улучшить качество жизни больного. Стоимость производства необходимых препаратов очень высока (только годовая доза «коктейля» из четырёх наиболее эффективных препаратов для одного человека стоит 10 тыс. долларов США).

3. СПИД — социально значимое заболевание как демографический фактор (смертность населения), как фактор, снижающий трудоспособность населения, а следовательно, развитие производства, и т. д. Какие меры профилактики ВИЧ-инфекции зависят от общества в целом и лично от каждого?

Источники информации

1. Богомолов Б. Н. Большая медицинская энциклопедия / Б. Н. Богомолов. — М.: АСТ, 2011.
2. Смирнов А. Т. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни / А. Т. Смирнов. — М.: Просвещение, 2006.
3. Кучма В. Р. Гигиена детей и подростков / В. Р. Кучма. — М.: Медицина, 2004.
4. Дубровский В. И. Гигиена физического воспитания и спорта / В. И. Дубровский. — М.: Владос, 2003.

Слова для поискового запроса: вирусы, вирус гриппа, вирус герпеса, ВИЧ, профилактика вирусных заболеваний, здоровый образ жизни.

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

**В новый
портфель**

Главная польза математики заключается в применении её 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

Скрещивание • Доминантный и рецессивный признаки • Законы Менделя • Генотип • Фенотип • Аллельные гены (аллели) • Сцепленное наследование • Хромосомная теория наследственности • Группы сцепления

Из старого
портфеля

Гены. Гаплоидный и диплоидный наборы хромосом. Гомологичные хромосомы. Гаметы. Зигота. Мейоз. Кроссинговер. Комбинативная изменчивость (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 32, 33, 51, 70).

Целый ряд заболеваний человека передаётся 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 австрийский биолог и ботаник, монах-августинец, аббат Грегор Мендель (1822—1884). Он использовал метод *гибридологического анализа*, т. е. **скрещивание** (гибридизацию) организмов, отличающихся друг от друга по одному или нескольким признакам,



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

Вера Пестель.
Семья за столом

и анализ проявления этих признаков у потомства — *гибридов*. Свои классические опыты по скрещиванию Мендель поставил на горохе. Он выбрал исходные формы, отличающиеся по одному признаку (например, окраска семян — зелёная и жёлтая). Предварительно он убедился, что избранные признаки стабильны, т. е. передаются неизменными в ряду 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 ввёл 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 равным 3:1. На основании результатов своих экспериментов Мендель сформулировал принципы наследования признаков, которые получили название **законов Менделя**. Первый — *закон единообразия гибридов первого поколения*, второй — *закон расщепления признаков у гибридов второго поколения*.

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, причём 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 даёт проявиться более слабому, рецессивному.

ЗАКОНЫ МЕНДЕЛЯ И СОВРЕМЕННАЯ ГЕНЕТИКА. Легко догадаться, что наследственные факторы Менделя — это *гены*, т. е. участки молекулы ДНК, кодирующие определённую информацию (о структуре молекулы белка или молекулы РНК). Набор генов организма (**генотип**) и определяет всю совокупность признаков (**фенотип**) организма. На самом деле за каждый признак в диплоидном организме ответственна пара генов, которые называют **аллельными генами** или **аллелями**. Они расположены в одних и тех же участках гомологичных хромосом и взаимодействуют друг с другом. (Вспомним, что диплоидный набор хромосом формируется в зиготе в результате слияния гаплоидных мужской и женской гамет. Таким образом, в каждой паре гомологичных хромосом диплоидного организма одна хромосома отцовская, а другая — материнская.)

Оба аллеля одного гена могут обеспечивать одинаковое проявление признака. В таком случае организм будет *гомозиготным* по данным аллелям. Если же один аллель (доминантный) подавляет проявление другого (рецессивного), то организм по этим аллелям будет *гетерозиготным*. Доминантный аллель обозначают прописными буквами латинского алфавита (*A, B, C* и т. д.), а рецессивный — строчными (*a, b, c* и т. д.). Гомозиготный по аллелям данного гена организм может иметь набор аллелей *AA* или *aa*. В первом случае (*AA*) проявится доминантный признак, а во втором (*aa*) — рецессивный. Гетерозиготный же организм имеет аллели *Aa* и соответственно доминантное проявление признака.

Не все гены существуют в виде двух аллелей. Например, гены, кодирующие белки, которые участвуют в упаковке ДНК в хромосомах, имеют только один аллель. Это объясняется тем, что эти белки жизненно важны для любой клетки и любое изменение в них для клеток смертельно. Другие гены могут существовать в нескольких аллельных состояниях. Например, I, II и III группы крови человека обусловлены тремя разными аллелями одного гена.

Мендель в своих опытах в качестве родительских особей использовал гомозиготные по доминантным (жёлтые семена — AA) и рецессивным (зелёные семена — aa) аллелям растения (это доказывается тем, что признаки стабильно передавались в ряду поколений при самооплодотворении). Воспользовавшись буквенной символикой, запишем ход этих экспериментов:

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

Гибриды первого поколения будут иметь только жёлтые семена (доминантный признак A), а во втором поколении этот признак проявится у трёх четвертей гибридов, что и постулируют законы Менделя.

Мендель имел дело со случаями полного доминирования — полного подавления доминантным аллелем проявления рецессивного. Однако известно немало случаев, когда доминирование оказывается неполным, т. е. рецессивный аллель в определённой степени проявляется и у гетерозиготного организма. И наконец, при так называемом *кодоминировании* признаки, определяемые обоими аллелями, у гетерозиготного организма проявляются в равной степени.

В новый портфель

В основе законов Менделя лежат механизмы распределения генов, кодирующих признаки, в череде поколений. Каждый ген диплоидного организма представлен двумя аллелями, лежащими в гомологичных хромосомах.

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*.

Базируется эта закономерность на особенностях протекания мейоза в ходе образования гамет. В анафазе I негомологичные хромосомы расходятся независимо, что и 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 с одинаковой вероятностью. Если же оба этих гена находятся в гомологичных хромосомах, то в гаметах может быть только такое сочетание аллелей, которое характерно для родительских особей. Например, если в одной гомологичной хромосоме данной пары находятся аллели A и B , а в другой — a и b , 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 распространён 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 Хант Морган с сотрудниками, которые в результате сформулировали **хромосомную теорию наследственности**. Её основные принципы можно представить следующим образом:

1. Гены располагаются в хромосомах, причём разные хромосомы содержат неодинаковое количество генов, но набор генов строго специфичен для каждой хромосомы.

2. Гены расположены вдоль хромосомы линейно, один за другим, при этом каждый ген находится в определённом месте (*локусе*).

3. 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 и могут при этом обмениваться участками. Так, в рассмотренном выше примере два гена находились в одной хромосоме и могли распределяться между гаметами 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?

Биология — наука о невероятном.

А. Сент-Дьёрди

?

Что изучает генетика человека? Что такое кариотип и как наследуются признаки, сцепленные с полом? Каковы основные методы генетики человека?

Ключевые
слова

Кариотип • Аутосомы • Половые хромосомы • Наследование, сцепленное с полом • Разнояйцевые и однояйцевые близнецы • Экзоны • Интроны • Генная терапия

Из старого
портфеля

ДНК. РНК. Геном. Хроматиды. Соматические клетки. Трансляция (Биология, 9 кл.; Естествознание, 10 кл., § 30—33, 51). Генная инженерия (см. § 46).

Наука *генетика человека* изучает наследственность и изменчивость человека. В задачи *медицинской генетики* входит исследование развития наследственных болезней, возможности их лечения и профилактики.

КАРИОТИП ЧЕЛОВЕКА. Как и у всех эукариот, ядерная ДНК человека распределена между разными хромосомами. Оформленное состояние хромосомы приобретают только перед делением в профазе митоза или мейоза, причём каждая хромосома в это время представлена двумя копиями — *хроматидами*. В метафазе их структура становится хорошо различимой. Каждая метафазная хромосома состоит из двух хроматид, соединённых в области центромеры. Центромера делит хромосому поперёк на две половины — плечи, которые могут быть короткими и длинными (рис. 92).



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

Эдгар Дега.
Семья Беллели

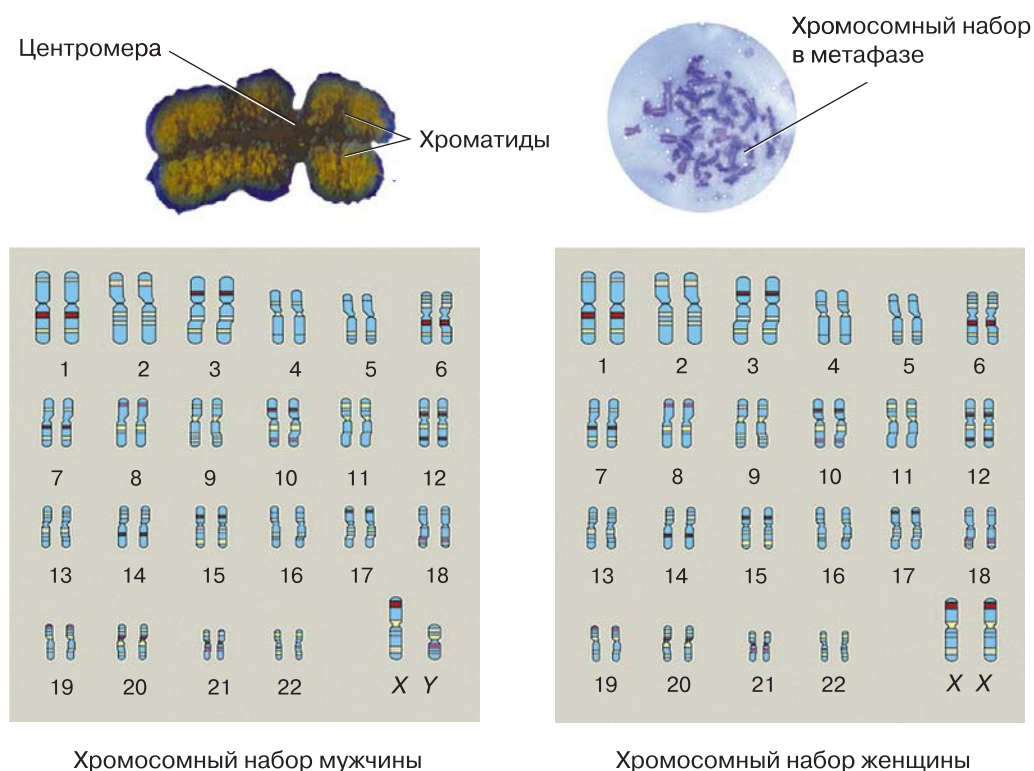


Рис. 92
Хромосомный набор человека

Число, размер и форма хромосом специфичны для каждого вида. Совокупность всех признаков хромосомного набора — **кариотип** — можно рассматривать как «паспорт» вида. Анализ кариотипа позволяет установить видовую принадлежность организма (если его кариотип ранее уже изучался), выявить изменения 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 чётко выделяются 22 пары гомологичных хромосом, которые одинаковы и у мужчин, и у женщин. Их называют **аутосомами**. Хромосомы, по которым различаются кариотипы мужчин и женщин, называют **половыми**. У женщин во всех соматических клетках имеются две одинаковые (гомологичные) крупные, неравноплечие хромосомы, которые обозначают как **X-хромосомы** (см. рис. 92). Кариотип женщин записывают как 44XX. У мужчин имеется одна X-хромосома и одна маленькая палочковидная хромосома — Y-хромосома. 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 передаётся она только от отца к сыну. В X-хромосоме, помимо генов, определяющих пол, присутствуют и другие гены, например ген, обуславливающий свёртываемость крови, гены, определяющие нечувствительность к красному и зелёному 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**.

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.

