

**«Наномир»  
в содержании интегрированных  
и бинарных уроков  
естественнонаучной направленности**

*Из опыта работы учителей  
лицея 179 Санкт-Петербурга*

Санкт-Петербург,  
2012

УДК 372.854+372.857  
ББК 74.262  
Н-25

**«Наномир» в содержании интегрированных и бинарных уроков естественнонаучной направленности.** Сборник из опыта работы учителей лицея № 179 Санкт-Петербурга / *Редактор-составитель Обуховская А. С.* — СПб.: Школьная лига, Лема, 2012. — 168 с.

Серия «Наношкола»  
Программа «Школьная лига РОСНАНО»

ISBN

В сборнике представлены сценарии бинарных и интегрированных уроков естественнонаучной направленности, а также адаптированные для учеников разного возраста сообщения о значимости нанотехнологий в решении научных и технических проблем современного мира.

В основу книги положено понимание того, что дальнейшее развитие науки, образования, промышленности возможно только на междисциплинарной основе, с учётом взаимопроникновения наук и технологий. А деятельность школы должна подготовить учеников к жизни в быстро меняющемся экономическом, социальном, технологическом мире.

ISBN

© Обуховская А.С., составление, редактирование, 2012  
© АНПО «Школьная лига», 2012

## Содержание

<i>А. С. Обуховская.</i> Предисловие .....	5
<b>5 КЛАСС.</b>	
<i>А. А. Ульянова.</i> Как можно очистить воду. Урок естествознания .....	11
<b>8 КЛАСС.</b>	
<i>Л. В. Иванова, Е. В. Леонова.</i> Электрический ток в живой природе. Бинарный урок (физика, биология) .....	15
<i>А. С. Обуховская.</i> Экологические факторы окружающей среды. Интегрированный урок .....	22
<i>Л. Н. Петрова.</i> Работа почек. Интегрированный урок (биология, медицина, химия, физика, нанотехнологии) .....	38
<i>Л. Н. Петрова.</i> Пищеварительные ферменты и микрофлора кишечника. Интегрированный урок (биология, химия, нанотехнологии, медицина) .....	49
<b>9 КЛАСС.</b>	
<i>Н. Р. Нестеркина, Л. Н. Петрова.</i> Фосфор и его соединения. Бинарный урок .....	58
<i>А. С. Обуховская.</i> Почва как среда жизни. Антропогенное загрязнение почвы. Роль нанотехнологий в защите окружающей среды Интегрированный урок (экология, химия, биология, нанотехнологии) .....	67
<i>А. С. Обуховская.</i> Атмосфера — внешняя оболочка биосферы. Загрязнение атмосферного воздуха .....	89
<b>10 КЛАСС.</b>	
<i>Н. Л. Бова, А. С. Обуховская.</i> Законы термодинамики в окружающем нас мире. Бинарный урок (физика, биология) .....	115
<i>Н. И. Комарова, А. А. Ульянова.</i> Поверхностный аппарат клетки .....	129
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Сценарии мероприятий в начальной школе</b>	
<i>Л. В. Матвеева, М. М. Резванова.</i> Внеклассное мероприятие «Федорино горе — нам не горе!» .....	146
<i>Л. В. Матвеева, М. М. Резванова.</i> Интегрированный урок внеклассного чтения и технологии по произведению А. П. Гайдара «Голубая чашка» .....	153
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Примеры реферативных работ учащихся профильных медицинских классов</b>	
<i>Матюшин Александр, 9 класс</i> Нанопроцессы в работе головного мозга .....	160
<i>Баранов Никита, 9 класс</i> Увеличивается ли количество нейронов по мере взросления? .....	162
<i>Соколова Ирина, 9 класс</i> Секрет памяти и забывчивости .....	164

## АВТОРЫ СБОРНИКА:

БОВА Наталья Лукинична, *учитель физики, высшая категория.*  
ИВАНОВА Лилия Владимировна, *учитель биологии, высшая категория.*  
КОМАРОВА Наталья Исаковна, *учитель биологии, высшая категория.*  
ЛЕОНОВА Елена Владимировна, *учитель физики, I категория.*  
МАТВЕЕВА Людмила Владиславовна, *учитель начальной школы, высшая категория.*  
НЕСТЕРКИНА Надежда Ридовна, *учитель химии, высшая категория.*  
ОБУХОВСКАЯ Анна Соломоновна, *канд. биол. наук, учитель экологии, высшая категория. Редактор-составитель сборника.*  
ПЕТРОВА Людмила Николаевна, *учитель биологии, высшая категория, руководитель реферативных работ учащихся.*  
РЕЗВАНОВА Марина Мизайловна, *учитель начальной школы, высшая категория.*  
УЛЬЯНОВА Анна Александровна, *канд. пед. наук, учитель естествознания, высшая категория.*

*Девятиклассники, авторы реферативных работ:*

БАРАНОВ Никита  
МАТЮШИН Александр  
СОКОЛОВА Ирина

## Предисловие

**В** сборнике представлены сценарии бинарных и интегрированных уроков естественнонаучной направленности, а также данные о значимости нанотехнологий в решении научных, технических проблем современного мира. XXI век – век революционных открытий и достижений. Одна из задач школы – подготовить учеников к пониманию основ существования наномира, принципов развития нанотехнологий, сформировать когнитивное, техническое мышление.

**П**едагогический коллектив лицея № 179 Калининского района Санкт-Петербурга системно работает над проблемой обновления содержания школьного образования. Одним из направлений такой деятельности является накопление и обобщение педагогического опыта интеграции содержания предметов естественнонаучного цикла.

Идеи интеграции разрабатывались и успешно реализовывались на каждом уровне дидактической системы обучения в лицее – образовательной программы, её компонентов (учебная и внеклассная деятельность, социальное учебное проектирование на всех ступенях школьного обучения (начальная, основная, средняя)).

Реализация интегрированных курсов, в частности, интегрированного курса естествознания пятого класса, курса экологии, разработка бинарных и интегрированных уроков предметов естественнонаучного цикла – один из эффективных способов формирования целостного мировосприятия школьников.

**В** этом контексте важным для школьного обучения аспектом становится понимание нанотехнологии как интегративной области естественнонаучных и технических знаний. Интерес педагогического коллектива лицея к вопросам обновления содержания школьного образования определяется необходимостью введения в процесс учебного познания не только сведений о наноразмерных объектах природы (что уже давно существует в

предметном обучении и сопровождается эффективным методическим аппаратом), но в большей степени основ нанонауки, нанотехнологии и нанотехнологии, рассматривающих свойства систем, компонентами которых являются наноразмерные структуры материи.

Одним из направлений инновационной деятельности педагогов лицея в настоящее время является конструирование предметных уроков с учётом интегративного характера самой области знаний и включения в них блоков учебной информации по разным аспектам нанонауки.

**В** основной части книги представлены сценарии бинарных и интегрированных уроков естественнонаучной направленности. Идея, объединяющая изложение материала: природа – конвергентна, понимание законов её развития, существования требует системы межпредметных и надпредметных знаний. Ю. Б. Харитонов писал, что в основе научно-технического развития лежит принцип опережающего роста знаний – мы должны знать много больше того, что в данный момент можем использовать.

В основу книги положена идеология естественнонаучного образования в лицее, которая связана с пониманием, что дальнейшее развитие науки, образования, промышленности возможно только на междисциплинарной основе, конвергенции, взаимопроникновении наук и технологий. Кроме того, деятельность школы должна соответствовать вызовам эпохи и подготовить учащихся к жизни в быстро меняющемся экономическом, социальном, технологическом мире, в том числе в мире нанотехнологий. Вопрос технологического прорыва в нанотехнологиях – это уже вопрос настоящего, а не будущего.

**В** о всех разделах сборника приведены данные о наномире и нанотехнологиях. Представленные материалы позволяют:

- развивать естественнонаучное мировоззрение учащихся;
- формировать у них универсальные учебные действия, добиваться метапредметных результатов; стимулировать личностное развитие учеников;
- осознать, что научные открытия, решения технических проблем происходят на стыке естественных наук;
- познакомить учеников с уникальными особенностями нанотехнологий;
- подготовить учащихся к жизни в быстро меняющемся социально-экономическом, технологическом мире.

**В** сценариях уроков предложены различные методические приёмы работы с учебной информацией по основам знаний о нанотехнологиях. Так, например, в ходе проведения урока интегрированного курса есте-

ствознания 5-го класса ученикам предлагается познакомиться с текстом о методах очистки воды на основе использования наноматериалов и сравнить эффективность новых методов с теми, которые применяются в настоящее время. Предложенный текст позволяет организовать беседу с учащимися о том, как появился такой материал, в чём его преимущество перед теми материалами, которые используются сейчас и др. Следовательно, включение данного блока информации в урок позволяет акцентировать внимание учеников на том, что именно человек создаёт такие наноструктуры, которые работают эффективнее, чем ранее используемые природные материалы. На уроке экологии такой же приём. Учащимся предлагается для знакомства текст, сведения из которого необходимо использовать для ответа на вопросы о методах очистки воздуха.

На бинарном уроке биология-физика и на уроках биологии 8-го класса, бинарном уроке биология-химия 9-го класса предлагается заслушать доклады учащихся соответственно об электрическом токе, вырабатываемом микроорганизмами, способах лечения заболеваний почек и желудочно-кишечного тракта. Данный методический приём включения блока учебной информации позволит ученикам с большим интересом познакомиться с такими объектами как нанонить и прогнозами учёных по её использованию для получения больших объёмов электрического тока, наноробот и нанозолото и прогнозами учёных по профилактике заболеваний почек.

Одним из компонентов образовательной программы лицея является система «классно-внеклассной» деятельности, связанная с интеграцией естественных наук.

В основу системы положены Федеральные государственные стандарты и Национальная инициатива «Наша новая школа».

Цель реализации системы:

- фундаментальное изучение физики, химии, биологии, а также интегративно-деятельностный подход к их изучению;
- создание условий для формирования универсальных учебных действий и достижения личностных и метапредметных результатов;
- развитие личности, подготовленной к выбору образовательного маршрута, способной к самореализации в эпоху новой технологической культуры, в эпоху нанотехнологий.

**Р**есурсы, позволяющие интегрировать, обобщать разнопредметные знания, решать исследовательские, учебные, технологические, социальные задачи, способствующие самоопределению учеников:

- высокий уровень профессиональных компетентностей учителей;
- материально-техническое обеспечение учебного процесса (электрон-

ные доски, мультимедиа проекторы, компьютеризация школы, медиатека, сетевое взаимодействие с образовательными учреждениями – членами Школьной лиги Роснано; биологическая, химическая лаборатория);

- социальные партнёры (Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Физико-Технический институт им. А. Иоффе РАН);
- инновационные педагогические технологии (ИКТ, проектные, исследовательские, кейс-технологии);
- организовано созидательное сообщество учителей и учеников.

Так, например, работают клубы: Клуб старшеклассников, Клуб «Высокие технологии и экология», в основе которых лежит проектная деятельность естественнонаучной направленности. Ученики приобретают опыт практического применения методологических, предметных, межпредметных, надпредметных знаний; опыт рефлексии, коллективной деятельности, мышления в диалоге, сотрудничестве.

Экскурсии в ФТИ им. А. Иоффе, ГРПУ им. А. И. Герцена (факультет физики) расширяют информационное поле познания, стимулируют межпредметную интеграцию, развивают конвергентное и техническое мышление.

«Радость видеть и понимать – прекраснейший дар природы» – писал Альберт Эйнштейн. Содержание предметов естественнонаучного блока, интеграция и формирование межпредметных связей; инновационные педагогические технологии, акцент на достижениях в науке, технике, в т.ч. нанотехнологиях, позволяют ученикам лица понять сущность интеграции биологических, физических, химических процессов, на основе которых разрабатываются нанотехнологии.

О положительных результатах классной-внеклассной деятельности свидетельствуют призовые места учеников лица на международных, всероссийских, городских конференциях и олимпиадах. Ученики удостоены знаков отличия «Национальное Достояние», «Юность. Наука. Культура», «Звезда Лихачева». О способности практического применения учениками надпредметных знаний и универсальных учебных действий (УУД) свидетельствуют осознанный выбор вуза и результаты обучения в нём.

При описании сценариев уроков особое внимание обращалось не только на цели урока, образовательные технологии, но и на предполагаемые результаты обучения, на формы здоровьесберегающей деятельности в учебном процессе. В настоящее время разработаны структуры, требования к программам по учебным курсам, предметам, урокам. Требования

связаны с УУД и метапредметными результатами. Наша попытка указать, каким образом формируется УУД и метапредметные результаты, позволяет избежать в этом вопросе бессистемности, случайности.

Кроме того, выделены здоровьесберегающие аспекты в учебной деятельности. Состояние здоровья учеников, риски развития подрастающего поколения требуют особого внимания к этой проблеме. Неслучайно в Федеральных государственных стандартах одним из ключевых направлений работы школы является здоровьесберегающая деятельность.

В приложении к сборнику представлен опыт учителей по реализации системы «классно-внеклассной» деятельности в начальной школе, позволяющей ученикам получать в игровой форме первоначальные представления о достижениях современной науки.

Во втором приложении приводятся примеры исследовательских реферативных работ учащихся. Подготовка учениками лица докладов, рефератов включает ряд этапов: определение проблемы, цели, задач реферативного исследования, определение материала – чётко, логично, научно обоснованно отвечающего на выделенные вопросы; структурирование, анализ, синтез, выводы и собственное аналитическое исследование и мнение.

Реферат позволяет учителю осуществлять контроль за самостоятельной работой ученика, формированием его методологической компетентности.

Реалии современного мира – безграничное информационное поле. Важно помочь ученику, чтобы его реферативная работа отражала:

- приобретённые практико-ориентированные знания;
- умение анализировать различные источники информации, решать поставленные задачи, делать обоснованные выводы.

В сборнике представлены рефераты, темы которых достаточно сложны, связаны с наноструктурами, нанотехнологическими процессами центральной нервной системы коры головного мозга.

Авторы надеются, что материалы сборника помогут учителям и руководителям образовательных учреждений найти пути решения серьёзной педагогической проблемы. Известно, что в школьном образовании от момента совершения и полного описания научного открытия до момента перехода его в категорию учебной информации и включения в содержание учебников, проходили десятилетия. Современный динамичный, быстро меняющийся мир не располагает таким потенциалом времени. Высока вероятность того, что многие сегодняшние старшеклассники в дальнейшем могут связать своё профессиональное будущее со сферой нанотехнологий, как одной из перспективных технологий XXI века. В этом случае особенно важно обеспечить школьникам доступ к правдивой научной информации, заостряя

внимание на практическом применении объектов из наномира. Таким образом, необходимость включения в содержание школьного обучения знаний о направлениях и результатах передовых научных поисков крайне актуальна.

Осознавая важность проблемы обновления содержания школьного обучения в данном направлении, и, учитывая ограниченность учебного времени для изучения дисциплин естественнонаучного цикла, наиболее целесообразными способами включения элементов знаний о нанотехнологиях учителя лица считают следующие:

- включение блоков информации о нанотехнологиях в содержание предметных курсов;
- исследовательская и проектная деятельность учащихся;
- расширение образовательного пространства – экскурсии учащихся в НИИ и лаборатории, разрабатывающие направления данной области знаний, участие школьников в профильных конференциях, конкурсах.

*А. С. Обуховская,  
составитель сборника*

*А. А. Ульянова*

## Как можно очистить воду

УРОК ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В 5-ОМ КЛАССЕ ПО ПРОГРАММЕ  
ИНТЕГРИРОВАННОГО КУРСА И УЧЕБНИКУ «ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ 5»  
И. Ю. АЛЕКСАШИНОЙ, Н. И. ОРЕЩЕНКО (СЕРИЯ «ЛАБИРИНТ»)

**Цель урока:** освоение учащимися знаний о некоторых способах очистки воды от растворимых и нерастворимых веществ, основанных на их физических свойствах, и оценка этого процесса для организации жизнедеятельности человека и функционирования биосферы.

**Планируемые результаты обучения:**

**Личностные:**

– учащиеся оценивают значение процесса очистки воды в природных процессах и в деятельности человека для сохранения жизни на планете.

**Предметные:**

– учащиеся усваивают знания о принципах и методах очистки воды.

**Метапредметные:**

– учащиеся понимают смысл терминов «очистка веществ», «чистое вещество»;  
– учащиеся расширяют представление об использовании нанотехнологий для организации жизнедеятельности человека при знакомстве с информацией о применении наночисток при очистке воды.

**Универсальные учебные действия:**

**Познавательные:**

– учащиеся могут спланировать и провести эксперимент по демонстрации разных способов очистки воды;  
– учащиеся анализируют информацию видеофрагментов о способах очистки воды и могут сделать выводы.

**Регулятивные:**

– учащиеся умеют пользоваться лабораторным оборудованием в соответствии с техникой безопасности при фильтровании, отстаивании, выпаривании, очистке и разделении жидкостей.

**Коммуникативные:**

– учащиеся умеют приводить примеры из жизни природы и деятельности человека о процессах очистки веществ.

**Содержательные линии:**

1. Глобальная проблема — чистая вода на планете.
2. Способы очистки воды от нерастворимых жидкостей и выделение растворённого вещества.
3. Дистилляция воды.
4. Очистка воды на водоканале.
5. Использование нанотехнологий для очистки воды.

**Опорные понятия:** вещество, молекула, атом, чистое вещество, примеси, растворение веществ.

**Здоровьесберегающий компонент:**

- интересный, лично ориентированный отбор учебного материала урока;
- релаксационная пауза;
- смена видов учебной деятельности в соответствии с физиологическими особенностями работоспособности младшего подросткового возраста;
- содержание учебной информации, направленное на формирование экологически правильного поведения, и, как следствие, сохранение здоровья.

**Оборудование:**

1. Оборудование к демонстрационным опытам.
2. Выдержки из журналов, газет, книг о загрязнении воды и способах её очистки (слайды, кадры видеофильмов).

## Примерный ход урока

На этом уроке продолжается изучение способов очистки воды в случае примеси нерастворимых в ней жидкостей и растворимых веществ.

В начале урока целесообразно напомнить ученикам об одной из глобальных проблем нашей планеты — запасах чистой воды — и продемонстрировать видеофрагмент, подтверждающий наличие проблемы в глобальном масштабе и локальном (выживание в автономных условиях, например, в походе). После просмотра видеофрагмента важно обсудить с учащимися причины, порождающие данную проблему.

Ученики приходят к выводу о том, что в настоящее время мы достаточно часто сталкиваемся с авариями техногенного характера, когда в воду попадают различные нерастворимые в ней жидкости.

Учащимся предлагается самостоятельная работа с текстом учебника по заданиям:

1. Найти в тексте учебника и выписать в тетрадь название некоторых нерастворимых в воде жидкостей.
2. Ответить на вопросы:
  - что происходит с жидкостями, имеющими различную плотность при их соприкосновении (смешивании)?

- какой способ очистки используют в этом случае?
- как называется прибор, в котором происходит процесс разделения жидкостей?

Обсуждая результаты работы учащихся, учитель демонстрирует опыт по смешиванию нерастворимых в воде жидкостей (вода + растительное масло, вода + бензин и т.д.).

Учащимся предлагается рассмотреть в учебнике рисунки разделительной колонны и лабораторной делительной воронки.

На следующем этапе урока учащиеся знакомятся с процессом выделения из воды растворённого вещества способом выпаривания.

Учитель рассказывает о значении процесса выпаривания в природе, технике, жизни человека, демонстрирует опыты по выпариванию растворов (поваренной соли, сульфата меди и других веществ).

*Релаксационная пауза.*

Далее учитель ставит проблемный вопрос: «Можно ли выделить чистую воду из раствора». Выслушивает предложения учеников и демонстрирует опыт «Очистка воды дистилляцией».

Затем ученикам предлагается выполнить самостоятельную работу с текстом учебника по заданию: «Рассмотреть в учебнике схему лабораторного прибора и технической установки для выпаривания воды и ответить на вопросы: “Как называется прибор, помогающий охлаждать водяной пар и получать чистую воду?” и “Как называется чистая вода, выделенная из раствора?”». Учитель приводит примеры процесса дистилляции в природе и использование его в технике.

Далее ученикам предлагается познакомиться с видеофрагментом «Очистка воды на водоканале». После просмотра учащимся предлагается сделать вывод о трудоёмкости, энерго- и ресурсозатратам, безопасности для окружающей среды данного вида очистки.

Учитель предлагает обратиться к современным научным знаниям и недавним научным открытиям. Напоминает смысл термина «нанотехнологии» и предлагает познакомиться с текстом о современных методах очистки воды. Текст получает каждый ученик и вклеивает его в свою тетрадь.

«Нанотехнологии всё глубже проникают в нашу жизнь. Теперь мы имеем возможность использовать нанотехнологии у себя дома, для повседневных нужд, в частности, для очистки питьевой воды, при помощи бытовых фильтров с новым наносорбентом УСВР. УСВР — углеродная смесь высокой реакционной способности. Учёным удалось создать мо-

дификацию углерода, не встречающуюся в природе. Был создан углеродный нанослой, толщина которого равна толщине атома углерода. Такой углеродный слой называют графеном. Этот слой при контакте с очень широкой группой веществ, можно сказать — со всеми нерастворимыми и некоторыми растворимыми в воде примесями, удерживает их в массе УСВР, пропуская молекулы воды».

После работы с текстом учитель просит учащихся оценить значение способа «наноочистки» воды для решения проблемы чистой воды на планете.

### ЗАКРЕПЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Беседа с учащимися на темы:

- проявление процессов фильтрации, отстаивания, дистилляции, выпаривания в природе;
- необходимость знания физических свойств веществ для разработки способов их очистки;
- значение очистки веществ для деятельности человека и функционирования природы как одного из примеров рационального природопользования.

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Изучить содержание § 28.
2. Ответить на вопросы 1, 4, 5 к § 28.
3. Выполнить задание 3 и 4 в рабочей тетради к уроку 28.

### Литература

Головин Ю. И. Введение в нанотехнику. — М., 2006.

*Е. В. Леонова, Л. В. Иванова*

## Электрический ток в живой природе

Бинарный урок в 8-ом классе (физика — биология)

**Цель урока:** обобщение и систематизация знаний учащихся по теме «Электрический ток», расширение знаний учащихся о значимости электрического тока в живой природе. Развитие знаний учащихся о наночастицах.

**Форма урока:** бинарный.

**Оборудование:** компьютерное обеспечение, амперметр, вольтметр, источник тока, два ключа, две лампы.

**Содержательные линии:**

- повторение основных понятий, связанных с электрическим током;
- источники тока в живой природе (демонстрация опыта и его объяснение);
- электрический ток и рыбы;
- электрический ток и человек;
- лабораторный эксперимент;
- сообщение учащегося о наночастицах;
- подведение итогов.

**Здоровьесберегающий аспект:**

- стимулирование мотивации обучения (орг. этап урока);
- включение учащихся в активную творческую деятельность, возможность самореализации, положительный эмоциональный микроклимат (в парах).

**Планируемые результаты:**

**Личностные:**

Учащиеся смогут установить связь между результатом своей деятельности на уроке, связанной с расширением знаний об электрическом токе, *наночастицах в живой природе*.

**Предметные:**

- умение объяснять электрический ток в медицине, природе, технике;
- осознание значимости *наночастиц* при выработке электрического тока.

**Метапредметные (формирование надпредметных знаний):**

— развитие самообразования, рефлексии; способности анализировать рассматриваемый материал: электрический ток в физике, биологии, медицине; использование *нанотехнологий* в решении проблем создания электрического тока;



- развитие аналитической деятельности;
- выяснение особенностей использования электрического тока в организме человека;
- определение наличия смысловой разницы в формулировках в физике, биологии и медицине.

#### Универсальные учебные действия:

##### Познавательные:

- стимулирование самообразования, в том числе связанного с *наночастицами*; развитие способности искать, выделять материал в соответствии с поставленной задачей;
- умение планировать и осуществлять деятельность, направленную на решение задач исследовательского характера.

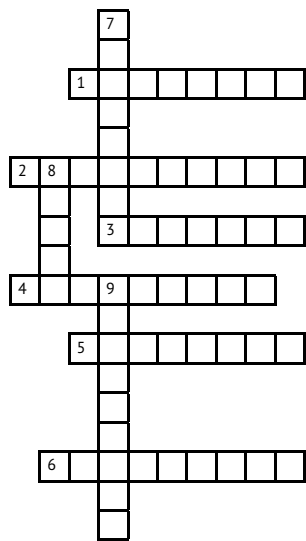
##### Коммуникативные:

- умение работать в парах, чётко излагать подготовленный материал;
- овладение обобщёнными способами действий, открывающими возможность целенаправленно анализировать, обобщать материал из разных предметных областей: физики, биологии, медицины, нанобиологии и нанофизики.

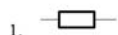
## Примерный ход урока

Электричество порой играет невидимую, но жизненно важную роль в существовании многих организмов, включая человека.

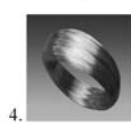
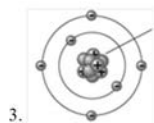
*Учитель физики.* Здравствуйте, ребята. Сегодня мы с вами повторим и обобщим ваши знания по физике и узнаем, где встречается электрический ток в живой природе. Работать на уроке вы будете в парах. И начнём с вами с повторения (повторение основных понятий в виде решения кроссворда).



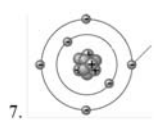
По горизонтали:



2.  $? = \frac{A}{q}$



По вертикали:



- Что такое электрический ток?
- По каким действиям электрического тока мы можем судить о его наличии?
- Что нужно создать в проводнике, чтобы в нём возник и существовал ток?

А вот история развития источников тока очень интересна.

*Учитель биологии.* В конце 1780 года профессор анатомии в Болонье занимался в своей лаборатории изучением нервной системы лягушек. Одну из препарированных лягушек он положил на стол, на котором стояла электрическая машина. В это время в комнату вошла жена профессора, и её взору предстало следующее: при появлении искр в электрической машине лапки лягушки, касающиеся скальпеля, дёргались. Сеньора с ужасом указала на это мужу. В то время профессору было 34 года. Последующие 25 лет своей жизни он потратил на то, чтобы найти разумное объяснение этому удивительному явлению.

*Вопросы:* Кто может назвать фамилию профессора? Почему мышцы лапок лягушки сокращались?

*Ответы учащихся.*

#### Демонстрируется видеофильм опыта Гальвани.

Позже Л. Гальвани доказал, что мышцы лягушки сокращаются и в том случае, когда никаким металлическим предметом к ним не прикасаются. Это привело к выводу, что процессы, протекающие в нервной системе, имеют электрическую природу, и сокращение мышцы происходит в ответ на электрический сигнал, проходящий по нерву. Гальвани казалось, что мышцы накапливают в себе электричество, а при сокращении испускают его. Эта гипотеза требовала дальнейших исследований. Но политические события, связанные с приходом к власти Наполеона Бонапарта, помешали профессору закончить эксперименты. В силу своего вольнодумства Гальвани был в бесчестии изгнан из университета и через год после этих трагических событий скончался в возрасте шестидесяти одного года.

*Учитель физики.* Прочитав и проанализировав труды Луиджи Гальвани, Алессандро Вольта нашел, что ускользнуло от внимания автора: содрогание лапок происходило только в том случае, если лапок касались **двумя различными металлами**. И стал проводить опыты на себе: брал две монеты из разных металлов и клал себе в рот — одну на язык, вторую под язык. Если соединял их проволокой, то ощущал солоноватый вкус. Из ранее

выполненных опытов он знал, что этот вкус вызывается электричеством. Далее он создал первый источник тока – Вольтов столб: поставил друг на друга больше ста цинковых и серебряных кружков, разделённых бумагой, смоченной солёной водой.

На слайде изображены яблоко, лимон, картофель.

Как вы думаете, почему изображены данные плоды?

*Ответ:* эти плоды являются источниками тока.

Далее учитель демонстрирует опыт, доказывающий, что плоды тоже являются источниками тока.

*Учитель биологии.* В результате химических реакций между разными металлами и растворами лимонной или яблочной кислот происходит разделение электрических зарядов. На одном проводнике накапливается положительный заряд, на другом – отрицательный заряд. В результате возникает электрический ток. Объяснить это можно на примере мембраны животной клетки.

Учитель физики вызывает трёх человек к доске.

Физическая величина	Формула	Единицы измерения
Сила тока		
Напряжение		
Сопротивление		

*Учитель биологии.* Электрический ток встречается в живой природе, например в рыбах.

### Доклады учащихся.

*Ученик.* Электрическая активность оказалась неотъемлемым свойством живой материи. Электричество генерирует нервные, мышечные и железистые клетки всех живых существ, однако наиболее развита эта способность у рыб.

В настоящее время известно, что из 20 тыс. современных видов рыб около 300 способны создавать и использовать биоэлектрические поля. По характеру генерируемых разрядов такие рыбы делятся на сильноэлектрические и слабоэлектрические. К первым относятся пресноводные южноамериканские электрические угри, африканские электрические сомы и морские электрические скаты. Эти рыбы генерируют очень мощные разряды: угри, например, напряжением до 600 вольт, сомы – до 350.

### Проблемные вопросы для работы в парах. 3 мин.

1. Сын богатого архитектора, Гален получил вместе с хорошим образованием внушительное наследство, что позволило ему путешествовать в течение нескольких лет по берегам Средиземного моря. Однажды в одной из маленьких деревушек Гален увидел странное зрелище: двое местных жителей шли ему навстречу с привязанными к голове скатами. Ваши предположения?
2. Это «обезболивающее средство» нашло применение при лечении ран гладиаторов в Риме, куда Гален вернулся после завершения путешествия. Своеобразные физиопроцедуры оказались настолько действенными, что даже император Марк Антоний, страдавший болями в спине, рискнул воспользоваться непривычным способом лечения. Избавившись от изнурительного недуга, император назначил Галена личным врачом. О каком обезболивающем средстве идёт речь?
3. Отряд искателей приключений, проникших в верховья Амазонки, наткнулся на множество мелких ручейков. Но как только один из участников экспедиции ступил ногой в тёплую воду ручейка, он упал без сознания и пробыл в таком состоянии два дня. Что могло случиться?

Ответы учеников.

*Учитель биологии.* В основе электрофизиологического направления в медицине лежит использование в лечебных процедурах электрических скагов. Живые источники электричества в свою врачебную практику впервые ввёл известный древнеримский врач Клавдий Гален. Однако многие электрические рыбы используют электричество далеко не в мирных целях, в частности для того, чтобы убивать свою добычу.

*Учитель физики.* Электричество присуще всему живому, в том числе и в наиболее сложной его форме – жизнедеятельности человека. Электрическое сопротивление человеческого организма при сухой коже равно 10 000 Ом, а при мокрой – 1500 Ом.

Сила тока	Эффект действия тока
0–0,5 мА	Отсутствует
0,5–2 мА	Потеря чувствительности
2–10 мА	Боль, мышечные сокращения
10–20 мА	Растущее напряжение на мышцы, некоторые повреждения
16 мА	Человек не может освободиться самостоятельно от электродов
20–100 мА	Дыхательный паралич
100 мА–3А	Смертельные желудочковые фибрилляции
Более 3 А	Остановка сердца, тяжёлые ожоги

*Учитель биологии.* Но электрический ток имеет и положительное влияние на человека.

Дефибрилляция — нанесение на область сердца сильного кратковременного электрического разряда, что приводит к синхронизации процесса возбуждения миокарда.

Электрофорез — это метод лечения, заключающегося во введении в организм лекарственных средств в виде ионов через неповреждённую кожу или слизистые оболочки при помощи постоянного или импульсного тока.

#### **Учитель физики предлагает задание.**

Соберите цепь из двух ламп, чтобы одним ключом можно было выключить одну лампу, а другим — вторую. Перегорание одной лампы не влияет на работу второй лампы.

Используя амперметр и вольтметр, рассчитайте сопротивление одной из ламп.

Далее по результатам работы сделать вывод о силе тока в лампе и последствиях для человека, если он дотронется руками до патрона лампы.

#### **Доклад ученика «Микробы, вырабатывающие электрический ток»:**

Учёные из Гарвардского университета обнаружили новый и очень необычный вид производителей электрической энергии. Ими стали микробы, обитающие рядом с глубоководными гидротермальными источниками в Тихом океане, называемыми ещё «чёрными курильщиками». Микроорганизмы, живущие в структурах «чёрных курильщиков», перерабатывают вредоносные химикалии, которые поднимаются со дна океана, в результате чего образуется ток. Как рассказывает Питер Гирджиус, биолог из Гарвардского университета, возглавляющий исследование, данные микробы вырабатывают очень малое количество энергии, но **можно попытаться устроить так, чтобы получать эту энергию вечно**. Ток был обнаружен в стенках «чёрного курильщика» на глубине 2200 метров.

Решив выяснить причину его возникновения, учёные воссоздали в лаборатории две копии трубы источника. В одной копии был помещен раствор сероводорода, который служит питанием для микробов. В другой трубке, которая окружала первую, находилась простая морская вода. Обе трубки соединяла **плёнка микробов**, которая была выращена на подложке из пирита — этот материал является обычным в глубоководных гидротермальных источниках.

Исследователи выяснили, что **количество вырабатываемой электроэнергии** напрямую зависело от количества потребляемого микробами сероводорода.

Это натолкнуло учёных на мысль, что, разлагая сероводород, микробы начинают добывать из морской воды кислород, необходимый им для жизни.

Раскрыть механизм данного явления помогли бактерии Шewanелла. Изучение строения микроорганизмов привело учёных к следующему открытию. Оказывается, у бактерий, способных генерировать электрический ток, на поверхности клетки возникают новообразования — шипы, которые в дальнейшем превращаются в тонкие нити. Исследователи назвали их нанонитями, поскольку их толщина составляла от 10 до 150 нанометров. Когда конец нанонити дотягивался до положительного иона, возникала разность потенциалов, обуславливающая движение электронов к ионам. Таким образом возникал электрический ток.

*Учитель физики.* Учащимся предлагается написать ассоциации, возникающие при фразе электрический ток.

*Учитель биологии.* Очень много сделано учёными в изучении этого удивительного взаимодействия электричества и живого, но многое пока ещё скрывает от нас природа. Нужно ли говорить о значимости открытий в области электрофизиологии? Достаточно сказать, что за приоткрытие завесы в мир живого электричества присуждено семь Нобелевских премий.

#### **Список литературы**

1. Гальвани Л., Вольтта А. Избранные работы о животном электричестве. М.–Л., 1937.
2. История биологии. С древнейших времен до наших дней. — М., 1975.
3. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа. — М., 1968.
4. Черняков Г. М. и др. // Миллиметровые волны в медицине и биологии / Под ред. Девяткова Н. Д. — М., 1989. — С. 140–167.
5. Зубкова С. М., Боголюбов В. М. // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. — 2004. — № 1. — С. 3.

блемы), развитие внутренней мотивации на основе личностных смыслов; физкультминутка; релаксационная пауза.

**Планируемые результаты:****Предметные:**

– сформированы представления о многообразии экологических факторов и их значимости для здоровья планеты Земля и человека.

**Метапредметные:**

– формирование надпредметных знаний: развитие понятия экологический фактор, классификация, конвергентность (открытие, изобретение технологии на стыке естественных наук); овладение составляющими исследовательской, проектной деятельности, в том числе и в области наномира, нанотехнологий. Ученики способны к самообразованию, рефлексии, определению причинно-следственных связей (фактор – действие – последствия), обобщению отдельных фактов, выработке предложений по решению экологических проблем, в том числе с помощью нанотехнологий.

**Универсальные учебные действия:**

**Личностные:** учащимися осуществлён выбор ценностных ориентиров. Они понимают, что здоровье планеты Земля и человека зависит от халатной, непрофессиональной антропогенной деятельности. Сделают для себя выбор, можно ли говорить по мобильному телефону длительное время; может ли компьютер стоять в спальне и (или) можно ли работать за ним всю ночь. Осознают роль нанотехнологий в сохранении окружающей среды.

**Познавательные:** ученики будут способны провести поиск и выделение необходимой информации, связанной в т.ч. и с нанотехнологиями; развивать информационное поле по проблемам загрязнения окружающей среды физическими, химическими, биологическими факторами; понять роль открытий на стыке естественных наук; осознают значимость самообразования и рефлексии в познании мира.

**Коммуникативные:** учащиеся смогут инициативно сотрудничать в работе над предлагаемым материалом, коллегиально принимать решения, владеют монологической и диалогической речью.

А. С. Обуховская

# Экологические факторы окружающей среды

УРОК ЭКОЛОГИИ В 8-ОМ КЛАССЕ ПО АВТОРСКОЙ ПРОГРАММЕ  
«ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА»

**Цель урока:** расширить и систематизировать знания учащихся об экологических факторах окружающей среды, их влиянии на здоровье человека. Показать перспективность нанонауки, нанотехнологий в обезвреживании экологически опасных факторов.

**Тип урока:** интегрированный урок (интеграция содержания экологии с химией, биологией, медициной, физикой, нанотехнологическими инновациями).

**Педагогическая технология:** case-study. В основе данной технологии лежит проблемно-ситуационный анализ, основанный на обучении через решение конкретных задач (ситуаций). Применение данной технологии позволяет стимулировать процесс познания. Учащиеся, структурируя, обобщая, анализируя факты, ситуации, предлагают выводы, рекомендации по изучаемой проблеме. Это в свою очередь способствует развитию конвергентного и технического мышления.

**Содержательные линии урока.**

1. Актуализация знаний, полученных на предыдущих уроках.
2. Постановка проблемы, связанной с влиянием экологических факторов на здоровье человека.
3. Выработка возможных путей её решения.
4. Работа в группах с целью активизации мотивации.
5. Здоровьесберегающая минутка.
6. Работа в группах – анализ предлагаемых учителем данных об основных химических и физических загрязнителях окружающей среды и вызываемой ими экопатологии.
7. Актуализация вновь полученных знаний, решение проблемных задач.
8. Здоровьесберегающая минутка.
9. Рефлексия.