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

Близнецовый метод предполагает изучение проявления признаков у **разнояйцевых** и **однойцевых близнецов**. Разнояйцевые (неидентичные) близнецы рождаются в результате оплодотворения двух яйцеклеток двумя разными сперматозоидами и ничем не отличаются от братьев и сестёр, родившихся от разных беременностей. Однойцевые (идентичные) близнецы развиваются из одной яйцеклетки, которая после оплодотворения одним сперматозоидом даёт начало двум эмбрионам. Иногда идентичные близнецы не разделяются полностью, а рождаются соединёнными друг с другом — это так называемые *сиамские близнецы*. Однойцевые 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 однойцевых 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 неё *молекулярно-биологических методов*.

ГЕНОМ ЧЕЛОВЕКА. В 2003 г. было объявлено о завершении международной программы «Геном человека». Это означает, что была определена последовательность нуклеотидов всей заключённой в хромосомах человека ДНК. Самое поразительное открытие состоит в том, что в геноме человека не так уж и много генов — около 25 тыс. Белков же у человека в шесть раз больше — около 150 тыс. Чем объясняется подобное несоответствие?

Дело в том, что в клетках один и тот же ген может использоваться для образования нескольких разных 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 и соответственно считываемого с неё белка будет другим. Какие именно экзоны войдут в состав мРНК, зависит от наличия в клетке тех или иных регуляторных белков.

Нужно также учитывать, что белок — это не только цепочка аминокислот, образующаяся при трансляции. Белки часто включают и другие компоненты, которые встраиваются в исходную цепочку аминокислот уже после её биосинтеза на рибосоме. В результате такой посттрансляционной модификации исходный белковый продукт может измениться до неузнаваемости.

В геноме человека экзоны (а именно они кодируют в конечном итоге белки!) составляют примерно 1,5 %. Таким образом, почти 99 % ДНК генома не имеют никакого выражения в белке. Но, кроме кодирующих белок генов, человеческий геном содержит тысячи генов, кодирующих молекулы различных РНК (транспортных, рибосомных, микроРНК и др.).

Расшифровка большей части человеческого генома была закончена в 2006 г. Однако остаются несколько нерасшифрованных регионов. Прежде всего это центромеры, которые содержат большое количество повторяющихся последовательностей ДНК. Их сложно расшифровать при помощи современных технологий. Центромеры имеют длину миллионы (возможно, десятки миллионов) пар нуклеотидов.

Гены, кодирующие белки, составляют малую часть генома человека и других эукариот. Большая часть генома представлена многократно повторяющимися последовательностями ДНК, функциональная нагрузка которых пока ещё полностью не определена.

**В новый
портфель**

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 создаётся «терапевтический» ген, который кодирует белок, корректирующий генетический дефект. Этот ген доставляется к клеткам определённой ткани пациента с наследственным заболеванием. Там с этого гена считывается информация в виде мРНК и вырабатывается необходимый организму больного белок.

??

- ▷ Сколько пар хромосом составляют кариотип человека?
- ▷ Чем 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?
- ▶ Известно, что ген, возникший в результате рецессивной мутации, может передаваться из поколения в поколение в скрытом виде и проявляться только у гомозиготных особей, несущих оба аллеля в рецессивном состоянии. Примерами таких мутаций могут быть ненормальное строение конечностей, срастание пальцев, меньшее или большее пяти число пальцев у человека.
Используя эти примеры, попытайтесь объяснить, почему близкородственные браки часто приводят к рождению неполноценного (больного или нежизнеспособного) потомства.

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

Л. Н. Толстой

?

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

В романе И. А. Гончарова «Обломов» главный герой Илья Ильич болен «наследственной болезнью». Её «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

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. 10—11 кл.: учеб. для общеобразоват. организаций. В 2 ч. / под ред. В. К. Шумного, Г. М. Дымшица. — М.: Просвещение, 2014.
2. Грин Н. Биология. В 3 т. Т. 3 / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. — М.: Мир, 2005.
3. Мамонтов С. Г. Биология для поступающих в вузы / С. Г. Мамонтов. — М.: Дрофа, 2003.
4. Клаг У. Основы генетики / У. Клаг, М. Каммингс. — М.: Техносфера, 2009.
5. Трофимов В. А. Исследование нуклеиновых кислот / В. А. Трофимов, О. Н. Аксёнова. — Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2002.

Слова для поискового запроса: наследственные болезни, генные болезни, хромосомные болезни.

Болезней, которые связаны с повреждением генетического материала, к настоящему времени известно около двух тысяч. По данным ВОЗ, 5—8 % новорождённых страдают теми или иными наследственными патологиями. Причина возникновения всех наследственных заболеваний кроется в неблагоприятных мутациях. Различают заболевания генные и хромосомные.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Выясните причины возникновения 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 изменённого (мутировавшего) гена в аутосомах и половых хромосомах (сцепление с полом).

Используя справочники, найдите самые распространённые генные болезни и разберитесь в характере их наследования. Обратите внимание, что при мутации доминантного аллеля аутосомного гена признак проявляется в каждом поколении, независимо от пола. При мутации же в рецессивном аллеле 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 распространённых хромосомных заболеваний человека.

Дополнительные источники информации

1. Тимолянова Е. К. Медицинская генетика для медсестёр и фельдшеров / Е. К. Тимолянова. — Ростов н/Д: Феникс, 2007.
2. Биология: школьная энциклопедия / Г. А. Белякова, А. Е. Бобырев, М. А. Валова и др. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2004.

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

1. Глик Б. Молекулярная биотехнология / Б. Глик, Дж. Пастернак. — М.: Мир, 2002.
2. Фаллер Д. М. Молекулярная биология клетки / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс, И. Б. Збарский. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011.

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Ряд тяжёлых болезней человека связан с повреждением генов или хромосом. Эти заболевания могут передаваться из поколения в поколение. При рецессивном наследовании у здоровых родителей могут родиться больные дети. Лечение наследственных болезней заключается в основном в коррекции работы поражённых органов. Дальнейший успех в борьбе с наследственными болезнями связан с развитием генной терапии.

67 МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ СЕМЬИ

Урок-конференция

Из худого семени не получить
доброе племя.

Поговорка



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

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Выяснить, в чём заключается медико-генетическое консультирование, каким образом можно снизить риск появления в семье ребёнка-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 ребёнка.

Медико-генетическое консультирование — это специализированный вид медицинской помощи населению, направленный на профилактику наследственных болезней. Его целью служит определение вероятности рождения ребёнка с наследственным заболеванием и помощь семье в принятии решения относительно деторождения. В медико-генетическую консультацию обращаются беременные женщины, опасющиеся рождения больного ребёнка, и родители, у которых такой ребёнок 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 сёстры), и в ряде других случаев.

При медико-генетическом консультировании используют в основном генеалогические и цитогенетические методы (см. § 65). Анализируется кариотип супругов для выявления нарушений в числе и строении хромосом, составляются родословные, чтобы определить характер наследования (рецессивное, доминантное) генного заболевания и рассчитать вероятность 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) направлено на предупреждение зачатия больного ребёнка и предполагает оценку 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 ребёнка при любом диагнозе врача-генетика семья принимает самостоятельно.

СООБЩЕНИЕ 1

Факторы, определяющие риск рождения детей с наследственными болезнями.

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 медсестёр и фельдшеров / Е. К. Тимолянова. — Ростов н/Д: Феникс, 2007.
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.: КМК: Авторская академия, 2007.
4. Горбунова В. Н. Генетика человека с основами медицинской генетики / В. Н. Горбунова. — М.: Академия, 2012.
5. Бахарев В. А. Медико-генетическое консультирование / В. А. Бахарев // Диагностика и лечение врождённых и наследственных заболеваний у детей. — М.: Триада-X, 2004.

Слова для поискового запроса: наследственные заболевания, планирование семьи, медико-генетическая диагностика.

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

**В новый
портфель**

ОБОБЩЕНИЕ И ОСМЫСЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА ГЛАВЫ

Девять десятых нашего счастья
зависит от здоровья.

А. Шопенгауэр



Человек — это уникальная живая система, он представляет собой единство биологического, социального и духовного.

Каждый человек обязан осознавать, что его здоровье — это величайшая ценность как для него самого, так и для окружающих. Здоровье человека определяется взаимодействием биологических, социальных и духовных факторов. Организм человека имеет резервы для развития и поддержания здоровья.

Состояние здоровья человека во многом определяется образом жизни, который, в свою очередь, зависит от воспитания, уровня образования и степени личной ответственности.

КОМПОНЕНТЫ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА. Здоровье человека определяется взаимодействием трёх компонентов: биологического, духовного и социального. Элементы, из которых состоят эти компоненты, — это наследственность; уровень развития здравоохранения и образования; условия труда, быта и питания; иммунитет; координация и регуляция функций организма; мысли человека и его чувства; роль в семье и обществе.

ЗАДАНИЯ

1. Соотнесите компоненты здоровья с составляющими их элементами. Заполните таблицу.

Здоровье человека

Биологическое здоровье	Духовное здоровье	Социальное здоровье

2. Приведите примеры, показывающие влияние компонентов здоровья друг на друга.

3. Попытайтесь создать агитационный плакат в стиле произведений «Окон сатиры РОСТА»¹, который бы провозглашал величайшую ценность здоровья.

ПОДУМАЙТЕ И ОТВЕЬТЕ

1. Как связаны между собой понятия «резервы адаптационных возможностей организма» и «здоровье человека»?

2. Приведите примеры положительного и отрицательного влияния окружающей среды на здоровье человека.

3. Что включает в себя понятие «образ жизни человека»? Подумайте, в каком случае образ жизни определяют эпитетами: здоровый, рискованный, болезненный. Какое влияние оказывает образ жизни на здоровье человека и как влияет здоровье человека на образ жизни?

4. Прочитайте эпиграф. Как вы понимаете высказывание Шопенгауэра? Подумайте, какие преимущества человеку даёт здоровье.

¹ «Окна сатиры РОСТА» — специфическая форма массового агитационного искусства, возникшая в период Гражданской войны и интервенции (1918—1920). Первое «Окно РОСТА» исполнил в октябре 1919 г. М. М. Черемных. Впоследствии у нему присоединился В. В. Маяковский, создававший как рисунки, так и подписи к ним. Также эти плакаты иллюстрировали Казимир Малевич, Аристарх Лентулов, Илья Машков и Кукрыниксы.

5

ГЛАВА

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

68

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., § 3). Техногенная цивилизация (см. § 1).

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 своём развитии достигло того этапа, когда его деятельность тоже стала оказывать влияние на общепланетарные процессы, т. е. начала проявляться на глобальном уровне. Это привело к появлению целого ряда новых **глобальных проблем**, со многими из которых связана сама возможность дальнейшего существования человечества. Примерами подобных проблем могут служить катастрофическое загрязнение окружающей среды (в том числе радиоактивное), перенаселение, истощение энергетических ресурсов, нехватка продовольствия, терроризм, проблема сохранения мира и др.

Именно эти антропогенные глобальные проблемы мы и будем обсуждать. Каждый человек обязан знать, компетентно судить о них и видеть возможные пути их решения.

В **новый**
портфель

Глобальные проблемы современного мира — это проблемы, порождённые деятельностью человека и требующие незамедлительного решения, поскольку они угрожают выживанию человечества.

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:

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

2. Глобальные проблемы влияют на все стороны жизни человека (хозяйственную, социальную, экономическую, политическую и др.).

3. Найти пути решения глобальных проблем можно только силами всего человеческого сообщества. Усилий одной страны, одной нации или же группы стран и наций для этого недостаточно.

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

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

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

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

УСЛОВИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОСТИ. Для решения глобальных проблем современного мира необходимы следующие условия:

1. Единство доброй воли всех жителей планеты в решении проблемы выживания. Установление мира на Земле, прекращение войн. В случае ядерной войны остальные глобальные проблемы решать будет некому.

2. Прекращение разрушительного действия современного производства на биосферу (истощение невозобновимых ресурсов, загрязнение среды, уничтожение природных экосистем и др.).

3. Разработка глобальных моделей восстановления природы и научно обоснованного природопользования. Конкретные пути для достижения этих целей уже широко обсуждаются учёными.

??

► Какая из глобальных проблем, на ваш взгляд, имеет на сегодняшний день наибольшую остроту:

- для планеты Земля;
- для региона, где вы проживаете;
- для вас лично?

69 ЧЕЛОВЕК КАК КОМПОНЕНТ БИОСФЕРЫ

Урок-лекция

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

И. М. Сеченов

?

В чём заключается основное противоречие во взаимодействии человека и природы? Что изучает экология? В чём заключается антропогенное воздействие на природу? Какие меры могут помочь сохранить биосферу?

Ключевые
слова

Экология • Экологический кризис • Экологическая катастрофа

Из старого
портфеля

Уровни организации живого. Экосистемы. Биосфера. Продуценты и консументы (Естествознание, 10 кл., § 35, 36). Автотрофы и гетеротрофы (Биология, 7—9 кл.). Мониторинг (см. § 61). Зависимость здоровья человека от состояния окружающей среды (Биология, 8 кл.). Природопользование и гео-экология (География, 8 кл.).

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.



Человек — хоть будь он трижды гением —
Остаётся 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

Правомерно ли отождествлять человека с мыслящим растением? Как картина К. Маковского «В саду» раскрывает взаимоотношения человека и природы?

*Константин Маковский.
В саду*

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

КАК ВИД *HOMO SAPIENS* ВОЗДЕЙСТВОВАЛ НА ЭКОСИСТЕМЫ. Как вы знаете, популяции разных биологических видов объединяются в природные системы более высокого ранга — экосистемы. В них они совместно сосуществуют, взаимодействуя друг с другом и с неживыми компонентами среды, обмениваются веществом, энергией, информацией. При этом каждый биологический вид имеет какую-либо «экологическую специализацию». Так, продуценты производят органическое вещество, консументы его потребляют и т. д. Энергетические потоки в экосистемах сбалансированы и строго подчиняются закономерностям расходования и воспроизводства.

«Экологическая специализация» *Homo sapiens* — консумент. Первоначально эта его функция в экосистеме осуществлялась путём собирательства — поедание плодов, семян, корней, различной растительности, птичьих яиц и т. п., а также путём охоты на мелких животных. Это была трудная жизнь. Человек редко был сыт, численность его была невелика. *Homo sapiens* бесконфликтно вписывался в природную среду.

Но постепенно орудия охоты и рыболовства совершенствовались, охота становилась более успешной и продуктивной. Росла численность людей и количество потребляемой ими продукции экосистем. С возникновением и развитием земледелия эта тенденция усилилась. Человек стал изымать из экосистем гораздо больше, чем все другие существа, в том числе безвозвратно потреблять продукцию, созданную за миллионы лет (например, ископаемое топливо).

Основное противоречие во взаимодействии человека и природы заключается в том, что *Homo sapiens* вышел за пределы своей экологической ниши, стал суперконсументом, потребляющим природные ресурсы в значительно большем количестве, чем определено законами существования экосистем.

**В новый
портфель**

ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ. Термин **экология** (от греч. *oikos* — жилище, местообитание) был предложен в 1866 г. немецким естествоиспытателем Эрнстом Геккелем (1834—1919) для обозначения науки, изучающей взаимоотношения организмов друг с другом 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.

Расширение системных представлений в экологии совпало с постепенным осознанием человечеством ошибочности стратегии потребительского поведения в природе, выбранных им подходов к 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 так называемых *экологических проблем* (загрязнение водоёмов, сокращение разнообразия видов, опустынивание, перенаселение и др.), часто носящих глобальный характер (рис. 93).

В основе возникновения 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

Вспомним, что экосистемы и биосфера в целом являются высшим уровнем организации живого на нашей планете. Они способны к самосохранению за счёт 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.

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 определённую роль. По оценке экспертов, темпы вымирания земной флоры и фауны ускорились за последнее время примерно в тысячу раз по сравнению с «нормальным» уровнем доисторических времён. 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. Поэтому задача поддержания биосферы в приемлемом для жизни состоянии, несомненно, является приоритетной для человечества.

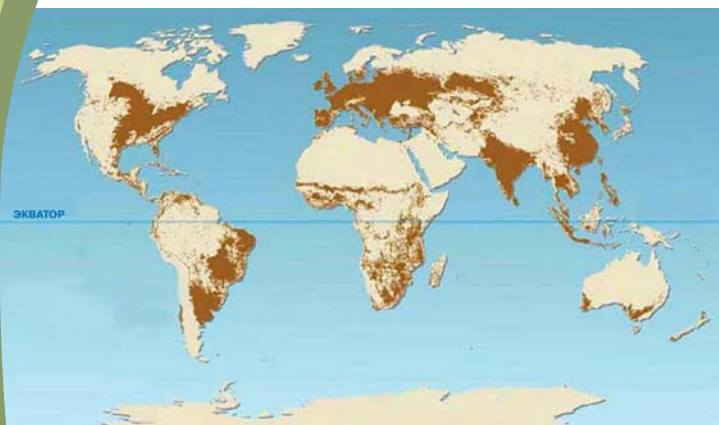


Рис. 93

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

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ. Экологический кризис определяют как напряжённость взаимоотношений человечества и природы, когда скорость антропогенных нарушений превышает темпы самовосстановления природы, но ещё не происходит коренного изменения природных систем. В основе экологического кризиса лежит несоответствие между потребностями общества и ресурсно-экологическими возможностями биосферы. По степени угрозы естественной жизни человека и развитию общества выделяют *неблагоприятную экологическую ситуацию*,

экологическое бедствие и *экологическую катастрофу* — труднообратимые изменения в экосистемах, связанные с массовой гибелью живых организмов.

Вся история развития человечества — это история усиливающегося воздействия на биосферу. Фактически человечество в своём поступательном развитии шло от одного экологического кризиса к другому: кризис перепромысла диких животных (10—50 тыс. лет назад в связи с интенсивным развитием охоты); кризис подсечно-огневого земледелия; кризис поливного земледелия (около 2 тыс. лет назад); кризис производственной деятельности (с начала промышленной революции в XVIII в. до наших дней).

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

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

О чём заставляет задуматься стихотворение?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

Если в XVIII—XIX вв. 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 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 её решение. Среди них важнейшие конвенции по изменению климата и по биоразнообразию, подписанные в том числе и Россией. В последующие годы проходили и другие экологические совещания, в том числе встреча в Киото (1997), на которой был принят знаменитый «Киотский протокол». В июне 2012 г. в Рио-де-Жанейро прошла Конференция ООН по устойчивому развитию «Рио+20». Она стала масштабным международным событием начала XXI в., а общее число участников составило 45 тыс. человек. Итоговый документ Конференции подтвердил приверженность глав государств и правительств построению общества, ориентированного на всесторонний прогресс и гармонию человека с природой.

Участники Конференции «Рио+20» поддержали Глобальную инициативу ООН по обеспечению всеобщего доступа к современным источникам энергии и призвали все страны мира коренным образом изменить существующие расточительные (неустойчивые) модели потребления и производства.

В настоящее время 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 всё же будет недостаточно, если в сознании каждого человека не найдут своего места *экологические императивы* (система запретов и ограничений во взаимодействии с природой, переступать которые человечество не имеет права ни при каких обстоятельствах), 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.



- Как вы думаете, может ли существовать биосфера без 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?
- Перечислите экологические проблемы современности и дайте им краткую характеристику.
- В чём особенности современного экологического кризиса? Сформулируйте его основные черты.

70 НАРУШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КРУГОВОРОТОВ В БИОСФЕРЕ

Урок-лекция

Прекрасна мудрость Бытия —
Всё новое в ней шьётся из старья.
В. Шекспир

?

Каковы особенности природных круговоротов веществ? Почему деятельность человека (антропогенное воздействие) нарушает глобальные круговороты в биосфере?

Ключевые
слова

Биогеохимические циклы • Биогеохимический круговорот • Парниковый эффект

Из **старого**
портфеля

Круговорот веществ (Биология, 9 кл.). Биосфера как открытая система (Естествознание, 10 кл., § 36).

ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ КРУГОВОРОТОВ ВЕЩЕСТВ. Круговороты веществ — **биогеохимические циклы** — представляют собой непрерывные процессы вовлечения тех или иных химических элементов и веществ (углерода, азота, кислорода, воды и др.) в состав и структуру живого и последующее преобразование их в минеральные вещества. Для биогеохимических циклов характерны следующие особенности:

— эти циклы хорошо выражены на уровне биосферы, но прослеживаются и в небольших экосистемах;

— 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, рассеивается с поверхности Земли в виде тепла. Энергия не совершает круговорота;

— круговороты носят частично замкнутый характер. Благодаря разомкнутости круговоротов в биосфере происходило и продолжает происходить биогенное накопление веществ, в том числе органических;

— главный источник преобразования вещества и поддержания его круговорота — это совокупное действие живых организмов («живое вещество» по терминологии В. И. Вернадского). Поддержание биогеохимического круговорота живым веществом планеты обеспечивает постоянство состава атмосферы, океанических вод и других компонентов биосферы;

Ночь, улица, фонарь, аптека,
Бессмысленный и тусклый свет,
Живи ещё хоть четверть века —
Всё будет так. Исхода нет.

Умрёшь — начнёшь опять сначала,
И повторится всё, как встарь:
Ночь, ледяная рябь канала,
Аптека, улица, фонарь.

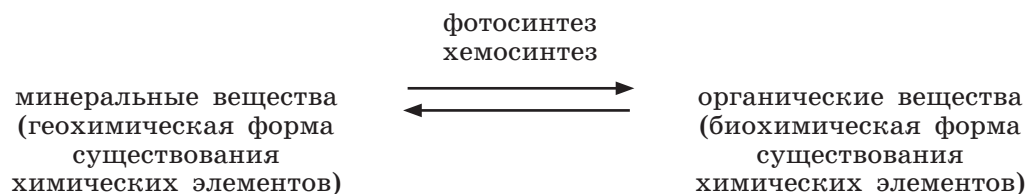
А. Блок

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

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

— круговороты различных химических элементов взаимосвязаны и составляют единый глобальный **биогеохимический круговорот**.

В самом общем виде глобальный круговорот можно представить как поток атомов — превращение минеральных веществ в органические с последующей минерализацией органических веществ:



ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ УГЛЕРОДА И КИСЛОРОДА.

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 невиданного ранее уровня, и это привело к существенным изменениям в круговоротах воды, углерода, кислорода, азота, фосфора и серы.

Человек начал вмешиваться в природный круговорот углерода с того момента, как стал использовать огонь для приготовления пищи и обогрева жилищ, а впоследствии для выплавки металлов и обжига глины. В качестве топлива он применял древесину.

При сжигании древесных масс укорачивается цикл и увеличивает скорость круговорота углерода, лишается пищи большая масса представителей многообразных пищевых цепей. При уничтожении массивов леса увеличивается поверхностный сток вод и усиливается эрозия почвы, уменьшается и количество поглощаемого растениями при фотосинтезе углекислого газа.