**Здоровьесберегающая деятельность:** работа в группах, смена видов деятельности, чередование видов преподавания, приёмы скрытой помощи (безадресное упоминание об ошибках, безадресный упрёк, переключение внимания на положительное решение про-

## Предполагаемый ход урока

### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭТАП УРОКА

Класс делится на три группы. Каждая группа работает с раздаточным материалом: определяет проблему/задачу, которую необходимо решить; структурирует материал, выделяет приоритетные задачи, анализирует и синтезирует предлагаемый учителем материал, делает выводы и рекомендации, отвечает на проблемные вопросы, обсуждает свои выводы и решения.

На заключительном этапе урока каждая группа должна чётко изложить и обосновать предложения группы по решению исследуемой проблемы.

Раздаточный материал остаётся у учеников, что позволит сформировать папку (кейс) с материалами по экологическим факторам. В этой же папке

будут и материалы – результат самостоятельной внеклассной деятельности ребят над проектом.

*Учитель.* В основе взаимодействия организмов и окружающей их среды находятся причинно-следственные отношения. Организмы получают из окружающей среды «информацию» в виде определённых сигналов (химических, физических биологических, комплексных) и реагируют на эти сигналы.

В экологии поступающие к организму сигналы называют экологическими факторами. Норберт Винер (основоположник кибернетики) определил информацию следующим образом: «Информация – это обозначение содержания (сигналов), полученного из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему и приспособления наших чувств».

### ПРОБЛЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ЭТАП (РАБОТА В ГРУППАХ)

Учитель предлагает несколько определений экологического фактора.

Экологический фактор – это любой элемент окружающей среды, способный оказывать прямое или косвенное воздействие на живой организм.

Экологический фактор (от лат. Factor – делающий, производящий) – любое условие среды, на которое организм отвечает приспособительными реакциями. За пределами адаптивных возможностей организма лежит летальный эффект.

Экологический фактор – любые внешние факторы, оказывающие прямое или опосредованное влияние на существование, численность, географическое распространение организмов.

*Вопрос к классу.* Что такое экологический фактор?

– Работая в группе с раздаточным материалом и актуализируя свои знания, обоснуйте свой выбор.

– Предложите своё определение экологического фактора.

*Дискуссия:* аргументированное, доказательное объяснение своего выбора определения экологического фактора.

*Учитель.* Окружающая среда – это набор воздействующих на организм экологических факторов. Каждый отдельный фактор (будь-то влажность, давление, температура, химические вещества, физические процессы и т.д.) характеризуются мерой и числом. Следовательно, тот или иной фактор можно измерить во времени и пространстве (в динамике), сравнить с эталоном,

подвергнуть моделированию, прогнозу и, в конечном счёте, изменить в заданном направлении.

Сгруппируйте представленные экологические факторы. Данная работа поможет провести классификацию экологических факторов (любая классификация – это метод познания или анализа).

Материал для 1-ой, 2-ой, 3-ей групп соответственно:

- 1 – оксид серы, шум, туман, освещение, оксид азота, продукты жизнедеятельности микроорганизмов, взаимоотношения между организмами, грызуны;
- 2 – ртуть, озон, тяжёлые металлы, давление, температура, электромагнитные поля, растения, паукообразные; конкуренция, хищничество;
- 3 – пестициды, фреоны, тяжёлые металлы, радиационное излучение, ветер, насекомые, вирусы, биогенные вещества, опыление насекомыми растений, грибы.

Ученики предлагают варианты ответов.

Факторы делятся на химические, физические, биологические (это одна из классификаций экологических факторов). Классификаций экологических факторов несколько. Например, факторы химические, физические, в т.ч. климатические, составляют абиотическую группу экологических факторов. Биотические факторы – это всевозможные формы влияния живых организмов друг на друга (конкуренция, паразитизм, хищничество и др.). Антропогенные факторы – те формы деятельности человека, которые, воздействуя на окружающую среду, изменяют условия обитания живых организмов или непосредственно влияют на них.

*Учитель.* Мы знаем, что действие экологического фактора может быть прямым и опосредованным.

Определите, пожалуйста, о каком действии идёт речь в приведённом примере. Ответьте на вопрос: Чем объясняется столь высокая плотность птичьего населения на птичьих базарах, распространённых рядом с водоёмами? Составьте схему ответа.

Предполагаемый ответ учеников: основную роль играют питательные биогенные (дающие жизнь элементы) вещества: помёт птиц попадает в воду, органические вещества в воде минерализуются бактериями, что приводит к развитию водорослей. Это в свою очередь ведёт к повышению концентрации планктонных организмов (например, ракообразных). Последними питаются рыбы, а ими птицы, населяющие птичий базар (действие фактора – опосредованное).

*Релаксационная пауза. Физкультминутка.*

*Учитель.* Вернёмся к экологическим факторам.

Перед вами таблица, в которой представлены основные загрязнители окружающей среды и вызываемые ими экопатологии. Проанализируйте содержание таблицы и сделайте выводы (с таблицей работают 3 группы учеников).

**Таблица. Экопатологии у детей, вызываемые химическими, экологическими факторами**

Заболевания	Химические вещества
1. Контактный дерматит	1. Щелочи, кислоты, формалин, фенол
2. Хронический ринит, фарингит, трахеит, бронхит	2. Окислы азота, альдегиды, двуокись серы, аммиак, хлор, кадмий, никель
3. Стomatит	3. Хлор, окислы азота, железо, кадмий, кобальт, медь, никель
4. Поражение зубов	4. Фтор, хлор, окислы азота, фосфор, кадмий, медь, свинец, селен
5. Гастрит	5. Нитриты, нитраты, свинец, кадмий, железо, мышьяк
6. Мочекаменная болезнь	6. Кадмий, бериллий, этиленгликоль
7. Изменение свойств гемоглобина (метгемоглобинемия – окислы азота и др. вызывают образование метгемоглобина, который образуется в эритроцитах. Этот процесс заключается в окислении двухвалентного железа гемоглобина в трёхвалентную форму. В результате нарушается основная функция гемоглобина – блокируется перенос кислорода от лёгких к тканям)	7. Окислы азота, неорганические нитраты, нитросоединения
8. Карбоксигемоглобинемия – проникая в кровь, СО абсорбируется эритроцитами, вступая во взаимодействие с железом, образуя стойкое соединение, при этом нарушается транспортная функция гемоглобина, т.е. транспорт кислорода, развивается гипоксия – кислородная недостаточность	8. Угарный газ, или окись углерода

*Учитель.* Позволяет ли анализ таблицы сказать, что перечисленные химические экологические факторы являются экологически опасными? Сформулируйте определения экологически опасных и безопасных факторов (конкурс ответов).

### **Предполагаемые ответы учеников.**

Экологически опасные факторы приводят к качественным и количественным нарушениям в экосистемах; к нарушению процессов жизнедеятельности, адаптации, роста, размножения, поведения, выживания индивидуумов и популяции в целом;

Экологически безопасные факторы прямо или косвенно не наносят ущерба окружающей среде, людям. Однако важно помнить, что существует понятие «доза-эффект». Кратковременное воздействие в малой дозе может быть безопасным, а длительное – опасным.

Следовательно, есть ещё одна классификация экологических факторов: экологически опасные и экологически безопасные факторы.

*Учитель.* Закономерен вопрос: как снизить риск загрязнения окружающей среды химическими экологическими факторами и последствия этого загрязнения? Ответ учеников должен быть обоснованным. Современная наука предлагает ряд технологий, в т.ч. нанотехнологий. У вас на столах раздаточный материал.

### **1-ая группа:** использование бактерий для производства наночастиц.

Группой немецких биологов, работавших на урановом руднике в Саксонии, была обнаружена бактерия «Бацилла сферическая JG-A12». Для защиты от тяжёлого металла урана бактерия обладает очень прочной наружной белковой оболочкой. Эта оболочка отличается множеством нанопор, которые располагаются так, что формируется равномерный узор. Как использовать эту уникальную особенность оболочки бактерии для производства наночастиц?

В поиске решения проблемы учёными был проведён ряд опытов. В одном из них бактерия «Бацилла сферическая JG-A12» была помещена в солевой раствор благородного металла палладия. Наблюдения за ней велись в инфракрасном спектре. При контакте с белковой оболочкой бактерии соль палладия превращалась в чистый металл палладий. Из него в порах бактериальной оболочки формировались крохотные наноструктуры (рис. 1), состоящие из 50–80 атомов палладия. Самой приятной неожиданностью для исследователей оказалось то, что эти наноструктуры проявляют намного большую каталитическую активность, чем палладий, получаемый другим способом.

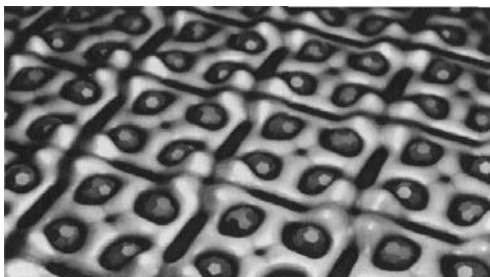


Рис.1. Нанокристаллы палладия (изображены коричневым цветом), формирующиеся в порах оболочки бактерии «Бацилла сферическая JG-A12»

В лабораторных экспериментах учёные обнаружили, что некоторые бактерии обладают свойствами химического восстановителя. Как поведут себя такие бактерии, если окажутся в среде, содержащей ионы металла?

Учёные поместили бактерии с восстановительными свойствами в раствор солей золота. Бактерии поглощали ионы золота и, восстанавливая их в цитоплазме своих клеток, превращали в наночастицы металла. Накапливающиеся в цитоплазме наночастицы золота имели диаметр от 5 до 15 нм. Создавая таким образом собственные «золотые запасы», бактерии чувствовали себя нормально и продолжали размножаться.

С помощью данного метода исследователи получили также наночастицы серебра и сплава золота с серебром. Это стало несомненным успехом, так как производить наночастицы в таком узком диапазоне размеров биологическими методами ранее никак не удавалось. Наночастицы металлов, формируемые в теле бактерий, представляют интерес для различных наноконструкций и технологических производств.

**2-ая группа:** использование принципов функционирования ресничек и жгутиков в нанотехнологиях.



#### Самоочищение искусственными наноресничками.

Уникальные движения ресничек заинтересовали исследователей и наноконструкторов. Они обратили внимание на согласованный характер биения ресничек в функциональных группах. Такое биение способно обеспечивать непрерывный ток жидкости на поверхности клеток, «усеянной» ресничками. Можно ли создать технические модели ресничек, своего рода функционирующие «нанореснички»?

Исследователи всесторонне изучили прототип будущей модели — реснички эпителиальных клеток, выстилающих изнутри трубкообразные дыхательные пути — трахею и бронхи. Биение ресничек на внутренней поверхности дыхательных путей обеспечивает перемещение (ток) сли-

зи, покрывающей их внутреннюю поверхность. Слизь осаждаёт на себе и уносит пылевые частицы, бактерии и вирусы, способствуя очищению органов дыхания. Создавая техническую модель ресничек, конструкторы ставили задачу смоделировать также процесс самоочищения поверхности, покрытой ресничками.



Рис. 2. Железные наностержни, имитирующие биологические реснички

Искусственные нанореснички были созданы из тончайших гибких металлических наностержней диаметром 200 нм и длиной 10 мкм (рис. 2). Чтобы вызвать согласованное движение (биение) ресничек, исследователи воздействовали на них переменным магнитным полем. В качестве слизи был использован жидкий полимер. В итоге были смоделированы не только реснички, но и процесс самоочищения покрытой ими поверхности. Учёные полагают, что подобные модели ресничек могут быть использованы для тщательного перемешивания вязких жидкостей.

**Жгутиковые моторы. Как функционируют жгутики кишечной палочки?** С помощью специальных биологических моторов бактерия вращает свои жгутики. Когда жгутики начинают синхронно вращаться против часовой стрелки, они сплетаются в единый пучок, напоминающий своеобразный пропеллер.

Вращение пропеллера создаёт силу тяги, заставляющую бактерию двигаться почти по прямой линии. После того, как направление вращения жгутиков изменяется на противоположное, пучок расплетается и бактерия останавливается. Вместо поступательного движения она начинает хаотически вращаться.

Бактерии плавают со средней скоростью около 25 мкм/с, но некоторые виды могут двигаться поступательно со скоростью больше 100 мкм/с. Это означает, что за одну секунду бактерия перемещается на расстояние, которое в десять (и даже больше) раз превышает её собственную длину. Если провести аналогию с движением пловца, который

преодолевал бы за одну секунду расстояние, на порядок превышающее его собственный рост, то стометровую дорожку плавательного бассейна он проплыл бы всего за 5 секунд. Что представляет собой жгутиковый мотор кишечной палочки?

Жгутиковый мотор бактерии (рис. 3) является одним из наиболее древних наностроительных устройств планеты, созданным Природой более 3 млрд лет тому назад. Он представляет собой электромотор, который в качестве источника энергии использует разность потенциалов на клеточной мембране. Жгутиковый электромотор можно рассматривать как аналог машины постоянного тока, созданной человеком (рис. 3, 4).

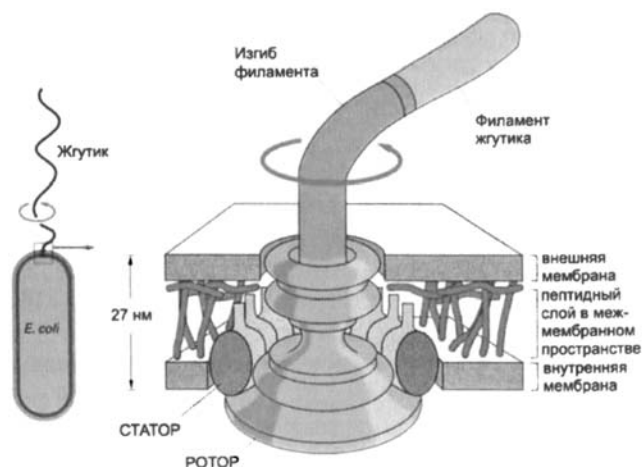


Рис. 3. Строение жгутикового мотора кишечной палочки

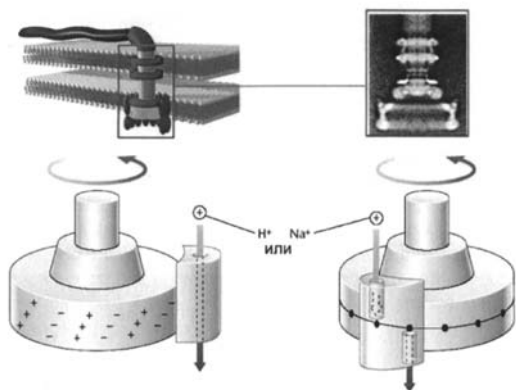


Рис. 4. Структурная модель и принцип работы жгутикового мотора кишечной палочки (в верхнем углу справа приведена микрофотография жгутикового мотора)

Филамент жгутика — свободная часть жгутика, располагающаяся за пределами клеточной оболочки, состоящей из клеточной мембраны (внутренняя мембрана) и клеточной стенки (внешняя мембрана).

Жгутиковые электромоторы бактерий привлекают учёных и наноконструкторов своей необычной эффективностью. Они вращаются со скоростью, достигающей 50–100 оборотов в секунду. У некоторых видов бактерий скорость вращения превышает 1000 оборотов в секунду. При этом электромоторы бактерий очень экономичны: они потребляют не более 1% энергетических ресурсов бактериальной клетки.

Ведущие мировые учёные в области наномедицины Р. Фрайтас и А. Кавальканти неоднократно заявляли, что именно подобные жгутиковые моторы будут наиболее эффективными в наноробототехнике будущего.

### 3-я группа: адсорбционные свойства нанопорошков металлов.

Нанодисперсные оксиды металлов используются для тонкой комплексной доочистки питьевой воды от тяжёлых металлов и органических загрязнений (например, очистки стоков гальванических производств, стоков нефтеперерабатывающих заводов).

Нанодисперсные оксидно-гидроксидные фазы алюминия адсорбируют кишечную палочку (*E.coli*) за 5–10 мин контакта на 99,7% (применяется в микробиологии).

### Сорбционные свойства углеродных нанотрубок (УНТ)

Углеродные нанотрубки способны очищать воду от примесей свинца. Сорбционная ёмкость УНТ выше, чем у активированного угля. Эффективность сорбции возрастает по мере увеличения pH раствора.

Для очистки питьевой воды от избытка фтора УНТ используются как носитель для  $Al_2O_3$ . Такой комплекс работает при pH = 5–9.

Для очистки от диоксинов: при низких концентрациях диоксида его количество, адсорбированное на углеродной нанотрубке, во много раз выше, чем для активированного угля.

### Другие типы фильтров на основе наноструктур:

Фильтры с использованием нанокристаллических мембран предназначены для очистки от взвешенных примесей. Мембраны представляют собой пористые покрытия из нанопорошков нитридов, оксидов и оксинитридов Ti, Al, Zr.

Наноструктуры из сополимеров (волосатые наносферы, звёздообразные полимеры, полимерные щётки) — для удаления органических примесей.

Добавка нанодисперсного серебра для очистки воды от бактерий.

### Шунгит

Шунгит — это реликтовый минерал, содержащий глобулярную углеродную матрицу, представляющую собой гексагонально-подобные кластеры атомов



углерода ( $d = 10$  нм) с глобулярными порами и высоким отношением поверхность – объём. Шунгитовая порода разрабатывается в Карелии (Шуньгинское и Загожинское месторождения).

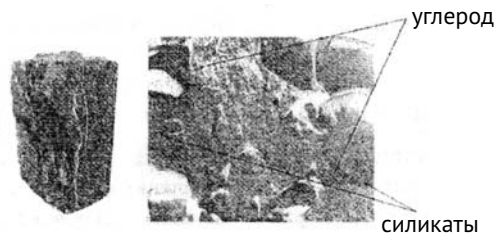


Рис. 5. Шунгитовая порода Загожинского месторождения (Карелия): СЛЕВА ОБЩИЙ ВИД МИНЕРАЛА, СПРАВА – СТРУКТУРА МИНЕРАЛА

Таблица. Химический состав шунгита, % мас.

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	C	H <sub>2</sub> O крист.
57,0	0,2	4,0	2,5	1,2	0,3	0,2	10,5	10,2	29,0	4,2

#### Характеристики:

- коэффициент теплопроводности 5 Вт/м<sup>2</sup> К;
- плотность 2100–2400 кг/м<sup>3</sup>;
- прочность 100–120 МПа;
- пористость 5%;
- фазовая поверхность до 20 м<sup>2</sup>/г.

#### Структура шунгита.

- Шунгит состоит из глобул – эллипсоидально расположенных анизотропно искажённых областей, с распределёнными в них наночастицами и нанофазами и замкнутой внутри порой.

#### Нанофазы шунгита:

- Фуллерены C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub>.
- Металлы.
- Поверхностно-активные вещества (ПАВ).
- Кристаллическая форма воды.

#### Химические и биологические свойства шунгита:

- Сорбционные.
- Каталитические.
- Бактерицидные.
- Можно использовать для очистки водных стоков от нефтепродуктов, ядохимикатов, нитратов, фосфатов, металлов, бактериального загрязнения.
- В медицине и ветеринарии – для лечения и профилактики болезней.

#### Шунгитовые фильтры:

- В России с середины 1980-х годов фирмами «Фильтры-ММ» (Санкт-Петербург) и НПК «Карбон – Шунгит» (Петрозаводск) производятся бытовые водоочистители с шунгитовыми фильтрами. Эффективность этих фильтров была исследована и подтверждена в Санкт-Петербургском НИИ военной медицины.

#### Сорбционные и каталитические свойства шунгита:

- Вода, очищенная шунгитовым фильтром, представляет собой слабый коллоидный раствор из углеродных глобул нанометрового масштаба. В этой воде содержатся наночастицы – фуллерены: C<sub>60</sub>, C<sub>60</sub>OH, HC<sub>60</sub>OH, анион H<sub>2</sub>O<sub>60</sub>.
- Шунгит делает воду структурно упорядоченной, т.е. формирует водные кластеры.
- По отношению к органическим веществам шунгит проявляет слабую адсорбционную и высокую каталитическую активность. Они подвергаются деструкции, превращаясь в CO<sub>2</sub>.
- Хлор- и фосфорорганические пестициды обезвреживаются до безопасной ПДК.
- Экспериментально доказан факт коагуляции двух- и трёхвалентных форм железа при контакте железистых вод с шунгитом.

#### Бактерицидные свойства шунгита:

- В качестве тест-микробов использовались кишечная палочка (*Escherichia coli*) и холерный вибрион (*Vibrio cholerae*).
- Шунгитно-цеолитовый фильтр обезвреживает бактерии на 96–97%. При воздействии на бактерию шунгитовых наночастиц блокируется функция белков клеточной стенки и бактерии погибают.
- Для бактерицидного эффекта достаточно ничтожной концентрации углеродных наночастиц в растворе.
- Положительный эффект выявлен и при очистке воды от вирусных частиц.
- Бактерицидные свойства шунгита во времени не ограничены.

Биологическая безопасность шунгита:

- Показана высокая выживаемость дафний в отфильтрованной шунгитом воде.
- Кипячение хлорированной воды, отфильтрованной шунгитом, не выявляет диоксинов (в отличие от угольных фильтров). Диоксины – сильнейшие яды, образующиеся при кипячении хлорированной воды с угольной пылью, опасные загрязнители окружающей среды.

Экранирующие свойства шунгита:

- Шунгит обладает экранирующими свойствами по отношению к следующим видам электромагнитных полей (ЭМП):
  - *техногенным ЭМП высоких и сверхвысоких частот (1–37 ГГц);*
  - *электромагнитному излучению Солнца;*
  - *геопатогенным ЭМП и биополям.*

В связи с этим для экранирования жилых помещений предложено использовать шунгитовые засыпки.

- Шунгитовые экраны можно также использовать для экранирования:
  - *персональных компьютеров;*
  - *мобильных телефонов;*
  - *УКВ-радиостанций.*

Негативное действие электромагнитных полей на организм животных и человека:

- В ГГц-диапазоне частот ЭМП возникает так называемый «Лэмбовский сдвиг» энергетических уровней электронов в атоме. Он может вносить диссимметрию в структуру биомолекул, обуславливая энергетический перепад и изменяя параметры биохимических реакций.
- Частота  $F_L$  (лэмбовская частота) способствует поляризации физического вакуума в системе «протон-электрон» атома водорода и придаёт ему напряжённое состояние, отличное от симметричного, что, по мнению учёных, приводит к негативному воздействию на живой организм.

Обоснование экранирующих свойств шунгита:

- Экранирующие свойства шунгита связаны с его фуллеритовой глобулярной структурой. При резонансном взаимодействии ЭМП с наноструктурой шунгита происходит структурное преобразование поля на атомарном и кластерном уровнях.
- Экспериментальные исследования (проведённые в Тульском НИИ новых медицинских технологий) на мышах, крысах и куриных эмбрионах показали, что шунгитовый экран ослабляет и замедляет развитие патологических реакций в ответ на электромагнитное излучение Лэмбовских частот на ЦНС и ВНС, периферические механизмы регуляции, кровеносную систему (в том числе на генетическом уровне).

*Учитель.* Начнём разговор с роли нанотехнологий в классе. Частью вашего домашнего задания будет: продолжить изучение представленного материала, а также, что очень интересно, представить ваше видение, обзор, анализ нанотехнологий, их роль в охране окружающей среды.

Вы знаете, что согласно технологии case-study вы должны определить проблему, структурировать материал, выделить приоритеты, провести анализ разных технологий, синтезировать выводы и рекомендации.

Учитель предлагает трём группам раздаточный материал, в котором рассказывается о **физических, экологических факторах**. Задача: предложить необходимые меры для снижения шумовой нагрузки, доказать необходимость этих мероприятий. Критерий оценки ответа: научность, краткость, выделение приоритетов, новизна идей.

Перейдём к проблеме физических экологических факторов. Шум образуется вследствие механических колебаний частиц различной физической природы. С физиологической точки зрения различают низкие, средние и высокие звуки.

Уровень шума в 20–30 децибелов (дБ) практически безвреден для человека (это естественный шумовой фон). Допустимая граница составляет до 70 дБ. По интенсивности воздействия шума различают 5 областей.

При действии шума наиболее уязвим сон. Шум, возбуждая центральную нервную систему, удлиняет период засыпания, будит, укорачивает длительность сна. Даже у заснувших людей шум уменьшает глубину сна, вызывает ряд вегетативных реакций – повышение артериального и внутричерепного давления. Порог влияния шума на спящих людей лежит в области от 30 до 60 дБ. По данным гигиенистов, при одной и той же интенсивности шума люди в возрасте 70 лет просыпаются в 72% случаев, а дети 7-ми–8-ми лет – только в 1%. Пороговой интенсивностью шума, вызывающей пробуждение детей, является 50 дБ, взрослых – 30 дБ, а пожилые люди реагируют на ещё меньшую величину. Женщины легче просыпаются при шуме. Это объясняется тем, что они скорее, чем мужчины, переходят от стадии глубокого сна к лёгкому сну.

**Таблица. Шумовые характеристики транспортных потоков**

Категория улиц, дорог	Шумовая характеристика транспортного потока, дБ
<b>Магистральи общегородского значения.</b> Увеличение в общем потоке автотранспорта грузовых автомобилей, особенно большегрузных с дизельными двигателями, приводит к росту уровня шума.	68,8–85,0 дБ
<b>Магистральи районного масштаба.</b> Высокий уровень шума от движения трамвая – 69–70 дБ – одна из причин сокращения трамвайных линий в городе.	62,6–78,2 дБ
<b>Жилые улицы</b>	61,2–59,8 дБ

Уровни звука, характерные для телевизора, работающего с умеренной громкостью, дают до 30–40 дБ, мотоцикла – 110 дБ, отбойного молотка – 120 дБ, автотранспорта до 90 дБ, реактивного самолета при взлёте – 140 дБ, космической ракеты – 175 дБ.

*Предполагаемые ответы учеников.* Уменьшить шумовой эффект можно:

- снижением скорости движения транспортных средств;
- улучшением регулировки транспортного потока;
- запрещением движения для отдельных видов автомобилей по определённым трассам и в определённое время;
- совершенствованием ходовой и моторной частей транспортных средств;
- сооружением противошумовых экранов вдоль скоростных автотрасс;
- расширением проезжей части (с расширением улицы на 20–40 м уличный шум снижается на 4–6 дБ);
- созданием зелёного пояса шириной 10–50 метров. Деревья должны быть лиственных пород и иметь густую крону, в этом случае уровень уличного шума снижается на 8–10 дБ.
- отдалением жилых зданий на 15–20 метров от тротуара, с обязательным озеленением территории вокруг них;
- строительством подземных автотрасс и гаражей;
- определёнными архитектурными решениями: например, была разработана конструкция окон с двойными стёклами, при этом внутреннее стекло в несколько раз толще внешнего. Интенсивность шума была снижена в 2 раза.

*Учитель.* Хорошо известны такие физические экологические факторы как ионизирующее, микроволновое и низкочастотное облучения. Теле– и радиостанции, линии электропередач, микроволновые печи, телефоны, компьютеры, электронные игры – эти и многие другие вещи, ставшие синонимами прогресса человечества, являются загрязнителями окружающей среды. Например, магнитное поле, вырабатываемое микроволновой печью, низкочастотно, т.е. вредно. Однако это поле надёжно экранировано защитной металлической сеткой. Так что опасность представляет длительная, несколько часов, работа печи.

Многие магнитофоны, акустические системы вырабатывают магнитное поле. Но уже в 1,5–2 метрах от источника его величиной можно пренебречь. Сотовые телефоны – их излучение опасно при длительных разговорах. Компьютеры, ноутбуки являются источниками электромагнитного излучения. Если компьютер стоит в спальне, лучше его выключать на ночь.

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭТАП УРОКА

Учитель предлагает ученикам назвать обсуждаемые на уроке проблемы, сделать выводы.

*Учитель.* Во время урока обсуждались конкретные ситуационные задачи, связанные с экологическими факторами, нанопроцессами, нанотехнологиями. Перед вами стоит задача обобщить, проанализировать изучаемый материал, сделать выводы и предложить инновационные механизмы защиты окружающей среды. Попробуем сейчас назвать обсуждаемые на уроке проблемы, сделать выводы, предложить рекомендации.

## ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- Представить решение кейса по анализу химических, физических факторов и их влияние на окружающую среду и роли нанотехнологий в защите окружающей среды (создать аналитический кейс).
- Ребятам, которые хотят продолжить исследовать тему, связанную с химическими и физическими факторами и ролью нанотехнологий в охране окружающей среды, предлагаю работать над презентацией проекта «Модель экологически чистого города, дома», представить иллюстративный кейс.

## Список литературы

1. Павлов Г. В., Желанкин Р. В. Введение в нанотехнологию и нанобиологию: учебное пособие. — М., 2011.
2. Сыч В. Ф., Дрождина Е. П., Санжапова А. Ф. Введение в нанобиологию и нанобиотехнологии: учебное пособие. — СПб.: Лема, 2011.
3. Иванов В. П., Обуховская А. С., Кричевская И. Е. и др. Экология человека: учебное пособие. — СПб.: СПбГМА, 2010.
4. Алексеев С. В., Пивоваров Ю. П., Янушанец О. И. Экология человека. — М.: Икар, 2002. — 770 с.

*Л. Н. Петрова*

## Работа почек

УРОК БИОЛОГИИ В 8-ОМ КЛАССЕ

(РАСШИРЕННАЯ ПРОГРАММА В ЛИЦЕЙСКОМ МЕДИЦИНСКОМ КЛАССЕ)

### Цель урока:

раскрыть механизмы образования мочи, показать роль нанотехнологий в лечении заболеваний почек.

### Задачи:

- продолжить развитие представления о взаимосвязи строения и функции организма;
- показать роль почек в поддержании гомеостаза внутренней среды организма;
- провести исследование анализа мочи;
- познакомить с инновационными методами лечения заболеваний почек.

### Тип урока:

интегрированный (биология, химия, физика, медицина, нанотехнологии).

### Технология:

исследовательская, с использованием ИКТ и здоровьесберегающих аспектов урока.

### Опорные понятия:

почка, нефрон, кровоснабжение почек, двойное капиллярное ветвление, состав крови, диффузия, осмос, наночастицы.

### Оборудование:

карточки индивидуального опроса, бланки с анализом мочи, кинофрагмент «Органы выделения», презентация, калькуляторы.

### Содержательные линии:

- актуализация опорных знаний макро- и микроскопического строения почек, их кровоснабжения;
- необходимость удаления продуктов обмена;

- фильтрация как этап образования мочи;
- первичная моча – результат фильтрации крови;
- вторичная моча и механизмы реабсорбции и секреции;
- регуляция работы почек;
- исследование анализа мочи как метода диагностики заболеваний почек;
- роль нанотехнологий в лечении некоторых заболеваний почек;
- разработка правил гигиены, предупреждающих заболевания.

### Планируемые результаты:

#### Личностные:

- установление учеником связи между проблемой урока, мотивом и тем, ради чего она осуществляется;
- через изучение системных заболеваний формирование ценности здоровья.

#### Метапредметные:

- анализ, обобщение, исследование материала, доказывающего взаимосвязь строения и функции почек;
- развитие способности структурировать материал и отбирать знания, необходимые для ответа на поставленный вопрос.

#### Предметные:

- овладение базовым понятийным аппаратом (нефрон, капсула Боумена-Шумлянского, фильтрация, извитые канальцы, реабсорбция, секреция, диффузия, осмос, гомеостаз, диурез);
- при проведении исследования анализа мочи умение делать выводы о нарушениях в нефроне и их обосновывать;
- анализ предоставленной дополнительной информации по использованию нанотехнологий в лечении заболеваний почек.

### Универсальные учебные действия:

#### Познавательные:

- установление причинно-следственных связей (капсула – просвет артериол – давление – фильтрация плазмы – вещества с небольшой молекулярной массой – первичная моча) (концентрация вещества – диффузия);
- умение проводить сравнительный анализ состава первичной и вторичной мочи и делать выводы.

#### Регулятивные:

- умение самостоятельно сформулировать правила гигиены мочевыделительной системы, зная причины заболеваний почек.

#### Коммуникативные:

- умение аргументировать ответы на проблемные вопросы урока.

### Здоровьесберегающий аспект:

- снятие эмоционального напряжения в начале урока через актуализацию знаний по индивидуальным карточкам;
- включение в активную творческую деятельность через интерес, смену видов деятельности;
- осмысление результатов своей деятельности, понимание ценности здоровья;
- релаксационная пауза – снятие статического напряжения.

**Актуализация опорных знаний** проводится в виде устного опроса по карточкам.

КАРТОЧКА № 1.

1. Какие органы относятся к мочевыделительной системе?
2. Какое значение для организма имеет выделение мочи? Её роль в процессе обмена веществ.

КАРТОЧКА № 2.

1. Где расположены почки в организме человека?
2. Нарисуйте схему макроскопического строения почек и подпишите составные части.

КАРТОЧКА № 3.

1. Нарисуйте схему строения нефрона, подпишите составные части.
2. Какие виды нефронов вы знаете?

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В результате преобразований поступивших в организм питательных веществ образуются продукты обмена, которые необходимо удалить из организма.

Нам сегодня предстоит ответить на вопрос: «Каким образом органы выделения осуществляют «отбор» продуктов обмена, подлежащих выведению во внешнюю среду?»

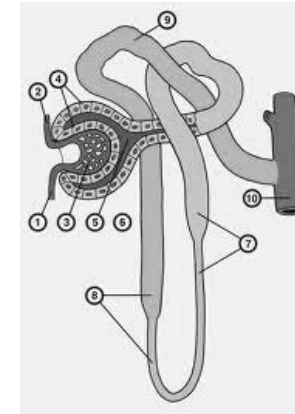
Ученики предлагают гипотезу: строение почек и их функция взаимосвязаны и взаимообусловлены, что способствует выведению во внешнюю среду продуктов обмена.

## АНАЛИТИКО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ЭТАП

Зная строение почек, проанализируем, как оно связано с функцией.

Итак, тема урока: «Работа почек» (запись на доске).

*Вопрос:* Что является структурной и функциональной единицей строения почки?



Слайд № 1

Рассмотрим работу нефрона, начиная с мальпигиева тела, состоящего из капсулы Боумена-Шумлянского и петель капиллярного клубочка.

По приносящей артериоле кровь с растворёнными в ней продуктами распада поступает в капиллярный клубочек капсулы Боумена, а затем собирается в выносящую артериолу.

*Вопрос:* Сравним диаметр артериол. К чему приводит сужение сосуда?

Сужение выносящей артериолы приводит к повышению давления внутри клубочка.

*Работа по «Схеме путей, по которым происходит фильтрация плазмы из капиллярного клубочка в боуменову капсулу» (слайд № 2).*



Слайд № 2

За счёт этого плазма крови фильтруется в боуменову капсулу, при этом проходит через два слоя эпителиальной ткани: эндотелиальные клетки капилляра, подоциты капсулы и трёхслойную базальную мембрану. Такое образование могут пройти химические вещества с небольшой молекулярной массой (до 68 000). Фильтрат плазмы крови называется первичной мочой.

*Демонстрация кинофрагмента «Органы выделения».*

*Работа с таблицей «Химический состав плазмы крови и мочи»*

**Таблица. Химический состав плазмы крови и мочи**

Вещества	Плазма крови, %	Первичная моча, %
Вода	90–92	99
Белки, жиры, гликоген	7–9	-
Глюкоза	0,1	0,1
Na <sup>+</sup>	0,3	0,3
Cl <sup>-</sup>	0,37	0,37
K <sup>+</sup>	0,02	0,02
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,002	0,002
Mg <sup>+</sup>	0,0025	0,0025
Мочевина	0,03	0,03
Мочевая кислота	0,004	0,004

Сравните состав плазмы крови и первичной мочи. Какой вывод можно сделать?

По химическому составу первичная моча сходна с плазмой, но только без белка.

Почему?

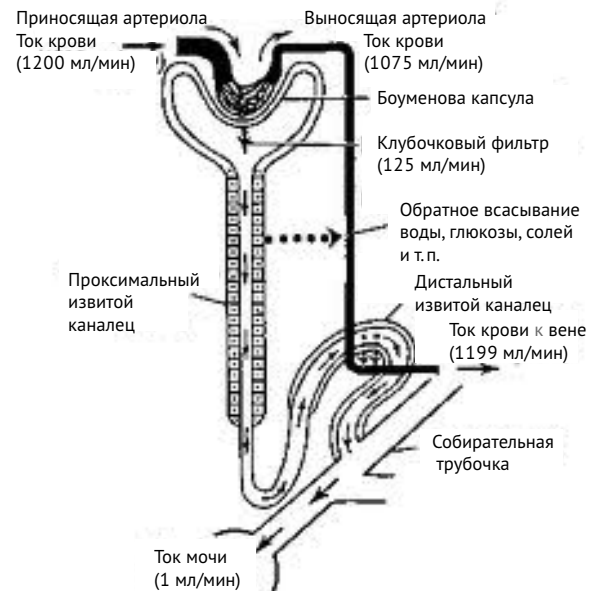
Молекулы белка имеют большой молекулярный вес и не профильтровываются.

Посчитаем, сколько первичной мочи образуется.

За 1 минуту через почки проходит 1200 мл крови, в ней 700 мл плазмы фильтруется 125 мл первичной мочи.

*Калькулятор: Считайте, сколько выделяется первичной мочи в сутки?*

$125 \text{ мл} \times 60 \times 24 = 180 \text{ л}$  первичной мочи. Но столько не выделяется из нашего организма!



Слайд № 3

Первичная моча направляется в извитые каналцы, где происходит обратное всасывание в кровь необходимых организму веществ. Этот процесс называется реабсорбцией.