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

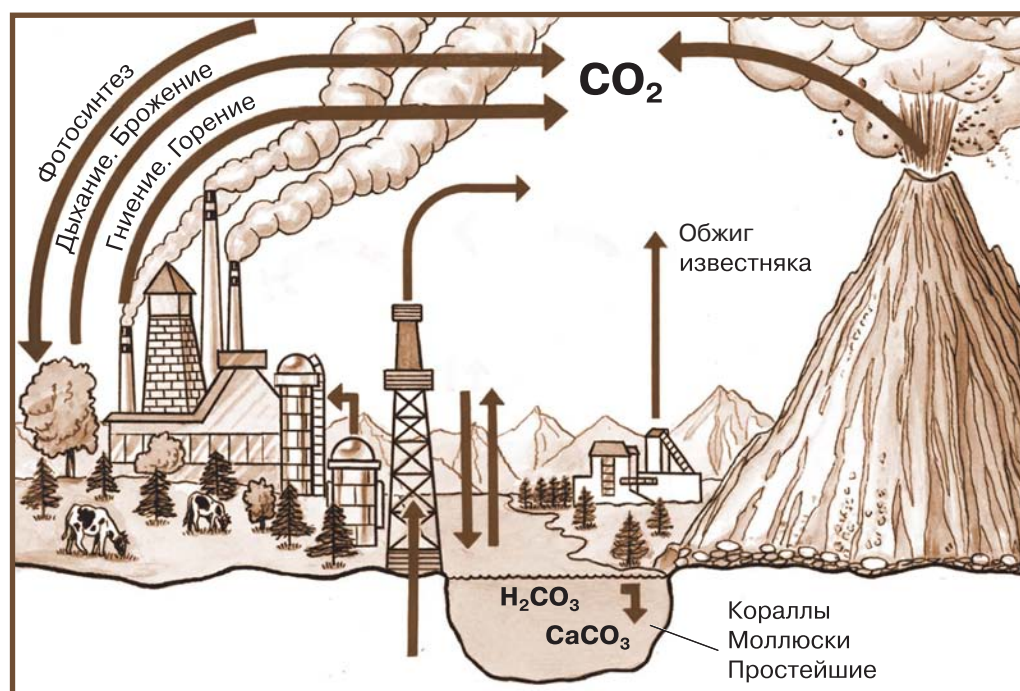


Рис. 94
Круговорот углерода

Воздействие на круговорот углерода резко возросло с началом использования ископаемого топлива. Что представляет собой ископаемое топливо? Это остатки древней жизни, органическое вещество, которое было синтезировано миллионы лет назад за счёт углекислого газа былых биосфер. Сжигая миллионы тонн торфа, угля, нефти, сланцев, мы вводим в биосферу тот углерод, который ранее был выведен из круговорота (рис. 94).

Количество углекислого газа в атмосфере за последние 650 тыс. лет выросло на 30 %. В настоящее время широко обсуждается вопрос о влиянии углекислого газа на повышение среднегодовых температур нижних слоёв атмосферы — так называемый **парниковый эффект**. Однако следует учесть, что в состав ископаемого топлива входит не только углерод, но и азот, сера, многие другие химические элементы. При сжигании они образуют оксиды, также попадающие в атмосферу. Например, оксид серы(IV) — сернистый газ, взаимодействуя с парами воды, содержащимися в воздухе, образует сернистую кислоту — основной компонент кислотных дождей.

Обратим внимание на то, что круговорот углерода тесно сопряжён с круговоротом кислорода. Сжигание топлива связано с непрерывным потреблением свободного кислорода, т. е. запасы атмосферного кислорода в результате антропогенного воздействия постоянно уменьшаются. Тем не менее в относительном выражении это уменьшение крайне незначительно из-за большого запаса молекулярного кислорода в атмосфере (1 184 000 Гт). Даже при современном расходовании его снижение на 1 % произойдёт, по подсчётам учёных, 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.

В новый портфель

Деятельность человека нарушает высокую степень замкнутости глобального биогеохимического круговорота, выработанную в процессе длительной эволюции и являющуюся важнейшим условием устойчивости биосферы.

??

- Роли океана и суши в регулировании атмосферных концентраций углекислого газа и кислорода принципиально различаются. Укажите, в чём заключается это различие.
- Многие живые организмы в течение жизни накапливают в своих телах некоторые химические элементы: например, моллюски в своих раковинах концентрируют кальций. Какие химические элементы могут накапливаться в теле человека?
- Объясните и охарактеризуйте те изменения в биосфере, которые возникают в результате антропогенного воздействия на глобальные круговороты веществ.
- Пользуясь дополнительными источниками информации, составьте схему, объединяющую круговороты углекислого газа, кислорода и воды, укажите роль живых организмов в круговоротах данных веществ.

Урок-конференция

Жизнь чрезвычайно сложна и многообразна...
Надо помнить, что всё в природе соединено
тончайшими связями.

М. В. Келдыш



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

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Анализируя примеры антропогенных воздействий, понять их влияние на окружающую среду.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Использование ископаемого топлива и проблема загрязнения окружающей среды.
2. Парниковый эффект.
3. Проблемы использования минерального сырья.
4. Контроль состояния окружающей среды.

СООБЩЕНИЕ 1

Использование ископаемого топлива и влияние его сжигания на состав атмосферы.

Исходя из того, что энергетической основой современной цивилизации является ископаемое топливо (нефть, природный газ, каменный уголь), обсудите проблему его сжигания в глобальном масштабе. Учтите, что сжигание топлива — это двусторонний процесс. Он связан не только с поступлением углекислого газа в атмосферу, но и с потреблением из неё свободного кислорода.

Нефть, природный газ и каменный уголь являются природными источниками углеводородов и служат не только топливом, но и сырьём для химической промышленности. Переработка этих веществ может также оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

ПОДСКАЗКА

Проанализируйте схему, объединяющую круговороты углекислого газа, кислорода и воды, составленную вами в предыдущем параграфе (см. задание для самостоятельной работы). 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 парникового эффекта и укажите газы, вызывающие его. Соберите сведения о влиянии парникового эффекта на потепление климата планеты. Учтите, что эти сведения неоднозначны и являются предметом дискуссий учёных.

СООБЩЕНИЕ 3 (два-три выступления)

Использование минерального сырья и влияние этого фактора на состояние биосферы.

Обратите внимание на то, что деятельность человека часто коренным образом меняет направленность природных биогеохимических циклов. Так, современное производство азотных удобрений основано на получении аммиака (NH_3) фиксацией (связыванием) азота воздуха водородом. При использовании этих удобрений азот поступает в почву в количестве, превышающем возможности его биологической фиксации микроорганизмами, населяющими почву. Железо, марганец, медь извлекаются из рудных месторождений и включаются в круговорот кислорода.

Рассеянные в виде следов ртуть, свинец, кадмий добываются и концентрируются. Их соединения поступают в больших количествах в атмосферу, а затем в почву и водоёмы, где включаются в пищевые цепи.

СООБЩЕНИЕ 4

Экологический мониторинг. Правовые основы охраны природы.

Соберите материал по средствам медико-биологического контроля загрязнения воздуха, воды, почвы. Узнайте, какие правовые средства направлены на охрану окружающей среды.

Источники информации

1. Охрана окружающей среды / С. В. Белов, Ф. А. Барбинов, А. Ф. Козьяков и др. — М.: Высшая школа, 2003.
2. Ижевский П. Экологическая безопасность планеты и энергетический кризис / П. Ижевский // ОБЖ. — 2005. — № 1.
3. Расторгуев В. Н. Болевые точки планеты / В. Н. Расторгуев // Экология и жизнь. — 2001. — № 6.
4. Яблоков А. В. Экология России: состояние и перспективы / А. В. Яблоков // Биология в школе. — 2005. — № 8.
5. Скурлатов Ю. И. Немного солнца на водопроводной воде / Ю. И. Скурлатов // Экология и жизнь. — 2002. — № 2.
6. Сибириков С. Г. Химические реакции образования и разрушения озона в атмосфере / С. Г. Сибириков // Химия в школе. — 2005. — № 8.

Слова для поискового запроса: источники загрязнения окружающей среды, парниковый эффект, глобальное потепление, экологический мониторинг, правовые основы охраны природы.

В новый портфель

Круговороты элементов в системе «атмосфера — суша — живое вещество — океан» в последние 30—50 лет осложнились. Тяжёлые металлы, фтор, хлор, оксиды углерода, серы, азота и т. д. включились в круговороты в количествах, превышающих естественное содержание этих веществ в биосфере. Число используемых в промышленности и на транспорте (и соответственно вовлекаемых в круговорот) элементов значительно выросло.

72 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

225

Урок-лекция

Существует достаточно света для тех, кто хочет видеть,
и достаточно света для тех, кто не хочет.

Б. Паскаль

?

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

Озоновый экран • Экологическая экспертиза

Ключевые
слова

Экологическая катастрофа (см. § 68). Планктон (Биология, 7 кл.). Трофические цепи (Естествознание, 10 кл., § 35). Ультрафиолетовое излучение (Естествознание, 10 кл., § 20, 56). Галогены. Озон и кислород (Химия, 8—9 кл.). Атмосфера. Стратосфера (География, 6 кл.).

Из старого
портфеля

Для преодоления кризиса во взаимоотношениях человека и природы необходимо чётко оценивать антропогенный вклад в наблюдающиеся изменения экологической обстановки. Это не всегда просто. Мы с уверенностью можем говорить о причинах, когда речь идёт, например, о возникновении волн цунами или о разливе нефти, выбросе в атмосферу ядовитых соединений, утечке радиации и т. п. Однако причины экологических катастроф, экологических бедствий 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 помёт этих птиц образует мощные толщи — гуано, которое считается лучшим 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



Пётр Петровичев. Цветущие вишни

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

А. П. Чехов. Вишнёвый сад

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

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

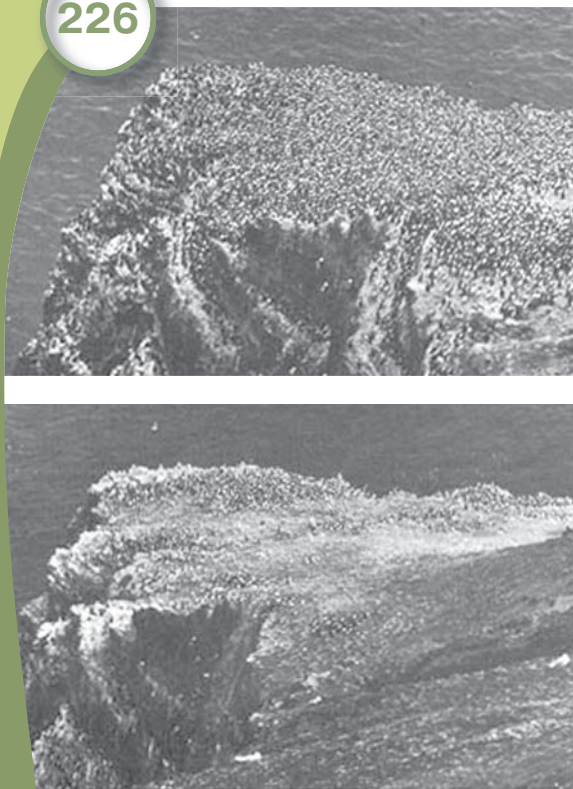


Рис. 95

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)

периодически повторяющихся естественных изменений в системе «океан — атмосфера». Явление это получило название *Эль-Ниньо* (в переводе с испанского — младенец; имеется в виду Младенец Христос, поскольку Эль-Ниньо наиболее заметно в дни католического Рождества). В это время меняются структуры течений, ослабевает вынос в поверхностные воды минеральных веществ. Это ведёт к оскудению прибрежных морских пастбищ, что, в свою очередь, сказывается на всей трофической цепи. Для птиц наступают тяжёлые 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 гнездятся морские птицы (кайры, моевки, серебристые и морские чайки, люрики и др.), образующие птичьи базары. Основу питания этих птиц составляли сельдь, мойва и арктическая тресочка (сайка). Интенсивный траловый лов этих рыб в 60—80-х гг. XX в. привёл к тому, что их численность резко упала, промысел фактически прекратился. Но и птицы остались без корма. В результате бескормицы суровой зимой 1986/87 г., отличавшейся штормами, наблюдалась массовая гибель птиц. Летом 1987 г. на птичьи базары вернулось от 40 до 80 % от числа птиц, которые гнездились там летом 1986 г. (рис. 95).

Итак, и в первом, и во втором примерах имела место катастрофическая гибель морских птиц. Однако причины были разные: в первом случае это естественный ход изменений природной среды, во втором это антропогенное воздействие на морские экосистемы (перепромысел рыбы). В первом случае всё естественным путём постепенно возвращается на круги своя, а во втором для восстановления численности морских птиц, что напрямую связано с ростом численности рыбы, необходима регуляция промысла. Действительно, введение квот на промысел ряда рыб в Баренцевом и Норвежском морях привело к некоторому росту численности морских птиц, хотя о восстановлении их популяций до прежних размеров речь пока не идёт.

В новый портфель

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

ПРОБЛЕМА ОЗОНОВЫХ ДЫР. Один из ярких примеров, иллюстрирующих вышесказанное, — история вопроса о так называемых *озоновых дырах* (области в верхних слоях атмосферы с пониженной концентрацией озона). Тонкий слой озона — **озоновый экран**, 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. XX в. озоновые дыры с каждым годом 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 расчётам учёных, на восстановление озонового слоя, разрушавшегося промышленностью на протяжении практически всего XX в., может уйти не менее 40 лет.

Самая большая озоновая дыра (диаметр свыше 1000 км) находится над Антарктидой. Она существует не постоянно, это сезонное явление. Низкие температуры антарктической зимы приводят к образованию полярного вихря. Воздух внутри этого вихря движется в основном по замкнутым траекториям вокруг Южного полюса, препятствуя проникновению озона из приполярных широт. К тому же во время полярной ночи Антарктида не освещается Солнцем, и озон над ней не возникает. С приходом лета количество озона увеличивается и снова выходит на прежний уровень.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА. Приведённые 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 её выполнении эксперты-экологи учитывают огромное число факторов, определяющих 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 сохранение среды обитания ведут и многочисленные общественные организации, как региональные, так и международные. Среди них наиболее известны Всемирный фонд дикой природы (WWF) и Гринпис. Всемирный фонд дикой природы борется за сохранение биоразнообразия и естественных экосистем. Гринпис использует ненасильственные, но активные методы борьбы за сохранение окружающей среды. Эта организация известна своими акциями, направленными на запрет китобойного промысла, на экологически чистое использование ядерной энергии и др.

??

- ▷ Почему необходимо знать причины того или иного экологического явления?
- ▷ Почему сохранение озонового слоя так важно для существования жизни на Земле?
- ▶ Используя дополнительные источники информации, перечислите причины возникновения озоновых дыр.
- ▷ В чём заключается экологическая экспертиза?

КАК ВЫЯСНЯЮТ ПРИЧИНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ

Урок-семинар

Не следует умножать сущности
сверх необходимости.

У. Оккам

?

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

Из старого
портфеля

Экосистема. Антропогенные факторы (Биология, 7 кл.). Биосфера (см. § 68—71; Естествознание, 10 кл., § 33—35, 37, 82).

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 выяснение причин того или иного экологического события невозможно без компетентной экологической экспертизы.

ПЛАН СЕМИНАРА

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



Пейзаж А. Кифера призван шокировать зрителя и донести до него опасность катастрофы, угрожающей человечеству в результате ухудшения экологических условий.

В произведении А. Платонова «Неизвестный цветок» так изображено воздействие человека на природу: «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

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.

Слова для поискового запроса: экологическая катастрофа, экологическая экспертиза, мониторинг окружающей среды.

Попробуем на конкретном примере разобраться в причинах масштабного экологического события. При этом будем помнить о знаменитом принципе «бритвы Оккама» (см. эпиграф, приведённый в начале параграфа), согласно которому не надо придумывать излишне усложнённых трактовок того, 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 (около 6 млн особей) были обнаружены выброшенные на берег морские звёзды (рис. 96). Среди них попадались также погибшие крабы, моллюски и даже тюлени, но их число не превышало тех значений, которые обычны для беломорского побережья.

Для выяснения причин столь драматических событий были созданы специальные комиссии, в состав которых вошли учёные, чиновники разного ранга, военные, независимые эксперты. Были выдвинуты многочисленные предположения относительно природы массовой гибели морских животных.



Рис. 96
Выброшенные морские звёзды на Летнем берегу Двинского залива Белого моря

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Сформулируйте гипотезы, которые могли бы объяснить наблюдавшееся природное явление.

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

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 2

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

Вещество должно быть очень ядовито (токсично), а выброс его — таким, чтобы при растворении в огромном объёме морской воды концентрация вещества оказалась достаточной для гибели морских животных на обширной акватории. Вещество должно действовать избирательно на морских звёзд и не оказывать заметного влияния на других обитателей моря.

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 3

Попробуйте, используя определённые выше критерии отравляющего вещества, критически проанализировать и оценить приемлемость гипотез, с помощью которых пытались объяснить массовую гибель морских звёзд.

Зимой, предшествующей рассматриваемым событиям, примерно в 150 км от места выброса звёзд 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 протяжённый 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 звёзд показал, что концентрация загрязняющих веществ в ней была не выше, чем в других районах Белого моря.

Наибольшее внимание привлекла гипотеза о загрязнении морской воды содержащими серу органическими соединениями, поскольку повышенная их концентрация была обнаружена в рыбе, поступившей на Архангельский рыбокомбинат. Серосодержащие 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 море, причём сведений о местах некоторых захоронений не сохранилось. Нельзя исключить, что одно из них расположено у Летнего берега Белого моря. Со временем могла произойти разгерметизация оболочек контейнеров, и отравляющее вещество попало в воду. Ещё одним косвенным подтверждением версии об отравлении серосодержащими соединениями послужило обнаружение в районе гибели звёзд 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 серосодержащих 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 серосодержащим соединениям. Вспомним, что ядовитое вещество, которое мы определяем, должно обладать избирательным воздействием именно на морских звёзд. Серосодержащие же органические соединения в повышенных концентрациях ядовиты для всего живого (иприт-то создавался далеко не для морских звёзд!).

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 4

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

Учёными 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 звёзд, и звёзды скапливаются на банках в огромных количествах. Весной 1990 г. Двинский залив очистился ото льда на две недели раньше обычного, в период сильных ветров. В мае того же года было зарегистрировано семь сильных штормов, продолжительностью двое-трое суток каждый. Такой шторм отрывает от грунта хорошо прикреплённые водоросли на глубине 4—5 м, не говоря уже о морских звёздах и крабах. Кроме того, северные штормовые ветры способствуют поступлению в интересующий нас район пресной воды Северной Двины, которая особенно полноводна в период весеннего паводка.

Последовательность событий, приведших к массовому выбросу морских звёзд, могла быть следующей:

1. Весной морские звёзды в огромном количестве выползли на мидиевую банку, где активно питались моллюсками.
2. Вода в рассматриваемом районе Летнего берега сильно опреснилась, а в воде с пониженной солёностью сила, с которой морские звёзды прикрепляются к подводным субстратам, ослабевает.
3. В сильный шторм волны оторвали сконцентрировавшихся на мидиевой банке морских звёзд и выбросили их на берег.

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Произошла ли на самом деле экологическая катастрофа, как о том возвестили средства массовой информации? По отношению к морским звёздам нет: гибель пускай и значительного их числа не привела к катастрофическим последствиям для беломорской популяции морских звёзд в целом. Не пострадали и остальные животные и растения Белого моря. По оценкам учёных Зоологического института, никаких серьёзных 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 звёзд. Популяции живых организмов обладают определённым запасом прочности, чтобы восстановиться после значительных утрат до своей оптимальной численности.

Возвращаясь к эпиграфу, можно заключить, что в рассмотренном примере «бритва Оккама» отсекала как «ненужные сущности» разнообразные гипотезы об антропогенном характере факторов, вызвавших гибель морских звёзд, оставив естественные факторы, которые в первую очередь и следовало бы рассматривать в качестве рабочей гипотезы.

74 ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Урок-конференция

Человечество слишком долго вело себя на планете как неразумный хозяин. Создавая удобства для комфортной жизни, мы напрочь забыли о том, что ресурсы природы, увы, далеко не безграничны, что жить в городах, где воздух грязен и отравлен, придётся нашим детям. Настало время вспомнить о том, что природа не прощает ошибок. Человек должен позаботиться о природе, вспомнить, что он и сам — часть этой природы. Разумно ли пилить сук, на котором сидишь?

В. Распутин



Какие виды загрязнения встречаются в окружающей среде при антропогенном воздействии на неё? Как выявить и измерить уровень загрязнения? Что такое предельно допустимая концентрация и предельно допустимый уровень загрязнителей окружающей среды?

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ. Изучить виды загрязнения окружающей среды, актуализировать знания об экологических проблемах загрязнения атмосферы, литосферы, гидросферы. Ознакомиться с современными методами мониторинга состояния окружающей среды и их инструментарием.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИИ

1. Понятие антропогенной нагрузки на окружающую среду. Методы изучения состояния окружающей среды.
2. Загрязнение атмосферы.
3. Загрязнение гидросферы.
4. Загрязнение литосферы.
5. Шумовое загрязнение.
6. Электромагнитное воздействие.

СООБЩЕНИЕ 1

Понятие антропогенной нагрузки на окружающую среду. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнителей. Методы мониторинга загрязнения сред обитания живого.

1. Антропогенные экологические факторы и их влияние на окружающую среду.
2. Экологическое нормирование. ПДК. ПДУ.
3. Уровни и программы экологического мониторинга. Современные дистанционные системы наблюдения и зондирования.
4. Интерпретирование данных экологического мониторинга.

Источники информации

1. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. — М.: Мысль, 2014.

2. Сурикова Т. Б. Экологический мониторинг: учеб. для вузов / Т. Б. Сурикова. — Старый Оскол: ТНТ, 2014.
3. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза: учеб. пособие / [М. Г. Ясоев, Э. В. Какарека, Н. С. Шевцова и др.]; под ред. проф. М. Г. Ясоева. — М.: Инфра-М: Нов. Знание, 2013.
4. Экология: навигатор по информационным ресурсам. <http://gotourl.ru/13900>.

Слова для поискового запроса: антропогенная нагрузка, экологическое нормирование, уровни экологического мониторинга.

СООБЩЕНИЕ 2

Загрязнение атмосферы.

1. Состав атмосферного воздуха. Типы и масштабы загрязнения атмосферы.
2. Поллютанты (вещества антропогенного происхождения, загрязняющие среду обитания живых существ), их источники и состав. Предельно допустимые концентрации некоторых веществ.
3. Влияние поллютантов на живое. Оценка состояния среды с помощью живых организмов (биоиндикация).
4. Методы очистки выбросов загрязняющих веществ.

Источники информации

1. Другов Ю. С. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред: практическое руководство / Ю. С. Другов, И. Г. Зенкевич, А. А. Родин. — М.: Бином. Лаборатория знаний: Физматлит, 2014.
2. Тихонова И. О. Экологический мониторинг атмосферы / И. О. Тихонова, В. В. Тарасов, Н. Е. Кручинина. — М.: Форум: Инфра-М, 2013.

Слова для поискового запроса: загрязнение атмосферы, поллютанты, биоиндикация.

СООБЩЕНИЕ 3

Загрязнение гидросферы.

1. Антропогенное загрязнение гидросферы и его типы.
2. Основные загрязнители гидросферы, их источники.
3. Воздействие загрязнителей гидросферы на живые организмы и человека. Предельно допустимые концентрации некоторых веществ.
4. Загрязнение Мирового океана. Острова из мусора.
5. Методы снижения концентрации загрязняющих веществ в гидросфере.

При подготовке сообщения ознакомьтесь с данными, приведёнными в таблице.

Время, необходимое для разложения различных видов отходов в океане

Вид отходов	Время разложения, лет
Упаковки от пищевых продуктов с алюминиевой фольгой	50—200
Полиэтиленовые пакеты	100—400
Пластиковые бутылки	200—250
Изделия из пластмассы (полихлорвинил)	250—400
Пенопласт (пенополистирол)	80—400
Изделия из ПВХ (поливинилхлорид)	До 1000
Стеклянные бутылки и стекло	Не менее 1000

Источники информации

1. Тихонова И. О. Экологический мониторинг водных объектов / И. О. Тихонова, Н. Е. Кручинина, А. В. Десятов. — М.: Форум: Инфра-М, 2012.
2. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. — М.: Академический проспект, 2013.

Слова для поискового запроса: методы очистки вод, гидробионты, годовой мировой речной сток, сточные воды, предельно допустимые концентрации.

СООБЩЕНИЕ 4

Загрязнение литосферы и почвы.

1. Антропогенное загрязнение литосферы и его типы.
2. Основные загрязнители почвы (пестициды, минеральные удобрения, отходы производства, бытовой мусор, нефтепродукты).
3. Токсическое влияние загрязнителей на живой организм. Предельно допустимые концентрации некоторых веществ.
4. Защита почвы от загрязнения.