*Вопрос, по аналогии с процессом всасывания в кишечнике:*

Какие условия необходимы для этого процесса?

**1** – большая длина.

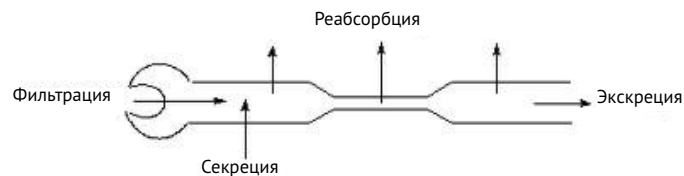
*Опережающее задание:* Просила Игоря К. посчитать дома длину канальцев во всех нефронах почек.

Получилась длина примерно 60 км.

Это создаёт площадь всасывания примерно 30 м<sup>2</sup>.

**2** – каналцы образованы эпителиальной тканью, а клетки проксимального отдела имеют микроворсинки. И в этом отделе происходит 85% всасывания.

*Работа по схеме: «Демонстрация механизма реабсорбции и секреции» (слайд № 4).*



СЛАЙД № 4

**3** – каналцы оплетены сетью кровеносных капилляров, и существует разница в содержании веществ в плазме крови и первичной моче. Процесс диффузии и осмос происходит за счёт разницы в этой концентрации.

При этом часть воды, минеральных веществ, витамины, глюкоза, аминокислоты возвращаются в кровь. Это процесс обратного всасывания.

Одновременно в извитых каналах идёт и процесс секреции. Из кровеносных капилляров через тканевую жидкость в мочу выделяются ядовитые и чужеродные вещества (креатинин), лекарства (пенициллин), некоторые ионы ( $K^+$ ).

*Демонстрация кинофрагмента.*

В результате реабсорбции и секреции образуется вторичная моча.

*Работа с таблицей «Химический состав плазмы и мочи».*

ТАБЛИЦА. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛАЗМЫ И МОЧИ

Вещества	Плазма крови, %	Вторичная моча, %	Во сколько раз больше, чем в плазме
Вода	90–92	98–99	Одинаково
Белки, жиры	7-9	–	
Глюкоза	0,1	–	
$Na^+$	0,3	0,4	
$Cl^-$	0,37	0,7	в 2 раза
$K^+$	0,02	0,15	в 7 раз
$SO_4^{2-}$	0,002	0,18	в 90 раз
$Mg^+$	0,0025	0,006	
Мочевина	0,03	2,0	в 60 раз
Мочевая кислота	0,004	0,05	в 12 раз

Изучите состав вторичной мочи. Какой вы делаете вывод?

Во вторичной моче нет полезных веществ, а концентрация вредных увеличивается (мочевина, мочевая кислота, креатинин).

*Вернёмся к расчётам:* за 1 минуту выделяется 125 мл первичной мочи, 124 мл обратно всасывается, а выделяется 1 мл вторичной мочи. Это 1,5–2 л в сутки.

*По ходу разбора нового материала ученики самостоятельно заполняют таблицу.*

ТАБЛИЦА. ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ

Этапы мочеобразования	Процессы	Где образуется	Состав
1. Образование первичной мочи	Фильтрация	В мальпигиевом теле	Плазма крови без белка
2. Образование вторичной мочи	Реабсорбция и секреция	В извитых каналах	Мочевина, мочевая кислота, креатинин

*Релаксационная пауза.* Упражнения для глаз. Вращение карандаша между ладонями – снятие напряжения.

#### ЭТАП СИСТЕМАТИЗАЦИИ, ОБОБЩЕНИЯ, РАСШИРЕНИЯ ЗНАНИЙ

Делаем выводы:

1. Процесс образования мочи состоит из трёх этапов.
2. После прохождения через почки химический состав плазмы крови восстанавливается до нормы. Мы наблюдаем гомеостаз.

*Вопрос:* Дайте определение гомеостаза.

Значит, почки – один из органов, обеспечивающих относительное постоянство физико-химического состава внутренней среды.

3. Работа почек регулируется нейрогуморально.

Симпатическая нервная система – уменьшает диурез (снижает фильтрацию, усиливает реабсорбцию).

Парасимпатическая нервная система – увеличивает диурез.

Гормон АДГ, выделяемый гипофизом, уменьшает объём мочи, а альдостерон, вырабатываемый надпочечниками – увеличивает его.

## ЭТАП ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

**Задание.** Раздаются заполненные бланки с анализом мочи.

Каждый из вас сдавал анализ мочи. Сейчас вам предлагаются бланки с результатами анализа мочи.

1. Внимательно изучите полученный результат.
2. Отметьте нарушение в составе мочи.
3. На основе полученных данных сделайте вывод — в какой части нефрона произошло нарушение?

Анализ мочи — один из методов диагностики заболеваний почек.

### Сообщение ученика

Заболеваниям почек подвержены 3,5% жителей России.

Симптомы:

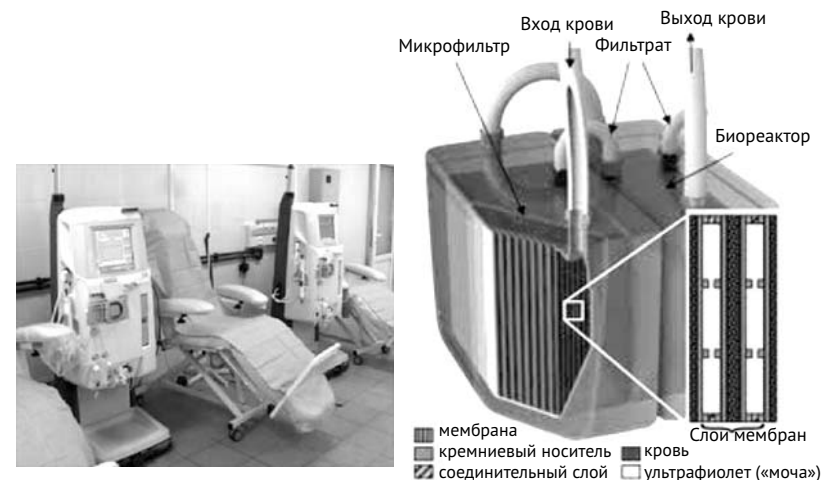
- боли в пояснице;
- кровь в моче, помутнение мочи;
- повышение температуры, давления;
- отёки вокруг глаз, ног;
- общая слабость, потеря аппетита, жажда, сухость во рту.

Среди многочисленных заболеваний почек наиболее часто встречаются пиелонефрит, мочекаменная болезнь, почечная недостаточность.

Пиелонефрит — самое распространённое инфекционное заболевание. Микроорганизмы попадают в почку с током крови из кариесного зуба, фурункула, кишечника, лёгких. В почке начинается гнойно-воспалительный процесс.

Мочекаменная болезнь — характерно образование камней в органах мочеполовой системы. Этому способствует жёсткая вода с большим содержанием солей, особенности питания (однообразная, острая, кислая пища), травмы и заболевания костей, хронические болезни желудка и кишечника, обезвоживание организма.

Почечная недостаточность — заболевание, при котором почки частично или полностью перестают выполнять свои функции. В организме нарушается водно-солевой обмен, накапливается мочеви́на и креатинин. При этом многим из больных необходим диализ — медицинская процедура, копирующая нормальную работу почек. Для этого необходима искусственная почка, которая перекачивает кровь, фильтруя её, при этом ненужные вещества переходят в специальную жидкость. Это сложная процедура, заставляющая больного человека зависеть от больницы и проводить в ней в среднем до 25 дней в году.



### Сообщение второго ученика.

#### Инновационные методы лечения заболеваний почек

Нанотехнологические фильтры в скором будущем могут привести к созданию переносных или вживляемых искусственных почек (вначале она будет весить 1–1,5 кг, а планируется иметь размер больших наручных часов). Компания из Калифорнии разрабатывает фильтр, повторяющий функцию почек, но не использующий специальную жидкость. Данное устройство состоит из двух мембран. Первая, условно называемая G-мембраной, имитирует клубочки, которые в почках «отсеивают» из крови все молекулы, оставляя практически воду. Другая мембрана, T-мембрана, копирует работу почечных трубочек, которые обрабатывают молекулы, поступившие из клубочков, и пытается вернуть в кровь полезные вещества. Эта мембрана состоит из пор, каждая размером в несколько нанометров, расположенных на расстоянии в 1–5 нм. Поры будут иметь свою форму, размер и заряд, тем самым возвращая в поток только заданные химические вещества.

Предполагается, что разработанные нанороботы будут способны лечить множество болезней, в том числе и удалять камни в почках: почечные камни могут быть необычайно болезненны. Чем больше камень, тем сложнее от него избавиться. Врачи удаляют их с помощью ультразвуковых частот, но это не всегда эффективно. Наноробот смог бы удалить почечный камень, используя маленький лазер.

Болезнь легче предотвратить, чем лечить. Для профилактики болезней мочеполовой системы специалисты компании ЦИМИС-ЗОЖ разработали новый препарат. Важными ингредиентами препарата являются пищевые наночастицы нанозолота, армирующие сосуды почек. В состав



препарата входят и лечебные травы (листья брусники, петрушки, девясил, фенхеля и другие), обладающие мочегонным и дезинфицирующим действием, подавляющие развитие микробов и выводящие токсины. Нанозолото – отличный антиоксидант, который оказывает омолаживающее действие и способствует хорошей работе мочевыделительной системы.

*Задание:* Какие бы вы предложили меры по предупреждению заболеваний почек?

*В результате предложений учеников разрабатываются правила гигиены.*

*Запись в тетради:*

1. Личная гигиена.
2. Своевременное лечение зубов и ангин.
3. Не злоупотреблять лекарствами.
4. Не увлекаться острой, солёной пищей и алкоголем.
5. Не переохлаждаться, закаливаться.

#### РЕФЛЕКСИЯ. ОБЩИЙ ВЫВОД

1. Функции почек связаны с их строением.
2. Основные функции почек – выделительная и поддержание гомеостаза.

#### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- 19.5 – 19.8, записи в тетради.
- *Вопрос:* Как вы объясните, с чем связано изменение pH мочи (4,5–8,5)?

#### Список литературы

1. Воздействие наночастиц серебра на организм человека. <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/firidogiskoe-vozdjeistvie-nanochastits-sere...>
2. Самособирающиеся наночастицы-терминаторы ищут, перехватывают и уничтожают. <http://www.btazabota.kz/novosti/1102-samosobirayschiesya-nanochasti.html>.
3. Исследователи создали первый опытный образец искусственной почки, пригодной для имплантации. <http://www.dailytechinfo.org/medic/1618-issledovateli-sozdali-pervyj-opytnyj-obrazec...>
4. Наночастицы золота для почек. <http://blog.Ludmilakazakova.ru/omologenie/lehenie-i-provilaktika/nanotexnologii-nan...>

Л. Н. Петрова

## Пищеварительные ферменты и микрофлора кишечника

УРОК БИОЛОГИИ В 8-ОМ КЛАССЕ

(РАСШИРЕННАЯ ПРОГРАММА В ЛИЦЕЙСКОМ МЕДИЦИНСКОМ КЛАССЕ)

**Цель:** расширить знания учащихся о процессе пищеварения в организме человека на основе освоения знаний о многообразии и роли пищеварительных ферментов, о бактериальной микрофлоре кишечника, об инновационных технологиях в лечении заболеваний органов пищеварения.

#### Задачи:

- рассмотреть многообразие пищеварительных ферментов как отражение специфичности их действия;
- показать значимость определённых условий для их работы;
- дать оценку роли микрофлоры кишечника для здоровья человека;
- познакомить с ролью нанотехнологий в лечении нарушений работы кишечника.

**Тип урока:** интегрированный (биология, химия, медицина).

**Технология:** исследовательская, с элементами здоровьесбережения, с использованием ИКТ.

**Опорные понятия:** пищеварение, ферменты, катализаторы, химические вещества, микрофлора, симбиоз, наночастицы.

**Оборудование:** компьютерное обеспечение, пробирки с желудочным соком, пробирка со слюной, белок куриного яйца, водяная баня, набор пробирок, растворы NaOH и CuSO<sub>4</sub>.

#### Содержательные линии:

- определение понятия «пищеварение», краткая характеристика его этапов;
- необходимость ферментов для этапа химического расщепления пищи;
- многообразие пищеварительных ферментов, их действия и условия для их работы;
- исследование специфичности и условий действия ферментов;

- понятие толстого кишечника, микрофлоры, симбиоза;
- роль микрофлоры в процессе пищеварения, условия её развития;
- нанотехнологии в лечении дисбактериоза.

**Планируемые результаты:****Предметные:**

- овладение базовым понятийным аппаратом по теме «Пищеварение»;
- умение получать интегрированные знания (биология-химия-медицина-нанобиология);
- установление причинно-следственных связей при проведении исследования по специфичности действия ферментов и условиям для их работы;
- развитие представлений о составе, роли микрофлоры в толстом кишечнике и условиях, необходимых для их работы;
- анализ представленной информации по инновационным методам лечения дисбактериоза.

**Метапредметные (формирование надпредметных знаний):**

- овладение обобщёнными способами действий, открывающими возможность целенаправленно анализировать, обобщать материал из разных предметных областей: биологии, химии, медицины, нанобиологии.

**Универсальные учебные действия:****Личностные:**

- помочь ученику задаться вопросом о том, какое значение имеет изучение ферментов и микрофлоры толстого кишечника для него лично.

**Познавательные:**

- умение планировать эксперимент по доказательству специфичности действия пищеварительных ферментов, наблюдать ход данного эксперимента, анализировать полученные результаты.

**Регулятивные:**

- соблюдать правила техники безопасности при выполнении лабораторного эксперимента по доказательству специфичности действия пищеварительных ферментов.

**Коммуникативные:**

- уметь участвовать в эвристической беседе с учителем и одноклассниками по проблемам пищеварения в организме человека;
- эффективно взаимодействовать в паре с партнёром при проведении эксперимента по доказательству специфичности действия пищеварительных ферментов для его выполнения в соответствии с инструкцией.

**Здоровьесберегающие аспекты:**

- доброжелательный настрой на урок; знакомые понятия в начале урока способствуют снятию эмоционального напряжения;
- смена видов деятельности (постановка проблемы, заполнение таблицы, проведение эксперимента, рассказ учителя, демонстрация слайдов, сообщение ученика);
- создание доброжелательного микроклимата на уроке через активную творческую деятельность каждого учащегося;
- физкультминутка для снятия статической усталости.

## Предполагаемый ход урока

### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭТАП

Доброжелательный настрой на урок.

Снятие эмоционального напряжения.

Ученики выдвигают гипотезу: изменение химуса в кишечнике – это результат деятельности ферментов и микрофлоры.

### ПРОБЛЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ЭТАП

Мы продолжаем изучать процесс пищеварения.

Учитель активизирует познавательную деятельность учащихся, задавая проблемные вопросы. Ответы учеников помогают им назвать тему урока.

Дайте определение этого процесса:

*Пищеварение – процесс физической и химической обработки пищи и превращения её в более простые вещества, которые могут всасываться, переноситься кровью и без вреда усваиваться организмом.*

Он включает в себя 3 этапа. Назовите их:

1. Поступление пищи.
2. Переваривание (физическое и химическое изменение) пищи.
3. Усвоение пищи (поступление в кровь или лимфу).

Обратим внимание на 2-ой этап. Что в это время происходит?

*Сложные вещества превращаются в простые.*

Что необходимо для осуществления этого процесса?

*Пищеварительные ферменты.*

### Пищеварительные ферменты и микрофлора кишечника.

Ферменты выделяются пищеварительными железами в протоки, которые впадают в пищеварительный канал.

Повторим всё, что мы знаем о ферментах, заполнив таблицу:

ТАБЛИЦА. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ФЕРМЕНТЫ

Пищеварительные железы	Пищеварительные ферменты	На какие вещества	Условия t, pH, P	Действие Сл – Простые
Слюнные	Амилаза	Крахмал	pH сл.щел.	К – Мальтоза
Желудочные	Пепсин	Белки	pH кислая	Б – (А)4–8
Поджелудочная	Трипсин	Белки	pH щелоч.	Б – (А)4–8
	Химотрипсин	Белки		Б – (А)4–8

	Карбоксипептидаза	(А)4–8		(А)4–8 – А
	Липаза	Жиры		Ж-Гл+Ж.к-ты
	Амилаза	Крахмал		К-Мальтоза
Кишечные	Амилаза	Крахмал	pH щелоч.	К-Мальтоза
	Мальтаза	Мальтоза		Мальтоза-Гл.
	Сахараза	Сахароза		-Гл+Фруктоза
	Лактаза	Лактоза		-Гл+Галактоза
	Эрепсин	Белки		(А)4–8 – Ам-ты

### Исследование специфичности действия ферментов.

1. Ферменты – биокатализаторы белковой природы.

2. Ферменты действуют при определённых условиях. *Каких?*

Как мы доказывали, что условия важны для работы ферментов?

– Вспомним лабораторную работу «Действие ферментов слюны на крахмал»;

– действие ферментов связано с температурой.

3. Ферменты действуют на одно вещество.

Справедливо ли это? Проведём исследование и докажем, что на белок действует пепсин, а амилаза – нет.

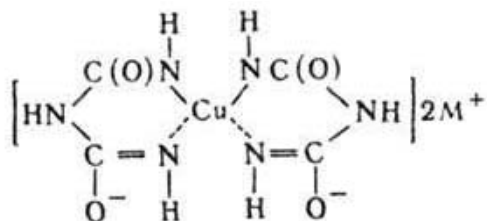
Возьмём три пробирки.

- В первой – 1 мл белка и 5 мл воды;
- Во второй – 1 мл белка + 5 мл желудочного сока (фермент пепсин);
- В третьей – 1 мл белка + 5 мл слюны (фермент амилаза).

Подержим их на водяной бане. *Зачем нужна водяная баня?*

Затем проводим биуретовую реакцию.

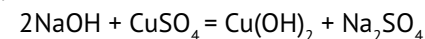
**Биуретовая реакция** – качественная на все без исключения белки, а также продукты их неполного гидролиза, которые содержат не менее двух пептидных связей. Биуретовая реакция обусловлена присутствием в белках пептидных связей, которые в щелочной среде образуют с сульфатом меди (II) окрашенные медные солеобразные комплексы ( $M^+$  – катион щелочного металла).



Биуретовую реакцию дают также некоторые небелковые вещества, например биурет ( $\text{NH}_2\text{-CO-NH-CO-NH}_2$ ), оксамид ( $\text{NH}_2\text{CO-CO-NH}_2$ ), ряд аминокислот (гистидин, серин, треонин, аспарагин).

Проведение: К 1 мл исследуемого раствора доливают 1 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия (NaOH) и 2–3 капли 1%-ного раствора сульфата меди ( $\text{CuSO}_4$ ). При положительной реакции появляется фиолетовая окраска с красным, либо синим оттенком.

В ходе реакции получается гидроксид меди (II) и сульфат натрия – реактив на белок.



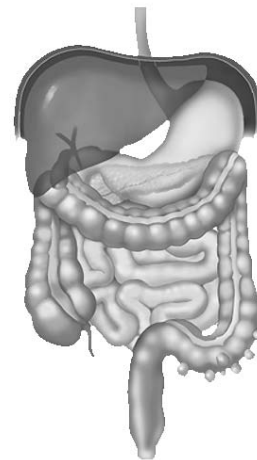
Предлагаю ученикам сделать вывод.

*Предполагаемый вывод: различие в окраске показывает, что только под действием пепсина происходит разрушение белка.*

*Физкультминутка.*

Пища, пройдя по пищеварительному каналу, подверглась действию ферментов, превратилась в химус и её сложные вещества превратились в простые, которые усваиваются стенкой тонкого кишечника.

**Доказательства значимости микрофлоры толстого кишечника.** Остатки химуса попадают в толстый кишечник. Длина его 1,2 метра. Он состоит из отделов. Назовите их.



В толстом кишечнике нет ферментов, но процесс изменения химуса происходит благодаря микрофлоре.

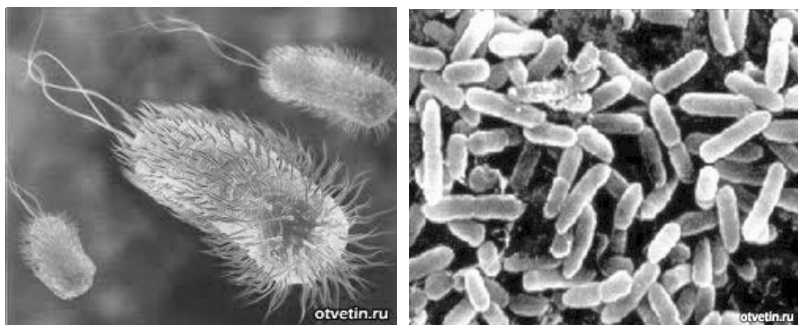
*Микрофлора* – это совокупность микроорганизмов, живущих в симбиозе с человеком.

*Симбиоз* – это взаимовыгодное сожительство двух организмов.

В кишечнике одного человека живут примерно 2 кг самых разнообразных микроорганизмов, среди них полезных 400–500 видов.

Анаэробы:  
Бифидобактерии  
Лактобактерии  
95%

Аэробы:  
Стрептококки  
Кишечная палочка  
Энтерококки



Чем дальше химус продвигается по пищеварительному тракту, тем больше бактерий участвует в его переваривании. Они:

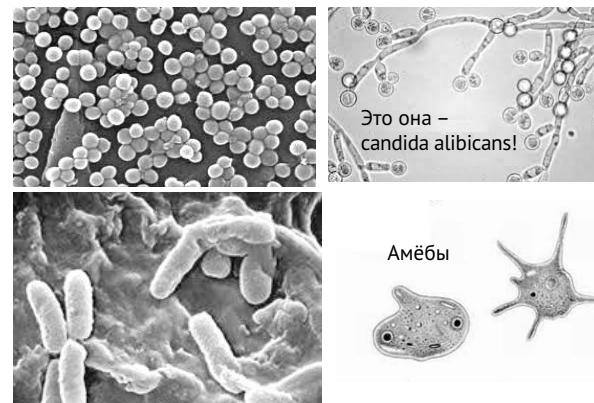
1. Подавляют размножение патогенных бактерий, препятствуют проникновению в кровь болезнетворных микробов и вирусов, т.е. укрепляют иммунитет.
2. Переваривают целлюлозу (из которой состоят оболочки всех растительных клеток) до глюкозы.
3. Принимают активное участие в синтезе незаменимых аминокислот, витаминов (В,К), усвоении микро- и макроэлементов (Са, Р, Fe).
4. Нормализуют деятельность желудочно-кишечного тракта и замедляют процессы старения.

Утверждаем, что микрофлора в толстом кишечнике очень важна. Значит, нужно создать условия для их работы.

Это, прежде всего:

1. сбалансированное питание – много овощей, фруктов, цельнозерновых продуктов и обязательно 2–3 литра жидкости в сутки;
2. активный образ жизни.

Но постоянные стрессы, неправильное питание, экологическое неблагополучие, бесконтрольный приём антибиотиков, алкоголь – основные причины гибели полезной микрофлоры, приводящие к дисбактериозу, при котором полезная микрофлора слабеет, а вредная, патогенная – стафилококки, дрожжевые грибки, протеи, синегнойная палочка – начинают активно размножаться.



Постепенно патогенная микрофлора развивается не только в кишечнике, но и на коже, слизистых оболочках, снижает иммунитет. В результате наш организм становится уязвим для простудных, инфекционных, желудочно-кишечных и аллергических заболеваний.

Только врач может поставить диагноз «дисбактериоз» и назначить лечение.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ЛЕЧЕНИИ ДИСБАКТЕРИОЗА

### Сообщение ученика

Традиционно таким лечением является приём пробиотиков. Пробиотики – это лекарственные препараты или биодобавки, в состав которых входят живые микробные культуры (лакто- и бифидобактерии), представители нормальной микрофлоры человека.



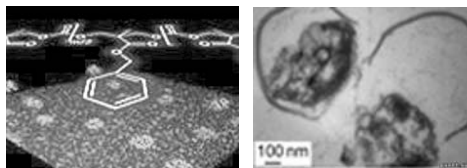
Бактерии, несмотря на свои малые габариты, отличаются высокой жизнестойкостью. Всякий раз, когда их подвергают обработке новым препаратом, погибает 99,99%, но оставшиеся 0,01% успешно размножа-



ются и будут нечувствительны к этому препарату, ситуация возвращается в самое начало. И темпы разработки новых лекарственных препаратов не успевают за темпами появления новых бактерий.

Учёные из IBMResearch и Сингапурского института биоинженерии и нанотехнологий разработали новые самособирающиеся наночастицы, которые могут выборочно обнаружить и уничтожить устойчивые к антибиотикам виды бактерий. Наночастицы изготовлены из специального полимерного материала. Когда их вводят в кровоток, они собираются в капли, величиной 200 нм. Эти капли обладают небольшим электрическим зарядом и благодаря этому притягиваются к бактериям, которые имеют отрицательный заряд, чем и отличаются от клеток человеческого организма. Эти наноклапы обволакивают мембраны оболочек бактерий и пробивают в них большие отверстия, бактерии погибают. Наноклапа может поразить множество целей, поэтому нет необходимости в высокой концентрации. По истечении нескольких дней наночастицы разлагаются на углекислый газ и не ядовитые примитивные спиртовые соединения, которые выводятся из организма естественным путём.

Это многообещающий способ борьбы с бактериями, но исследования продолжаются.



Учёные предлагают и другой способ лечения — использование наносеребра. Как известно, серебро — самый сильный естественный антибиотик из существующих на Земле. Доказано, что оно способно уничтожить более чем 650 видов бактерий, поэтому используется человеком для уничтожения различных микроорганизмов на протяжении тысячелетий, что свидетельствует о стабильном антибиотическом эффекте. Бактерицидная добавка на основе наночастиц серебра является одним из последних достижений отечественной науки в области нанотехнологий. Размеры наночастиц серебра около 25 нм. Они имеют чрезвычайно большую удельную площадь поверхности, что увеличивает область контакта серебра с бактериями, значительно улучшая его бактерицидное действие. Применение серебра в виде наночастиц позволяет в сотни раз снизить его концентрацию с сохранением всех бактерицидных свойств. Серебро действует на клеточную структуру. Любая клетка без химически устойчивой стенки (бактерии, внеклеточные вирусы) подвержена действию серебра. Клетки млекопитающих имеют мембрану другого типа, и серебро на них не действует. Американские исследования показали, что коллоидное серебро является безопасным и самым мощным для организма человека натуральным антисептиком, активно участвующим в снижении жизнедеятельности и прекращении размножения чужеродных для организма бактерий, вирусов, грибов и паразитов (после шестиминутного контакта), и стимулирует защитные механизмы.

#### ВЫВОДЫ:

1. Во всех отделах пищеварительного тракта, кроме толстого кишечника, ферменты расщепляют сложные вещества на простые, которые могут усваиваться организмом.
2. В толстом кишечнике 400–500 видов бактерий, большинство из них выполняет важные для организма функции.
3. Нарушение микрофлоры кишечника ведёт к дисбактериозу.
4. Нанотехнология позволяет внедрять новые методы профилактики и лечения многих болезней, в том числе и дисбактериоза.

#### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

1. Повторить материал, записанный в тетради.
2. Повторить параграф № 33.
3. Познакомить родителей с методами лечения дисбактериоза, в том числе и нанотехнологией.

#### Список литературы

1. Воздействие наночастиц серебра на организм человека.  
<http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/fridogiskoe-vozdествie-nanochastits-sere...>

Л. Н. Петрова, Н. Р. Нестеркина

# Фосфор и его соединения

Бинарный урок в 9-ом классе: биология — химия

**Цель:** доказать роль фосфора в здоровье человека.

**Задачи урока:**

- актуализировать знания о строении атома, классах неорганических соединений;
- показать роль фосфора в рационе питания;
- показать возможность использования фосфора в нанотехнологиях.

**Тип урока:** бинарный, интеграция содержания биологии, химии и нанотехнологий, в основе которых лежат соединения фосфора.

**Технология урока:** исследовательская с элементами здоровьесберегающей, использование ИКТ.

**Содержательные линии:**

1. Повторение определений и понятий, связанных с изучаемой темой (оксиды, гидроксиды и их классификация, обмен веществ, энергообмен, ферменты и т.д.).
2. Работа с таблицами и схемами (обмен веществ, содержание элемента фосфора в пищевых продуктах).
3. Практическое применение знаний при изучении нового материала, прогнозирование и написание химических свойств средних и кислых солей (на примере солей фосфорной кислоты).
4. Взаимопомощь, взаимопроверка и самопроверка.
5. Решение расчётных задач интегрированного содержания.
6. Нанотехнологии — наука будущего, лекарства, биосовместимость наноматериалов.

**Здоровьесберегающий аспект урока:** смена деятельности: беседа с классом, самостоятельная работа, взаимопроверка, прослушивание сообщения, физкультминутка.

**Планируемые результаты.**

**Предметные:**

- расширение представлений о взаимосвязи *строение* → *свойства* → *применение*;
- изучение свойств соединений фосфора (оксидов и фосфорной кислоты, фосфатов);
- осознание необходимости здорового образа жизни, питания, двигательной активности.

**Метапредметные:**

умение слушать, анализировать полученную информацию, умение делать выводы, пользоваться формулами, интегрировать знания различных образовательных областей, умение обобщать материал.

**Универсальные учебные действия:**

**Личностные:**

Способность к самореализации, формирование мотивации к обучению посредством значимых для человека знаний, умение применять ранее изученный материал для познавательной деятельности, коммуникативность.

## Предполагаемый ход урока

### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭТАП УРОКА

*Учитель:* Эпиграф нашего урока: «Фосфор — элемент жизни и мысли». (Ферсман А. Е.). *Демонстрируется слайд № 1.*

В конце урока мы попытаемся ответить на вопрос: «*Почему А. Е. Ферсман так охарактеризовал этот элемент?*»

*Учитель химии.* Дадим характеристику элементу фосфору по его положению в периодической системе Д. И. Менделеева по плану:

- адрес (координаты);
- строение атома;
- сравнение по горизонтали и по вертикали;
- возможные валентности и степени окисления;
- формулы оксидов и гидроксидов и их характер.

*Учитель биологии.* Вы знаете характеристику фосфора с точки зрения химии. А что говорят биологи?

К фосфору применимы слова: относительно редкий и рассеянный в земной коре, но исключительно важный для растений и животных. (*Кадр презентации.*) Он содержится во всех группах живых организмов. Для сравнения посмотрим его количество в 100 граммах сухого вещества. Можем отметить, что у наземных животных фосфора больше, чем у морских. Много у бактерий (3000 мг Р), но самое большое количество — у человека, особенно в костях (5000 мг Р).

*Учитель химии.* У фосфора, как у простого вещества, есть ещё одно интересное свойство — аллотропия.

Что такое *аллотропия* и *какие примеры аллотропов вы знаете?* (*слайд № 2*).

**Сообщение ученика**

У фосфора есть несколько аллотропных модификаций.

Наиболее устойчивы четыре из них: белый, жёлтый, красный, чёрный.

Белый фосфор — это кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, обладает чесночным запахом.

Только белый фосфор имеет молекулярное строение  $P_4$ , ядовит, смертельная доза 10–100 мг. Уже при комнатной температуре белый фосфор легко испаряется, и его пары окисляются. Энергия этих реакций частично переходит в световую, что является причиной свечения белого фосфора в темноте. Внешне похож на маргарин, режется ножом, легко воспламеняется. Открыт алхимиком Хеннигом Брандом (слайд № 3). Вызывает не заживающие долго ожоги (слайд № 4).

Жёлтый фосфор можно рассматривать как неочищенный белый.

Красный фосфор практически нетоксичен. Пыль красного фосфора, попадая в лёгкие, при хроническом действии вызывает пневмонию.

Чёрный фосфор не токсичен и внешне похож на графит.

*Учитель биологии.* Мы прослушали интересное сообщение и можем сделать вывод, что фосфор может быть токсичным, следовательно, при работе с фосфором следует строго соблюдать правила техники безопасности. Фосфорорганические соединения высокотоксичны: проникают в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожу.

При этом наблюдаются острые отравления: жжение во рту и желудке, головные боли, слабость, тошнота и рвота.

Первая помощь: промывание желудка, очистительные клизмы.

*Демонстрируется слайд № 4.*

При ожогах кожи — обработать растворами соды или медного купороса.

*Учитель химии. Проблемный вопрос:*

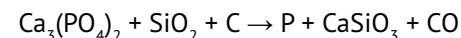
Могла ли собака Баскервилей жить или идти по следу с «маской» фосфора? В чём ошибка Конан Дойля?

**Предполагаемые ответы учеников:**

- белый фосфор токсичен, а, значит, собака отравилась бы;
- возможно, она не дала бы себя намазать фосфором;
- белый фосфор имеет резкий чесночный запах, значит, собака не могла бы учуять след, она потеряла бы нюх;
- собака могла погибнуть от отравления фосфором.

Мы с вами говорили о фосфоре как о простом веществе, однако фосфор в виде простого вещества в природе не встречается, только в виде солей.

Получение фосфора: из апатитов, минерала, основной компонент — фосфат кальция.



**Задание:** Самостоятельно составить электронный баланс и уравнять.

**Вопрос классу:** одинаковые или различные свойства будут у различных аллотропных модификаций фосфора и почему?

1. Взаимодействие с металлами — уравнение реакции и название продукта.
2. Окисление — уравнение реакции и название продукта.

**Соединения фосфора. Задание классу:** Самостоятельно напишите химические свойства кислотных оксидов на примере оксидов фосфора.

- I-ый вариант оксида фосфора (V).
- II-ой вариант оксида фосфора (III).

*Работа в парах:* взаимопроверка и комментарии.

*Учитель биологии.* Мы знаем, что фосфор участвует во всех видах обмена веществ. Назовите 3 этапа обмена веществ...

*(Демонстрируются слайды №№ 5, 6)*

Первый этап — поступление, конечно, с пищей.

Основные источники: молоко и молочные продукты, рыба, мясо, яйца, бобовые, 1600 мг/сутки.

В кишечнике, особенно в толстом, происходит всасывание питательных веществ (в том числе и содержащих соединения фосфора) в кровь. Через кровь они поступают в клетки, часть — удаляется с мочой и калом.

В сыворотке крови содержание органического фосфора изменчиво, а неорганического — постоянно 3–5,5 мг%.

*Может ли это быть диагностическим показателем?*

Содержание фосфора:

- увеличивается при: заболеваниях почек, сахарном диабете, акромегалии;
- уменьшается при: повышении функции паразитовидных желёз.

При недостатке: остеопороз — у взрослых, рахит — у детей, фосфорное голодание — у растений.

В теле человека 1,5 кг фосфора. Больше всего в костной ткани — 1,4 кг, 130 г — в мышечной, 12 г — в нервной.

*Учитель химии.* На примере кости рассмотрим значение соединений фосфора в этом органе.

**Демонстрационный опыт.**

Рассмотрим куриную кость: твёрдая, прочная...

Предварительно такая же кость была помещена на сутки в 10%-ный раствор соляной кислоты.

Что наблюдаем: кость стала гибкой и её можно завязать в узел.

Сделайте вывод из увиденного опыта.

Предполагаемый вывод: Соединения фосфора вместе с катионом кальция обеспечивают прочность костей.

*Самостоятельная работа учащихся.*

**Задание:** Составить уравнения реакций вымывания фосфатов из костей, переход средней соли в кислые на примере перехода фосфата в гидрофосфат и в дигидрофосфат.

*Физкультурная минутка. Упражнения для глаз, несколько двигательных упражнений.*

*Учитель биологии:* Во всех живых организмах элемент № 15 находится исключительно в виде ортофосфат-анионов или органических эфиров фосфорной кислоты, поэтому наряду с термином «фосфор» при обсуждении биологической роли элемента часто используют понятие «неорганический фосфат».

*Проблемный вопрос, актуализация знаний о роли фосфора в клетке человека.* Какую же роль играет фосфор в клетке?

1. Входит в состав нуклеиновых кислот (*Какие? Мономеры? Состав?*).

В процессе эволюции именно эти фосфорные соединения стали универсальными хранителями генетической информации.

2. Входит в состав клеточных мембран – фосфолипиды.

*Изучая, какой процесс, мы говорили «окислительное фосфорилирование» – один из этапов энергетического обмена. Что образуется в результате энергетического обмена? – АТФ.*

*Нарисуйте схему строения (слайд № 7).*

АТФ – наномолекула (т.е. имеет размер от 1 до 100 нм). Продолжительность жизни не более 1 минуты.

Это вещество не запасается организмом, поэтому в сутки синтезируется до 40 кг этого вещества.

Благодаря особенностям химического строения атомы фосфора способны к образованию богатых энергией макроэргических связей, при разрыве которых выделяется примерно 40 кДж энергии.

*Сколько в АТФ таких связей? – Две.*

АТФ играет центральную роль в превращениях энергии в клетке. Это единственный и универсальный источник энергии для всех клеточных реакций.

Фосфор входит в состав ферментов, которые можно рассматривать как нановещества (киназа, фосфоорилаза, фосфотаза) и витаминов.

Главную роль в превращениях соединений фосфора играет печень. Эти процессы регулируются гормонами и витамином Д.

*Учитель биологии.* Что вам известно об использовании фосфора в современной технологии?

**Сообщение учащегося об использовании фосфора в нанотехнологиях.**

Команда исследователей из Нидерландов впервые успешно захватила одну единственную молекулу РНК при помощи ловушки, созданной на основе нанопор. Разработанная методика работы с одной молекулой РНК позволит в будущем объяснить их форму, измерив силы, действующие на отдельные фрагменты сложной структуры. Вероятно, это обеспечит учёным понимание особенностей сложной структуры РНК.