При подготовке сообщения ознакомьтесь с данными, приведёнными в таблице.

**Предельно допустимые концентрации (ПДК)
некоторых химических веществ в почве**

Наименование вещества	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учётом фона (кларка ¹)
Бенз/а/пирен	$C_{20}H_{12}$	0,02
Бензин	Горючая смесь лёгких углеводородов	0,1
Бензол	C_6H_6	0,3
Ванадий	V	150,0
Ванадий + марганец	V + Mn	100 + 1000
Комплексные гранулированные удобрения (КГУ)	Фосфорно-калийные (P + K), азотно-фосфорные (N + P), азотно-калийные (N + K) и тройные (азотно-фосфорно-калийные (N + P + K) удобрения	120,0
Комплексные жидкие удобрения (КЖУ)	Водный раствор фосфатов аммония	80,0
Нитраты (по NO_3)	NO_3	130,0
Отходы флотации угля (ОФУ)	Зола и шлаки	3000,0
Ртуть	Hg	2,1
Свинец	Pb	32,0
Серная кислота (по S)	H_2SO_4	160,0
Суперфосфат (по P_2O_5)	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4$	200,0

¹ Кларки (элементов) — числа, выражающие среднее содержание химических элементов в земной коре, гидросфере, Земле в целом, космических телах, геохимических или космохимических системах и др. по отношению к общей массе этой системы.

Источники информации

1. Экологический портал. Экологические словари. Экологические термины. Экологические проблемы. Экологическая защита и охрана окружающей среды. URL: <http://gotourl.ru/13901>.
2. Экологическая экспертиза: учеб. пособие для вузов / под ред. В. М. Питулько. — М.: Академия, 2014.

Слова для поискового запроса: деградация почвы, мусорные свалки, пестициды, эрозии почв.

СООБЩЕНИЕ 5

Шумовое загрязнение.

1. Понятие шума. Виды шумовых загрязнений.
2. Предельно допустимый уровень шумового загрязнения.
3. Влияние шума на живые организмы. Патологии, вызванные шумовым загрязнением.
4. Борьба с шумовым загрязнением.

Источники информации

1. Драгомирецкий И. И. Охрана окружающей среды / И. И. Драгомирецкий, Е. Л. Кантор. — Ростов н/Д: Феникс: МарТ, 2014.
2. Прохоров Б. Б. Экология человека: учеб. для студентов вузов / Б. Б. Прохоров. — М.: Академия, 2010.
3. Методы борьбы с шумовым загрязнением окружающей среды // zeleneet.com: сайт об альтернативной и возобновляемой энергетике. URL: <http://gotourl.ru/13902>.

Слова для поискового запроса: шумовое загрязнение, антропогенные шумы, промышленный шум, аудиометрия.

СООБЩЕНИЕ 6

1. Электромагнитное поле, его виды и классификация.
2. Основные источники ЭМИ (линии электропередачи, бытовая техника, мобильная телефонная связь, персональные компьютеры).
3. Методы фиксации ЭМИ и предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия ЭМИ на человека.
4. Действие ЭМИ на организм человека.
5. Защита от ЭМИ.

Источники информации

1. Левитт Б. Блейк. Защита от электромагнитных полей: полный справочник / Б. Блейк Левитт. — М.: АСТ: Астрель, 2007.
2. Прохоров Б. Б. Экология человека: учеб. для студентов вузов / Б. Б. Прохоров. — М.: Академия, 2010.

Слова для поискового запроса: электромагнитное излучение, вихревые потоки, ЛЭП, предельно допустимый уровень электромагнитного излучения.

К основным видам загрязнения окружающей среды относятся: загрязнение воздуха, почвы, водных ресурсов, шумовое загрязнение и превышение предельно допустимого уровня электромагнитного и радиоактивного излучений. Главными причинами загрязнения являются нерациональное природопользование, технократическое мышление человека. Сегодня решение глобальной проблемы загрязнения заключается прежде всего в экологическом нормировании антропогенной нагрузки на окружающую среду.

**В новый
портфель**

75 ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЧЕЛОВЕКА ЗА СОСТОЯНИЕ БИОСФЕРЫ

Урок-лекция

Осознать зло — значит немедленно начать бороться с ним.

М. Е. Кольцов

?

Почему современному человеку трудно осознать опасность глобальных проблем? В чём заключается моральная ответственность учёных перед современным обществом? Что может сделать каждый человек для сохранения биосферы?

Ключевые
слова

Экологическое мышление

Из **старого**
портфеля

Биосфера (см. § 67—71; Естествознание, 10 кл., § 29, 36). Глобальные проблемы современности (см. § 67).

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, следовательно, на здоровье человека. И всё же осознать эти проблемы как признаки надвигающейся катастрофы глобального масштаба нелегко. Для этого требуются знание причин этого явления и принципиально новое мышление.

Новое мышление не возникает само собой, оно требует усилий человека — определённых знаний и соответствующего их осмысления. Этому мешает множество причин, прежде всего стереотипы так называемого 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 всё менее очевидной, поскольку он существует в мире технических устройств. Следствием этого является и психологическое отчуждение от природы, что серьёзно деформирует личность человека.

В **новый**
портфель

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

В ЧЁМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ МОРАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ УЧЁНЫХ 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 немецкий философ И. Кант). Обычно этот голос называют совестью — это понятие, как и понятия «долг», «честь» и т. п., входит в идеально-духовную сферу человека.

Сама по себе наука, естественно, не может быть моральной или аморальной. Какими будут результаты её воздействия на человека и природу 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 учёного. Не менее трудно донести эти предостережения до всего общества.

Казалось бы, учёный не должен нести ответственность за пути использования своих научных результатов. Однако, как

показала сама жизнь, учёный как человек не может не испытывать моральную ответственность. Он выбирает линию поведения в соответствии со своими нравственными принципами. Так, например, он может:

— не участвовать в научных экспериментах, зная, в чьих руках находится наука (пример — массовая эмиграция учёных из гитлеровской Германии);

— давать строго объективные независимые заключения при проведении научных экспертиз;

— направлять свои силы 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 учёные, которые были причастны к освоению энергии ядерных реакций и других средств, способных вызвать массовую гибель людей. Это не случайно, так как именно этим учёным была очевидна опасность применения подобных средств для человечества и природы в целом. В соответствии со своими моральными убеждениями они неустанно боролись против использования этих средств. Так, наш соотечественник Андрей Дмитриевич Сахаров (1921—1989) — нобелевский лауреат 1975 г., учёный и активный общественный деятель, возглавлял в 1988 г. Международный фонд «За выживание и развитие человечества».

ЧТО МОЖЕТ КАЖДЫЙ ИЗ НАС. Вы уже знаете, что для решения глобальных экологических проблем объединяют свои усилия многие государства. Однако для сохранения биосферы необходимы усилия не только государств, но и каждого отдельного человека. Чтобы человек направил эти усилия на дело сохранения природы, не-

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

В. Высоцкий. Песня о Земле

Чем страшна ситуация, описанная в стихотворении-песне Высоцкого?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

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

Изучая проблему взаимодействия природы и общества, Никита Николаевич на основе своей теории универсального эволюционизма пришёл к выводу, что человек должен изменить свои отношения с природой немедленно, чтобы избежать гибели уже в ближайшем столетии. Позитивный выход он связывал с появлением нравственного выбора человека («этического императива»). В своей последней работе Моисеев сформулировал гамлетовский вопрос: «Быть или не быть... человечеству?» — вопрос, который решается в XXI в.

обходимо дать ему соответствующее образование и должным образом воспитать его. Результатом должно стать формирование **экологического мышления** — способности оценивать свою деятельность с точки зрения воздействия на природу. При этом должно оцениваться не только каждое непосредственное (сиюминутное) воздействие, но и отдалённые последствия этого воздействия, сказывающиеся на последующих поколениях. В наши дни образование в целом и экологическое образование в частности не только эффективный, но и наиболее дешёвый способ предотвращения экологической катастрофы.

В новый портфель

Для сохранения биосферы каждому человеку необходимо осознать свою личную ответственность за непосредственное природопользование (за сбережение воды, энергии, за охрану природы) и за свою жизненную позицию в обществе.



- ▶ 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 её состава в связи с участием в Движении сторонников мира?
- ▶ Что вам известно об отце и сыне Гржимеках и о других энтузиастах, организовывавших общественные движения по созданию заповедных зон природы?

76 РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Урок-лекция

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

Сократ



Что такое ноосфера? Какие ориентиры развития человечества обосновывает концепция ноосферы? В чём заключается рациональное природопользование?

Ключевые слова

Ноосфера • Природопользование

Из старого портфеля

Биосфера (см. § 66—70. Живое вещество (см. § 69). Коэволюция природы и цивилизации (Естествознание, 10 кл., § 82).

ЧТО ТАКОЕ НООСФЕРА. В учении В. И. 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.

Постепенно человек выделялся среди других живых организмов как новая, небывалая, общепланетарная сила. Воздействие этой силы сравнялось с воздействием геологических сил. К тому же развитие человеческой цивилизации происходит с огромным ускорением. Особенно отчётливо это можно увидеть, если сопоставить условное время развития цивилизации с зависимостью от вида энергии, используемой человеком.

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

Несоизмеримостью скорости геологических процессов (геологическое время) и скорости развития человечества (историческое время) объясняется, почему деятельность человека и её темп оказались столь разрушительными для исторически сложившихся природных равновесий.

Результат деятельности человека Вернадский рассматривал также как закономерный эволюционный переход биосферы в качественно новое состояние. Для его обозначения был использован предложенный французским биологом, палеоантропологом и мыслителем-гуманистом Тейяром де Шарденом термин «ноосфера» (от греч. *noos* — разум и *sphaira* — шар, т. е. сфера разума).

Мировое древо

Мифологический образ Мирового древа существует у многих народов. Так, русский поэт Сергей Есенин создаёт свой художественный мир в виде Мирового древа. Дерево, растущее от земли до неба, является центром мира, и раем, и семьёй, и человеком, и «вечным, непоколебимым древом, на ветвях которого растут плоды дум и образов». Какой процесс напоминает вам создание Есениным Мирового древа?



Какие ориентиры развития человечества обосновывает концепция ноосферы? 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 ещё Ж.-Б. Ламарк: «Человечество ведёт себя так, словно его цель — погибнуть, оставив после себя планету, непригодную для жизни».

Согласно концепции ноосферы, должно наступить время, когда человек, в результате деятельности которого глубоко изменена природная среда, обеспечивающая жизнь на Земле, возьмёт на себя ответственность за судьбу планеты. 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.

В начале 70-х гг. XX столетия Н. Н. Моисеев дал наглядную интерпретацию термина «ноосфера»: он ввёл понятие *коэволюция человека и природы*. Это понятие является синонимом определения такого развития общества, которое согласовано с законами развития биосферы.

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. В 70-е гг. XX в. российским учёным Юрием Николаевичем Куражковским был предложен термин **природопользование**. Этот термин обозначает теорию и практику рационального использования человеком природных ресурсов. Рациональное природопользование предполагает максимально полное использование добываемых природных ресурсов и соответственное уменьшение потребляемых ресурсов; восстановление возобновимых природных ресурсов; использование отходов производства.

Появилось много работ, формулирующих первоочередные задачи *научно обоснованного природопользования*. Было привлечено внимание общества, государственных деятелей всех уровней к обсуждению проблем мирового развития: пределов демографического и экономического роста человечества, предотвращения столкновений цивилизаций 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.

В новый портфель

Система рационального природопользования позволяет значительно уменьшить загрязнение окружающей среды.



- В настоящее время во многих публикациях содержится информация:
 - 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 единой силе?

Урок-семинар

Природа не знает никаких прав —
ей известны только законы.

Дж. Адамс



Каким образом можно согласовать деятельность человека с законами природы?

Биосфера (см. § 67—69; Естествознание, 10 кл., § 36).

Из **старого**
портфеля

ЦЕЛЬ СЕМИНАРА. Осознать необходимость прекращения антропогенного разрушения природы. Обсудить возможные пути осуществления научно обоснованного природопользования.