Молекулы РНК определяют механизм, при помощи которого молекулы взаимодействуют друг с другом в клетках живых организмов. Геномы многих вирусов состоят исключительно из РНК, т.е. для более глубокого понимания их воздействия на живые организмы необходимо научиться понимать «язык» РНК.

Однако, изучение пространственной структуры РНК – весьма сложная задача, ранее не доступная ни для одной из существующих техник. Проблема заключалась в том, что молекулы РНК имеют слишком маленькие размеры, т.е. их поведением достаточно сложно управлять при помощи лабораторных инструментов. Решение проблемы – использование нанопор, при помощи которых можно не просто захватывать молекулу РНК, но и «протягивать» её через нанопору в нужном направлении. Это, в свою очередь, обеспечивает возможность распутать её сложную структуру и измерить силы, действующие на её отдельные фрагменты. Методика даст возможность не только исследовать сами молекулы РНК, но и обнаруживать белки, связанные с РНК. Таким образом, предложенная техника – это не просто ещё один из вариантов использования нанотехнологий в биохимических исследованиях. Это путь, который в будущем позволит приоткрыть завесу тайны, скрывающую свойства и особенности РНК.

Ещё одна отрасль наноисследований – лечение органов. Учёные Воронежского государственного университета разработали серию нанокристаллических керамических материалов на основе минерала из фосфата кальция, плотные и пористые керамики, и разработали методы нанесения покрытия из этих материалов на ткань.



Создание искусственных тканей для лечения того или иного органа человека — одно из стратегических направлений современной медицины. При этом изготовление костных имплантатов, которые быстро врастают в живую кость, либо замещаются живой костной тканью, в настоящее время развито в наилучшей степени. Например, операции по вживлению искусственных зубов вошли в повседневную медицинскую практику. Основным материалом, используемым при создании костных имплантатов, — гидроксипатит, минерал на основе фосфата кальция. Из него либо делают пористый протез кости (поры нужны для быстрого заселения протеза клетками костной ткани), либо наносят в качестве покрытия на металлические имплантаты, улучшая их приживаемость в организме.

Основная задача материаловедов, работающих в этой области, — обеспечить искусственной кости такие же прочностные и упругие свойства, что и у живой кости. Добиться этого можно, варьируя химическим составом материала и его микроструктурой.

Активно проводятся работы по созданию нанокапсул и наносфер для целенаправленной доставки лекарственных препаратов в организм человека (онкологическая, противогепатитная и анти-ВИЧ-терапия). Лекарства, содержащиеся внутри наночастиц, переносятся к определённому органу, требующему лечения.

*Учитель биологии.* Значение фосфатов в питании человека огромно. Практически весь фосфор усваивается организмом человека в виде неорганических фосфатов, в среднем всасывается около 70% потребляемого с пищей фосфора.

**Таблица. СОДЕРЖАНИЕ ФОСФОРА В ПРОДУКТАХ**

Продукт	P мг/100 г
Жареная говядина	250
Молоко	93
Пшеничный хлеб	254
Картофель	53
Яблоки	10
Куриное яйцо	205

Суточная потребность в элементе для беременных и кормящих женщин составляет 1500 мг, для детей 2–6 лет — 800 мг, детей 10–12 лет — 1200 мг, взрослого человека — 800 мг.

В силу распространённости фосфатов в природе, обычный дневной рацион взрослого человека содержит фосфора в 7–10 раз больше суточной потребности в нём, поэтому встречаться со случаями недостаточного поступления этого элемента в организм приходится очень редко. Важнее правильное сочетание в рационе кальция и фосфора, ведь образование костной

ткани связано с обоими этими элементами. Замечено, что если организм испытывает недостаток кальция, то, как правило, тут же обнаруживается переизбыток фосфора, и наоборот. Детальные исследования позволили установить, что пища должна содержать одинаковые количества по массе фосфора и кальция (исключение — норма для грудных детей).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вернёмся к началу урока и вспомним слова академика А. Е. Ферсмана (слайд № 1). Согласны ли вы с высказыванием учёного, какие аргументы вы можете привести в защиту этого мнения или хотите поспорить с ним.

### *Предполагаемые ответы учеников:*

- входит в состав протоплазмы клеток — структурной и функциональной единицы живого;
- участвует во всех видах обмена веществ, что является одним из основных свойств живого;
- необходим для работы сердечной мышцы;
- и мысли, т.к. входит в состав мозга, нужен для работы нервной системы.

### ВЫВОДЫ УРОКА:

- прокомментируйте слова А. Е. Ферсмана;
- соединения фосфора в природе могут переходить из одного состояния в другое;
- фосфор — необходимый элемент для всего живого;
- фосфор входит в состав многих наномолекул (белков, РНК, АТФ);
- современное развитие инновационных технологий позволяет сконструировать молекулы с заданными свойствами;
- основа здоровья человека — сбалансированное питание, которое включает, в том числе, и соединения фосфора.

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

- Выпишите необходимые для выполнения домашнего задания данные из таблицы на слайде.
- Задачи:
  1. Вычислить суточную потребность человека в картофеле, если предположить, что только из него может быть получен необходимый фосфор.
  2. Вычислить суточную потребность человека в говядине, если предположить, что только из неё может быть получен необходимый фосфор.

**Список литературы к химической части урока «Фосфор», 9-ый класс**

1. Книга для чтения по неорганической химии. – М., Просвещение, 1983.
2. Трифонов Д. Н., Трифонов В. Д. Как были открыты химические элементы. – М., Просвещение, 1990.
3. Колтун Марк. Мир химии. – М., Детская литература, 1988.
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Фосфор>.
5. <http://xumuk.ru/Фосфор>. Химическая энциклопедия.
6. [http://1september.ru/Круговорот фосфора в природе](http://1september.ru/Круговорот_фосфора_в_природе).
7. Конан Дойль А. Собака Баскервилей.

А. С. Обуховская

## Почва как среда жизни. Антропогенное загрязнение почвы. Роль нанотехнологий в защите окружающей среды

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УРОК (ЭКОЛОГИЯ, ХИМИЯ, БИОЛОГИЯ,  
НАНОТЕХНОЛОГИИ). 2 ЧАСА

**Цель урока:** развивать и систематизировать знания учащихся, связанные с ролью почвы в биосфере. Показать значимость современных инновационных нанотехнологий в защите окружающей среды.

**Тип урока:** обобщающий.

**Педагогическая технология:** исследовательская с использованием ИКТ и здоровьесберегающих форм работы.

Класс делится на 6 групп. Каждая группа получает задание. Через определённое время проходит тезисное представление материала. Учащиеся других групп задают вопросы докладчикам по теме выступления. Право задать вопрос по теме выступления определяется с помощью жеребьёвки.

*Критерии оценки вопросов и ответов:*

- Обоснованность.
- Краткость.
- Креативность.
- Активность.

**Содержательные линии:**

- Актуализация знаний.
- Выдвижение гипотезы: «Существует ли в настоящее время доказательство значимости роли почвы в биосфере».

- Свойства почвы.
- Почвообразователи.
- Почвенные организмы.
- Роль почвы в биосфере.
- Нанотехнологические инновации в очистке почвы.

**Здоровьесберегающая деятельность.** Мотивация обучения – проблемы загрязнения почвы актуальны для каждого человека. Смена видов деятельности (просмотр слайдов, работа с раздаточным материалом, сообщения, заполнение таблицы). Самоанализ. Релаксационная пауза через 20–25 минут от начала урока (смотри приложение).

#### Планируемые результаты:

##### Предметные:

Развитие знаний о свойствах, строении, роли почвы, инновационных нанотехнологических подходах для её очистки; формирование экологического мировоззрения; применение полученных знаний для дальнейшего изучения экологии, понимания значимости нанотехнологий в охране окружающей среды.

##### Метапредметные (формирование надпредметных знаний):

Ученики способны отбирать необходимые для решения представленной на уроке проблемы источники информации, работать с информацией, изложенной в разных формах (текст, таблица, схема и др.), преобразовывать информацию, интегрируя содержание экологии, химии, физики, медицины, используя в том числе ИКТ. Ученики самостоятельно организуют процесс обучения. Анализируют, обобщают, структурируют материал, строят логические цепочки, выясняют причинно-следственные связи.

#### Универсальные учебные действия:

##### Личностные:

Установление связи между целью изучения почвы и мотивом сохранения окружающей среды, в том числе почвы. Формирование ценностно-смысловых ориентаций ученика в вопросах охраны окружающей среды, в том числе почвы;

##### Регулятивные:

Способность учащихся планировать свою деятельность с учётом конечного результата (чтобы подтвердить или опровергнуть гипотезу, необходимо пройти ряд этапов исследования объектов), способность оценить, что усвоено в данной теме, а что нет. Наметьте план дальнейших действий;

##### Познавательные:

Поиск и выделение необходимой информации для доказательства значимости почвы в биосферных процессах, формирование познавательной цели, поиск новой информации о нанотехнологиях для защиты окружающей среды, в частности почвы;

##### Метапредметные:

Развитие мыслительной деятельности. Мотив обучения позволит учащимся управлять своей деятельностью, самостоятельно организовывать процесс обучения, анализировать, обобщать, структурировать материал, строить логические цепочки, выяснять причинно-следственные связи. Развитие умений использования методов информационного поиска, в том числе с помощью ИКТ. Способность оценить результаты своей деятельности, учитывая критерии, предлагаемые на данном уроке;

##### Коммуникативные:

Работа в группе помогает развивать диалог между сверстниками, строить продуктивное взаимодействие и сотрудничество, способствует формированию умения слушать и с уважением относиться к собеседнику.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭТАП УРОКА

Учитель выдвигает гипотезу:

- Почва является глобальным фактором, влияющим на гидросферу и атмосферу, она участвует в круговороте веществ и жизнедеятельности организмов. Однако в настоящее время мало внимания уделяется проблемам экологической защиты почвы, её санитарной функции; недооценивается её роль как глобального фактора.

Попробуем доказать или опровергнуть представленную гипотезу. В процессе освещения тех или иных проблем изучаемой темы предлагается задавать вопросы, дополнять ответы учащихся. Вопрос должен быть конкретным и чётко сформулированным, с желательным последующим комментарием ответа на вопрос.

По ходу урока ученики заполняют таблицу, анализируют данные таблицы и определяют системные взаимосвязи.

Таблица. Многокомпонентность почвы

Химический состав почвы	Свойства почвы	Почвообразователи	Почвенные организмы	Выводы

*Учитель. (Демонстрирует слайд № 1. Содержание слайда – иллюстрация слоев Земли).*

На основании сейсмических исследований в строении Земли выделено три основных слоя: наружный, называемый земной корой, промежуточный – мантия, внутренний – ядро.

Земная кора и слой верхней мантии составляют литосферу. Верхняя часть литосферы – почва.

Земная кора является источником полезных ископаемых, а процессы, происходящие в ней, влияют на материальный и энергетический баланс биосферы. Мантия и ядро, составляющие 99% объёма Земли, пока недоступны для химического анализа.

В начале XX века В. В. Докучаевым и его учениками было создано первое теоретическое учение о почве как особом естественноисторическом теле природы. В. И. Вернадский (ученик В. В. Докучаева) впервые сказал о глобальном значении почвы, как части литосферы, необходимой для эволюции, функционирования и сохранения биосферы. В почвоведении существует большое количество определений понятия «почва».

Например, почва – продукт выветривания, реорганизации и формирования верхних слоёв земной коры под влиянием жизни и обменных процессов. Почва – биокосная система, основанная на динамическом взаимо-

действию между минеральными компонентами, детритом, детритофагами и другими почвенными организмами.

Известны пять факторов новообразования почвы (по определению В. В. Докучаева): материнские породы, растительные и животные организмы, климат, рельеф, время. К ним добавлены почвенные и грунтовые воды, деятельность человека.

### ПРОБЛЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ЭТАП УРОКА

**Работа в группах. Заполнение таблицы.** При работе над предлагаемым материалом обратите внимание на структурирование материала, проблемный характер изложения данных. При подготовке к постановке вопросов для других групп проявите умение чётко, в соответствии с заданной темой, формулировать вопрос; наиболее интересными являются проблемные вопросы. При прослушивании ответа проявляйте, пожалуйста, уважение к отвечающему.

#### Химический состав почв

Первым исследовал химический состав земного вещества американский геохимик Ф. У. Кларк в 1899 году. Среднее содержание химических элементов в земной коре вычислил А. П. Виноградов. Учёные отмечают сходство распространения химических элементов в земной коре и в космосе.

Любые почвы содержат все элементы Периодической системы Д. И. Менделеева, а в случае химического загрязнения в почвах обнаруживаются и трансурановые элементы. Диапазон концентраций (см. таблицу ниже) очень велик: от десятков и единиц массовых долей (в %) до  $10^{-10}$ – $10^{-11}$ %. Химические элементы представлены в почвах большим набором соединений. Разнообразие соединений любого из элементов обеспечивает сравнительную устойчивость химического состояния почв. Так, соединения фосфора представлены преимущественно ортофосфатами кальция, алюминия, железа, цинка, свинца, марганца. Кроме того, значительная часть фосфора является составной частью органических соединений и конденсированных фосфатов.

Железо в почвах одновременно входит в кристаллические решетки алюмосиликатов, в минералы гетит  $\text{FeO}(\text{OH})$ , гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , в различные гидроксиды. По мере расхода наиболее растворимых соединений железа (III) его концентрация поддерживается в почвенном растворе другими соединениями железа. Соединения кремния в почвенном растворе представлены ортокремниевой кислотой  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  или её полимерными формами, а в твёрдых фазах одновременно сосуществуют аморфный и кристаллический диоксид кремния  $\text{SiO}_2$  (кварц), минералы группы алюмосиликатов.

Таблица. ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВЕ (в % по массе)

Элемент	Содержание в почвах	Элемент	Содержание в почвах
Si	26–44	Mn	0,01–0,3
Al	1–8	$C_{\text{орг}}$	0,5–4
Fe	0,5–6	N	0,05–0,2
Ca	0,3–5	P	0,02–0,1
K	0,2–3	S	0,02–0,2
Na	0,2–2	H	0,04–0,2
Mg	0,1–2	Mo, Br, As, I, Sc, Pb, Co, B, Cu, Li, Ni, Zn	$n \cdot 10^{-4}$ – $n \cdot 10^{-3}$
Ti	0,2–0,5	Hg, Se	Около $10^{-6}$

Особенно многочисленны в почвах соединения углерода. Практически всегда в почвенном воздухе есть диоксид углерода  $\text{CO}_2$ , в почвенном растворе – угольная кислота, в степных и сухостепных почвах –  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; и это только минеральные соединения. Набор соединений в органическом веществе до сих пор не подсчитан, но в их число входят как низкомолекулярные соединения, начиная от метана  $\text{CH}_4$ , аминокислот, простейших кислот жирного ряда, моносахаридов, так и высокомолекулярные соединения, представленные целлюлозой, лигнином, полипептидами.

Особое место занимают так называемые специфические для почв гуминовые вещества. Впервые гуминовые кислоты выделил из торфа немецкий учёный Ф. Ахард в 1786 г., но до сих пор их строение остается неясным, возраст, датированный по радиоактивному изотопу  $^{14}\text{C}$ , достигает сотен и тысяч лет, а молекулярные массы составляют десятки тысяч атомных единиц массы. В основе гуминовых веществ лежат бензолсодержащие фрагменты, их мобильная часть представлена большим набором аминокислот и моносахаридов, они содержат азот и различные кислородсодержащие функциональные группы: карбоксильные –COOH, гидроксильные –OH и другие.

Особенность гуминовых кислот заключается в высокой устойчивости к гидротермическим и биохимическим условиям. Функции гуминовых веществ в почвах разнообразны и чрезвычайно важны. Они аккумулируют элементы питания растений, защищают почвенные минералы от выветривания, способствуют миграции катионов различных металлов в форме комплексных соединений, регулируют тепловой и кислотно-основной режимы почв, влияют на ёмкость катионного обмена и на буферность почвы, обладают выраженной физиологической активностью и способны стимулировать рост и развитие сельскохозяйственных растений.

Сложность состава почв, большой набор химических соединений обуславливают возможность одновременного протекания различных химических реакций между почвенным раствором и твёрдыми частями почвы

(см. схему), а также способность твёрдых фаз почв поддерживать сравнительно постоянным состав почвенного раствора, откуда растения непосредственно черпают химические элементы. Эту способность почв – поддерживать постоянный состав почвенного раствора – называют буферностью почв, которая определяется большим набором одновременно протекающих химических реакций. Химическое разнообразие делает почву устойчивой к изменяющимся условиям природной среды или антропогенной деятельности.

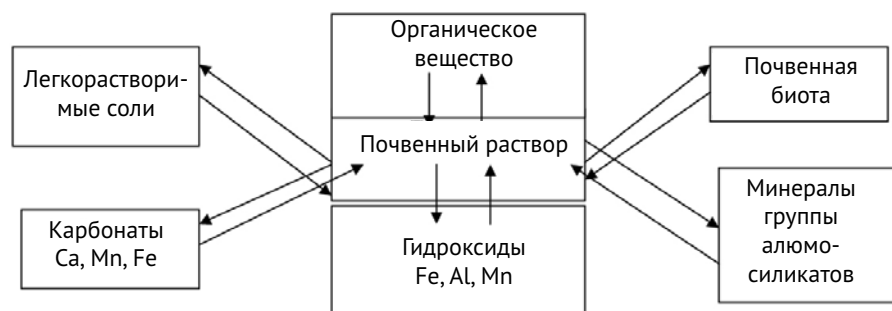


СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПОЧВЕННЫМ РАСТВОРОМ И ДРУГИМИ КОМПОНЕНТАМИ ПОЧВЫ (СЛАЙД № 3)

По современным данным в почвах может происходить более 30 различных химических реакций и процессов. Часть из них имеет общий характер для всех почв, часть присуща только отдельным почвенным типам. Общие для большинства почв реакции следующие: осаждение – растворение, катионный обмен, комплексообразование, синтез и минерализация органических соединений, образование гуминовых веществ.

Почвам северных влажных регионов свойственны накопление кислых продуктов, развитие восстановительных процессов; в сухих южных районах нередко происходит накопление солей, а реакция почв зависит от карбонатов кальция и регулируется карбонатно-кальциевым равновесием. Ниже рассмотрены наиболее важные для почв свойства и характеристики.

Природная кислотность почв может быть вызвана органическими кислотами, попадающими в почву с растительными остатками или корневыми выделениями, диоксидом углерода в почвенном воздухе и поступлением азотной и серной кислот с кислотными дождями. Анализ химических равновесий показал, что роль  $\text{CO}_2$  в этом процессе значительнее, чем это представлялось раньше. Растворение углекислого газа  $\text{CO}_2$  приводит к образованию угольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Сама по себе это довольно слабая кислота, но в почвенном воздухе доля углекислого газа  $\text{CO}_2$  много выше, чем в атмосферном; в последнем доля  $\text{CO}_2$  составляет около 0,03%, а в почвенном воздухе достигает целых процентов. Поэтому в некарбонатных почвах только за счёт растворения

углекислого газа величина pH может опускаться до 4,5 и даже ниже. Болотные почвы имеют pH 4,0–4,5, песчаные – 4,5–5,0, глинистые – около 7,0.

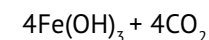
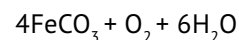
Щелочными считают почвы, водная суспензия которых имеет pH 7,5–8,0 или выше. Щёлочность почв вызывается различными солями: роль играют  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CaCO}_3$ ; последний создаёт кислотно-основную буферность и сравнительно высокую щёлочность. Регулирование реакции осуществляется в этом случае за счёт карбонатно-кальциевой системы  $\text{CaCO}_3\text{--H}_2\text{O--CO}_2$ . Карбонатно-кальциевая система работает до тех пор, пока в твёрдой части почвы присутствует  $\text{CaCO}_3$ , и обуславливает величины pH почвенных суспензий в зависимости от парциального давления  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе.

Окислительные процессы в почвах идут за счёт кислорода воздуха, при этом органические вещества почвы окисляются или частично, или полностью до конечных продуктов –  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}$ . При высоких окислительно-восстановительных потенциалах почв порядка +0,5 – +0,7 в наиболее аэрированных и малоувлажнённых почвах практически все элементы с переменной валентностью приобретают высшие степени окисления, многие из них (ионы железа, меди, кобальта, серы, азотосодержащие) становятся малоподвижными и малодоступными для растений.

### Свойства почвы

Почва обладает некоторыми свойствами, которых лишены воздушная и водная среды. Частицы образуют мелкодисперсный фильтр, который весьма эффективно задерживает твёрдые взвеси из вод, просачивающихся в почву. Частицы глины и гумуса являются хорошими адсорбентами, однако каждая почва имеет свою адсорбционную ёмкость. Фильтруемость и накопление примесей в почвах, а также способность почв к регенерации определяют их устойчивость к антропогенному воздействию.

Важным компонентом почвы, способствующим изменению её физико-химических свойств, является биомасса. Под воздействием растений происходит образование специфических органических веществ (гумуса или перегноя), именно содержание гумуса в почвах и определяет их плодородие. В почве живут черви, членистоногие, микроорганизмы. В формировании плодородия почв важнейшая роль принадлежит именно почвенным микроорганизмам (бактерии, грибы, водоросли). Общее их число составляет миллиарды в 1 г – это 0,1% объёма образца почвы. Гетеротрофы (ан- и аэробные) переводят органику в простые химические вещества, а автотрофы осуществляют процесс окисления минеральных соединений. Например, железобактерии в заболоченных почвах осуществляют следующую реакцию:



В почвоведении существует несколько классификаций почв, но единой нет. На территории России выявлено около 100 типов почв, тысячи видов и разновидностей, при этом надо помнить, что почва – эволюционирующая система, которая может переходить из типа в тип.

Важнейшим свойством почвы является плодородие, то есть способность обеспечить рост и развитие растений. Это свойство представляет исключительную ценность для жизни человека и всех живущих на суше организмов. Общая площадь земельного фонда в мире составляет 133,9 млн км<sup>2</sup> (14 из них покрыто ледниками) и лишь 3% – это обрабатываемые земли. В развитых странах этот процент стабилизировался, но в развивающихся растёт. Такой экстенсивный путь, однако, не решает проблему производства достаточного количества продовольствия. Гораздо более рациональным решением задачи является повышение плодородия почв, и агрохимическая наука предлагает для этого многочисленные способы.

Почва является гигантской экологической системой, оказывающей наряду с Мировым Океаном решающее влияние на всю биосферу.

Для почвы характерна более или менее рыхлая структура, определённая водопроницаемость и аэрируемость. В верхних горизонтах почвы концентрируются вещества, необходимые для питания растений, – фосфор, азот, кальций, калий и многие другие. В почвенной влаге содержатся газы, растворимые соли, питательные вещества, но иногда и токсичные для организмов соединения. Такие почвенные растворы могут быть кислыми, нейтральными или щелочными.

Почва обладает своеобразными биологическими особенностями, поскольку тесно связана с жизнедеятельностью организмов. Верхние слои содержат массу корней растений. В процессе роста, отмирания и разложения они разрыхляют почву, создавая определённую структуру, а вместе с тем и условия для жизни других организмов. Роющие животные перемешивают почвенную массу, а после смерти становятся источником органического вещества для микроорганизмов.

Большую роль в формировании почвы играет рельеф. На одинаковых и разновозрастных формах рельефа образуются близкие и даже однотипные почвы.

Свойства почвы в своей совокупности создают её определённый экологический режим, основными показателями которого служат гидротермические факторы и аэрация.

Хорошо увлажнённая почва легко прогревается и медленно остывает. На её поверхности происходят более резкие колебания температуры, чем в глубине. При этом суточные колебания затрагивают слои до глубины в 1 метр, и если учесть, что зимой температура почвы с глубиной повышается, а летом, наоборот, падает, то легко можно представить сезонные вертикальные миграции почвенных организмов, вызванные изменением усло-

вий обитания. Естественно, зимой почвенные животные находятся глубже, чем летом.

Газообмен почвенного воздуха с атмосферным, при котором почвенный воздух обогащается кислородом, а приземный – углекислотой, называется аэрацией (от греч. аер – воздух). На аэрацию почвы, которая возможна только благодаря её пористости, влияет много факторов. Например, повышение влажности препятствует проникновению в почву кислорода. С глубиной количество углекислого газа в почве увеличивается, а кислорода – уменьшается. При повышении температуры воздух расширяется и выходит из почвы, а при понижении он более интенсивно проникает в промежутки между почвенными частицами.

Различают физическую и физиологическую сухость почвы. Физическая связана с недостатком влаги и наблюдается в сухом климате; физиологическая возникает в результате физиологической недоступности физической доступной воды. На сфагновых болотах, несмотря на большое количество влаги, вода оказывается недоступной для многих растений из-за высокой кислотности почвы, её плохой аэрации и наличия токсичных веществ, нарушающих нормальную физиологическую функцию корневой системы.

Органическое вещество почвы играет важную роль в росте и развитии растений. Оно состоит из продуктов гумификации (аэробное разложение) и неполного разложения растительных остатков и трупов почвенных животных. Перегной, или гумус, для всех почвенных обитателей является основным источником необходимых для жизни минеральных соединений и энергии. Он обуславливает плодородие почв и их структуру. Гумус служит источником физиологически активных соединений (витамины, органические кислоты, полифенолы и др.), которые стимулируют рост растений.

### Почвообразователи

Наиболее древними почвообразователями являются микроорганизмы. Они функционировали задолго до появления на Земле высших растений и животных. Синтез физиологически активных соединений, гумусообразование и полная минерализация органических остатков – вот главная функция микроорганизмов в почвообразовательных процессах.

В числе почвенных микроорганизмов имеются представители и растительного, и животного мира. Прежде всего, это одноклеточные и многоклеточные водоросли. Многие из них обладают пигментами типа хлорофилла и отличаются от других микроорганизмов тем, что способствуют обогащению почвы органическим веществом и кислородом. Однако наиболее многочисленны в почвенной микрофлоре грибы, актиномицеты (лучистые грибы, близкие к бактериям) и бактерии. В почвенной микрофауне особое значение имеют амёбы и ресничные, а также многочисленные микроскопические

круглые черви — нематоды. Есть сведения о присутствии в почве также неклеточных форм микроорганизмов — бактериофагов (бактериальных вирусов) и вирусов.

В целом процесс гумусообразования начинается разрушением и измельчением растительной массы и мёртвого животного вещества. Этот процесс осуществляется позвоночными и беспозвоночными животными при обязательном участии грибов и бактерий. К таким животным относятся фитофаги, питающиеся только растительной пищей; сапрофаги, потребляющие гниющие остатки организмов; некрофаги, питающиеся трупами животных; копрофаги, уничтожающие экскременты животных.

Большую роль в процессах почвообразования играют подвижные почвенные животные. Они разрыхляют почву, создают условия для её аэрации, механически перемещают в почве органические и минеральные вещества. Например, дождевые черви на луговых почвах за год выбрасывают на поверхность до 80–90 т/га переработанной земли, а степные грызуны перемещают вверх и вниз сотни кубических метров грунта и органического вещества.

Количество организмов в почве огромно, однако в связи со сглаженностью экологических условий все они отличаются «выравненностью группового состава». Кроме того, для них характерна повторяемость в различных климатических зонах.

**Почвенные организмы** по степени связи со средой обитания разделяются на три основные группы (см. слайд № 4 «Многообразие обитателей почвы»):

**Геобионты** — постоянные обитатели почвы, весь цикл их развития протекает в почве (дождевые черви, многие первичнобескрылые насекомые).

**Геофилы** — животные, часть цикла развития которых проходит в почве. К ним относится большинство насекомых: саранчовые, ряд жуков, комары-долгоножки. Личинки их развиваются в почве, а во взрослом состоянии это типичные наземные обитатели.

**Геоксены** — животные, иногда посещающие почву для временного укрытия или убежища (таракановые, многие полужёсткокрылые, грызуны, млекопитающие, живущие в норах).

По размерам и степени подвижности почвенные обитатели делятся на группы:

**Микробиота** — почвенные микроорганизмы, составляющие основное звено детритной пищевой цепи (зелёные и сине-зелёные водоросли, бактерии, грибы, простейшие).

**Мезобиота** — сравнительно мелкие подвижные животные (почвенные нематоды, мелкие личинки насекомых, клещи, ногохвостки).

**Макробиота** — крупные, относительно подвижные насекомые, дождевые черви и другие животные, вплоть до роющих позвоночных.

Особую группу представляют организмы, заселяющие сыпучие подвижные пески. Растения, приспособившиеся к таким местам обитания, называются псаммофитами (от греч. psammos — песок), примеры: полынь песчаная, волоснец песчаный, саксаул белый, солянки, джужгун, песчаная акация. Примеры животных-псаммофилов — организмов, обитающих в песчаном грунте: рыбы, откладывающие икру при нересте на песчаный грунт (пескари, бычки, гольцы и др.); ящерицы, тонкопалый суслик, гребнелопатый тушканчик, верблюды.

## АНАЛИТИКО-ОБОБЩАЮЩИЙ ЭТАП УРОКА

Формулировка выводов.

Мотивация на дальнейшее изучение данной темы.

## ВТОРОЙ УРОК (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

### Роль почвы в системе биосферы.

### Нанотехнологии для защиты окружающей среды

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭТАП УРОКА

*Учитель.* Предположим, что без полноценного почвенного покрова было бы невозможным возникновение и существование современной биосферы. Почва является незаменимым фактором эволюции живых организмов. Она — основной поставщик химических соединений, преобразующих массивно кристаллические породы в рыхлые отложения, геохимические процессы в которых разнообразны и мобильны. Благодаря почвообразованию косные тела переходят в более активное состояние. Общая активная поверхность мелкозёма почвы в десятки тысяч раз больше субстрата монолитных горных пород. Функционирование водной оболочки Земли зависит от взаимодействия её с почвенным покровом планеты. Формирование речного стока, трансформация поверхностных вод в грунтовые, биопродуктивность водоёмов, сорбционный защитный от загрязнений барьер акваторий — важнейшие гидрологические функции почвенного покрова. Состояние атмосферы также существенно зависит от взаимодействия с почвенным покровом, поскольку почва участвует в поглощении и отражении солнечной радиации,

в регулировании влагооборота атмосферы, является источником твёрдого вещества и микроорганизмов, попадающих в воздушный океан, определяет газовый режим атмосферы. Огромно значение почвы как среды обитания растений и животных, с нею связано образование основной массы живого вещества планеты.

Попробуйте доказать справедливость или опровергнуть изложенные факты.

## ПРОБЛЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ЭТАП

Анализируем материал и работаем в режиме предыдущего урока.

Продолжаем работать в группах.

**Таблица. Роль почвы в биосфере.  
Роль нанотехнологий в очистке почвы**

Влияние почвы на гидросферу	Влияние почвы на атмосферу	Влияние почвы на литосферу	Загрязнение почвы. Санитарная функция почвы	Нанотехнологии в защите и очистке почвы	Выводы
Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6

**Влияние почвы на гидросферу.** В. И. Вернадский в труде «История природных вод» впервые глубоко и всесторонне обосновал влияние почвы на гидросферу. Он показал огромное значение почвенных растворов для состава водной оболочки Земли. Ни одно явление водного баланса не минует почву. Основная гидрологическая функция почвенного покрова состоит в перераспределении атмосферных осадков в водоразделах, т.е. в формировании речного стока. Если почвы водопроницаемы и в подстилающей толще имеются рыхлые породы, создаются благоприятные условия для равномерного питания рек. При слабовыраженной впитывающей способности почвенного покрова происходит поверхностный сток, что приводит к нежелательным последствиям: весенним паводкам, пересыханию рек в засушливые периоды, усилению эрозии.

Водорегулирующая способность почвы существенно зависит от произрастающей на ней растительности. В лесу небольшой поверхностный сток, так как высока инфильтрация влаги лесными покровами. Поэтому так важно не нарушать почвенный покров при рубке леса. Необходимо помнить, что для возобновления леса требуется 80–120 лет, а для восстановления нарушенных инфильтрационных свойств почвы нужны десятки и сотни лет.

Зональные особенности территорий и соотношение почвенных угодий на площади водосбора существенно влияют на сток воды в озёра и водохранилища. В тайге приходная часть водного баланса (около 65%) формируется в зимне-весенний период, причем доля внутрипочвенного и грунтового стока значительна. В лесостепной зоне большая часть водного баланса (около 55%) также формируется в зимне-весеннее время, но внутрипочвенный и грунтовой сток весьма мал или его практически нет, что объясняется постепенной сменой лесных массивов степными пространствами. Кроме зональных особенностей, на водный баланс озёр и водохранилищ влияют размеры различных сельскохозяйственных угодий, их состояние и распределение на водосборе. Там, где пашня занимает 25% площади водосбора, а лес – 50%, преобладает поверхностный сток. В случае явного доминирования лесов (более 80%) преобладает внутрипочвенный сток.

При фильтрации влаги через почвенный профиль она существенно меняет химический состав. Бедные слоями торфянистые, тундровые, подзолистые песчаные почвы обогащают её органическими веществами и незначительно солями. Гораздо более насыщают воду солями чернозёмные и каштановые почвы, особенно засоленные. При прохождении атмосферных осадков через почву изменяется их газовый состав: уменьшается количество кислорода, который расходуется на окисление органических веществ, и увеличивается содержание углекислоты, что существенно для обогащения растворов карбонатами из подстилающих пород.

Материнские и подстилающие породы, образованные силикатами и алюмосиликатами, незначительно обогащают воды  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ . Интенсивнее обогащают атмосферные осадки осадочные породы: известняки, доломиты, мергели, гипс, каменная соль. Большие антропогенные нагрузки на педосферу: высокие дозы удобрений, пестицидов приводят к тому, что за короткие сроки почвы претерпевают сильные изменения. Это неминуемо сказывается на составе грунтовых вод. При попадании в атмосферу больших количеств хлора, окислов серы формируются кислые атмосферные осадки, которые усиливают вымывание из почвы катионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , а также анионов:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) в грунтовые воды. Почвенный покров, изменяя химический состав поверхностных и грунтовых вод, питающих реки, озёра, моря и океан, поставляет в водоёмы большое количество биофильных макро- и микроэлементов, а также гумуса. Так, воды реки Невы приносят в Балтийское море ежегодно около 2 млн т растворённого органического вещества. Соединения, поступившие с континентов в водоёмы, вовлекаются в продукционный процесс водных экосистем и в биохимические циклы: 95% кальция, 50% магния, 30% калия, извлекаемых организмами из морей и океанов, имеют почвенное происхождение. Таким образом, педосфера активно участвует в формировании биологической продукции водоёмов. Однако интенсивные антропогенные воздействия на состав воды стали



отрицательно влиять на биологическую продуктивность гидросферы. Главная причина этого – ухудшение санитарного состояния водоёмов вследствие техногенного и сельскохозяйственного загрязнения почв. В результате снижается видовой состав обитателей водоёмов, упрощается структура водных экосистем. В процессе эвтрофирования вод чрезмерное развитие получают сине-зелёные водоросли, их доля может достигать 90% всей биомассы и более. К важнейшим факторам эвтрофирования водоёмов относятся фосфор, азот, органический углерод, гормоны, микроэлементы, витамины.

Почва благодаря своей огромной активной поверхности может поглощать многие вредные соединения на пути их миграции в водные экосистемы, а также снижать избыточное поступление биофильных элементов в реки, озёра, моря, грунтовые воды, исполняя роль защитного барьера акваторий. Почвы – это сильный природный сорбент, но их сорбционные возможности не беспредельны, поэтому в водоёмы всё-таки поступает значительное количество загрязняющих соединений. Острота проблем чистой воды на Земле имеет тенденцию к нарастанию, очевидно, в связи с недооценкой гидрологических функций почв.

**Влияние почвы на атмосферу**, так же, как и на гидросферу, существенно. Зависимость состава атмосферы от почвенного покрова обусловлена их взаимопроникновением через газообразную фазу почвы. Выделяют подземную атмосферу, являющуюся продолжением собственно атмосферы. Взаимодействие нижних слоев атмосферы с почвой отражается на всей атмосфере. Педосфера формирует и изменяет газовый состав атмосферы прямо и опосредованно.

Функционирование наземных биоценозов, определяющих многие параметры атмосферы, зависит, прежде всего, от свойств почв. Прямое воздействие заключается в непосредственном газообмене между почвой и воздушной оболочкой. Поглощение почвой атмосферных газов осуществляется в основном почвенной биотой, которой требуется кислород в значительных количествах. Для создания 1 г сухой наземной биомассы корневые системы должны поглотить 1 мг  $O_2$ . Большинство биохимических процессов, осуществляемых почвенной микрофлорой, происходит с поглощением кислорода. Микробиологическая фиксация атмосферного азота почвами экологически безвредна, позволяет избежать огромных энергозатрат, так как осуществляется за счёт солнечной энергии. Почвенные микроорганизмы интенсивно поглощают оксид углерода и диоксид серы. Активно поглощаются почвой сероводород, этилен и другие газы. Сорбция диоксида серы почвами приводит к образованию сульфата и сульфита, а сорбция сероводорода – к образованию сульфидов металлов и элементарной серы. Таким образом, почвенный покров Земли – важнейший регулятор газового состава воздушной оболочки. Он не только выделяет многочисленные газы в атмосферу, но и не

менее эффективно поглощает их. Влияние почвы на энергетический режим атмосферы определяется поглощением и отражением солнечной радиации, отчего зависит динамика тепла воздушных масс. Так, чернозёмы отражают 5–7% солнечной радиации, подзолы – 25–30%, солончаки – 30–35%.

**Влияние почвы на литосферу** выражается, прежде всего, в защите её от разрушения. Поверхностные горизонты литосферы испытывают постоянное разрушающее действие воды и ветра. Кроме защиты дневных горизонтов каменной оболочки Земли, почва выполняет функцию прогрессивного развития литосферы. Действие воды на литосферу Земли сочетается с преобразующим влиянием живого вещества, неразрывно связанного с почвенной оболочкой. В результате многократно (в сотни и тысячи раз) повышается активность химических процессов экзогенного преобразования литосферы.

Геохимический принцип сохранения жизни гласит: жизнь на Земле и других планетах возможна лишь до тех пор, пока эти планеты активны и происходит обмен веществом и энергией между их недрами и поверхностью.

Таким образом, функционирование отдельных оболочек биосферы тесно связано с интенсивностью многочисленных процессов, протекающих в почвенном покрове.

Общебиосферные функции педосферы обусловлены тем, что почва может называться «оболочкой жизни». Именно в ней и на ней существует большинство видов организмов, образуется основная масса живого вещества планеты. Плодородие почв позволяет наземным автотрофам накапливать колоссальную массу растительного органического вещества и энергию, заключённую в ней. Почвенная среда является (в основном за счёт гумуса) аккумулятором и источником вещества и энергии для организмов суши. В почвенной оболочке Земли сосредоточено около 2500 млрд т гумуса. В настоящее время, в связи с широким использованием почвенного покрова и усилением его эрозии, происходит сокращение и уменьшение мировых запасов гумуса. В год они сокращаются на 1,2–1,4 млрд т.

**Санитарная функция** почвы представляет собой процессы, связанные с переработкой ежегодно попадающих в неё отходов жизнедеятельности организмов, растительного опада, посмертных останков животных, а также техногенных загрязнений, которые частично или полностью обезвреживаются почвой.

Трансформация почвой вещества и энергии в биогеоценозах предполагает работу почвы как сложноорганизованной системы, по разложению и изменению различных природных соединений: косных, биокосных, органогенных. При реализации данной функции происходит преобразование исходного вещества материнских пород, продуктов, поступающих с пылью,

атмосферными осадками, грунтовыми и поверхностными водами, растительными остатками.

Таким образом, современная почвенная оболочка Земли — продукт длительной, сложной эволюции биосферы. Она является устойчивым структурно-функциональным компонентом биосферы, находящимся в состоянии гомеостаза.

В почве обитает великое множество различных живых организмов, формирующих сложную детритную цепь: бактерии, микрогрибы, водоросли, простейшие, моллюски, членистоногие, дождевые черви и многие другие. Все они играют важную роль в формировании почвы и её очистке. К сожалению, третий современный экологический кризис называют кризисом редуцентов, они не успевают очищать биосферу, и, в том числе, почву в силу непрерывного антропогенного загрязнения окружающей среды.

### Загрязнение почвы

#### Источники загрязнения почвы:

- *Бытовые предприятия и жилищная застройка.* Основные загрязняющие компоненты: бытовые и пищевые отходы, строительный мусор, фекалии, отходы отопительных систем: в мире ежегодно выбрасывают в окружающую среду 3 млрд тонн твёрдых промышленных и бытовых отходов. В почву населённых мест с выделениями и отбросами попадают возбудители инфекционных заболеваний — дизентерии, брюшного тифа, туляремии, сибирской язвы. Годами сохраняют жизнеспособность и вирулентность спорообразующие бактерии столбняка, газовой гангрены, ботулизма, сибирской язвы. Заражение может происходить за счёт непосредственного контакта с почвой, а также через выращиваемые на ней продукты питания и источники водоснабжения. Особенно велика роль почвы в распространении гельминтов (см. санитарную функцию почвы).
- *Промышленные предприятия.* Характер отходов промышленных предприятий определяется типом производства. В отходах предприятий металлургической промышленности присутствуют соли различных металлов; машиностроительной — цианиды, соединения мышьяка, бериллия; химической — бензол, фенол, углеводороды.
- *Теплоэнергетика.* Мощным источником оксидов серы, углерода, азота, сажи, углеводородов, радиоактивных веществ являются выбросы электростанций, особенно при сжигании каменного угля.
- *Сельское хозяйство* — почва загрязняется ядохимикатами, пестицидами. Ежегодно на полях рассеивается около 500 млн тонн минеральных удобрений, свыше 4 млн тонн ядохимикатов.

- *Транспорт.* При работе двигателей внутреннего сгорания вместе с выхлопными газами в окружающую среду выделяются оксиды серы, азота, углерода, свинец, углеводороды, целый ряд оксидов металлов.

По существу, все химические вещества, попавшие в атмосферный воздух, рано или поздно загрязняют почву, либо непосредственно оседая на ней, либо попадая на неё с дождевой водой.

### Нанотехнологии в защите окружающей среды

*Учитель.* В раздаточном материале есть данные о нанотехнологиях, в том числе для очистки почвы. Познакомьтесь с ними, а затем обсудим.

1. На сегодняшний день нанотехнологии являются одной из развивающихся и перспективных отраслей современной науки и промышленности. Эта наука о применении вещества в наноформе (одна миллиардная доля метра) всё больше внедряется в различные области народного хозяйства.
  2. Нанотехнологии — одно из направляющих и основных научных достижений человечества, которое на сегодняшний день является «прорывным» направлением, указывающим путь к проведению научных, экономических, социальных и образовательных реформ, к которым так долго шло человечество.
  3. Мы знаем ряд определений нанотехнологий:
- Нанотехнологии — это набор технологий или методик, основанных на манипуляциях с отдельными атомами и молекулами, т.е. методик регулирования структуры и состава вещества в масштабах 1–100 нм.
  - Нанотехнологии — это междисциплинарная технологическая область, оперирующая процессами сборки и самосборки структур пониженной размерности на атомарном и кластерном уровнях, которые позволяют придать веществу или материалу принципиально новые физико-механические, химические и эксплуатационные свойства.
  - Все технологии и исследования, которые выполняются на атомарном, молекулярном или макромолекулярном уровне (диапазон размеров 1–100 нм), считаются нанотехнологическими.

*Приведите, пожалуйста, пример нанотехнологий для очистки почвы от антропогенного загрязнения.*

### Наночастицы железа

Уникальные исследования, проведённые инженером по защите окружающей среды Чжан Вейсянем (Wei-xian Zhang) из Университета Лехай (США), продемонстрировали потенциал наномасштабного железного порошка, способного очищать почву и грунтовые воды, загрязнённые промышленными веществами.

Железо, один из наиболее распространённых металлов на Земле, может стать недостающим звеном в решении проблемы охраны окружающей среды. Железо обладает способностью легко окисляться и образовывать ржавчину. Если это окисление происходит в присутствии таких опасных загрязняющих веществ, как трихлорэтилен, тетрахлорид углерода, диоксины или полихлорированные дифенилы (ПХД), то их сложные молекулы распадаются на более простые и менее токсичные углеродные компоненты.

Аналогичное явление наблюдается, когда окисление железа происходит в присутствии таких опасных тяжёлых металлов, как свинец, никель, ртуть и даже уран. Тогда эти металлы образуют нерастворимые формы, которые оседают в почве и не переносятся по пищевой цепочке (т.е. не попадают в организм человека, а, следовательно, их вредное влияние на окружающую среду уменьшается).

Многие компании в настоящее время начали применять железный порошок для очистки своих промышленных отходов перед выбросом их в окружающую среду. Эта технология прекрасно подходит для новых промышленных отходов, но учёных беспокоит ситуация и со старыми отходами. В этом деле им помогут наночастицы железа.

Наночастицы железа в 10–1000 раз активнее обычных макроскопических частиц.

Обладая меньшим размером и большей активной поверхностью, наночастицы могут легко проникнуть в центр загрязнённой зоны. Они легко переносятся вместе с грунтовыми водами и попутно очищают всё окружающее пространство (см. рис.).

Результаты исследований показывают, что наночастицы железа остаются активными в течение 4–6 недель, т.е. до тех пор, пока не распределятся в грунтовых водах до достижения естественной концентрации железа в природе. На свойства наночастиц железа не влияют кислотность, температура или содержание питательных веществ в почве. Крошечные размеры (1–100 нм, что в 10–1000 раз меньше бактерии) позволяют наночастицам легко и быстро перемещаться между частицами почвы. Лабораторные и полевые испытания показали, что благодаря наночастицам железа уровень загрязнения возле места их введения значительно падает уже за 1–2 дня и снижается практически до безопасного уровня за несколько недель. Результаты этих исследований показывают, что наночастицы железа остаются активными в течение 4–6 недель, то есть до тех пор, пока не распределятся в грунтовых водах до достижения естественной концентрации железа в природе.

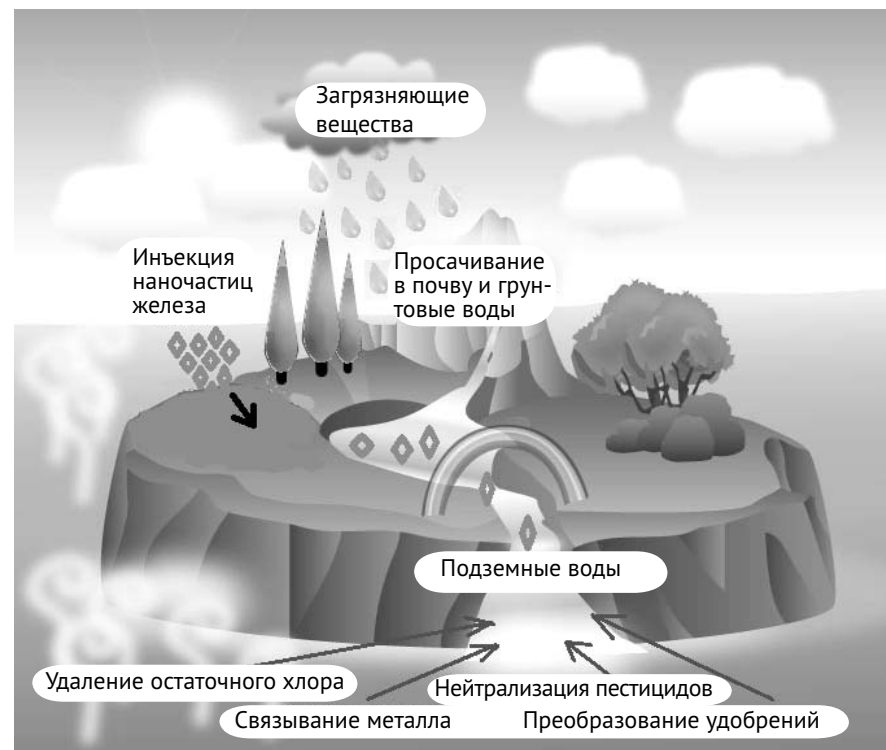


Рис. Наночастицы железа нейтрализуют тяжёлые металлы в почве

Этот тип нанотехнологической инновации может быстро улучшить ситуацию в загрязнённой окружающей среде. Более того, может быть, в недалёком будущем он и вас вдохновит на поиски новых способов очистки от загрязняющих веществ. Следует отметить, что метод Чжана гораздо дешевле и эффективнее, чем раскопки загрязнённой почвы и её полная переработка обычными методами.

Ещё ряд примеров. В области защиты окружающей среды особое внимание привлекают нанопористые материалы и мембраны, позволяющие значительно увеличить эффективность очистки стоков, что, в свою очередь, скажется на качестве почвы.

Разработаны наноматериалы, позволяющие отфильтровать бактерии, вирусы, что имеет огромное значение для переработки бытовых и промышленных стоков. Нанофильтры очищают воду от пестицидов, гербицидов и углеводов.

**Предполагаемые вопросы учеников:**

*Вопрос: Насколько безопасны наночастицы железа для человека? Известны ли особенности влияния наночастиц на живые организмы?*

*Ответ: Из-за малых размеров (1–100 нм) наночастицы обладают высокой проникающей способностью, проходя через биологические ткани и стенку кровеносных сосудов (тканево-кровяной барьер). Затем наночастицы попадают в органеллы клетки (митохондрии, ядро и др.). Таким образом, может быть повреждена иммунная система деятельности органов и систем.*

*Что касается токсичности наночастиц железа. Были поставлены опыты: наночастицы железа вводились животным через дыхательные пути ингаляционным способом. Воздействие наночастиц оксида железа размерами 22 и 280 нм на лабораторных крыс в дозах 0,8 и 20 мг/кг вызывало индукцию активных форм кислорода в клетках. Был отёк и разрастание тканей лёгких, нарушение систем свёртывания крови. Однако дозы 20–40 мкг/кг (опыт длился 90 дней) никаких изменений в организме не вызывали. Интересно, что при дозах от 2 до 6 мкг/кг наблюдается стимулирование роста животных, повышается бактерицидная активность сыворотки крови.*

*Вопрос: Какой метод лежит в основе нанофильтрации?*

*Ответ: Нанофильтрация – физический метод разделения сред.*

*Приведите доказательства, что нанотехнологии позволяют решить проблемы экологической защиты почв и способствуют выполнению её санитарной функции.*

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ**

- Ещё раз поработать с таблицей. Попытайтесь проявить техническое мышление и представить своё видение применения нанотехнологий в очистке почвы. Например, использование принципов функционирования жгутиков кишечной палочки (жгутиковые моторы) для очистки почвы.

**Приложение. Пример проведения релаксационной паузы**

*Звучит музыка. Учитель ровным голосом читает текст:*

**Поплавок и море**

Представьте себе солнечный берег и спокойное, почти застывшее море. На поверхности – неподвижный поплавок. Поплавок – это вы. Вы маленький поплавок в огромном океане. У вас нет цели, компаса, карты, руля, вёсел. Вы движетесь туда, куда несёт вас ветер и океанские волны. Вы замечаете спокойную небольшую волну. Она поднимает поплавок. Снова поплавок неподвижен. Попробуйте ощутить эти толчки и выныривания. Ощутите движение волны, тепло солнца, капли дождя, подушку моря под вами, поддерживающую вас. Посмотрите, какие ещё ощущения возникают у вас, когда вы представляете себя маленьким поплавком в большом океане. Волнение усиливается и растёт. Близится шторм. Поплавок – это вы – поднимают и захлёстывают волны. Но вы – поплавок не можете утонуть, переворачиваетесь и, ныряя, вы снова оказываетесь на поверхности. Буря затихает, уменьшаются волны. Море затихает, вы слышите спокойное шуршание гальки. Поплавок неподвижен. Под лучами солнца он высыхает и становится тёплым. Вы ощущаете это тепло, покой и неподвижность.

Постепенно, каждый в своем темпе, возвращайтесь в наш класс. Ощутите прикосновение тела к полу. Сделайте вдох, выдох. Потянитесь. Медленно открывайте глаза.

**Маяк**

Представьте маленький скалистый остров вдали от континента. На вершине острова – высокий, крепко поставленный маяк. Вообразите себя этим маяком, стоящим на скалистом острове. Ваши стены такие толстые и прочные, что даже сильные ветры, постоянно дующие на острове, не могут покачнуть вас. Из окон вашего верхнего этажа вы днём и ночью, в хорошую и плохую погоду посылаете мощный пучок света, служащий ориентиром для судов. Помните о той энергетической системе, которая поддерживает постоянство вашего светового луча, скользящего по океану, предупреждающего мореплавателей о мелях и являющегося символом безопасности для людей на берегу. Теперь постарайтесь ощутить внутренний источник света в себе, – света, который никогда не гаснет.

**Список литературы, использованной для подготовки представленных методических материалов по экологии**

1. Алексеев С. В. Экология человека / Алексеев С. В., Пивоваров Ю. П., Янушанец О. И. — М.: Икар, 2002. — 770 с.
2. Алексеев С. В. Экология. 10–11 кл. / С. В. Алексеев. — СПб.: СММО Пресс, 2001. — 240 с.
3. Иванов В. П., Обуховская А. С., Кричевская И. Е. и др. Экология человека: учебное пособие. — СПб.: СПбГМА, 2010.
4. Криксунов Е. А., Пасечник В. В. Экология: учебник для 10–11 кл. — М.: Дрофа, 2007.
5. Павлов Г. В., Желанкин Р. В. Введение в нанотехнологии и нанобиологию: учебное пособие. — М., 2011.
6. Роговая О. Г., Яковлев Ю. Б. Основы экологической химии: учебное пособие. — СПб.: Изд-во РГПУ им. Герцена, 2000.
7. Сыч В. Ф., Дрождина Е. П., Санжапова А. Ф. Введение в нанобиологию и нанобиотехнологии: учебное пособие. — СПб.: Лема, 2011.
8. Уильямс Л., Адамс У. Нанотехнологии. — М.: Эксмо, 2010.
9. Фундаментальное ядро содержания общего образования. Стандарты второго поколения / Под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова — М.: Просвещение, 2009.
10. Здоровьесберегающее образовательное пространство. Вып. 2. Материалы семинара «Гигиенические критерии рациональной организации урока». — СПб, 2008.

А. С. Обуховская

## Атмосфера — внешняя оболочка биосферы. Загрязнение атмосферного воздуха

УРОК ЭКОЛОГИИ В 9-ОМ КЛАССЕ ПО АВТОРСКОЙ ПРОГРАММЕ  
«ЭКОЛОГИЯ И ЧЕЛОВЕК»

На изучение темы отводится 2 часа.

**Цель первого урока:** развивать знания учащихся о составе и значимости атмосферы.

**Цель второго урока:** формировать экологическое мировоззрение. Стимулировать развитие когнитивного, технического и изобретательского мышления.

**Тип урока:** интегрированный — интеграция содержания экологии — химии — медицины — нанотехнологий.

**Педагогические технологии:**

- на 1-ом уроке — case-study;
- на 2-ом уроке — мозговой штурм с использованием ИКТ и здоровьесберегающих элементов урока.

**Содержательные линии:**

- Многокомпонентность атмосферы.
- Особенности химических процессов в атмосфере.
- Атмосферная влага.
- Загрязнение атмосферы.
- Химические экологические факторы и возможные нарушения здоровья.
- Обобщение материала.
- Нанотехнологии, их роль в защите атмосферного воздуха от загрязнения.

**Здоровьесберегающие аспекты урока:**

- Создание доброжелательного микроклимата, снятие напряжения на уроке через проблемные вопросы. Например, каким воздухом мы дышим, какой воздух выдыхаем и т.д. Предлагаем решить задачу.
- Стимулирование мотивации обучения, доказав значимость изучаемого материала для каждого ученика, каждого жителя планеты.
- Смена видов деятельности.
- Снятие стрессовой ситуации благодаря работе в группах. Релаксационная пауза через 25–28 минут от начала урока. Гимнастика для глаз.

**Планируемые результаты:**

**Предметные.** Ученики смогут чётко структурировать материал, связанный с атмосферой. Определят значимость процессов, происходящих в разных слоях атмосферы, смогут выбрать критерии и основания для доказательства значимости охраны атмосферного воздуха. Осознают идею необходимости использования нанотехнологий для охраны окружающей среды.

**Метапредметные (формирование надпредметных знаний).** Ученики овладеют обобщёнными способами действий, открывающими возможность в соответствии с целями и задачами анализировать экологический материал и данные, связанные с экологическими проблемами, изучаемыми на предметах естественнонаучной направленности (химии, биологии, медицины). Сформируется комплексный подход для решения вопросов охраны атмосферного воздуха, в т.ч. с использованием нанотехнологий.

**Универсальные учебные действия:**

**Личностные.** Активизируется процесс познания и самообразования; способность использовать знания в социально-коммуникативной деятельности (охране окружающей среды). Сформулируется мотивационно-ценностное отношение к своему здоровью, чему способствуют данные о влиянии угарного газа, оксидов, тяжёлых металлов на здоровье.

**Регулятивные.** Смогут организовать свою работу во время урока и во внеурочное время при развитии знаний о нанотехнологиях, определяют задачи своей работы на основе соотнесения того, что уже познали, усвоили, и того, что ещё необходимо узнать для решения поставленной проблемы.

**Познавательные.** Ученики будут способны: самостоятельно выделять и формулировать познавательные цели, связанные со значимостью атмосферы, влиянием её загрязнения на здоровье населения; искать механизм охраны окружающей среды; использовать ИКТ для расширения информационного поля по теме урока; интегрировать содержание предметов естественнонаучного блока для создания целостной картины изучаемого материала.

**Коммуникативные.** Ученики будут способны к коллективной работе, коллективному обсуждению материала и защите своей и общей точки зрения.

**ПЕРВЫЙ УРОК.****Тема: Атмосфера — внешняя оболочка биосферы.****Технология — кейс-стади (case-study)**

Схема проведения кейс-стади:

- работа в группах с целью: определения проблемы;
- развития познания;
- акцент делается не только на изучение предлагаемого материала, а на его развитие и структурирование;
- выделение основных положений, идей;
- анализ подготовленного группой материала;
- обобщение, синтез выводов (от частного к общему);
- разработка предложений по решению проблемы.

Работа в режиме кейс-стади помогает ученикам выделять главную, основную информацию для реализации поставленной задачи, аргументировано выдвигать предложения, заключения.

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭТАП УРОКА**

*Учитель.* Атмосфера — газообразная (газовая) оболочка планет.

Атмосфера Земли состоит из смеси газов, водяных паров и мелких частиц твёрдых веществ.

Масса атмосферы планеты Земля — одна миллионная массы Земли ( $5,15 \times 10^{18}$  т). Однако её польза в природных процессах биосферы огромна:

- наличие вокруг земного шара атмосферы определяет общий тепловой режим поверхности планеты, защищает её от вредных космического и ультрафиолетового излучений;
- состав атмосферы определяет «бюджет» энергии атмосферы, который в свою очередь оказывает влияние на местные климатические условия, перераспределение солнечной энергии над поверхностью, и, как следствие, влияет на режим рек, почвенно-растительный покров и на процессы рельефообразования;
- атмосфера служит нам источником жизненно важных ресурсов. Без воздуха человек не проживёт и нескольких минут. Каждый из нас делает примерно 14 вдохов за минуту. За сутки человек пропускает через свои лёгкие 14–15 кг воздуха. Поэтому качество воздуха, которым мы дышим, имеет для людей непосредственное значение.

Атмосфера включает ряд сфер: примыкающий к Земле слой – тропосфера, высота верхней его границы изменяется от 8 км в полярных широтах до 16–18 км над экватором. Следующий слой – стратосфера – высота до 25 км; мезосфера – высота до 80 км, затем термосфера – слой атмосферы от 60 до 500 км – в ряде областей знаний получил название ионосфера.

По ходу изучения темы мы будем отвечать на вопросы:

1. Какие газы и в каких количествах относятся к основным компонентам атмосферного воздуха? Их роль?
2. Какой воздух мы вдыхаем?
3. Какой воздух мы выдыхаем?
4. Как в атмосфере изменяются температура в зависимости от высоты?
5. Какие вещества входят в состав аэрозолей? Какова роль аэрозолей в атмосферных явлениях?
6. Перечислите особенности химических процессов в атмосфере.
7. Какие компоненты воздуха принимают участие в химических процессах в тропосфере? Приведите уравнения реакций или схемы процессов.
8. Приведите примеры взаимодействия между основными и загрязняющими компонентами атмосферы.
9. Концентрация каких химических веществ изменяется в воздухе, выдыхаемом человеком? Где и почему это нужно учитывать?

## ПРОБЛЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ЭТАП

Работа с информацией. Осмысление учениками информации. Структурирование материала, выделение ключевых положений. Учитель работает с каждой группой, поддерживает дискуссию, задает проблемные вопросы.

**Материал для работы первой группы.** Современный газовый состав атмосферы – результат длительного исторического развития земного шара. Он представляет собой газовую смесь азота (78,09%), кислорода (20,95%), аргона (0,93%), углекислого газа (0,03%) и незначительное количество инертных газов (неон, криптон, гелий, ксенон), аммиака, метана, озона, диоксидов серы и др. По данным ряда учёных, у поверхности Земли массовая доля (в %) азота 75,52, кислорода 23,15, оксида углерода 0,046. Наряду с газами в атмосфере содержатся твёрдые частицы, поступающие с поверхности Земли. Это продукты горения, вулканической деятельности, частицы почвы. Из космоса – космическая пыль. Различные газовые составляющие атмосферы имеют и разное «время жизни». К долгоживущим (до 10 лет и более) относятся

инертные газы, а также азот, до нескольких лет в атмосфере могут находиться  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , от нескольких недель до нескольких дней –  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ . Многие из органических и неорганических составляющих атмосферы входят в состав аэрозолей – взвесей твёрдых и жидких частиц в газообразной среде. Примерами аэрозолей являются пыль, дым, туман, облака. Наиболее сильное влияние на человека оказывают тонкодисперсные аэрозоли.

В состав атмосферных аэрозолей входят:

- соли (органические и неорганические);
- кислоты (серная, сернистая, азотная и др.);
- оксиды почти всех элементов периодической таблицы, в основном антропогенного происхождения;
- химические соединения внеземного происхождения (метеоритная пыль);
- органические соединения;
- вещества биологической природы;
- радионуклиды – радиоактивные изотопы, образующиеся под воздействием космического излучения ( $^{22}\text{Na}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{33}\text{P}$ ,  $^{14}\text{C}$  и др.), а также изотопы искусственного происхождения, являющиеся продуктами ядерных взрывов и промышленности ( $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{95}\text{Zr}$  и др.).

Аэрозоли, попадающие в верхние слои атмосферы, представляют большую опасность по двум причинам. Во-первых, токсичные органические соединения часто характеризуются весьма продолжительным временем жизни. Например, один из первых хлорорганических пестицидов, так называемый «дуст», сохраняется в верхних слоях атмосферы от двух до пяти лет. Во-вторых, влияние некоторых аэрозолей не локально, а охватывает всю планету. Велика роль сульфатов, образующих аэрозоли, т.к. их частицы служат ядрами конденсации, определяющими условия и микроструктуру облаков и туманов. Вклад антропогенных выбросов в общий баланс аэрозолей со временем увеличивается. Общее число только основных загрязняющих атмосферу аэрозольных веществ исчисляется уже несколькими сотнями. Кроме того, сажа (твёрдый углерод) не только токсична для человека и животных, но и поглощая солнечную и земную радиацию, оказывает существенное влияние на термический режим климата планеты.

Одним из наиболее важных компонентов атмосферы является кислород. Он способен взаимодействовать практически со всеми компонентами, составляющими атмосферу.

В последние десятилетия кислород всё больше расходуется человеком: энергетика, транспорт, различные производства. Пока ещё стабильная концентрация  $\text{O}_2$  обеспечивается фотосинтезирующими природными системами, но опасные симптомы начинают появляться. Ряду промышленно

развитых стран уже не хватает «собственного» кислорода, произведённого на их территории. В целом, сейчас на антропогенную деятельность в мире расходуется столько кислорода, сколько хватило бы для дыхания 50 млрд человек.

Верхняя граница атмосферы, где происходит рассеивание газов в межпланетное пространство, находится на высоте около 1000 км над уровнем моря. А 99% массы заключено в слое толщиной 40 км. В приземлённом слое толщиной 5,5 км сосредоточена половина всей воздушной массы. Характер изменения температуры в различных слоях зависит от особенностей химического состава воздуха. Уменьшение с высотой концентрации  $H_2O$  является одной из причин понижения температуры в тропосфере. На тепловой режим стратосферы оказывает влияние повышенное содержание в ней озона, который поглощает УФ радиацию Солнца, способствуя повышению температуры.

В мезосфере по сравнению с термосферой и стратосферой меньше концентрация озона и практически нет молекул воды. Поэтому температура в мезосфере ниже, чем в тропосфере и стратосфере. В термосфере из-за малой концентрации атомных и молекулярных частиц можно говорить только о так называемой кинетической температуре, которая закономерно растёт с высотой.

В атмосфере проходят химические процессы, к их особенностям следует отнести следующие:

- большинство химических реакций инициируется фотохимически (при взаимодействии квантов света, полученных в результате излучения Солнца);
- преобладают окислительно-восстановительные реакции (за счёт содержащегося в атмосферном воздухе  $O_2$ );
- в химических и фотохимических превращениях образуются неорганические и органические соединения, в ряде случаев токсичные;
- характерны цепные реакции, протекающие в несколько стадий с участием реакционно-способных радикалов;
- продукты реакций переносятся на дальние расстояния и длительное время сохраняются в атмосфере (например, в виде аэрозолей);
- начинаются химические реакции с высоты около 250 км, когда концентрация газов азота и кислорода достигает величины  $10^9 \text{ см}^3$  и становится заметным поглощение жёсткой УФ-составляющей солнечной радиации.

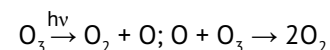
**Материал для работы второй группы.** Область атмосферы, где происходят химические реакции, называют хемосферой. К ней относится тропосфера и нижняя часть стратосферы.

Одним из важных процессов, протекающих в верхних слоях атмосферы, является диссоциация кислорода.



$O^* + O_2 \xrightarrow{h\nu} O_3$  (основной процесс в стратосфере – образование озона на высоте 30–50 км).

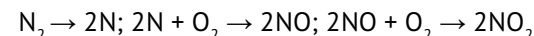
С понижением высоты скорость образования озона увеличивается, а затем уменьшается из-за поглощения излучения с длиной волны  $< 240 \text{ нм}$  и распада молекул озона, что определяет наличие максимума содержания озона на высоте 25 км.



Процессы фотодиссоциации  $O_2$  и  $O_3$  приводят к почти полному поглощению солнечного излучения с длиной волны менее 300 нм на высоте тропосферы, поэтому основные компоненты атмосферы в фотохимических реакциях не участвуют (они не взаимодействуют с излучением при длине волны  $> 300 \text{ нм}$ ).

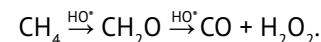
Следует отметить, что для более прочно связанных молекул азота их концентрация мало зависит от жёсткого УФ и монотонно меняется с высотой.

Однако при грозовых разрядах в атмосфере могут протекать реакции и с основными компонентами атмосферы:



В результате взаимодействия оксида азота (IV) с атмосферной влагой образуется азотная и азотистая кислота  $2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$ . Следует отметить, что такие реакции в тропосфере не доминируют. В ней преобладают окислительно-восстановительные процессы с участием радикалов. Ключевую роль в тропосферных химических превращениях играет гидроксильный радикал.

Насколько существенна роль гидроксильного радикала, иллюстрирует схема процесса окисления углеводородов в атмосфере (например, метана).



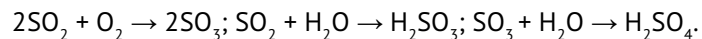
Эти процессы являются каналом вторичного загрязнения атмосферы угарным газом, который количественно сравним только с поступлением CO от неполного сгорания ископаемого топлива.

**Материал для работы третьей группы.** Важную роль в химических атмосферных процессах играет атмосферная влага.

Одной из переменных по концентрации составляющих атмосферы является водяной пар. Содержание  $H_2O$  резко уменьшается с высотой вплоть до



тропопаузы. В стратосфере воды очень мало (ок.  $10^{-6}$  об.%). Значителен широтный разброс концентрации водяного пара. В тропических районах концентрация  $H_2O$  доходит до 3 об.%, а в Антарктиде – всего до  $2 \times 10^{-5}$  об.%. Пары воды сильно поглощают ИК-излучение и играют важную роль в поддержании температуры в ночное время, когда Земля излучает энергию в космическое пространство. Поэтому в пустыне, где концентрация  $H_2O$  в атмосфере мала, днём жарко, а ночью холодно. Реакции, происходящие в каплях влаги, достаточно эффективны, т.к. многие газовые компоненты обладают высокой растворимостью ( $H_2O_2$ ,  $NH_3$ ,  $NO_3$ ,  $HCl$ ,  $SO_2$  и др.). Примером химических реакций в каплях является процесс образования дождевой влаги с  $pH = 6-3$  (кислотные дожди).



Следует отметить, что большинство реакций такого рода относится к экзотермическим процессам, что вносит свою лепту в характер изменения температуры в атмосфере.

Основные запасы кислорода сосредоточены в карбонатах, в органических веществах и оксидах, часть кислорода растворена в воде. Круговорот кислорода в биосфере сложен, т.к. с ним вступают в реакцию органические и неорганические вещества, водород.

Жизнь без кислорода невозможна, исключением являются анаэробные организмы. Образую с гемоглобином и другими дыхательными пигментами непрочные соединения, кислород атмосферного воздуха транспортируется в ткани организма и используется для процессов тканевого дыхания.

Клеточное или тканевое дыхание – совокупность окислительно-восстановительных процессов в клетках, органах, тканях, протекающих с участием молекулярного кислорода и сопровождающихся запасанием энергии в фосфорильной связи молекул АТФ. В результате клеточного дыхания при участии ферментов в цикле трикарбоновых кислот происходит окислительный распад крупных органических молекул субстратов дыхания – до более простых и в конечном счёте до  $CO_2$  и  $H_2O$  с высвобождением энергии, которая запасается в молекулах АТФ. Незначительные колебания содержания кислорода в атмосферном воздухе не оказывают заметного влияния на человеческий организм. Однако, наблюдаются болезненные состояния в результате снижения парциального давления кислорода при полётах (высотная болезнь) и при восхождении на горы (горная болезнь).

Низкая концентрация воздуха может создаваться при аварии на подводных лодках, в шахтах. У людей вырабатывается ряд приспособлений, позволяющих жить в горных селениях на высоте 3–5 км над уровнем моря. К ним относятся: увеличение количества гемоглобина и эритроцитов, интенсификация окислительных процессов в тканях за счёт усиления синтеза некоторых ферментов.

Высокие концентрации кислорода также отрицательно сказываются на состоянии здоровья человека. При гипероксии наблюдается повреждение клеточных мембран из-за окисления кислородом или образованными в тканях свободными радикалами ферментов и коферментов, содержащих SH группы.

При некоторых воздействиях на организм, например, при охлаждении, происходит разобщение окисления и фосфорилирования. В результате наблюдается рассеивание энергии, которая не фиксируется в виде фосфорильной связи молекулы АТФ, а рассеивается в виде тепловой энергии.

Азот – незаменимый биогенный элемент, входит в состав белков и нуклеиновых кислот. Атмосфера – неисчерпаемый резервуар азота, однако основная часть живых организмов не может непосредственно использовать этот азот. Основная часть азота поступает в воду и почву в результате его биологической фиксации (сине-зелёные водоросли, азотфиксирующие бактерии способны фиксировать азот атмосферы). Частично азот поступает из атмосферы в экосистемы в виде оксида азота, образующегося под влиянием электрических разрядов во время грозы. Круговорот азота тесно связан с круговоротом углерода.

*Физкультминутка. Релаксация*

## ОБОБЩАЮЩИЙ ЭТАП УРОКА

Учитель задает проблемные вопросы, помогает структурировать материал, акцентировать внимание на наиболее значимых процессах, явлениях; формулировать выдвигаемые группой идеи, осознавать значимость ответственности за предлагаемые выводы.

### **Предполагаемые ответы учеников:**

- Атмосфера является многокомпонентной системой, в которой, однако, для различных экосистем наибольшее значение имеет кислород, азот и углекислый газ. Кислород в атмосферном воздухе появился в результате жизнедеятельности фотосинтезирующих организмов.
- Атмосфера – многослойная сфера, в каждой из сфер которой определённая температура, специфические химические процессы. Процессы в тропосфере непосредственно влияют на жизнедеятельность человека. Вода в тропосфере находится главным образом в виде водяного пара и его конденсата. Почти весь водяной пар (90%) сосредоточен в нижнем слое атмосферы.
- Чем выше температура воздуха, тем больше водяного пара он мо-

жет содержать. Уменьшение с высотой концентрации воды является одной из причин понижения температуры в тропосфере. Азот – незаменимый биогенный элемент. Углекислый газ – необходим для фотосинтеза и образования органических веществ.

- Наличие вокруг земного шара атмосферы определяет общий тепловой режим поверхности нашей планеты, защищает её от вредных космического и ультрафиолетового излучений. Циркуляция атмосферы оказывает влияние на местные климатические условия, а через них – на режим рек, почвенно-растительный покров и на процессы рельефообразования.

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

#### 1. Решить задачу.

Основными компонентами воздуха, которыми мы дышим, являются азот, кислород, углекислый газ.

В выдыхаемом воздухе количество азота не меняется, содержание кислорода уменьшается до 15,8%, а количество углекислого газа увеличивается до 4%. Вы знаете процентное содержание перечисленных газов в атмосферном воздухе, поэтому нетрудно подсчитать, как быстро мы, находясь в закрытом помещении, начинаем повторно использовать воздух, сколько в нём останется кислорода, и сколько накопится углекислого газа.

Может быть, после этого понятие «атмосферный воздух» станет для вас более значимым и близким.

- В настоящее время особое внимание уделяется инновационным технологиям, способствующим охране окружающей среды. Подготовьте презентацию по теме «Роль нанотехнологий в охране и очистке атмосферного воздуха».
- Материал, с которым работали на уроке, необходимо сохранить, в дальнейшем он пригодится для формирования аналитического кейса, разработки стратегии по использованию инновационных подходов, в том числе нанотехнологий, для очистки атмосферного воздуха.

### ВТОРОЙ УРОК.

## Тема: Загрязнение атмосферного воздуха. Роль нанотехнологий в охране окружающей среды

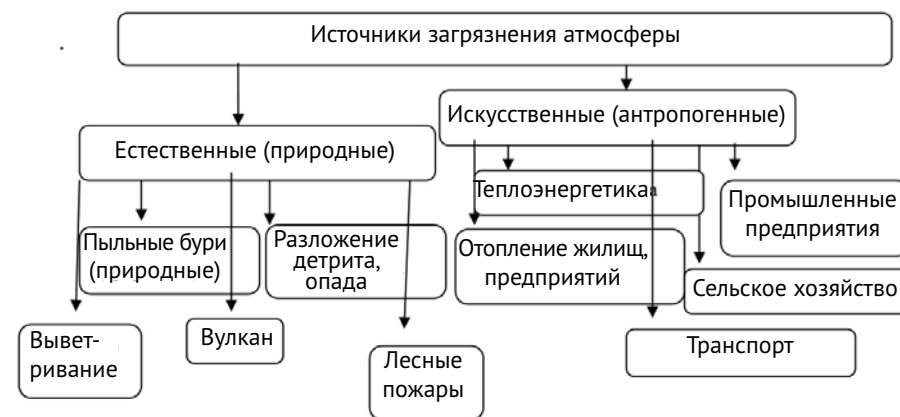
**Цель:** формирование экологического мировоззрения. Стимулирование развития когнитивного и технического мышления.