ПЛАН СЕМИНАРА

1. Биосфера — глобальная экосистема, а человек — её 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. Коробкин В. И. Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. — Ростов н/Д: Феникс, 2014.
2. Волощенко А. Е. Природопользование / А. Е. Волощенко, Г. В. Гуськов. — М.: ИТК «Дашков и К», 2007.
3. Розанов Л. Л. Воздействие человека на атмосферу / Л. Л. Розанов // География в школе. — 2005. — № 1.
4. Расторгуев В. Н. Болевые точки планеты / В. Н. Расторгуев // Экология и жизнь. — 2001. — № 6.
5. Яблоков А. В. Экология России: состояние и перспективы / А. В. Яблоков // Биология в школе. — 2005. — № 8.
6. Степанов В. К. О стратегии сохранения биологического разнообразия в России / В. К. Степанов // Биология в школе. — 1998. — № 6.
7. Емельянов А. Г. Основы природопользования / А. Г. Емельянов. — М.: Академия, 2013.

Слова для поискового запроса: экосистема, экологический мониторинг, научно обоснованное рациональное природопользование, биосфера, безотходное производство.

«Есть такое твёрдое правило. Встал поутру, умылся, привёл себя в порядок — и сразу же приведи в порядок свою планету».

Это слова Маленького принца из повести А. Сент-Экзюпери. В чём непреходящее значение этого твёрдого правила?

МЫСЛЬ И ОБРАЗ

ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ 1

Почему человек — дитя биосферы — стал её 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.

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 следующие вопросы:

1. Как можно восстановить биоразнообразие в природе? Способствует ли оно устойчивости биосферы?
2. Как можно изменить использование энергетических ресурсов? (Учтите, что запасы органического топлива очень велики: считается, что разведано всего 25 % их количества.)
3. Каким должно быть экологически безопасное промышленное производство?
4. 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. Нужно стремиться к тому, чтобы сохранить жизнь на Земле.

78 ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА И БИОСФЕРЫ

243

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?

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. Проблема устойчивого развития общества и биосферы.

II. Круглый стол участников конференции

1. Обсуждение проблемных вопросов.
2. Выполнение практического задания.
3. Подведение итогов.

Вы изучили курс естествознания и узнали, что современное естествознание — это совокупность множества самостоятельных наук о природе и месте человека в ней.

Происходящие сейчас на нашей планете изменения, их масштабы и темпы являются беспрецедентными. В связи с этим человечество столкнулось с целым рядом глобальных проблем. Глобальные проблемы напомнили жителям планеты, что их дальнейшие судьбы связаны воедино независимо от того, осознают они это или ещё не осознали. Избежать последствий разрушения природной среды 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 ещё не реальность, как и возможность поиска выхода ещё не гарантирует его» (Н. Н. Моисеев).



Альберт Швейцер (1875—1965) — немецкий мыслитель, врач, органист и музыковед. Принцип его мировоззрения — «преклонение перед жизнью как основа нравственного обновления человечества».

1. СООБЩЕНИЯ НА ТЕМЫ

СООБЩЕНИЕ 1 (два-три выступления)

Биосфера как закономерный результат эволюции планеты Земля.

Для понимания особенностей биосферы используйте знания:

- о физической структуре материи и формах её существования (Естествознание, 10 кл., § 17—20, 22, 23);
- о характеристике планеты Земля и её уникальности (Естествознание, 10 кл., § 15, 27, 28, 75);
- о планетарно-космических связях и общей характеристике Вселенной (Естествознание, 10 кл., § 54, 59, 72, 73, 75);
- о системной организованности нашей планеты и её земных оболочек (Естествознание, 10 кл., § 75);
- об общих физических законах природы (Естествознание, 10 кл., § 37);
- об эволюции как процессе развития природных систем (Естествознание, 10 кл., § 74—77).

СООБЩЕНИЕ 2 (два выступления)

Биосфера как открытая и саморегулирующаяся система.

Эта особенность биосферы объясняет:

- сущность системы как целостности, которая обеспечивается взаимодействием её компонентов (Естествознание, 10 кл., § 35, 36, 50);
- процессы самоорганизации в природе (Естествознание, 10 кл., § 67—69, 71).

СООБЩЕНИЕ 3 (два выступления)

Биосфера как глобальная экосистема.

Рассмотрение биосферы как глобальной экосистемы — важнейший подход, который позволяет оценивать факторы её устойчивости. Для понимания биосферы как глобальной экосистемы необходимо вспомнить:

- сущность понятия «экосистема»;
- общую структуру экосистемы;
- энергетику функционирования экосистемы;
- динамику численности популяций в экосистеме;
- значение видового разнообразия (Естествознание, 10 кл., § 29).

СООБЩЕНИЕ 4 (два выступления)

Биосфера и место человека в ней.

Для обсуждения этой проблемы используйте знания о том, что:

- человек — уникальный компонент биосферы (Естествознание, 11 кл., § 49—52, 69);
- взаимоотношения человека с природой обусловлены его биологическими и социальными особенностями (Естествознание, 11 кл., § 1, 2, 4, 33, 39, 42, 46—49, 71, 72);
- необходимое условие сохранения жизни на планете — гармоничные отношения человека и природы (Естествознание, 11 кл., § 69—75).

СООБЩЕНИЕ 5 (три-четыре выступления)

Биосфера в эпоху глобальных проблем.

Осознание серьёзности состояния биосферы в настоящее время требует знаний:

- о глубине сдвигов в состоянии биосферы под влиянием антропогенного фактора, значение которого сравнялось со значением геологических сил природы (Естествознание, 11 кл., § 70, 72—74);
- о роли научного знания в организации системы природопользования (Естествознание, 11 кл., § 76—78);
- о роли техники как антропогенного фактора, влияющего на состояние биосферы (Естествознание, 11 кл., § 33—35, 38, 43, 45, 46);
- 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 (шесть выступлений)

Проблема устойчивого развития общества и биосферы.

При обсуждении проблемы ответьте на следующие вопросы:

- Почему проблема возникла в середине XX столетия и почему её необходимо безотлагательно решить?
- Что называют глобальным моделированием? Почему оно необходимо и возможно?
- В чём 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 осуществлён проект?
- Почему при беспрецедентных масштабах дискуссии об устойчивом развитии мир продолжает развиваться по траектории неустойчивого развития (Естествознание, 11 кл., § 74—76)?

Источники информации

1. Естествознание. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [И. Ю. Алексашина, К. В. Галактионов, И. С. Дмитриев и др.]; под ред. И. Ю. Алексашиной. — М.: Просвещение, 2014.
2. Естествознание. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [И. Ю. Алексашина, К. В. Галактионов, А. В. Ляпцев, М. А. Шаталов]; под ред. И. Ю. Алексашиной. — М.: Просвещение, 2014.
3. Моисеев Н. Н. Судьба цивилизации. Путь Разума / Н. Н. Моисеев. — М.: Языки рус. культуры, 2000.
4. Гальперин М. В. Экологические основы природопользования: учеб. для учреждений сред. проф. образования / М. В. Гальперин. — М.: Форум: ИНФРА-М, 2005.

Слова для поискового запроса: биосфера, экосистема, рациональное природопользование, коэволюция общества и биосферы.

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 её компонентом? Имеется ли у человека своя биосферная функция? В чём 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 эти доводы и против них.

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 (поддерживающим) развитием. Объясните этот этимологический парадокс.

ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС 6

Коэволюция человека и биосферы не может быть обеспечена, если не преодолеть противоречий в человеческом сообществе. Какие из этих противоречий вы считаете наиболее актуальными, трудными и легко разрешимыми? Ознакомьтесь с данными, приведёнными в таблицах.

Глобальная численность населения и её ежегодный прирост

Год	Население, млрд	Прирост населения, млн
1980	4457	76
1985	4855	83
1990	5284	83
2000	6080	77

Год	Число ядерных боеголовок
1980	61 480
1985	69 478
1990	60 236
2000	43 200

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
2000	57,9	21,8

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

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, её законов и закономерностей развития представить общую картину мира и по-новому понять великое значение самой крупной экосистемы на нашей планете.

ОБОБЩЕНИЕ И ОСМЫСЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА ГЛАВЫ

Гармония человека с самим собой,
гармония взаимоотношений с Природой,
гармония взаимоотношений людей Планеты —
вот путь решения глобальных проблем...

Д. С. Лихачёв



Глобальными можно назвать проблемы, возникающие в результате объективного развития общества и затрагивающие всё население Земли. Они не могут быть решены силами одной страны, необходимы совместные усилия всего мирового сообщества.

Деятельность человека охватывает всю биосферу, всё больше изменяя её. Это может привести к исчезновению человека как биологического вида.

Человечество должно решать глобальные проблемы, чтобы сохранить жизнь на Земле.

ПРОЕКТ «КОНСТРУИРУЕМ ЭКОСИСТЕМУ»

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Создать модель экосистемы и выявить изменения её функционирования в разных условиях.

ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ

Подготовительный этап

Сообщество живых организмов может быть рассмотрено как пример природной системы. В её состав входят растения, животные и микроорганизмы. Разделитесь на три команды и выберите для рассмотрения одну из групп живых организмов.

Реализация проекта

1. Используя материалы учебника и дополнительные источники информации, охарактеризуйте выбранные вами живые организмы по следующему плану:
 - 1) Особенности внешнего строения.
 - 2) Тип питания.
 - 3) Место в трофической цепи.
 - 4) Значение в жизни других организмов.
2. Результаты работы оформите в виде образа (рисунка, плаката, слайда). Придумайте девиз, отражающий принцип существования объекта вашего рассмотрения.
3. Представьте выполненный проект другим командам.

Итоговый этап

Используя образы, представленные разными командами, создайте общую схему, в которой живые организмы будут выступать в качестве подсистем единой природной системы.

Как отражены на общей схеме такие характеристики природной системы, как открытость, устойчивость, способность к развитию, саморегуляции и самоорганизации?

Как различаются характеристики экосистем, сформировавшихся в условиях смешанного леса, агрокомплекса, города?

А

Авитаминоз 174
 Адаптация 155
 Аддитивность энтропии 46
 Аккомодация глаза 84
 Аккумулятор 64
 Алкалоиды 180
 Аллельные гены (аллели) 201
 Аллергия 186
 Аминокислоты 135, 163
 Анализатор 95
 Аналоговый сигнал 120
 Аналого-цифровой преобразователь 121
 Антенна 73
 Антивитамины 172
 Антигены 184
 Антитела (иммуноглобулины) 184
 Аутосомы 205
 Аэродинамика 32
 Аэростатика 32

Б

Белки
 • неполноценные 166
 • полноценные 166
 Бинокулярное зрение 94
 Биогаз 142
 Биогеохимические циклы 220
 Биогеохимический круговорот 221
 Биологически активные вещества (БАДы)
 • экзогенные 183
 • эндогенные 183
 Бионика 14
 Биотехнология 141
 Биохимическая адаптация 180
 Близнецы
 • однояйцевые 206
 • разнаяйцевые 206
 Близорукость 84

В

Вакуумный фотоэлемент 98
 Вакцина 186
 Вакцинация 190
 Вечный двигатель второго рода 46

Вечный двигатель первого рода 41, 46
 Вирус 184, 195
 Вирусные болезни 195
 Вирусология 195
 Вирусы-бактериофаги 189
 Витаминология 172
 Витамины 171
 В-лимфоциты 185
 Внешний фотоэффект 98
 Внутреннее сопротивление 64
 Внутренний фотоэффект 99
 Водорастворимые витамины 175
 Вынужденное излучение 100

Г

Гальванический элемент 62
 Ген 201
 Генератор тактовых импульсов 126
 Генная инженерия 142
 Генная терапия 207
 Геном человека 206
 Генотип 201
 Геометрическая оптика 83
 Гетерозиготный организм 201
 Гетерозис 142
 Гибрид 201
 Гидродинамика 32
 Гидростатика 32
 Гипервитаминоз 177
 Гиповитаминоз 176
 Гликоген 163
 Глобальные проблемы 214
 Голограмма 97
 Голография 97
 Гомозиготный организм 201
 Графен 148
 Группа сцепления 203