**Тип урока:** интегрированный урок – интеграция содержания экологии-химии-медицины-нанотехнологий.

**Педагогическая технология:** мозговой штурм (см. приложение) с использованием ИКТ и здоровьесберегающих элементов урока.

### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭТАП УРОКА

#### Слайд 1



*Учитель.* Ежегодно в атмосферу поступают сотни миллионов тонн серы, азота, углерода, галогенопроизводных и других соединений. Наряду с газами в атмосферу выбрасывается огромное количество аэрозолей различного происхождения. В третьем тысячелетии человечество вступило в такой период своего развития, когда сбывается предсказание В. И. Вернадского о том, что хозяйственная деятельность человека становится геологической силой, способной изменить мир, поставив его на грань экологической катастрофы.

Урок мы проведём в режиме технологии *мозговой штурм*.

### Первый этап учебного мозгового штурма

Ученикам раздаётся материал:

- источники загрязнения атмосферы (1-ая группа учеников);
- загрязнение окружающей среды и возможные нарушения здоровья (2-ая группа учеников);
- кислотные дожди (3-я группа учеников);
- глобальное потепление климата и его последствия (4-ая группа учеников).

Материалы для всех групп учеников:

- профилактические мероприятия по снижению токсического воздействия экологически опасных химических факторов;
- инновации, нанотехнологии.

### Источники загрязнения атмосферы (материал для первой группы учеников)

Основными источниками загрязнений атмосферы являются: энергетика, автомобильный и авиационный транспорт, предприятия чёрной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности. Оксиды серы, углерода, азота, летящие из труб заводов и теплоэлектростанций, соединения металлов (меди, цинка, свинца, связанные с деятельностью рудников или образующиеся в выхлопных газах автомашин), остатки нефтепродуктов, сбрасываемые в водоёмы при промывании нефтеналивных судов, аварии, в результате чего в моря и океаны попадают тонны нефти – всё это дело рук человеческих. Причины ухудшающегося состояния воздуха многочисленны и разнообразны. Из-за диоксида серы, образующегося в процессе сжигания угля, уничтожены огромные лесные массивы. Вода в некоторых озёрах, реках стала кислой, и рыба там вымерла. Содержание свинца и ртути в дыме работающих на угле электростанций уже давно вызывает сильное беспокойство. Известно «Атмосферное коричневое облако» – смог, покрывающий большую часть территорий на севере Индийского океана. В этой части мира проживает около трёх миллиардов человек. На одной трети Китая регулярно выпадают кислотные дожди из-за ТЭС, работающих на угле.

Масштабы загрязнения атмосферного воздуха значительны: выброс углекислого газа составляет более 20 млрд т/год, выброс двуокиси серы более 200 млн т/год, фреонов – 1 млн т/год. За последние 100 лет выбросы углекислого газа в атмосферу возросли в 30 раз, свинца в 20 раз, двуокиси серы в 15 раз.

Средние за год концентрации какого-либо из веществ, за содержанием которых ведутся регулярные наблюдения, превышали ПДК в 187 городах, где проживает 66 млн человек.

По материалам Государственного комитета по санитарно-эпидемиологическому надзору РФ наиболее многочисленные группы населения подвергаются воздействию взвешенных частиц, затем бензопирена, фенола, сернистого газа.

Получение дополнительной информации в режиме ИКТ в течение 5–7 минут.

Поиск информации по теме «Источники загрязнения атмосферы».

### Загрязнение окружающей среды и возможные нарушения здоровья (материал для второй группы учеников)

Таблица. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье людей

Источник загрязнения	Основные загрязнители	Патологические процессы
1. Автотранспорт является главной причиной образования в больших городах фотохимического смога	Выхлопные газы – смесь из 200 химических соединений. В газах содержатся:	1.1. Раздражение дыхательных путей, тошнота, головокружение. Поражение кроветворной и центральной нервной системы, печени, почек, щитовидной железы. Обладают наркотическим действием, понижают иммунологическую активность организма, вызывают злокачественные новообразования.
	1.1. Углеводороды, в том числе бензопирен;	
	1.2. Оксид углерода (II);	1.2. Блокирование гемоглобина крови, в результате чего образуется карбоксигемоглобин, снижается способность крови к транспорту кислорода из лёгких к органам и тканям организма. Нарушение обменных процессов, угнетение тканевого дыхания, приступы стенокардии. У пешеходов в часы пик – общее недомогание, психомоторные нарушения.
	1.3. Оксид серы (IV);	1.3. Частота респираторных заболеваний, бронхиальной астмой прямо пропорциональна росту концентрации сернистого газа в воздухе. Общее отравление организма проявляется в изменении состава крови, нарушении обмена веществ, повышении артериального давления, изменении бактерицидности кожи. Оксид серы, взаимодействуя с влагой и кислородом воздуха, образует серную кислоту – «кислотный дождь».

	1.4. Оксиды азота (I, II, IV);	1.4. Раздражение слизистых оболочек глаз, носа, дыхательных путей; образование метгемоглобина, понижение кровяного давления. У детей снижение дыхательной функции, частые респираторные заболевания.
	1.5. Аэрозоль свинца;	1.5. Свинец – протоплазматический яд широкого спектра действия, вызывает изменение сердечнососудистой, нервной, иммунологической систем, эндокринные и обменные нарушения, заболевания почек, желудочно-кишечного тракта. У детей – замедленный рост, анемию, повышенную раздражительность, вялость; нарушения моторных функций: неправильную походку, нарушение равновесия, мышечную слабость. Маленькие дети относятся к группе высокого риска в отношении свинцовых интоксикаций.
	1.6. Хлор;	1.6. Раздражение верхних дыхательных путей, слизистой глаза, отрицательно воздействует на световую чувствительность глаз.
	1.7. Сажа – образуется в результате неполного сгорания или термического разложения углеводородов.	1.7. Заболевания верхних дыхательных путей, конъюнктивиты, дерматиты, аллергические заболевания, рак лёгкого. Имеют значение размеры частиц сажи. Наиболее опасными являются микро-частицы, проникающие глубоко в дыхательные пути.
2. Тепловые электростанции	2.1. Сажа, являющаяся носителем смолистых веществ и углеводородов, в том числе бензопирена.	2.1. см.1.7
	2.2. Пыль, зола, содержащие оксид (IV) кремния и соединения практически всех металлов, в том числе:	2.2. Уменьшает вентиляционную способность и ёмкость лёгких, повреждение слизистых оболочек глаз, верхних дыхательных путей. Вызывает фиброзные изменения в лёгких, накопление в организме двуокиси кремния приводит к силикозу.

	2.3. Мышьяк;	2.3. Абсорбция солей мышьяка в желудочно-кишечном тракте, лёгких, коже. Нарушение тканевого дыхания, накопление в организме кислых продуктов обмена, гемолиз, анемия, дегенеративные и некротические процессы в тканях на месте контакта, эмбрио- и тератогенные эффекты, канцерогенное действие и нейротические нарушения.
	2.4. Ванадий.	2.4. Раздражение верхних дыхательных путей, влияние на процессы обмена веществ, нервную систему.
	2.5. Радиоактивные вещества. Количество радиоактивных отходов, произведённых тепловыми станциями, работающими на угле, к 2040 году составит 828 632 т урана, более 2 млн. т тория. Изотопы и продукты их распада: радий, радон, полоний, висмут, свинец – токсичны для человека и окружающей среды в целом.	2.5. Усиливается риск развития онкологических заболеваний, генетических дефектов, лучевой болезни, снижается иммунитет.

В последние десятилетия кислород всё больше расходуется человеком: энергетика, транспорт, различные производства. В целом, на антропогенную деятельность в мире расходуется столько кислорода, сколько хватило бы для дыхания 50 млрд человек.

### **Кислотные дожди (материал для третьей группы учеников)**

Широко известный ныне термин «кислотные дожди» появился в 1872 г., его ввёл в практику английский инженер Роберт Смит, опубликовавший книгу «Воздух и дождь: начала химической климатологии». К основным загрязнителям атмосферы, которые являются источниками образования кислотных дождей, относятся диоксид серы, оксиды азота и летучие органические соединения (ЛОС). Так, при производстве электроэнергии более 90% выбросов диоксида серы образуются в результате работы тепловых электростанций. При сжигании угля и нефти образуется в т.ч. и двуокись серы, которая, поступая в воздух, окисляется кислородом воздуха до трёхоксида. Её реакция с водяными парами при-

водит к образованию сернистой кислоты. Она, постепенно окисляясь, превращается в серную кислоту. Количество содержащихся в городском воздухе капелек серной кислоты может достигать 5–20%.

В России основными источниками двуоксида серы являются электроэнергетика, цветная и чёрная металлургия.

Наиболее значительным источником оксидов азота и ЛОС являются транспортные средства, особенно автомобили, работающие на бензине.

Необходимо отметить ещё один источник загрязнения воздуха — сжигание мусора и городских отходов. При этом в развитых странах доля диоксида серы может достигать 12% от суммарного выброса, оксида углерода — до 5%, ЛОС — до 8%.

Следует учитывать, что кроме антропогенных источников кислотных дождей существуют и природные источники. Например, оксидов азота, грозовые разряды молний, почвенные микроорганизмы, микрофлора пресных и океанических вод. К природным источникам следует отнести и лесные массивы, природные газы, выходящие из почвы, продукты горения биомассы (при лесных пожарах). Однако вклад природных источников в образование кислотных дождей незначительный. Интересным является тот факт, что антропогенный аммиак может существенно влиять на нейтрализацию кислотных дождей.

Кислотные дожди приводят к тяжёлым экологическим последствиям:

- ухудшению видимости атмосферы;
- закислению почв и уменьшению их плодородия;
- закислению водоёмов и, как результат сокращению запасов ценных видов рыб. Так, при снижении pH до 6,5–6,0 погибают улитки, моллюски, ракообразные, гибнет икра земноводных; при pH = 6,0–5,0 гибнут сиговые рыбы, форель, хариус, лосось, плотва, окунь, щука, наиболее чувствительные планктонные организмы и насекомые. Причиной гибели рыбы является не только прямое действие кислоты, но и результат действия подвижного алюминия, вытесняемого из горных пород и донных отложений, который повреждает жаберный аппарат. Из-за нарушения кальциевого равновесия рыба теряет способность к воспроизводству;
- наносят огромный вред лесам. Кислота увеличивает подвижность алюминия, который токсичен для корневой системы, листвы, хвои. Чаще всего страдают пихта, ель, сосна;
- уничтожению и гибели некоторых видов животных;
- ускорению коррозии мостов, плотин, зданий, металлоконструкций и др.;
- ущерб памятникам мировой культуры;
- наносят вред здоровью людей (обострение бронхиальной астмы, хронических бронхитов, раздражение слизистой оболочки верхних дыхательных путей, глаз, дерматиты).

Получение дополнительной информации с помощью ИКТ в течение 5–7 минут по теме «Кислотные дожди».

### ***Глобальное потепление климата и его последствия (материал для четвёртой группы учеников).***

Такие газы, как диоксид углерода, метан, оксид азота, озон, фреоны, пропуская солнечные лучи, препятствуют длинноволновому тепловому излучению с земной поверхности. Повышение этих газов в атмосфере приводит к парниковому эффекту. Они, парниковые газы, как стеклянная крышка парника, удерживают утечку тепла от приземных слоев атмосферы.

В настоящее время вклад парниковых газов в глобальное потепление климата составил: диоксид углерода — 66%, метан — 18%, фреоны — 8%, азот — 3%, остальные газы — 5%.

В атмосферу поступают миллионы тонн двуокиси углерода, которая образуется при сжигании ископаемых видов топлива, из-за безжалостной вырубке лесов, особенно тропических.

Прогнозы учёных показывают, что изменения температуры в полярных регионах Земли окажутся более значительными. Это объясняется тем, что в промышленных регионах имеет место «дымка» из взвешенных частиц, уравнивающая парниковый эффект за счёт отражения поступающей на земную поверхность солнечной энергии.

Ряд учёных считают, что для корректной оценки возможных последствий парникового эффекта целесообразно привлечение палеогеографических данных, ведь в геологической истории нашей планеты были периоды глобальных климатических изменений, не связанных с парниковыми эффектами. Тем не менее, беспокойство по поводу возможной угрозы климатических изменений, обусловленных деятельностью человека, привело к созданию МГЭИК (международной группы экспертов по изменению климата), ВМО (Всемирной метеорологической организации) и ЮНЭП (Программа организации объединённых наций по окружающей среде). В феврале 2007 года был подготовлен доклад об изменении климата, который подписали 2500 учёных из разных стран. В докладе сказано:

- увеличивается количество доказательств того, что ледник Гренландии тает в беспрецедентных масштабах и может полностью исчезнуть;
- существуют подтверждения того, что температура в Антарктике повышается «быстрее, чем на всей остальной планете», и лёд там также находится под угрозой исчезновения;
- измерения атлантического течения Гольфстрим, которое играет решающую роль в формировании климата в Западной Европе, отмечают 30%-ное замедление скорости в период с 1957 по 2004 г.г.
- существует возможность увеличения выбросов парниковых газов в атмосферу Арктики из оттаявшей почвы, вечной мерзлоты и отложений на морском дне;
- существует опасность экстремального повышения уровня Мирового океана при условии продолжения таяния ледников.

*Учитель.* Предлагаю вам, проанализировав представленный материал и свои познания в области экологии, осветить ряд проблем:

- какие основные экологические проблемы стоят перед человечеством и можно ли их назвать только экологическими проблемами?
- в чём опасность кислотных дождей, парникового эффекта?
- зависит ли здоровье человека и планеты Земля от качества атмосферного воздуха?
- существует ли техническая, инновационная защита атмосферного воздуха от антропогенного загрязнения?

Следующая задача:

- необходимо предложить ряд идей, возможных решений представленных экологических проблем (банк идей).

Затем – *релаксационная пауза.*

### **Второй этап учебного мозгового штурма**

Рассматриваем предлагаемые идеи для решения проблемы загрязнения атмосферного воздуха и охраны окружающей среды, анализируем их. При защите идей соблюдаем определённые правила: не перебивать друг друга, не смеяться над товарищами; относиться к другим так, как хотели бы, чтобы относились к вам.

#### ***Материалы для всех групп учеников.***

Проблема загрязнения атмосферного воздуха многогранная, многокомпонентная. Одним из таких компонентов является здоровье. Существуют профилактические мероприятия по снижению токсического воздействия химических экологически опасных веществ.

Основными направлениями деятельности по охране здоровья населения от неблагоприятного влияния вредных загрязнителей окружающей среды являются:

- совершенствование правовой базы в области охраны труда и природоохранных мероприятий по защите окружающей среды;
- строгое соблюдение требований санитарно-гигиенического надзора, гигиенические регламенты величин ПДК всех используемых в производстве веществ должны строго соблюдаться и контролироваться;
- создание и внедрение экологически безопасных технологий и транспортных средств;

- разработка высокоэффективных способов очистки выбросов промышленных предприятий и транспорта;
- использование нанотехнологий:
  - нанокатализ: каталитическое окисление оксида углерода (1) – CO с помощью наночастиц золота (2–5 нм) стабилизированными молекулами декантиолов или включёнными в цеолиты;
  - адсорбция: наночастицы MgO способны адсорбировать газы, обладающие кислотными свойствами: SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, HCl, HBr, SO<sub>3</sub>;
- создание системы экологического мониторинга;
- создание системы контроля условий труда работающих;
- замещение жидкого моторного топлива сжатым и сжиженным газом, перевод автомобильного транспорта на неэтилированный бензин.

По мнению учёных, решить экологические проблемы можно с помощью повышения эффективности производства и использования новых материалов, нанотехнологий.

Например, изучается возможность с помощью нанотехнологий секвестрации углерода, т.е. сохранения углекислого газа под землёй или в глубинах океана вместо выброса его в атмосферу.

Данная проблема актуальна, поскольку большая часть проблем загрязнения окружающей среды связана с используемой энергией, которая генерируется за счёт сжигания ископаемых ресурсов (угля, нефти и газа), древесины или продуктов жизнедеятельности человека и домашних животных. Это сжигание вызывает возрастание в атмосфере концентрации углекислого газа, сажи и других загрязняющих веществ, отравляющих атмосферу и способствующих глобальному потеплению.

Почти 99% современных учёных согласны с тем, что повышение уровня концентрации углекислого газа в атмосфере вызовет серьёзные проблемы в течение ближайших 100 лет. Все ископаемые виды топлива выделяют углекислый газ при сгорании. Поэтому, если мы будем продолжать сжигать нефть, газ и уголь, то должны придумать способы снижения уровня углекислого газа в атмосфере. Многие компании разрабатывают варианты сохранения углекислого газа в подземных резервуарах, океане или в составе производных веществ, например, карбонате кальция. Проблема в том, что для снижения содержания углекислого газа в атмосфере такими методами придётся в течение 100 лет хоронить десятки гигатонн углекислого газа.

Разрабатываются «умные» энергосети с помощью наноматериалов. Углеродные нанотрубки представляют собой один из вариантов, повышающих эффективность системы передачи электрической энергии. Проводимость углеродных нанотрубок в 6 раз выше проводимости меди. К тому же они имеют гораздо меньший размер, что особенно важно в местах, где под-

земные коммуникации уже переполнены медными проводами. Углеродные нанотрубки являются самым прочным материалом во Вселенной. Учёные и инженеры активно работают над улучшением параметров нанотрубки. Впервые углеродные нанотрубки были получены в 1991 году в лабораториях компании NEC (Япония) при распылении графита в электрической дуге. Позднее исследователи разработали различные способы их синтеза из графита и углеводов – путём химического осаждения из паровой фазы в присутствии катализаторов.

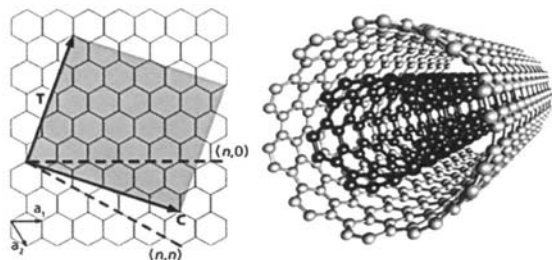


Рис. Графитовая плоскость и многостенная углеродная нанотрубка

*В настоящее время синтезировано множество углеродных трубок: X- и Y-образные, покрытые «шубой» аморфного углерода или фуллереновыми «почками», и многое предстоит ещё сделать, что поможет очистить атмосферный воздух. По мнению учёных, большим потенциалом обладает рынок производства наноматериалов для промышленных и бытовых фильтров, защитных средств для очистки атмосферного воздуха*

Профилактика токсического действия вредных веществ включает и лечебное питание, повышающее устойчивость организма к неблагоприятным факторам среды. Серосодержащие аминокислоты (цистин, метионин), содержащиеся в твороге, студне рекомендуются для непосредственного связывания некоторых ядов (хлористый метил, гексахлорциклогексан и другие). Повышенное содержание жиров в рационе ускоряет всасывание некоторых ядов в пищеварительном тракте (свинец, углеводороды). Углеводы повышают устойчивость организма к действию фосфора, хлороформа, цианидов. Повышение содержания кальция в пище облегчает интоксикацию фторидами. Железо облегчает течение отравления сернистым и цианистым натрием.

Особое место в профилактике токсического действия промышленных ядов занимают витамины. Аскорбиновая кислота показана при отравлении бензолом, фосфором, мышьяком и другими ядами. Витамины группы В и К облегчают интоксикации углеводородами, солями плавиковой кислоты, бензолом, ртутью, свинцом, фтором, сероуглеродом. Витамин D влияет на инток-

сикацию солями кадмия. Витамин Р снижает повышенную проницаемость капилляров при действии кремнийсодержащей пыли.

Для всех людей, работающих в тех отраслях промышленности, где используются токсические химические вещества, обязательными являются ежегодные профилактические осмотры с целью выявления ранних форм заболеваний.

### Третий этап учебного мозгового штурма

Ученики в группе выбирают интересные и перспективные идеи и защищают их. Третий этап перенесен на следующий урок, когда ученики представят своё домашнее задание.

*Учитель.* К следующему уроку я прошу вас подготовить материал по техническим инновациям, которые могут стать «Лекарством для планеты» и тем самым сохранить прекрасную планету Земля и здоровье людей.

Кроме того, предлагаю вам проработать дополнительный материал, который, надеюсь, будет стимулировать поиск технических решений для очистки воздуха (см. приложение).

Ваша задача – подготовить презентации по темам: кислотный дождь, парниковый эффект, нанотехнологии в охране окружающей среды.

## Приложение. Учебный мозговой штурм

**Цель:** развитие творческого, в том числе технического стиля мышления, когда решение определённой задачи (или задач) организуется в форме мозгового штурма.

### Дидактические ценности учебного мозгового штурма (УМШ):

- это активная форма работы, хорошее дополнение и противовес репродуктивным формам учебы;
- учащиеся тренируют умение кратко и чётко выражать свои мысли;
- участники штурма учатся слушать и слышать друг друга, чему особенно способствует учитель, поощряя тех, кто стремится к развитию предложений своих товарищей;
- учителю легко поддержать трудного ученика, обратив внимание на его идею;
- наработанные решения часто дают новые подходы к изучению темы;
- УМШ вызывает большой интерес учеников, на его основе легко организовать деловую игру.

### Здоровьесберегающие аспекты:

- осознанное, мотивированное добровольное участие учеников в творческой группе (свобода выбора);
- креативный характер проведения УМШ позволяет перевести игру в обучение, творчество, в «терапию» – микроклимат сотрудничества, успеха.

Учебный мозговой штурм позволяет перевести игру в модель человеческих отношений, складывающихся в процессе труда.

Рефлексия каждого этапа УМШ помогает ученикам понять, усвоить, структурировать материал, обсудить проблемы, правила дальнейшей работы

### **Технология**

Обычно штурм проводится в группах численностью 7–9 учащихся.

До штурма:

1. Группу перед штурмом инструктируют. Основное правило на первом этапе штурма – НИКАКОЙ КРИТИКИ!

В каждой из групп выбирается или назначается учителем ведущий. Он следит за выполнением правил штурма, подсказывает направления поиска идей. Ведущий может акцентировать внимание на той или иной интересной идее, чтобы группа не упустила её из виду, поработала над её развитием.

Группа выбирает секретаря, чтобы фиксировать возникающие идеи (ключевыми словами, рисунками, знаком...).

2. Проводится первичное обсуждение и уточнение условия задачи.
3. Учитель определяет время, необходимое для проведения первого этапа (обычно 20 минут). Временные параметры желательно зафиксировать на доске.

### **Первый этап. СОЗДАНИЕ БАНКА ИДЕЙ**

Главная цель – наработать как можно больше возможных решений. В том числе те, которые на первый взгляд кажутся «дикими». Иногда имеет смысл прервать этап раньше, если идеи явно иссякли и ведущий не может исправить положение.

Теперь небольшой перерыв, в котором можно обсудить штурм с рефлексивной позиции: какие были сбои, допускались ли нарушения правил и почему. Желательно сделать релаксационную паузу.

### **Второй этап. АНАЛИЗ ИДЕЙ**

Все высказанные идеи группа рассматривает критически. При этом придерживается основного правила: в каждой идее желательно найти что-то полезное, рациональное зерно, возможность усовершенствовать эту идею или хотя бы применить в других условиях.

*И опять небольшой перерыв – физкультминутка.*

### **Третий этап. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ**

Группа отбирает от 2 до 5 самых интересных решений и назначает спикера, который рассказывает о них классу и учителю. (Возможны варианты: например, группа отбирает самое практичное предложение и самое «дикое».) В некоторых случаях целью группы является поиск как можно большего числа решений, и тогда спикер может огласить все идеи.

### **КАК ВЫБРАТЬ ЗАДАЧУ ДЛЯ УМШ?**

Мозговой штурм пройдет гарантированно интересно, если задача имеет большое число возможных решений. Если это исследовательская задача, например, необходимо объяснить непонятное явление, то она должна допускать несколько возможных гипотез-объяснений.

### **ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ РАБОТЫ ГРУПП:**

1. Класс предлагается разбить на несколько групп. Все группы могут одновременно, независимо друг от друга, штурмовать одну задачу. Возможна организация конкурса идей. И пусть жюри тоже состоит из учеников.
2. Каждая из групп может штурмовать свою задачу. Лучше все задачи объединить более общей проблемой.
3. Нет ничего плохого в том, если третий этап будет отделён временем, даже проведён на другом уроке. Если за это время у участников группы появятся новые идеи – пусть обсуждают и их. Ведь главное – спровоцировать интенсивную мыслительную деятельность над учебной задачей, а не выдвинуть определённое количество идей в строго отведённое время. А иногда целесообразно вообще ограничиться только первым этапом штурма с оглашением всех найденных идей.

**Рекомендации.** Чёткое целеполагание и структурирование материала этапов уроков, правил проведения каждого этапа УМШ. Составление тематических карточек для каждого этапа урока и, если нужно, предоставление терминологических карт, использование метода «Направляющего текста», который в рамках комплексных учебных задач выполняет направляющую и



структурирующую учебный процесс функцию.

Полезно после каждого этапа работы проводить физкультминутку или релаксационные паузы (не больше двух на уроке).

Таким образом, меняя формы и методы ведения урока, разнообразя их, реализуя здоровьесберегающие технологии, учитель делает ученика активным участником учебного процесса, помогает его самоактуализации и самореализации, развивает творческий потенциал. Всё это в свою очередь является условием достижения качества образования при реализации принципов здоровьесберегающей педагогики.

## Приложение.

### О загрязнении атмосферного воздуха

С каждым годом в мире возрастают проблемы, связанные с обеспечением санитарно-эпидемиологической и химической безопасности населения. Увеличение и обострение опасных инфекций, передающихся воздушно-капельным путём (грипп, ОРЗ, атипичная пневмония, туберкулёз и др.), рост химических загрязнений, ухудшение экологической обстановки в городах и общее уменьшение количества здоровых людей, объективно свидетельствует о необходимости принятия срочных мер по обеспечению безопасности населения.

Известно, что состав земной атмосферы не изменялся тысячелетиями за время существования человечества. Вулканические извержения, конечно, «портили воздух», но эти события случались не часто и не принимали характер глобальной катастрофы. Наши предки дышали чистым воздухом. XX век — век бурного научно-технического прогресса, помимо удобств и комфорта, «подарил» человечеству разнообразные аллергические заболевания. Медицина связывает аллергические проявления с неадекватной реакцией организма на незнакомые ему (организму) вещества. Действительно, откуда знать иммунной системе человека, которая закладывалась ещё до Потопа, о появлении в XX веке, например, бензопирена, который в изрядном количестве присутствует в выхлопе двигателя внутреннего сгорания.

На сегодняшний день мы дышим тем же воздухом, но с некоторыми «дополнениями». По данным Москомприроды, в районах жилых застроек вблизи автомагистрали уровень загрязнений по угарному газу и окислам азота превышает предельно допустимый (ПДК) в 10–15 раз. При этом необходи-

мо помнить, что за сутки человек пропускает через свои лёгкие в среднем 18 кг воздуха! Не надо списывать наши недомогания на то, что «... что-то не то съел, или что-то не то выпил...». Достаточно всего 10 минут простоять в автомобильной пробке и не нужно искать другие причины головной боли. Точно такую же концентрацию загрязнителей можно обнаружить и у себя дома. От уличных летучих загрязнителей нельзя укрыться ни за какими герметичными стеклопакетами — чистому воздуху просто неоткуда взяться. Но и это ещё не всё.

В квартире нас «встречают» наши собственные источники загрязнения воздуха. Исследования, проведённые Московским НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды имени А. Н. Сысина РАМН, показали, что уровень химического загрязнения внутри зданий превышает уровень загрязнения атмосферного воздуха от 1,5 до 4 раз, то есть в 20–50 раз сильнее, чем на улице! Выявлено, что в воздухе закрытых квартир и офисов может одновременно присутствовать более 100 летучих химических веществ, относящихся к различным классам химических соединений. Например, недорогую современную мебель делают из недорогих, современных материалов — фанеры, ДСП, ДВП. В этих материалах в качестве связующего материала используется фенолформальдегидная смола. Она же используется в производстве минераловатных утеплителей, широко применяемых в строительстве. У этого полимерного соединения множество достоинств: оно удобно в работе, очень недорого в производстве, почти не горит. Есть у него и недостаток: оно постепенно разлагается на фенол и формальдегид, а вот оба эти соединения считаются ядовитыми для человека. ПДК фенола и формальдегида 0,01 мг/м<sup>3</sup> и 0,003 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Жилье человека «пахнет» фенолом и формальдегидом, которые широко применяются при изготовлении мебели и в строительстве, пентахлорфенолом из ДСП, хлорвинилом из моющихся обоев, окисью этилена из пластиковых труб и т.д. Причем, «благодаря» количеству использованных в квартире материалов (килограммы) и ничтожности ПДК их паров (миллиграммы), указанные источники загрязнений воздуха являются «вечными» по сравнению с продолжительностью человеческой жизни. Все эти ядовитые вещества вызывают медленное отравление организма и провоцируют серьёзные заболевания, в том числе онкологические.

Для полноты картины укажем на ещё один источник загрязнений — это сам человек, его любимые домашние животные и комнатные растения. На их долю приходится распространение вирусов и бактерий, а также спор грибов, т.е. плесень. В воздушной среде помещений могут существовать более 60 видов патогенных организмов, среди которых возбудители туберкулёза, гриппа, лихорадки, менингита и т.п. Любопытно, что в нежилых помещениях вирусы и бактерии не живут. Шведские учёные приняли норматив, по которому на каждого шведа в помещении должно приходиться по 25 м<sup>3</sup> воз-

духа. При уменьшении этой величины возрастает вероятность переноса инфекционных заболеваний. Но даже при соблюдении этой нормы, которая у нас, к сожалению, почти никогда не соблюдается, сложно спастись от такого распространенного заболевания, как аллергия. А сегодняшняя эпоха — это, к сожалению, эпоха аллергии, единственным эффективным способом борьбы с которой является устранение её первопричины, т.е. удаление аллергенов из наших помещений.

Существует ещё одна неприятность, которая уже случилась в Европе и поджидает нас. В Германии результатом борьбы за сохранение тепла в жилых помещениях (утепление стен и герметизации окон стеклопакетами) стало массовое распространение плесени и, как следствие, — всплеск аллергических заболеваний. Проблема приняла государственные масштабы. Причина — в уменьшении воздухообмена и повышении влажности из-за тотальной герметизации. Частично проблема решается с помощью частого проветривания или активной приточной вентиляции, но полностью этими способами её не решить.

Таким образом, ясно, что воздух в помещениях необходимо очищать. Пора пересмотреть своё отношение к собственному здоровью, чтобы и дома, и в гостях, и на работе оградить себя, детей и близких от перечисленных проблем, и в любом помещении дышать чистым и здоровым воздухом.

(Источник — <http://www.aerolifeshop.ru/komu.html/>)

*Н. Л. Бова, А. С. Обуховская*

## Законы термодинамики в окружающем нас мире

БИНАРНЫЙ УРОК В 10-ОМ КЛАССЕ: ФИЗИКА — ЭКОЛОГИЯ

**Цель урока:** повторение и обобщение знаний учащихся о термодинамических процессах; расширение знаний о применении законов термодинамики в технике, науке, медицине, проявлении их в природе. Развитие знаний учащихся о *наночастицах, нанотехнологиях*.

**Тип урока:** бинарный урок, обобщение и систематизация знаний.

**Форма урока:** урок-конференция.

**Содержательные линии:**

- Повторение законов термодинамики;
- Изучение понятия энтропии, третьего закона термодинамики;
- Объяснение тепловых явлений в технике, природе, медицине, экологии;
- Рефлексия;
- Подведение итогов.

**Здоровьесберегающий аспект:**

- Стимулирование мотивации обучения (орг. этап урока);
- Включение учащихся в активную творческую деятельность, возможность самореализации, положительный эмоциональный микроклимат (работа в группах);
- Физкультурная пауза;
- Дискуссия, соблюдение правил дискуссии.

**Предполагаемые результаты:**

**Личностные:**

Учащиеся смогут установить связь между результатом своей деятельности на уроке, связанной с расширением знаний о применении законов термодинамики, *нанотехноло-*

*гий* в науке, медицине с практической ролью термодинамики, *нанотехнологий* в окружающем нас мире.

**Предметные:**

- Умение объяснять на основе законов термодинамики тепловые явления в технике, природе, медицине, экологии;
- Осознание значимости *наночастиц, наноматериалов, нанотехнологий* в решении ряда проблем термодинамики.

**Метапредметные (формирование надпредметных знаний):**

- Развитие самообразования, рефлексии; способности анализировать рассматриваемый материал: законы термодинамики в физике, экологии, биологии; использование *нанотехнологий* в решении проблем термодинамики.
- Развитие аналитической деятельности.
- Выяснение особенностей протекания тепловых процессов в организме человека и тепловых двигателях.
- Определение наличия смысловой разницы в формулировках в физике, экологии и биологии.

**Универсальные учебные действия:**

**Познавательные:**

- Стимулирование самообразования, в том числе связанного с нанотехнологиями; развитие способности искать, выделять материал в соответствии с поставленной задачей.
- Умение планировать и осуществлять деятельность, направленную на решение задач исследовательского характера.

**Коммуникативные:** умение работать в группе, чётко излагать подготовленный материал.

## Примерный ход урока

*Учитель физики.* Тема сегодняшнего урока «Законы термодинамики в окружающем нас мире». Термодинамика опирается на фундаментальные законы (начала), которые являются обобщением наблюдений над процессами, протекающими в природе независимо от конкретных свойств тел.

Как бы вы сформулировали цель нашего урока? (После высказываний учеников формулирует цель урока: «Обобщить и систематизировать знания о применении законов термодинамики в технике, науке, медицине и проявлении их в природе».)

Мы проводим урок в форме конференции, на которой собрались специалисты в разных областях: историки, физики, биологи, экологи и медики. Конференция предполагает подведение итогов и, чтобы это было легче сделать, я предлагаю вам в ходе работы заполнить таблицу, которую вы видите на экране. (см. Приложение 1).

Думаю, что вас не нужно убеждать в том, как важны тепловые явления. Знания законов термодинамики (ТД) помогают обогревать дома, конструи-

ровать тепловые двигатели, предсказывать погоду, плавить металл, создавать теплоизоляционные и термостойкие материалы.

Рассматривая взаимные превращения тепла и различных видов энергии, ТД представляет собой дисциплину, или скорее метод, который очень широко используется учёными в разных областях науки для установления связи между различными явлениями природы.

Очень часто в научной литературе один и тот же закон формулируется по-разному. Я прошу физиков дать формулировку 1-го и 2-го законов термодинамики.

«*Физики*». Закон сохранения и превращения энергии, распространённый на тепловые явления. Носит название первого закона термодинамики:

- Изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе;  
Или (вторая формулировка):
- Количество теплоты, переданное системе, идёт на изменение её внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними силами (на экране таблица, которая заполняется по мере высказывания учеников) (см. Приложение 2).

*Учитель экологии.* Уважаемые экологи! А как формулируются эти законы в экологии?

Экологи дают определения из учебника экологии:

**ПЕРВЫЙ ЗАКОН:** энергия может превращаться из одной формы в другую, но не может быть создана или уничтожена.

**ВТОРОЙ ЗАКОН:** при совершении работы энергия не может быть использована на все 100% и часть её неизбежно превращается в тепло.

*Учитель экологии.* Прослушаны два варианта формулировок. По ходу работы мы ещё не один раз обратимся к этим законам. Я надеюсь, что к концу конференции сможем выяснить, есть ли разница в смысле этих законов, излагаемых физиками и экологами.

Мы уже много знаем о теории тепловых явлений, но помогли нам в этом те, кто шёл впереди нас, кто своей жизнью, судьбой, совершая ошибки и исправляя их, продвигал человеческое знание к нынешним высотам. Поэтому первое слово — «историкам».

«*Историки*» рассказывают об открытии закона сохранения энергии (Майер, Джоуль, Гельмгольц).

*Учитель физики.* Термодинамика возникла как наука о превращениях теплоты и работы друг в друга. Творцы ТД ставили задачу создать теорию тепловых машин (огненных машин, как говорили раньше). Их целью было научно объяснить успехи, достигнутые изобретателями тепловых двигателей. В настоящее время термодинамика – самостоятельная наука, её законы широко применяются не только в физике, но и в химии, биологии, гидродинамике и др. естественных науках.

Слово физикам, которые несколько расширят ваши знания о некоторых понятиях термодинамики.

«Физики» рассказывают о понятии энтропии, третьем законе термодинамики, теплопроводности в технике, тепловых свойствах наноматериалов (см. Приложение 3).

*Учитель экологии.* Единственным источником жизни в организме является энергия, заключённая в химических связях молекул жиров, белков и углеводов, поступающих в организм с пищей. В результате окислительных процессов происходит ступенчатое освобождение этой энергии, а затем часть её рассеивается в виде тепла, а часть – накапливается в виде микроэнергетических связей (это происходит в молекулах АТФ – аденозинтрифосфорной кислоты).

Энергетические процессы живого организма происходят в строгом соответствии с первым законом термодинамики. Обратите внимание на таблицу (см. Приложение 4).

Я прошу биологов рассказать о проявлении законов термодинамики в живых организмах.

«Биологи» рассказывают о теплоизоляции, роли испарений для животных и растений, терморегуляции человека.

*Учитель экологии.* Благодаря терморегуляции температура тела человека и теплокровных животных поддерживается постоянной в определённых пределах. О терморегуляции с точки зрения анатомии и медицины нам расскажут медики.

«Медики» рассказывают о гипоталамусе, рецепторах, адаптации к температурам, потовых железах.

*Учитель физики.* Вы слышали, как организм человека поддерживает постоянную температуру. А как мы себе помогаем согреть руки, когда нам холодно? Подышали – какой способ изменения внутренней энергии? (ответ учащегося) – теплопередача. Потёрли руки – механическая работа. Подыша-

ли и одновременно потёрли – работа и теплопередача. А что происходит с организмом человека, если всё-таки нарушается терморегуляция?

«Медики» рассказывают о тепловом ударе и теплолечении.

*Учитель физики.* Огромную роль в жизнедеятельности организма играет теплопроводность. Как видно из таблицы (см. Приложение 5), жировая клетчатка обладает малой теплопроводностью, что ограничивает потерю тепла организмом в окружающую среду, лучшей теплопроводностью обладают кости и мышцы, это способствует выравниванию температур в разных частях тела.

Все процессы, протекающие в человеческом организме, в конечном счёте сводятся к обмену веществ и неразрывно связанной с ним энергии. Все механические движения, совершаемые человеком при ходьбе или выполнении физических упражнений, вся его трудовая деятельность сопровождаются затратами энергии. Источником энергии, используемой организмом, является пища.

Потребляемые нами пищевые продукты растительного и животного происхождения в результате сложных биохимических реакций, протекающих в организме, окисляются. При их окислении разрушаются связи, существующие между отдельными молекулами пищевых веществ, и освобождается значительное количество энергии. Количество энергии, освобождающейся при полном окислении единицы массы пищевых веществ в организме человека, называется калорийностью пищи.

«Медики». Сообщение о калорийности разных продуктов и рациональном питании.

*Учитель физики.* Из сказанного ясно, что тепловой баланс организма поддерживается с высокой точностью и в полном соответствии с законом сохранения энергии, т.е. с первым законом термодинамики.

*Учитель экологии.* Основная планетарная функция живого вещества на земле заключается в связывании и запасании солнечной энергии, которая идёт на поддержание многих процессов в биосфере. Более 99% энергии, поступающей на поверхность земли, – это энергия солнечного излучения. Однако не вся энергия солнечного излучения может усваиваться и использоваться организмами. Эта энергия растрачивается на процессы выветривания, испарения, т.е. физические и химические процессы, происходящие в биосфере. На земле существует один единственный процесс, при котором энергия солнечного излучения не только тратится и перераспределяется, но и запасается на длительное время в виде химической энергии в процессе

фотосинтеза. Энергия, вовлечённая в биологический круговорот, производит огромную работу по созданию первичной продукции. Что происходит с первичной продукцией? Я предоставляю слово экологам.

«Экологи» рассказывают о пищевых цепях.

*Учитель экологии.* Для подведения итогов конференции я прошу каждую группу специалистов ответить на вопросы, которые вы видите на экране. На столах у вас такая таблица тоже есть (см. Приложение 6).

## ВЫВОДЫ

Несмотря на разное звучание законов термодинамики, смысловая характеристика данных законов неизменна, о чём свидетельствует наша конференция.

Чем глубже проникают исследователи в тайны природы, тем больше стираются границы между отдельными областями науки и тем труднее дать точное определение и разграничение отдельных дисциплин. Это в полной мере относится к предмету термодинамики.

Закон сохранения энергии управляет всеми явлениями природы и связывает их воедино. Не известно ни одного случая, когда бы этот великий закон не выполнялся.

Человек представляет собой сложную биологическую машину, которая работает, как и всё во Вселенной, согласно законам физики. Процессы, происходящие в живой природе, намного сложнее процессов в неживой природе. Последние научные исследования показали, что наномир, в том числе и наномир человека, богат новыми неожиданными закономерностями и явлениями. Нанотехнологии позволяют открыть тайны наномира человека.

Можно провести аналогию между тепловым двигателем и человеком. Роль горючего, содержащего энергию в аккумулированной и готовой к употреблению форме, играет пища. Однако в отличие от двигателей скорость совершения работы живым существом не поддаётся регулированию. Её значение определяется скоростью протекания химической реакции окисления, характер которой устанавливается в процессе естественного отбора применительно к условиям на поверхности планеты.

*Учитель физики.* Человеческий организм также имеет КПД. Мы знаем, что работа может совершаться или за счёт изменения внутренней энергии, или за счёт сообщения системе некоторого количества тепла. Произведём простой расчёт, ориентируясь на известное КПД тепловой машины (см. слайд – Приложение 7).

$$\text{КПД} = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

где  $T_1$  и  $T_2$  – соответственно температура нагревателя и холодильника. Определим температуру мышцы  $T_1$ , предполагая, что она работает, как тепловая машина, при температуре  $+25^\circ\text{C}$  и КПД 30%. Подставляя в формулу температуру холодильника  $T_2 = 298\text{K}$  и КПД  $1/3$ , получаем:

$$\frac{T_1 - 298\text{K}}{T_1} = \frac{1}{3}, \text{ откуда } T_1 = 447\text{K} \text{ или } 174^\circ\text{C}.$$

Таким образом, если бы мышца работала, как тепловая машина, она нагрелась бы до  $+174^\circ\text{C}$ . Это, разумеется, нереально, так как белки, как известно, денатурируют при температуре  $40^\circ - 60^\circ\text{C}$ .

Таким образом, в живой системе независимо от того, целый это организм или отдельные органы (например, мышцы), работа не может совершаться за счёт притока тепла извне, то есть живой организм не может работать, как тепловая машина, в нём работа совершается только за счёт изменения внутренней энергии.

## Приложения

## Приложение 1.

ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ В ОКРУЖАЮЩЕМ НАС МИРЕ				
ИСТОРИЯ	ФИЗИКА, ТЕХНИКА	БИОЛОГИЯ	ЭКОЛОГИЯ	МЕДИЦИНА

## Приложение 2.

ФОРМУЛИРОВКИ ЗАКОНОВ ТЕРМОДИНАМИКИ		
	ФИЗИКА	БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ
1 закон ТД	Изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе $U = \Delta Q + A$ или Количество теплоты, переданное системе, идёт на изменение её внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними силами $Q = \Delta U + A'$	Энергия может превращаться из одной формы в другую, но не может быть создана или уничтожена.
2 закон ТД	Невозможно перевести теплоту от более холодной системы к более горячей при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или в окружающих телах.	При совершении работы энергия не может быть использована на все 100%, и часть её неизбежно превращается в тепло.

## Приложение 3.

**Почему наночастицы плавятся при низкой температуре?**

При уменьшении размеров частицы изменяются не только её механические свойства, но также и её термодинамические характеристики. Например, температура её плавления становится гораздо ниже, чем у образцов обычного размера. На рисунке показано, как изменяется температура плавления наночастиц из алюминия при уменьшении их размеров. Видно, что температура плавления частицы размером 4 нм на 140°C меньше, чем у образца алюминия обычных размеров.

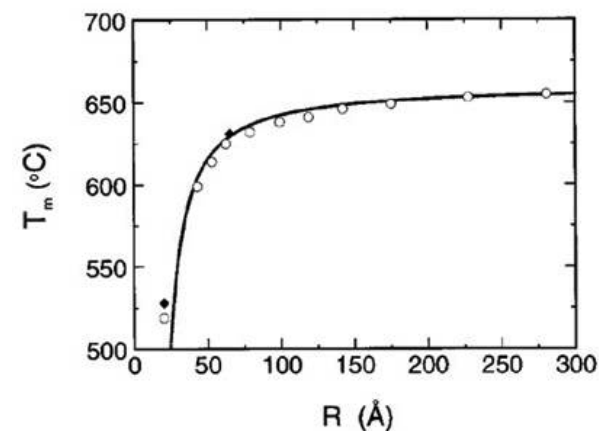


Рис. Зависимость температуры плавления наночастиц алюминия  $T_m$  от их радиуса  $R$  в ангстремах (Å)  $1 \text{ Å} = 0,1 \text{ нм}^1$ .

Зависимости, аналогичные той, которая показана на рисунке, были получены для многих металлов. Так, при уменьшении диаметра наночастиц из олова до 8 нм их температура плавления падает на 100°C (от 230°C до 130°C). При этом самое большое падение температуры плавления (более чем на 500°C) было обнаружено у наночастиц золота.

**У наночастиц почти все атомы на поверхности!**

Причиной понижения температуры плавления у наночастиц служит то, что атомы на поверхности всех кристаллов находятся в особых условиях, а доля таких «поверхностных» атомов у наночастиц становится очень большой. Сделаем оценку этой «поверхностной» доли для алюминия.

<sup>1</sup> Взято из Lai et al. (Applied Physics Letters, 1998, v. 72: 1098—1100).

Легко вычислить, что в  $1 \text{ см}^3$  алюминия содержится примерно  $6 \times 10^{22}$  атомов. Для простоты будем считать, что атомы находятся в узлах кубической кристаллической решётки, тогда расстояние между соседними атомами в этой решётке будет равно около  $4 \times 10^{-8} \text{ см}$ . А значит, плотность атомов на поверхности составит  $6 \times 10^{14}$  на  $\text{см}^2$ .

Теперь возьмём кубик из алюминия с ребром 1 см. Число поверхностных атомов у него будет равно  $36 \times 10^{14}$ , а число атомов внутри —  $6 \times 10^{22}$ . Таким образом, доля поверхностных атомов у такого алюминиевого кубика «обычных» размеров составляет всего  $6 \times 10^{-8}$ .

Если сделать такие же вычисления для кубика из алюминия размером 5 нм, то окажется, что на поверхности такого «нанокубика» находится уже 12% всех его атомов. Ну, а на поверхности кубика размером 1 нм вообще находится больше половины всех атомов! Зависимость «поверхностной» доли от числа атомов показана на рисунке.

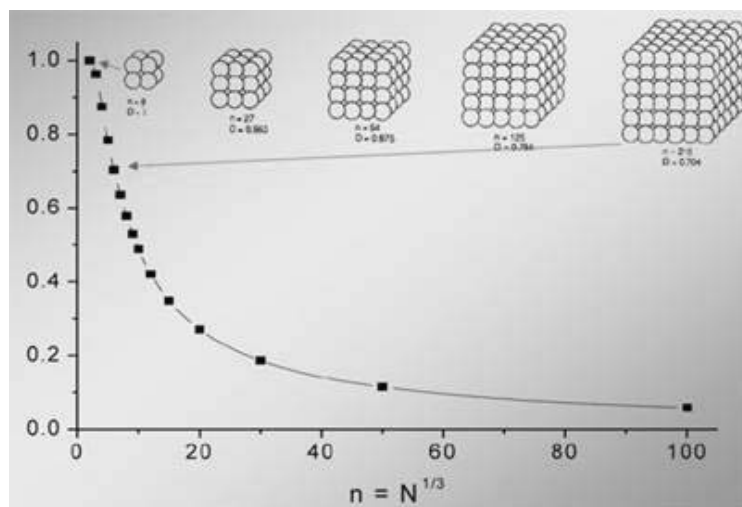


Рис. Зависимость «поверхностной» доли атомов (ось ординат) от кубического корня из их числа  $N$  в кубике кристаллического вещества<sup>2</sup>.

#### На поверхности кристалла порядка нет.

С начала 60-х годов прошлого века учёные считают, что атомы, расположенные на поверхности кристаллов, находятся в особых условиях. Силы, заставляющие их находиться в узлах кристаллической решётки, действуют на них только снизу. Поэтому поверхностным атомам (или молекулам) ничего не стоит «уклониться от советов и объятий» молекул, находящихся в решётке, и если это происходит, то к такому же решению приходят сразу несколько поверхностных слоёв атомов. В результате

на поверхности всех кристаллов образуется плёнка жидкости. Кстати, кристаллы льда не являются исключением. Поэтому лёд и скользкий (см. рисунок).

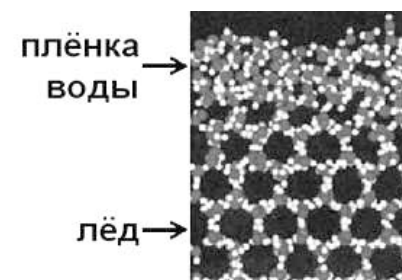


Рис. СХЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО СРЕЗА ЛЬДА. БЕСПОРЯДОЧНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ МОЛЕКУЛ ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ СООТВЕТСТВУЕТ ПЛЁНКЕ ЖИДКОСТИ, А ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА В ТОЛЩЕ — ЛЬДУ. КРАСНЫЕ КРУЖКИ — АТОМЫ КИСЛОРОДА; БЕЛЫЕ — АТОМЫ ВОДОРОДА<sup>3</sup>.

Толщина жидкой плёнки на поверхности кристалла растёт с температурой, так как более высокая тепловая энергия молекул вырывает из кристаллической решётки больше поверхностных слоёв. Теоретические оценки и эксперименты показывают, что как только толщина жидкой плёнки на поверхности кристалла начинает превышать  $1/10$  размеров кристалла, вся кристаллическая решётка разрушается и частица становится жидкой. Поэтому и температура плавления частиц постепенно падает с уменьшением их размера.

Очевидно, что «легкоплавкость» наночастиц следует учитывать на любых нанопроизводствах. Известно, например, что размеры современных элементов электронных микросхем находятся в нанодиапазоне. Поэтому понижение температуры плавления кристаллических нанобъектов накладывает определённые ограничения на температурные режимы работы современных и будущих микросхем.

Помимо бурного развития нанoeлектроники, появились не менее неожиданные приложения нанотехнологий, в частности в энергетике, транспорте, ракетно-космической технике, прикладной химии и т.п.

В частности, в энергетике появилась возможность создания новых функциональных наноматериалов с удивительными свойствами — механическими, тепловыми (управляемой теплопроводностью, например). Более того, оказалось, что применение наносистем позволяет в некоторых случаях радикально решить новые энергетические проблемы — использование нанотермоэлектрических генераторов и рефрижераторов,

<sup>2</sup> Взято из лекции Е. Roduner (Stuttgart, 2004).

<sup>3</sup> Из книги: Богданова К. Ю. О физике яйца ... и не только. — М., 2008.

создание поверхностей с коэффициентом излучения, существенно превышающим излучение абсолютно чёрного тела, удивительными супергидрофобными и супергидрофильными свойствами. Наконец, появились и активно исследуются такие объекты как наножидкости и нанокомпозиты, которые способны использоваться как новые материалы и как новые рабочие жидкости в энергетических установках. Термогидродинамика течений в мезомасштабных и наномасштабных каналах показала, что классические законы (например, закон Ньютона трения на стенки и закон «прилипания» жидкости на стенки) должны иметь иной вид, чем в классической теплофизике. Даже классическая проблема теплофизики – физика кипения и теплообмен при кипении – получила новое неожиданное развитие: повышение коэффициентов теплоотдачи и значительное увеличение критического теплового потока при использовании наножидкостей или наноструктурированной поверхности, что позволяет надеяться не только на новые физические закономерности, ранее не исследованные, но и на существенное изменение некоторых классических подходов в тепловой и атомной энергетике и в транспортных системах.

#### Приложение 4.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ	ГДЕ ОНО ПРОИСХОДИТ
Химическая – электрическая	Нервные клетки, головной мозг
Звуковая – электрическая	Внутреннее ухо
Световая – химическая	Хлоропласты (растения)
Световая – электрическая	Сетчатка глаза
Химическая – механическая	Мышечные клетки, реснитчатый эпителий
Химическая – световая	Органы свечения (светляки и др.)
Химическая – электрическая	Органы вкуса и обоняния

#### Приложение 5.

**Относительный коэффициент теплопроводности** – отношение коэффициента теплопроводности данного вещества к коэффициенту теплопроводности воздуха

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ТКАНЬ	ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ
Кости	4,45
Мышцы	2,83
Сухожилия	1,92
Жировая клетчатка	1,38

#### Приложение 6.

ВОПРОС:	ВЫВОД:
Есть ли смысловая разница в формулировках законов ТД в физике и биологии?	
Закон сохранения энергии справедлив для всех явлений природы?	
Можно ли провести аналогию между процессами в тепловых двигателях и в организме человека?	
Особенности протекания тепловых процессов в человеческом организме.	



## Приложение 7.

$$\text{КПД} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Допустим, что мышца работает, как тепловая машина.

При температуре +25°C при КПД 30%

$$T_2 = 298 \text{ К и КПД} = 1/3$$

Получаем:

$$\frac{T_1 - 298 \text{ К}}{T_1} = \frac{1}{3}$$

$$T_1 = 447 \text{ К или } 174^\circ\text{C}$$

?

### Список литературы

1. Блис Том. Лекарство для планеты. – АНО «Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли», 2009.
2. Чувелева Е. В., Козлова А. В. Нанотехнологии в учебном процессе. – М.: Центр «Педагогический поиск», 2011.
3. Павлов Г. В., Желанкин Р. В. Введение в нанотехнологию и нанобиологию. – М., Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. – 2011.
4. Безденежных Е. А., Брикман И. С. Физика в живой природе и медицине. – К., Радянска школа. — 1976.
5. Кац Ц. Б. Биофизика на уроках физики. – М., Просвещение, 1988.
6. Нанотехнологии. Азбука для всех. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. — М.: Физматлит, 2010.

*Н. И. Комарова, А. А. Ульянова*

## Поверхностный аппарат клетки

УРОК ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ В 10-м КЛАССЕ

(УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ В ПРОФИЛЬНОМ МЕДИЦИНСКОМ КЛАССЕ)

**Цель урока:** Развитие знаний учащихся о поверхностном аппарате клетки. Доказательство использования нанотехнологий в осуществлении транспорта веществ через мембрану.

**Тип урока:** обобщающий урок.

**Образовательная технология:** проектная с элементами интерактивного обучения.

**Планируемые результаты обучения:**

**Личностные**

Учащиеся осознают роль наночастиц в сохранении здоровья человека.

**Предметные**

Учащиеся понимают смысл принципа детерминированности строения и функции на примере изучения поверхностного аппарата клетки и наночастиц.

**Метапредметные**

Учащиеся убеждаются в существовании системных взаимосвязей на уровне наномира.

**Универсальные учебные действия:**

**Познавательные**

Учащиеся умеют отбирать содержание учебного материала для доказательства положений по вопросам строения и функционирования клеточных структур.

**Регулятивные**

Учащиеся умеют самоорганизовываться для работы в группе по обсуждению вопросов, связанных с заполнением листов опорных конспектов и определению элементов слайдов коллективной презентации «Поверхностный аппарат клетки».

**Коммуникативные**

Учащиеся умеют взаимодействовать при определении отвечающего в группе и при создании модели поверхностного аппарата клетки.

**Содержательные линии урока:**

- Характеристики клетки как системы.
- Формы реализации единого принципа организации клетки.
- Компоненты поверхностного аппарата клетки.
- Значение изучения строения цитоплазматической мембраны.
- Функции плазмолеммы в связи с её положением в клетке.
- Виды мембранного транспорта.
- Роль наночастиц в мембранном транспорте.
- Моделирование поверхностного аппарата клетки.

**Оборудование**

Дидактический материал к уроку: опорные конспекты, листы с текстами, оценочные листы.

Для моделирования: полиэтиленовые пакеты, надувные шарики, картонная коробочка, лоскут шёлка, сосуд с раствором крутого крахмала, сосуд с жидким яичным белком, простоквашницы, химические стаканы с водой, трубочки от систем капельниц.

## Примерный ход урока

В ходе урока предполагается работа учащихся по заданиям опорного конспекта и создание итоговой коллективной презентации по теме урока при помощи возможностей интерактивной доски (ИАД).

Учащиеся класса делятся на 4 группы. Каждый ученик получает опорный конспект урока – инструктивную карточку, где предлагается сделать 8 шагов для повторения и обобщения учебного материала по теме урока. Выполнение задания каждого шага предполагает 4 ответа. По мере готовности ответов ученики группы определяют, кто из них будет отвечать устно, и кто пойдёт работать на интерактивной доске. Группа внимательно слушает ответы учащихся других групп, и предлагает свой вариант, не повторяя уже озвученные. В опорном конспекте рекомендуется делать дополнительные записи по выступлениям учащихся других групп. Параллельно устному ответу на ИАД выполняются действия по визуализации слайда коллективной презентации.

Каждая группа получает регистрационный оценочный лист. В него заносится список учащихся группы и отмечается вопрос, на который отвечал ученик. Задача каждого ученика обязательно ответить на один из вопросов и поработать на интерактивной доске (ИАД).

## РАБОТА В ГРУППАХ ПО ИНСТРУКТИВНЫМ КАРТОЧКАМ

**Шаг 1. Вспомните основные характеристики клетки как системы и запишите их в опорный конспект, заканчивая фразу «Знание строения и основных процессов жизнедеятельности клетки позволяет определить её как систему (какую?) 1. ...., 2. ...., 3. .... и 4. ....».**

Поясните смысл каждой характеристики.

Внесите свой ответ в элемент презентации на ИАД.

**Предполагаемый ответ**

Знание строения и основных процессов жизнедеятельности клетки позволяет определить её как систему:

1. Открытую.
2. Динамическую.
3. Саморегулирующуюся.
4. Самовоспроизводящуюся.

Открытая, так как существует за счёт притока энергии извне и осуществляется обмен вещества и информации с окружающей средой.

Динамическая, так как все процессы осуществляются на основе движения энергии, вещества и информации.

**Слайд презентации**

Клетка – система



Ученики добавляют: открытая, динамическая, саморегулирующаяся и самовоспроизводящаяся.

**Шаг 2. Закончите фразу:** «В природе, в ходе эволюции, единый принцип организации клетки реализуется в следующих формах:

- А).....;
- Б).....;

В).....;  
Г).....».

### Предполагаемый ответ

В природе, в ходе эволюции, единый принцип организации клетки реализуется в следующих формах:

- клетка как самостоятельный организм прокариот (представители царства Бактерий);
- клетка как самостоятельный организм эукариот (представители Простейших);
- клетка как компонент (подсистема) многоклеточного организма без дополнительной специализации (представители царств Грибы и Растения (Отдел Водоросли);
- клетка как компонент (подсистема) многоклеточного организма с дополнительной специализацией (представители царств Растения (все отделы высших растений) и Животные).

**Слайд презентации.** В природе единый принцип организации клетки реализуется в следующих формах:



Учащиеся подписывают названия объектов, изображённых на слайде в соответствии со своим устным ответом.

**Шаг 3. Вспомните, какие компоненты образуют поверхностный аппарат клетки (ПАК).** Заполните графу таблицы: 1-ая группа – бактерии, 2-ая гр. – растения, 3-я гр. – животные, 4-ая гр. – грибы.

Свои ответы занесите в таблицу опорного конспекта и на слайд презентации.

Проанализируйте данные таблицы и дайте ответ на вопрос: «Какая структура ПАК присутствует у всех перечисленных групп живых организмов? Доказательством какой характеристики органического мира служит данный зафиксированный факт?».

Ответ запишите в опорном конспекте на строчке «Вывод».

Компоненты ПАК		Бактерий	Растений	Животных	Грибов
Надмембранный комплекс	Слизистая капсула				
	Клеточная стенка (оболочка)				
	Гликокаликс				
Плазмолемма					
Субмембранные структуры					

Вывод: .....

### Предполагаемый ответ. Слайд презентации

Компоненты ПАК		Бактерий	Растений	Животных	Грибов
Надмембранный комплекс	Слизистая капсула	+	+	-	-
	Клеточная стенка (оболочка)	из муреина	из целлюлозы	-	из хитина
	Гликокаликс	-	-	+	-
Плазмолемма		образует мезосомы	+	+	+
Субмембранные структуры		-	+	+	+

**Вывод:** Анализ данных таблицы показал, что у всех перечисленных групп живых организмов присутствует такой компонент ПАК как плазмолемма или наружная цитоплазматическая мембрана.

Зафиксированный при анализе факт служит доказательством единства органического мира.

Снаружи любой клетки формируется поверхностный аппарат, включающий цитоплазматическую мембрану, надмембранный комплекс и субмембранные структуры.

**Надмембранный комплекс.** Наружная клеточная мембрана животных клеток покрыта слоем олигосахаридных цепей. Это углеводное покрытие мембраны называют гликокаликсом. Он выполняет рецепторную функцию.

У растительных клеток поверх наружной клеточной мембраны располагается плотный целлюлозный слой с порами, через которые осуществля-

ется связь между соседними клетками посредством цитоплазматических мостиков.

У клеток грибов поверх плазмалеммы – плотный слой хитина.

У бактерий – муреина.

Надмембранный комплекс животной клетки (гликокаликс) создаёт необходимое для клетки микроокружение, является местом, где находятся внеклеточные ферменты, выполняет рецепторную функцию и т.д. Однако клетки растений, грибов и прокариот отличаются от животных клеток тем, что их клеточная оболочка выполняет каркасную, защитную и важнейшую функцию осморегуляции.

Кроме того, у многих бактерий и некоторых растительных клеток снаружи клеточной стенки формируется слизистая капсула, которая надёжно защищает клетку от чрезмерной потери влаги, резкого перепада температур и других неблагоприятных факторов окружающей среды<sup>1</sup>.

К *субмембранным компонентам* поверхностного аппарата следует отнести периферическую мембранную часть цитоскелета с белками, обеспечивающими связь с мембраной.

**Шаг 4. Приведите доказательства следующего тезиса:** «Изучение строения цитоплазматической мембраны объясняет многие механизмы функционирования клетки в целом и отдельных её компонентов».

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

#### ***Предполагаемый ответ***

Доказательства тезиса: «Изучение строения цитоплазматической мембраны объясняет многие механизмы функционирования клетки в целом и отдельных её компонентов»:

1. Отражает два принципа организации биологических систем – единство и дискретность, поскольку компонентами клетки являются мембранные комплексы, образующие органоиды и цитоплазма, находящиеся в общем пространстве, ограниченном наружной мембраной.
2. С ней связаны все биокаталитические процессы клетки.
3. Отграничивает клетку и органоиды от окружающей среды, но при этом обеспечивает их открытость как систем.
4. Пограничное положение «заставляет» её быть избирательной в процессе проницаемости, что обеспечивает поддержание гомеостаза клетки.

#### ***Слайд презентации***

Значение изучения строения плазмалеммы.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

**Шаг 5. Приведите доказательства тезиса:** «Пограничное положение наружной плазматической мембраны (плазмалеммы) определяет её функции и требует соответствующего с этими функциями строения».

Модели строения плазмалеммы. Какая из моделей лучше объясняет механизмы функционирования мембраны? На слайде презентации отметить соответствующую модель мембраны.

#### ***Предполагаемый ответ***

Пограничное положение наружной плазматической мембраны (плазмалеммы) определяет следующие её функции:

1. Барьерная функция (отграничительная, изолирующая). Она обеспечивается наружным и внутренним липидными слоями, поскольку только гидрофобные вещества (липиды) могут изолировать водную среду клетки или органоида от водной среды окружающего пространства (фосфолипиды обеспечивают стабильность мембраны).
2. Функция рецепции. К этой функции мембраны относятся многообразные контакты с внешними агентами. Осуществляется за счёт наличия белков в структуре мембраны.
3. Инициация и проведение нервного импульса. Эта функция обеспечивает интеграцию клеточных компонентов многоклеточного организма. Осуществляется за счёт одного из видов плазматического транспорта.
4. Транспортная функция. Осуществляется разными структурами мембраны в зависимости от способа.

Первая модель – бутербродная, её строение подтверждается при помощи электронного микроскопа. Модель существовала как рабочая с 1935 по 1972 г.г. вопреки тому факту, что термодинамические свойства такой мембраны отражают её нестабильность и неустойчивость. Она существовала так долго благодаря исследованиям мембраны при помощи электронного микроскопа. На больших увеличениях мембрана выявляется как трёхслойная. Считалось, что тёмные периферические слои соответствуют гидрофильным белкам и гидрофильным глицериновым головкам жира; светлый внутренний слой соответствует гидрофобным жирным кислотам.

Современная жидкостно-мозаичная модель, отвечающая физико-

<sup>1</sup> см. <http://murzim.ru/nauka/biologiya/citologija/24479-poverhnostnyy-apparat-kletki.html>

химическим требованиям к стабильности и устойчивости мембраны, включает три функциональных вида белков: поверхностные, интегральные и полуинтегральные. Жидкостно-мозаичная модель С. Зингера и Г. Николсона. Согласно последней, в состав мембраны входят белки двух разновидностей: периферические и интегральные. Периферические белки связаны электростатическими взаимодействиями с полярными головками липидных молекул, но никогда не образуют сплошного слоя. Основную роль в организации мембраны играют глобулярные белки, которые погружены в мембрану частично (полуинтегральные белки). Эти белки перемещаются в жидкой липидной фазе, обеспечивая динамичность и лабильность всей системы мембраны. К настоящему времени модель Зингера-Николсона получила многочисленные обоснования и стала наиболее распространённой<sup>2</sup>.

Мембранные белки выполняют важнейшие функции в клетке:

- являются рецепторами — с их помощью клетка воспринимает различные воздействия на свою поверхность;
- образуют каналы, по которым осуществляется транспорт различных ионов в клетку и из неё;
- являются ферментами, обеспечивающими процессы жизнедеятельности.

**Слайд презентации. Модели строения плазмолеммы**



**Шаг 6. Предложите тезис, доказательством которого будут служить следующие факты:**

Транспорт веществ через мембрану различается по:

1. Направлению: эндоцитоз и экзоцитоз.
2. Отношению к энергии: активный транспорт происходит с затратой энергии АТФ (против градиента концентрации).
3. Пассивный транспорт происходит без затраты энергии (по градиенту концентрации).

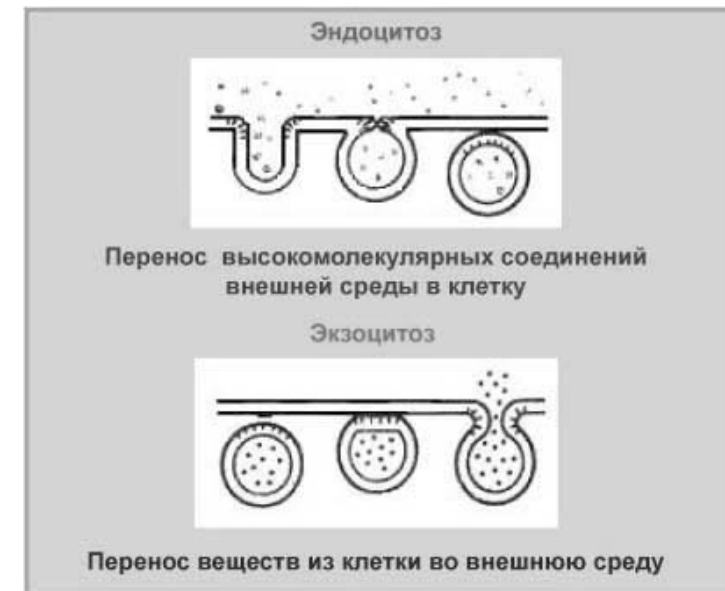
4. Способ транспортировки: через поры мембраны, при помощи белков-переносчиков, транспорт в мембранной упаковке — пиноцитоз, фагоцитоз и экзоцитоз.

Укажите на слайде, о каком виде транспорта идёт речь.

**Предполагаемый ответ**

Природа подарила клетке несколько способов мембранной транспортировки веществ в зависимости от их строения.

**Слайд презентации. Схема переноса веществ через мембрану**



<sup>2</sup> См. <http://flex4launch.ru/biology/903-poverhnoznii-apparat-kletki.html>

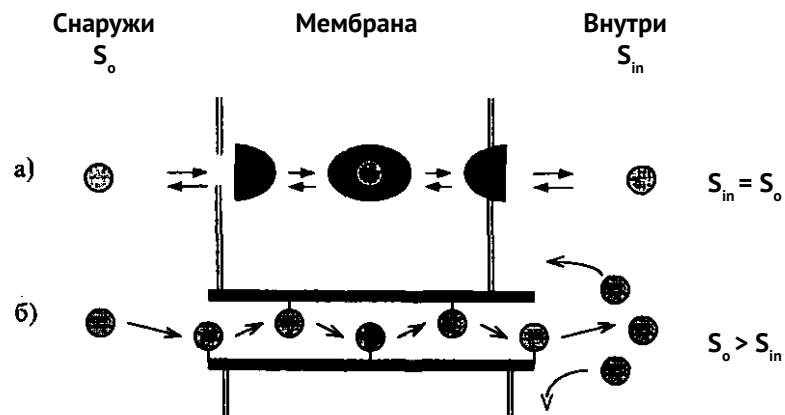


СХЕМА ДВУХ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ТРАНСЛОКАЦИИ СУБСТРАТОВ:

МОДЕЛЬ «ПОДВИЖНОГО» ПЕРЕНОСЧИКА (А) И ТРАНСМЕМБРАННОГО «КАНАЛА» (Б)

**Шаг 7. Прочитайте текст и ответьте на вопрос:** «Почему мицеллы и липосомы способны выполнять функцию частиц мембранного транспорта?»

На рисунке опорного конспекта и слайде обозначьте схему мицеллы, липосомы и схему встраивания в мембрану этих частиц.

**Текст для первой и второй групп:**

«**Мицелла** (англ. *micelle*) — отдельная частица высокодисперсной коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из ядра и поверхностной стабилизирующей оболочки. Средний размер мицелл составляет от 1 до 100 нм. К мицеллам относят частицы в лиофильных коллоидах (растворах поверхностноактивных веществ). В лиофильных золях мицелла представляет собой ассоциат молекул (агрегаты, состоящие из десятка и сотен амфифильных молекул). В каждой молекуле длинный гидрофобный радикал связан с полярной (гидрофильной) группой. При образовании мицеллы несколько десятков или сотен молекул объединяются так, что гидрофобные радикалы образуют ядро (внутреннюю область), а гидрофильные группы — поверхностный слой мицеллы. Если дисперсионной средой является органическая жидкость, ориентация молекул в мицелле может быть обратной: ядро содержит полярные группы, а гидрофобные радикалы обращены во внешнюю фазу (обратная мицелла).

(Авторы: Гусев Александр Иванович, Хохлов Алексей Ремович, Говорун Елена Николаевна.)

Полимерные мицеллы представляют интерес в первую очередь как переносчики лекарственных препаратов. Лекарственные препараты и

контрастные агенты могут либо помещаться в липидное ядро мицеллы, либо ковалентно связываться с её поверхностью. Мицеллы имеют несколько меньшие размеры (около 50 нм), чем липосомы. Для обеспечения продолжительной циркуляции мицелл в кровотоке были предложены различные модификации их оболочки, делающие их термодинамически стабильными и биосовместимыми (Gaucher et al., 2005). Мицеллы могут использоваться для парентерального введения таких препаратов, как амфотерицин В, пропофол и паклитаксел (Kwon, 2003). Подобно липосомам, мицеллы могут применяться для направленной доставки лекарственных препаратов к клеткам-мишеням. Это достигается присоединением к поверхности мицелл чувствительных к рН элементов. Описаны бифункциональные полимерные мицеллы для одновременной доставки лекарственных препаратов и визуализации повреждённых тканей (Fahmy et al., 2007).

Нанотехнологии в биологии и медицине:  
современное состояние вопроса.»

**Текст для третьей и четвёртой групп:**

«**Липосомы** представляют собой наночастицы шаровидной формы, ограниченные билипидной мембраной, в полости которой находится водная среда. Активное вещество может располагаться в ядре липосомы (водорастворимые вещества), либо в её липидной оболочке (жирорастворимые вещества). Несмотря на то, что размеры липосом могут быть очень переменными, большинство липосом имеют диаметр менее 400 нм. Обычно липосомы классифицируют на три группы: однослойные малые, однослойные большие и многослойные. Кроме того, в зависимости от состава и пути попадания в клетку липосомы могут быть разделены на пять классов:

- 1) стандартные липосомы,
- 2) липосомы, чувствительные к рН,
- 3) катионные липосомы,
- 4) липосомы с иммунными свойствами,
- 5) длительно циркулирующие липосомы.

Хотя липосомы были описаны более 40 лет назад, способы транспортировки и доставки лекарственных препаратов на основе липосом не получили широкого распространения на фармацевтическом рынке. Основными проблемами, сдерживающими более широкое применение липосом, являются их относительная нестабильность, невозможность обеспечить стандартное действие в различных партиях препаратов, трудности стерилизации и недостаточная загрузка препаратом (Fenske et al., 2008). Тем не менее, существуют примеры успешного применения основанных на липосомах препаратов в клинической практике. К ним относится препарат доксил, содержащий доксорубин в липосомах, мо-

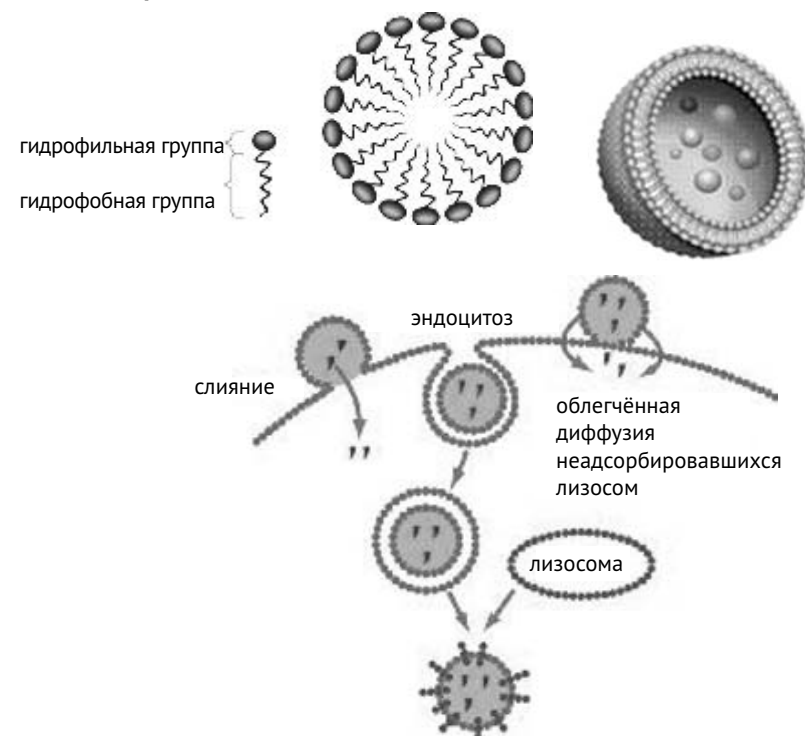
дифицированных полиэтиленгликолем. Данный препарат особенно эффективен для лечения саркомы Капоши у пациентов, инфицированных ВИЧ (<http://prostonauka.com/nano/nanotehnologii-v-biologii-i-medicine/nanomaterialy/nanochasticy/liposomy>).