Д

Дальнозоркость 84
 Датчик 120
 Двигатель внутреннего сгорания 51
 Дейтерий 117
 Джойстик 127
 Дизельный двигатель 52
 Динамическое давление 34

Диод 123
 Дифракционная решётка 92
 Дифракция 74
 Духовность 154

Е

Естественный (неполяризованный) свет 92

Ё

Ёмкость аккумулятора 65

Ж

Жидкий кристалл 128
 Жидкокристаллическая ячейка 128
 Жирорастворимые витамины 175

З

Законы Менделя 201
 Закон суперкомпенсации 157
 Зарождение техники 9
 «Зелёная революция» 145, 151
 Золотое правило механики 27

И

Идеальный тепловой двигатель 46
 Изобарный процесс 43
 Изохорный процесс 42
 Иммуитет
 • врождённый 184
 • приобретённый 184
 Иммунология 184, 188
 Инверсная населённость 101
 Интегральная микросхема 124
 Интерференция 91
 Интроны 206
 Инфекционные заболевания 189
 Информационная волна 97
 Информационная техника 11
 Искусственная среда 5

К

Кантилевер 147
 Кариотип 205
 Кластер 148

Клеточная инженерия 142
 Клон 143
 Клонирование 143
 Коллектор 58
 Комменсализм 192
 Коэффициент полезного действия (КПД) 45
 Красный костный мозг 185
 Критическая масса 108
 Культура 4

Л

Лазер 100
 Лазерный принтер 129
 Лекарственное средство (лекарство) 178
 Лечебная сыворотка 186
 Лимфоциты 184
 Линейно-поляризованный свет 93
 Линейные элементы электронной схемы 123
 Липиды 163
 Логический элемент 126
 Логическое устройство 126
 Лупа 85

М

Магнитная ловушка 118
 Машинная техника 10
 Медико-генетическое консультирование 210
 Медицинская генетика 204
 Метод гибридологического анализа 200
 Методы генетики человека 206
 Механизмы иммунитета
 • гуморальные 185
 • клеточные 185
 Меченые атомы 107
 Микоплазмы 189
 Микробиология 188
 Микроорганизмы 188
 Микросхема-память 126
 Микросхема-процессор 126
 Микрофон 77
 Мобильная (сотовая) связь 80
 Модуляция 76
 Мониторинг 195
 Мономер 135
 Моносахарид 163
 Мутуализм 192

Н

Накачка 101
 Наноматериалы 148
 Нанообъект 147
 Нанотехнологии 147
 Нанотрубка 148
 Населённость уровня энергии 101
 Наследование, сцепленное с полом 205
 Научно-техническая революция 12
 Незаменимые аминокислоты 166
 Нелинейные свойства 124
 Ноосфера 239
 Нормальная населённость 101

О

Обмотка трансформатора
 • вторичная 67
 • первичная 67
 Обогащённый уран 112
 Объектив 83
 Односторонняя проводимость 133
 Озоновый экран 226
 Окуляр 85
 Опорная волна 97
 Оптическая накачка 103
 Оптический квантовый генератор (лазер) 100
 Оптический резонатор 101
 Опыт Юнга 91

П

Паразитизм 192
 Парниковый эффект 222
 Патоген 185
 ПЗС-матрица 84, 99
 Плазменный реактивный двигатель 37
 Планирование семьи 211
 Пластмассы 138
 Подъёмная сила 35
 Полевой транзистор 124
 Полимер 135
 Полисахарид 135, 163
 Половые хромосомы 205
 Полупроводниковый прибор 123
 Поляризатор 92
 Поршневой двигатель 51

Признак

• доминантный 201
 • рецессивный 201
 Природная среда 5
 Природопользование 240
 Проектор 83
 Противовирусные препараты 195

Р

Рабочий ход 51
 Радиоактивный анализ 107
 Радиоволны 72
 Радиолокатор 79
 Радиолокация 76
 Радионуклиды 16
 Радиопередатчик 73
 Радиоприёмник 73
 Радиосвязь 76
 Расстояние наилучшего зрения 85
 Реактивное движение 36
 Реактивный двигатель 36
 Реактопласты 138
 Реактор
 • на быстрых нейтронах 112
 • на медленных нейтронах 112
 Реакция деления ядра 108
 Реакция термоядерного синтеза 116
 Реакция ядерного синтеза 108
 Редуктор 27
 Ремесленная техника 10
 Ресинтез 157

С

Сверхпроводники 133
 Сила Архимеда 32
 Сила Лоренца 56
 Сила трения 28
 Симбиоз 191
 Система зажигания 52
 Сканирующий зондовый микроскоп 147
 Скрещивание 200
 Солнечные фотопреобразователи 99
 Социокультурная среда 154
 Спектральный анализ 90
 Спонтанное излучение 100
 Станции ретрансляции 74

Стереозффект (эффект стереоскопического восприятия) 95
 Струйный принтер 129
 Сцепленное наследование 202

Т

Термодинамический цикл 44
 Термопласты 138
 Термоядерные реакции 116
 Техника 4
 Техногенная цивилизация 6
 Технологическая революция 12
 Технофобия 15
 Тимус 185
 Т-лимфоциты 185
 Тонкие плёнки 148
 Транзистор 124
 Трансгенные (генетически модифицированные) организмы 142
 Трансформатор 67
 Тритий 117
 Турбинный двигатель 50

У

Углеводороды 135
 Усилитель 120
 Устойчивое равновесие 29

Ф

Фармакология 178
 Фенотип 201
 Ферриты 133
 Ферромагнетики 133
 Фокусное расстояние 83
 Фоторезистор 99
 Фоточувствительные приборы с зарядовой связью 99
 Фуллерен 149
 Функциональные резервы организма 156

Х

Химический реактивный двигатель 37

Холостой ход 51
 Хроматиды 204
 Хромосомная теория наследственности 202

Ц

Цикл Карно 47, 48
 Циклический тепловой двигатель 42
 Цифро-аналоговый преобразователь 121
 Цифровой сигнал 121

Щ

Щётки 58

Э

Эволюция техники 9
 Экзоны 206
 Экологическая катастрофа 218
 Экологическая проблема 217
 Экологическая экспертиза 227
 Экологически безопасные вещества 134
 Экологический кризис 218
 Экологическое мышление 238
 Экология 217
 Эластомеры 137
 Электродинамический громкоговоритель 128
 Электродинамический микрофон 127
 Электродинамический телефон 128
 Электронный микроскоп 147
 Электроника 123
 Элементарное звено 135
 Энергетическая ценность (калорийность) пищи 164
 Эффект Магнуса 34

Я

Ядерные реакции 108
 Ядерный реактор 112
 Ячейка памяти 126

Введение	3
----------------	---

Глава 1. Развитие техногенной цивилизации

1. Техника как реальность, созданная человеком	4
2. Техника и человеческие потребности: насущное и избыточное	7
3. Зарождение и развитие техники	9
4. Человек и техника в современном мире	13
5. Эволюция технической мысли	18
6. Человек и техника в мировой литературе	20
7. Научно-техническое творчество: проблема профессиональной ответственности	22

Глава 2. Взаимодействие науки и техники

8. От законов механики к механическим устройствам	26
9. Творчество изобретателя	30
10. Гидростатика и аэродинамика. Плавающие и летательные аппараты	32
11. Реактивное движение. Космические полёты	36
12. Космические исследования	38
13. Принцип работы тепловых двигателей	40
14. Законы термодинамики и КПД тепловых двигателей	45
15. Исследование КПД различных циклов	48
16. Устройство тепловых двигателей	50
17. Теплоэнергетика сегодня	54
18. Принцип работы электрогенераторов и электродвигателей	56
19. Исследование работы электрогенератора и электродвигателя ...	60
20. Источники питания в современной технике	62
21. Преобразование и передача электроэнергии	66
22. Электроэнергетика и экология	70
23. Радиоволны и особенности их распространения	72
24. Использование радиоволн	76
25. Принцип работы мобильной телефонной связи	80
26. Геометрическая оптика и оптические приборы	82
27. Принцип действия очков	86

Глава 3. Естествознание в мире современных технологий

28. Волновые свойства света. Приборы, использующие волновые свойства света	90
29. Стереοизображение и голография	94
30. Корпускулярные свойства света. Приборы, использующие корпускулярные свойства света	98
31. Свойства лазерного излучения. Использование лазера	100
32. Проявление волновых свойств света	104
33. Вред и польза ядерных технологий	106
34. Ядерное оружие и предотвращение его распространения	110
35. Принцип действия ядерных реакторов	112
36. Ядерная энергетика и экологические проблемы	114
37. Проблема управляемого термоядерного синтеза. Энергетика будущего	116

38. Информация и электрические сигналы	119
39. Приборы, преобразующие электрические сигналы	123
40. Базовые элементы компьютера	125
41. Человек — компьютер: обмен информацией	127
42. История развития и перспективы информационных технологий	130
43. В мире удивительных веществ и материалов	132
44. От полимеров природных к полимерам синтетическим	135
45. Синтетические полимеры — основа пластмасс	138
46. Биотехнология — вчера, сегодня, завтра	141
47. Биотехнология: за или против?	144
48. Нанотехнологии и их приложение	146

Глава 4. Естественные науки и здоровье человека

49. Человек как уникальная живая система	152
50. Адаптация организма человека к факторам среды	155
51. Факторы здоровья человека	159
52. Проблемы сохранения здоровья человека	161
53. Биохимические основы рационального питания	163
54. Биохимическое обоснование рационов	167
55. Витамины как биологически активные вещества	171
56. Витамины: общая характеристика	174
57. Принципы использования лекарственных веществ	178
58. Биологически активные вещества, проблемы их использования	182
59. Защитные механизмы организма человека	184
60. Заболевания человека, вызываемые микроорганизмами	188
61. Паразиты и паразитарные болезни	191
62. Вирусы и их воздействие на человека	195
63. Профилактика и методы лечения болезней, вызываемых вирусами	198
64. Закономерности наследственности	200
65. Генетика человека	204
66. Наследственные болезни	208
67. Медико-генетическое консультирование и планирование семьи	210

Глава 5. Естественные науки и глобальные проблемы человечества

68. Глобальные проблемы современности	214
69. Человек как компонент биосферы	216
70. Нарушения глобальных круговоротов в биосфере	220
71. Загрязнение окружающей среды и его последствия	223
72. Экологические проблемы и экологическая экспертиза	225
73. Как выясняют причины экологической катастрофы	228
74. Виды загрязнения окружающей среды. Мониторинг качества окружающей среды	232
75. Ответственность человека за состояние биосферы	236
76. Рациональное природопользование	238
77. Проблемы научно обоснованного природопользования	241
78. Проблемы устойчивого развития общества и биосферы	243

Предметный указатель	250
----------------------------	-----

Учебное издание

Серия «Лабиринт»

Алексашина Ирина Юрьевна
Галактионов Кирилл Владимирович
Ляпцев Александр Викторович
Шаталов Максим Анатольевич

Естествознание

11 класс

Учебник для общеобразовательных организаций

Базовый уровень

Редакция биологии и естествознания
Заведующий редакцией *З. Г. Гапонюк*
Ответственный за выпуск *Е. Е. Купцова*
Редакторы *Е. Е. Купцова, Л. Н. Кузнецова*
Художники *Е. А. Адамов, Н. А. Парцевская, И. О. Кабардин,*
К. В. Макаров, Д. В. Валенцова
Художественный редактор *Т. В. Глушкова*
Техническое редактирование
и компьютерная вёрстка *Е. М. Завалей*
Корректоры *Н. В. Бурдина, Н. В. Школьников*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93—953000.
Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать 04.08.2021. Формат
84×108/16. Гарнитура SchoolBookCSanPin. Уч.-изд. л. 18,92. Тираж экз. Заказ
№ .

Акционерное общество «Издательство «Просвещение».
Российская Федерация, 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16,
стр. 3, этаж 4, помещение I.

Адрес электронной почты «Горячей линии» — vopros@prosv.ru.