Важную роль играет также характер взаимодействия липосом с клетками. Оно может принимать разные формы: самая простая – липосомы адсорбируются (прикрепляются) на клеточной поверхности. Дело может на этом закончиться, а может пойти дальше: липосому поглотит клетка (этот процесс «заглатывания» называется эндоцитоз), и вместе с ней внутрь клетки попадут те вещества, которые она доставила. Наконец, липосомы могут слиться с мембранами клеток и стать их частью. При этом могут изменяться свойства клеточных мембран: например, их вязкость и проницаемость, величина электрического заряда. Может также увеличиться или уменьшиться количество каналов, проходящих через мембраны. Таким образом, благодаря липосомам появляется новый способ направленного воздействия на клетку, который можно назвать «мембранной инженерией». Формы взаимодействия липосом с мембраной клетки: липосома может увеличить проницаемость мембраны – вызвать образование дополнительных каналов (I); может прикрепиться к мембране – адсорбироваться (II); важная форма взаимодействия – поглощение липосомы клеткой, в этом случае вещество, принесённое липосомой, попадает непосредственно в клетку (III); иногда клеточная мембрана и липосома обмениваются липидами (IV), а в других случаях мембраны липосомы и клетки сливаются (V) (<http://www.bestreferat.ru/referat-219221.html>). Открываются широкие возможности для таких методов как клеточная и генная инженерия. При помощи наносом можно проводить транспорт генов через мембранный барьер внутрь клетки. Кроме того (и это также важно), мицеллы и липосомы можно использовать в косметологии. Так как клетки эпителия изолируют организм от внешних воздействий, то и косметологические средства, как и другие вещества, не могут проникнуть в глубокие слои кожи. С возрастом кожа нуждается в дополнительном притоке витамина С, гиалуроновой кислоты и коллагена. Такой транспорт могут обеспечить наноструктуры – липосомы и мицеллы».

#### **Предполагаемый ответ**

Взаимодействие мицелл и липосом с мембраной клетки объясняется сходством в строении.

#### **Слайд презентации**



#### **Шаг 8. Из предметов, предложенных для моделирования, предложите модель поверхностного аппарата:**

- 1-ая группа – бактерии,
- 2-ая группа – растительной клетки,
- 3-я группа – животной клетки,
- 4-ая группа – клетки грибов.

Объясните, почему вы выбрали именно эти предметы для модели. Модель сфотографируйте и занесите на слайд презентации.

#### **ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП УРОКА**

- Просмотр коллективной презентации;
- Работа с оценочными листами.

## Приложение

### 1. ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ

Фамилия, имя ученика	На какой вопрос отвечал								Какой слайд делал							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8

### 2. ИНСТРУКТИВНАЯ КАРТОЧКА – ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ

**Шаг 1. Вспомните основные характеристики клетки как системы и запишите их в опорный конспект, заканчивая фразу «Знание строения и основных процессов жизнедеятельности клетки позволяет определить её как систему (какую?) 1. ...., 2. ...., 3. .... и 4. ....».**

Поясните смысл каждой характеристики. Внесите свой ответ в элемент презентации на ИАД.

**Шаг 2. Закончите фразу:** «В природе, в ходе эволюции, единый принцип организации клетки реализуется в следующих формах:

- А).....;  
 Б).....;  
 В).....;  
 Г).....».

**Шаг 3. Вспомните, какие компоненты образуют поверхностный аппарат клетки.** Заполните графу таблицы: 1-ая группа – бактерии, 2-ая гр. – растения, 3-я гр. – животные, 4-ая гр. – грибы.

Свои ответы занесите в таблицу опорного конспекта и на слайд презентации.

Компоненты ПАК		Бактерий	Растений	Животных	Грибов
Надмембранный комплекс	Слизистая капсула				
	Клеточная стенка (оболочка)				
	Гликокаликс				
Плазмолемма					
Субмембранные структуры					

Вывод:.....

Проанализируйте данные таблицы и дайте ответ на вопрос: «Какая структура ПАК присутствует у всех перечисленных групп живых организмов? Доказательством какой характеристики органического мира служит данный зафиксированный факт?». Ответ запишите в опорном конспекте на строчке «Вывод».

**Шаг 4. Приведите доказательства следующего тезиса:** «Изучение строения цитоплазматической мембраны объясняет многие механизмы функционирования клетки в целом и отдельных её компонентов».

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

**Шаг 5. Приведите доказательства тезиса:** «Пограничное положение наружной плазматической мембраны (плазмалеммы) определяет её функции и требует соответствующего с этими функциями строения».

Модели строения плазмолеммы. Какая из моделей лучше объясняет механизмы функционирования мембраны? На слайде презентации отметить соответствующую модель мембраны.

**Шаг 6. Предложите тезис, доказательством которого будут служить следующие факты:**

Транспорт веществ через мембрану различается по:

1. Направлению: эндоцитоз и экзоцитоз.
2. Отношению к энергии: активный транспорт происходит с затратой энергии АТФ (против градиента концентрации).
3. Пассивный транспорт происходит без затраты энергии (по градиенту концентрации).
4. Способ транспортировки: через поры мембраны, при помощи белков переносчиков, транспорт в мембранной упаковке – пиноцитоз, фагоцитоз и экзоцитоз.

Укажите на слайде, о каком виде транспорта идёт речь.

**Шаг 7. Прочитайте текст и ответьте на вопрос:** почему мицеллы и липосомы способны выполнять функцию частиц мембранного транспорта?

На рисунке опорного конспекта и слайде обозначьте схему мицеллы, липосомы и схему встраивания в мембрану этих частиц.

**Шаг 8. Из предметов, предложенных для моделирования, предложите модель поверхностного аппарата:**

- 1-ая группа – бактерии,
- 2-ая группа – растительной клетки,
- 3-я группа – животной клетки,
- 4-ая группа – клетки грибов.

Объясните, почему вы выбрали именно эти предметы для модели.

Модель сфотографируйте и занесите на слайд презентации.

### Список литературы

1. Суздальев И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. — М.: КомКнига, 2006.
2. Нанотехнологии в биологии и медицине / Коллективная монография под ред. Е. В. Шляхто. – 2009.
3. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.
4. <http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1199>
5. <http://prostonauka.com/nano/nanotechnologii-v-biologii-i-medicine/nanomaterialy/nanochasticy/polimernye-micelly>



**ПРИЛОЖЕНИЕ 1.**

**Сценарии мероприятий  
в начальной школе**

Л. В. Матвеева, М. М. Резванова

## Внеклассное мероприятие «Федорино горе — нам не горе!»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БЫТУ МОЮЩИХ СРЕДСТВ,  
СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ

### Цели мероприятия:

- Познакомить учащихся с новыми высокими технологиями;
- Стимулировать внешнюю и внутреннюю мотивацию познания.

### Задачи мероприятия:

Умение объяснять мир:

1. Формировать у учащихся новые понятия о частицах, с которыми работают нанотехнологии.
  2. Развивать у учащихся понятия о мельчайших наночастицах, их взаимосвязи с окружающим миром и их функции.
- Отношение к миру:
1. Оценивать, что помогает делать человеческую жизнь разнообразнее, труд человека легче, сохранять его здоровье, благотворно влиять на экологию.
  2. Наглядно объяснить детям действие наночастиц.

### Используемые технологии:

- исследовательская с элементами игры, с здоровьесберегающими формами работы;
- технология проблемного диалога;
- технология оценивания учебных успехов.

### Содержательная линия:

- решение проблемных вопросов, связанных с современными достижениями науки;
- поиск ответов на проблемные вопросы через практическую игровую деятельность;
- доказательство значимости нанотехнологий в быту;
- структурирование, анализ, обобщение полученных знаний;
- рефлексия учащихся.

### Универсальные учебные действия:

#### Личностные:

- Оценивать жизненные ситуации (поступки людей) с точки зрения умения применять на практике современные знания.
- Объяснять с позиции общечеловеческих нравственных ценностей важность использования достижений науки.
- Самостоятельно определять и высказывать своё мнение по отношению к высоким технологиям.

#### Регулятивные:

- Самостоятельно формулировать цели урока и формулировать учебную проблему.
- Совместно с учителем обнаруживать и формулировать учебную проблему.
- Составлять план решения проблемы (задачи) совместно с учителем.

#### Познавательные:

- Ориентироваться в своей системе знаний: самостоятельно предполагать, какая информация нужна для решения учебной задачи.
- Добывать новые знания путем исследования под руководством учителя.
- Перерабатывать полученную информацию о новых высоких технологиях: сравнивать и группировать факты и явления.
- Определять причины явлений и событий.

#### Коммуникативные:

- Доносить свою позицию до других: оформлять свои мысли в устной речи с учётом своих жизненных речевых ситуаций.
- Высказывать свою точку зрения и пытаться её обосновать, приводя аргументы.
- Уметь отделять новое от известного, выделять главное и составлять план.
- Выполнять различные роли в группе, сотрудничать в совместном решении проблемы.
- Учиться уважительно относиться к позиции другого, пытаться договориться.

**Метапредметные результаты формируются в ходе формирования всех выше перечисленных универсальных учебных действий.**

## ХОД МЕРОПРИЯТИЯ

### 1. Чтение стихотворения К. И. Чуковского «Федорино горе» (чтение или инсценировка отрывка).

*Я водою вас умою ключевой.  
Я почищу вас песочком,  
Окачу вас кипятком,  
И вы будете опять,  
Словно солнышко, сиять...*

### Обсуждение проблемных вопросов.

*Учитель.* Чем мыла посуду Федора?

*Дети.* Песочком, кипятком.

*Учитель.* Легко ли было справиться Федоре с жиром, с накипью, сажей?

*Дети.* Очень трудно.

*Учитель.* Почему мы при мытье посуды не пользуемся песком?

*Дети.* Есть другие средства уборки.

*Учитель.* Чем мы моем посуду сейчас?

*Дети.* Специальными моющими средствами.

*Учитель.* Почему современные средства – помощники человека?

*Дети.* Легко удаляют и смывают грязь и жир.

### **Мозговой штурм:**

*Учитель.* Почему современные чистящие и моющие средства легко справляются с грязью? (Капелька моющего средства растворяет жир в целой тарелке без особых усилий.)

*Дети.* Легко удаляют и смывают грязь и жир.

*Учитель.* Почему старые методы борьбы с грязью и жиром забыты?

*Ответы детей:* добавляются химические элементы, наука развивается, неудобно хранить песок в квартире, песок царапает посуду и т.д.

## **2. Поиск решения проблемы**

*Учитель.* Наша наука постоянно развивается. На протяжении многих тысячелетий человеческая мысль движется по двум направлениям. Одно ведёт в мир звёзд и галактик, где разлетающееся вещество достигает почти световых скоростей, другое – в микромир с исчезающе малыми масштабами расстояний и длительностью существования. Как писал российский физик-теоретик Л. Д. Ландау (1908–1968), величайшим достижением человеческого гения является то, что «человек может понять вещи, которые он уже не в силах вообразить».

Сегодня мы поговорим с вами о таком направлении науки как *нанотехнологии*. Эта область работает с очень маленькими объектами, называемыми атомами. Все предметы состоят из них.

### **Формирование представления о размере атомов (практическая работа)**

– Разделите на обычной миллиметровой линейке 1 мм сначала пополам, затем на 10 частей, а затем на 1 000 000 (миллион). Такое деление вам кажется нереальным. 1 мм, поделённый на миллион частей, как раз и есть *наночастица*.

– Слово «нанотехнология» состоит из двух частей – «нано» и «технология». «Нано» переводится как «карлик», говорит о малости размеров.

### **Подведение промежуточного итога:**

- Атомы настолько малы, что их можно увидеть только в специальные электронные микроскопы.
- Нанотехнологии не просто изучают мельчайшие частицы – атомы, но ещё и конструируют из них материалы с любыми свойствами, которые облегчают человеку жизнь, укрепляют его здоровье, очищают окружающую среду.
- Сегодня мы поговорим об использовании нанотехнологий при изготовлении моющих средств и средств гигиены. Нанотехнологии, поставленные на службу нашему комфорту, выполняют множество полезных задач: от очистки воздуха и утепления стен до антибактериальной уборки.

## **3. Исследования**

### **Исследование № 1.**

*Учитель.* Возьмите две тарелки с жиром. На одну насыпем песочек (как это делала Федора), а на другую капнем маленькую капельку современного моющего средства. Что вы наблюдаете?

### **Практическая работа. Наблюдения детей:**

- Тарелка, на которой насыпан песок, не изменилась, жир так и остался.
- Тарелка, на которую капнули современное моющее средство, стала чистой, так как прямо на глазах средство стало бороться с жиром, который быстро растворился в ней.

*Учитель (делает вывод).* Наночастицы, входящие в состав моющей жидкости, легко разъедают жир и грязь, оставляя посуду чистой, она долго сохраняет антибактериальный эффект. Такая посуда никогда «не убежит» от своей хозяйки!

*Учитель (здоровьесберегающий аспект).* Чистота – залог здоровья. Чистая посуда – одно из важных сторон сохранения здоровья. Многие болезни могут передаваться через посуду, которой пользуется несколько человек, или через плохо вымытую посуду.

### **Исследование № 2.**

*Учитель.* Возьмите две салфетки – одна простая, бумажная. Другая салфетка изготовлена из микрофибры. Аккуратно вытрите пыльную поверхность стола. Что вы наблюдаете?

**Практическая работа. Наблюдения детей:**

- Первая бумажная салфетка справилась с работой, но оставила следы от пыли. Поэтому одно и то же место на столе пришлось вытирать несколько раз.
- Вторая салфетка из микрофибры за один раз справилась с работой и не оставила следов пыли.

*Учитель (делает вывод).* Хорошо выраженный эффект даёт сочетание *нанотехнологий и микрофибры*. Микрофибра – материал, состоящий из волокон, толщина которых измеряется в сотых долях миллиметра. Нити волокна, переплетаясь между собой, образуют мельчайшие поры, которые работают как микропылесосы: они способны впитать количество влаги, которое в десятки раз превышает их собственную массу. Салфетка, изготовленная из микрофибры, легко удаляет загрязнения даже без моющих средств и не оставляет на поверхности следов влаги или ворсы.

*Учитель (здоровьесберегающий аспект).* После уборки размножение бактерий на поверхности прекращается, что очень важно для сохранения здоровья.

**Исследование № 3.**

*Учитель.* Вытрем пыль с половины парты салфеткой, смоченной в простой водопроводной воде. Возьмём другую салфетку, смоченную в воде, куда добавим моющее средство, и вытрем вторую половину парты. Посмотрим, как будет выглядеть поверхность стола через 10 минут.

Что вы наблюдаете?

**Практическая работа. Наблюдения детей:**

- Первая половина стола, которая была вытерта салфеткой, смоченной в простой воде, долго сохла, на ней остались разводы, и через несколько минут после высыхания поверхность стала опять загрязняться, так как снова оседала пыль.
- Вторая половина стола, которая была вымыта салфеткой, смоченной водным раствором с добавлением моющего средства, высохла быстро, не оставила разводов, поверхность стала блестящей.

*Учитель (делает вывод).* Вы устали от пыли, которая садится на мебель через пять минут после уборки? На помощь приходит *нанопокрытие* для мебели. На поверхность мебели наносится вещество, содержащее наночастицы. В течение двух часов эти частицы взаимодействуют с молекулами воздуха и в результате создают на обработанных поверхностях тончайшую, невидимую плёнку. Благодаря защитному покрытию поверхность мебели приобретает антистатические свойства, и о влажной уборке через каждые три часа можно забыть.

*Учитель (здоровьесберегающий аспект).* Использование современных моющих и дезинфицирующих средств предотвращает развитие или появление признаков аллергии у людей, которые не переносят пыль.

**Исследование № 4.**

*Учитель.* Налейте в один стакан воду из крана, в другой стакан – воду, пропущенную через специальный фильтр. На вкус и запах сравните качество воды.

**Практическая работа. Наблюдения детей.**

- Вода, пропущенная через очистительный фильтр, – прозрачная, без запаха, приятная на вкус.

*Учитель (делает вывод).* Бытовой очиститель воды с мембраной, поры которой имеют размер меньше 1 нанометра. Это значит, что мембрана будет задерживать мельчайшие химические частички, которые загрязняют воду. До появления очистителей на основе нанотехнологий о таком высоком качестве воды можно было только мечтать.

*Учитель (здоровьесберегающий аспект).* Вода, которую мы потребляем, обязательно должна быть чистой. Загрязнённая вода вызывает болезни у многих людей, особенно у детей.

**4. Подведение итогов мероприятия. Обмен мнениями по результатам выполнения практической работы.**

*Учитель:*

- Что нового вы узнали?
- Почему даже самая трудная, неприятная и грязная работа по дому (уборка, стирка, мытье посуды и т.д.) может быть в радость каждому из нас?
- Что бы вы посоветовали Федоре из стихотворения К. И. Чуковского «Федорино горе»?

*Ответы детей.*

*Учитель.* Интересно, что некоторые полезные технологии, которые помогают нам в быту, позаимствованы человеком у природы. Например, салфетки и губки для уборки из целлюлозы. Целлюлоза – это клетчатка, главный строительный материал в растительном мире. Естественным для неё является сухое и твёрдое состояние. *Целлюлозные салфетки* после уборки высыхают, и размножение бактерий в них прекращается. Это значит, что в следующий раз вы будете делать уборку действительно чистой салфеткой.

Многие нанотехнологии, которые помогают нам в быту, позаимствованы человеком у природы. Например, целлюлоза, которая помогает не только чисто убираться, но и не даёт размножаться микробам.

Высокие технологии, которые ещё несколько десятилетий назад казались фантастикой, приходят в наш быт, чтобы сделать его более комфортным. Пользоваться технологическими новшествами легко и приятно. Словно вы нажимаете на чудо-кнопку – и получаете результат, который превышает самые смелые ожидания.

– Теперь для нас с вами «Федорино горе» уже давно не «горе»!

### Список литературы

1. Чуковский К. И. Федорино горе.
2. Алфимова М. Занимательные нанотехнологии. – М.: Бином, 2011.
3. Образовательная система «Школа 2100».
4. [http://nano-portal.ru/upload/iblock/da8/DSC\\_0030-300x199.jpg](http://nano-portal.ru/upload/iblock/da8/DSC_0030-300x199.jpg).
5. [http://www.nanoware.ru/whatisnano/p2\\_articleid/304/p2\\_action/emailarticle](http://www.nanoware.ru/whatisnano/p2_articleid/304/p2_action/emailarticle).

*Л. В. Матвеева, М. М. Резванова*

## Интегрированный урок внеклассного чтения и технологии. По произведению А. П. Гайдара «Голубая чашка»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БЫТУ СОВРЕМЕННОГО КЛЕЯ, РАЗРАБОТАННОГО  
НА ОСНОВЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

### Цели урока:

- Развивать интерес к книгам писателя А. П. Гайдара, положительные черты характера на примерах жизни героев;
- Познакомить учащихся с новыми высокими технологиями;
- Стимулировать внешнюю и внутреннюю мотивацию познания.

### Задачи мероприятия.

#### *Умение объяснять мир:*

- Формировать у учащихся новые понятия о частицах, с которыми работают нанотехнологии.
- Развивать у учащихся понятия о мельчайших наночастицах, их взаимосвязи с окружающим миром и их функции.

#### *Отношение к миру:*

- Оценивать, что помогает делать человеческую жизнь разнообразнее, труд человека легче, сохранять его здоровье, благотворно влиять на экологию.
- Наглядно объяснять малышам действие наночастиц.

### Используемые технологии:

- исследовательская с элементами игры, со здоровьесберегающими формами работы;
- практическая деятельность;
- технология проблемного диалога;
- технология оценивания учебных успехов.

### Содержательная линия:

- актуализация знаний учащихся через произведение А. П. Гайдара «Голубая чашка»;
- решение проблемных вопросов, связанных с пониманием ценностей семьи, чувства уважения, ответственности по отношению к своим близким;
- решение проблемных вопросов, связанных с современными достижениями науки;
- поиск ответов на проблемные вопросы через практическую игровую деятельность;

- доказательство значимости нанотехнологий в быту;
- структурирование, анализ, обобщение полученных знаний;
- рефлексия учащихся.

#### **Универсальные учебные действия:**

##### **Личностные**

- Оценивать жизненные ситуации (поступки людей) с точки зрения умения применять на практике современные знания.
- Объяснять с позиции общечеловеческих нравственных ценностей важность использования достижений науки.
- Самостоятельно определять и высказывать своё мнение по отношению к высоким технологиям.

##### **Регулятивные**

- Самостоятельно формулировать цели урока и формулировать учебную проблему.
- Совместно с учителем обнаруживать и формулировать учебную проблему.
- Составлять план решения проблемы (задачи) совместно с учителем.

##### **Познавательные**

- Развивать кругозор, анализ, сравнение, рассуждение, речь, мышление, память.
- Ориентироваться в своей системе знаний: самостоятельно предполагать, какая информация нужна для решения учебной задачи.
- Добывать новые знания путём исследования под руководством учителя.
- Перерабатывать полученную информацию о новых высоких технологиях: сравнивать и группировать факты и явления.
- Перерабатывать полученную информацию: сравнивать и группировать факты и явления; определять причины явлений и событий.

##### **Коммуникативные**

- Доносить свою позицию до других: оформлять свои мысли в устной речи с учётом своих жизненных речевых ситуаций.
- Высказывать свою точку зрения и пытаться её обосновать, приводя аргументы.
- Уметь отделять новое от известного, выделять главное и составлять план.
- Выполнять различные роли в группе, сотрудничать в совместном решении проблемы.
- Учиться уважительно относиться к позиции другого, пытаться договориться.

**Метапредметные** результаты формируются в ходе формирования всех выше перечисленных универсальных учебных действий.

## ХОД УРОКА

### **Актуализация знаний**

*Учитель.* — Из какого произведения я прочитаю отрывок?

«...Мы достали в чулане муку. Заварили её кипятком — получился клейстер. Оклеили гладкую вертушку цветной бумагой, хорошенько разгладили её и через пыльный чердак полезли на крышу. Вот сидим мы верхом на крыше. И видно нам сверху, как в соседнем саду, у крыльца, дымит трубой самовар. А на крыльце сидит хромой старик с балалайкою, и возле него толпятся ребятишки. Потом выскочила из черных сеней бо-

соная сгорбленная старуха. Ребятишек турнула, старика обругала и, схватив тряпку, стала хлопать по конфорке самовара, чтобы он закипел быстрее. Посмеялись мы и думаем: вот подует ветер, закружится, зажужжит наша быстрая вертушка. Ото всех дворов сбегутся к нашему дому ребятишки. Будет и у нас тогда своя компания. А завтра что-нибудь ещё придумаем...»

*Дети.* А. П. Гайдар «Голубая чашка».

*Учитель.* Да, это произведение написал Аркадий Петрович Гайдар. Мы с интересом читаем его книги, знакомимся с героями. Он настолько ярко и убедительно пишет о своих героях, что они становятся нашими друзьями на всю жизнь.

*Учитель.* А какие ощущения вы испытывали, когда читали произведение А. П. Гайдара «Голубая чашка»?

*Дети.* Ощущение доброты, счастья и обиды, спокойствия и тревоги.

*Учитель.* Кто является главными героями в рассказе «Голубая чашка»?

*Дети.* Взрослые и дети (Светлана, Пашка, Санька, Федор).

*Учитель.* У детей — героев произведений — сложный душевный мир. Они дружат, играют, ссорятся, обижаются, переживают, но живут общей жизнью со взрослыми, интересуются всем, что происходит вокруг. Жизнь так насыщена, что за короткий срок они переживают такие потрясения, что в конце дети уже другие, повзрослевшие, поднявшиеся на новую нравственную ступеньку.

### **Обсуждение проблемных вопросов**

*Учитель.* Какое потрясение пережила Светлана?

*Дети.* Мама Маруся обвинила Светлану и её папу в том, что они разбили чашку. Обидевшись на маму, девочка с папой решили уйти из дома.

*Отрывок:*

«...Лучше сознавайтесь, озорной народ, что в чулане мою голубую чашку разбили! А я чашки не разбивал. И Светлана говорит, что не разбивала тоже. Посмотрели мы с ней друг на друга и подумали оба, что уж это на нас Маруся говорит совсем напрасно. Но Маруся нам не поверила. — Чашки, — говорит она, — не живые: ног у них нет. На пол они прыгать не умеют. А кроме вас двоих, в чулан никто вчера не лазил. Разбили и не признаётесь. Стыдно, товарищи!»

*Учитель.* Мы говорили, что причина обиды — разбитая голубая чашка. Как вы думаете, почему рассказ так и называется «Голубая чашка»?

*Дети.* Это предмет, из-за которого всё произошло.

*Учитель.* Так, голубая чашка — первопричина всего произошедшего. Важно и то, что история с голубой чашкой заставила эту семью задуматься над их отношением друг к другу. Ведь из-за глупых обид семейное счастье, как голубая чашка, могло разбиться.

**Поиск решения проблемы. Практическая работа**

*Учитель.* А что бы вы посоветовали сделать героям?

*Дети.* Склеить чашку!

*Учитель.* Давайте поможем героям решить эту проблему и склеим чашки:

- Перед вами две баночки с клеем: баночка № 1 и баночка под № 2.
- Склейте одну чашку клеем из баночки № 1, а другую чашку – из баночки № 2.

*Дети работают и наблюдают.*

**Формирование представления о новых разработках клея**

*Учитель.* Каким клеем вам было удобнее работать?

*Дети.* Клеем из баночки № 2.

*Учитель.* Какой клей лучше справился с работой? Почему?

*Ответы детей.*

*Учитель.* В баночке № 1 клейстер. Рассмотрите его. Что вы можете о нём сказать?

*Дети.* Некрасивый, мутный, с комочками, издаёт запах.

*Учитель.* Вспомните, чем склеивали вертушку Светлана и папа?

*Дети.* С помощью клейстера.

*Учитель.* А вы знаете, что такое клейстер? Помню я себя ребёнком. Ремонт: мама стоит у плиты и ворочает поварёшкой в большой кастрюле бледно-серое клейкое варево. Это – клейстер. Затем мы мазали его на обои, внимательно выбирая комочки. Потом наклеивали склизкие бумажные полотнища на стену, стараясь не запачкать лицевую сторону. Все переживали по поводу: приклеятся ли обои, не будет ли на них пятен? Кошмарное зрелище...

*Учитель (здоровьесберегающий аспект).* Пар при варке клейстера, его запах вредны для здоровья человека. Такой клейстер надо держать в холодном месте, так как в нём быстро начинают размножаться микробы и его использовать уже нельзя. Особенно вреден такой клей для тех, кто страдает заболеванием дыхательных путей.

*Учитель.* К счастью, в век нанотехнологий и компьютеров изготовление клейстера безвозвратно ушло в прошлое. Современный клей не требует варки. Требования к нему очень высоки. Одно из главных: оптимальная клеящая способность, безвредность для здоровья, безопасность для окружающей среды.

Во второй баночке находится современный клей. Рассмотрите его. Что вы можете о нём сказать?

*Дети:*

– Это прозрачная жидкость, без запаха.

– Клей легко ложится на бумагу, не оставляет комочков, быстро склеивает части, быстро сохнет, не оставляет пятен.

*Учитель.* Это современный клей с использованием современных научных разработок. Сегодня мы склеивали бумажные чашки, в жизни приходится склеивать предметы из разных материалов, то, что раньше казалось нереальным, сегодня мы можем сделать без особого труда, в этом нам помогают нанотехнологии. Мы с вами уже говорили о нанотехнологии, и вы уже знаете, что наночастицы настолько активны, что быстро вступают во взаимодействие с разными поверхностями и быстро выполняют свою работу. Им не страшны ни высокие, ни низкие температуры, они умеют создавать защитную плёнку и не пропускают воду.

*Учитель (здоровьесберегающий аспект).* Основа современных клеев позаимствована у природы, это может быть производное целлюлозы, либо крахмала. Главное свойство – вязкость и безопасность для здоровья и окружающей среды.

*Учитель.* Что нового вы узнали? С каким клеем вам было приятнее работать?

*Ответы детей.*

*Учитель.* Предположите, случился бы конфликт между членами семьи, если бы они знали о таком клее?

*Ответы детей.*

*Учитель.* Если бы вы разбились дома чашку, как бы поступили?

*Ответы детей.*

**Рубрика «Это интересно знать!»**

Для создания нового клейкого состава учёные использовали знания и опыт из совершенно различных областей, включая биологию, физику, химию, нанотехнологии и машиностроение. Принцип, на основе которого создан новый состав, позаимствован у природы, его основой является двигательный аппарат геккона (гекконы – ящерицы, живущие на земле уже более 50 миллионов лет), который за счёт микроскопических волосков на поверхности конечностей может бегать по вертикальным поверхностям и даже по потолку из любого материала, включая стекло. Наноструктуры и наночастицы на поверхности клейкого материала являются аналогом волосков геккона. С помощью магнитного поля можно регулировать силу «прилипания» материала к поверхности. (Например, в шинах автомобилей из нановолокон.) «Человек-паук» – это уже не фантастика – созданы роботы, способные передвигаться по вертикальным гладким стенам и даже стеклу. Так нанотехнологи используют способности геккона для создания нового материала «гекель». Применение нового материала используют в разных областях человеческой деятельности для склеивания поверхностей.

*Учитель.* Вернёмся к производству А.П. Гайдара «Голубая чашка». Как решали проблему герои?

*Дети.* Наши герои путешествуют и встречаются на своем пути интересных людей, любят природу, купаются в реке, преодолевают препятствия, играют.

*Учитель.* Через, казалось бы, случайно обронённые слова-детали (выкупались, играли), мы понимаем, что настроение героев постепенно улучшается (вряд ли бы они стали играть и купаться, если бы были в дурном настроении). Вслед за папой и Светланкой мы находили в каждом «плохом» событии что-то положительное, но в самом главном – обиде на маму, разве есть что-то хорошее?

*Учитель.* Над чем А. П. Гайдар хочет, чтобы мы задумались?

*Дети.* Над тем, что люди важнее предметов: чашка разбилась – Маруся обиделась, а когда вернулись дочка и муж, поняла, что родные ей дороже.

*Учитель.* Думаю, это подводит итог нашим размышлениям над мудрым рассказом Гайдара.

Рассказ Гайдара не просто описание путешествия обидевшихся папы и дочки, а мудрое повествование о ценности семейных взаимоотношений, умении быть оптимистом. Верой в лучшее наполнена каждая гайдаровская строка, отчего «Голубая чашка» читается легко и оставляет удивительно тёплые ощущения. «Голубая чашка» приносит нам ощущение радости.

### **Подведение итогов интегрированного урока. Обмен мнениями по результатам выполнения практической работы.**

– Какое впечатление произвела на вас повесть «Голубая чашка»?

– Что бы вы посоветовали главным героям произведения «Голубая чашка»?

*Ответы детей.*

*Учитель.* В конце рассказа «Голубая чашка» написано: «А жизнь совсем хорошая».

Сегодня, когда к нам на помощь приходят нанотехнологии, нашу жизнь ещё легче сделать «совсем хорошей», так как мы можем не только продлить жизнь любимым вещам, но избежать многих конфликтов в семье.

### **Список литературы**

1. Гайдар А. П. Голубая чашка.
2. Алфимова М. Занимательные нанотехнологии. – М.: Бином, 2011.
3. Образовательная система «Школа 2100».
4. [http://nano-portal.ru/upload/iblock/da8/DSC\\_0030-300x199.jpg](http://nano-portal.ru/upload/iblock/da8/DSC_0030-300x199.jpg)
5. [http://www.nanoware.ru/whatsnano/p2\\_articleid/304/p2\\_action/emailarticle](http://www.nanoware.ru/whatsnano/p2_articleid/304/p2_action/emailarticle)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2.**

### **Примеры реферативных работ учащихся профильных медицинских классов**



*Матюшин Александр, 9 класс*

## НАНОПРОЦЕССЫ В РАБОТЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Самой интересной и загадочной задачей для человека испокон веков было познать самого себя, принципы работы своей управляющей системы. «Познай себя и познаешь мир!»

Насколько же мы приблизились к решению этой задачи...

Итак, управляющая система — головной мозг. Изменялся ли размер мозга в процессе развития человека? Впервые в мировой науке специалисты с помощью компьютерной технологии измерили объём мозга современного человека и его прямых предков. Как оказалось, размеры головного мозга Homo sapiens уменьшились в процессе эволюции. Современный человек имеет объём мозга 1350 см<sup>3</sup>, это меньше, чем человек, живший ещё 20 тысяч лет назад. Мозг потерял 5% объёма. Зависит ли развитие человека от размера мозга? У великих представителей человечества он имеет разные размеры. При внешнем осмотре внимание, прежде всего, привлекают два больших полушария, скрывающие под собой глубинные образования. Поверхность покрыта бороздами и извилинами, увеличивающими поверхность. Виден мозжечок, ствол мозга и 12 пар черепно-мозговых нервов. Поверхность мозга с помощью борозд делится на доли: лобную, теменную, затылочную и височную.

В головном мозге человека и млекопитающих учёные различают кору, подкорковые области и ядра — плотные скопления нейронов. Все эти участки мозга состоят из нейронов и связаны между собой отростками. Каждый нейрон имеет один аксон и множество дендритов. Специфические соединения между нейронами — синапсы. Нейроны окружены клетками нейроглии, которые их поддерживают и питают. Они легко повреждаются, очень ранимы: через 5–10 минут после того, как перестает поступать кислород, они погибают.

В мозге от 5 до 20 млрд нейронов.

Нейрон — клетка-центр по переработке информации, и чем больше у неё дендритов, тем больше информации она получает, обрабатывает и передает.

Значит, объём мозговой деятельности зависит не столько от количества нейронов, сколько от количества связей между ними. И некоторые клетки имеют до 150 000 контактов!

Кора — самая сложная часть мозга. Её толщина 1,5–3 мм. В ней нейроны расположены в 6 слоев, в каждом из них клетки однотипной конфигурации: мелкие, зернистые, звёздчатые, гигантские пирамидальные. Кроме этого, они образуют вертикальные колонки, которые могут функционировать самостоятельно или в комплексе друг с другом. В этом особенность человека.

Итак, слои мозга связаны между собой горизонтально и вертикально посредством синапсов. Синапс — место контакта нейрона с другой клеткой. Крупные нейроны мозга имеют от 4 до 20 тысяч синапсов.

Конечно, процесс синаптической передачи импульса относится к нанопроцессам.

В нем участвуют медиаторы, которые, выделяясь из синаптического пузырька, вступают в реакцию с рецепторами постсинаптической мембраны, что ведёт к кратковременному изменению её ионной проницаемости и передаче импульса. Медиаторы — это ацетилхолин (возбуждающий и тормозящий), дофамин (участвующий во многих мозговых процессах и регуляции настроения), норпинефрин (также регулирующий настроение), эндорфины (защищающие организм от боли и переутомления).

Известно, что существует более 1000 рецепторов, воспринимающих каждый медиатор.

И медиаторы, и синаптические пузырьки, и рецепторы мембраны являются наноструктурами, которые участвуют в передаче нервного импульса.

К нанотехнологии принято относить объекты с характерной длиной от 1 до 100 нм.

Способность синапса осуществлять такую передачу непостоянна. При отсутствии активизации размеры синаптических пузырьков и количество медиатора уменьшаются, что ведёт к угасанию навыков, забыванию.

Значит, наше умственное развитие, творческие способности, умения и навыки зависят не от того огромного количества нейронов, с которым человек рождается, а от количества нейронных связей между ними. Причем 7–9% связей в мозге образуются автоматически без нашего участия, и они отвечают за физиологические процессы (дыхание, пищеварение, кровообращение), а образование остальных зависит от стимуляции.

Можно ли увеличить количество синапсов?

По данным учёных Бостона, в развитии мозга существенную роль играет микро-РНК. В ходе эксперимента учёные выяснили, что при изменении концентрации микро-РНК-134 в головном мозге крыс изменяется длина и количество дендритов и синапсов.

Значит, такая наноструктура, как микро-РНК-134 в сочетании с другими веществами, играет центральную роль в формировании способностей в раннем детстве, и нарушение в их синтезе ведёт к тяжёлым задержкам развития или аутизму.

Безусловно, не только процессы передачи, но и сам нервный импульс, можно отнести к нанопроцессам.

Процесс возникновения и прохождения нервного импульса по мембране нейрона связан с перемещением через мембрану катионов калия и натрия и сменой зарядов на внешней и внутренней её стороне, протеканием кольцевых токов через мембрану.

В результате по нерву человека к мозгу, не затухая, со скоростью 120 м/сек движется нервный импульс. Вызывает восхищённое удивление, что всё поведение, все творческие усилия головного мозга основаны, в конечном счёте, на этих чрезвычайно слабых токах и тончайших микроскопических химических реакциях — нанопроцессах. Биологическое действие различных наноструктур исследует нанобиология.

Баранов Никита, 9 класс

## УВЕЛИЧИВАЕТСЯ ЛИ КОЛИЧЕСТВО НЕЙРОНОВ ПО МЕРЕ ВЗРОСЛЕНИЯ?

Природа закладывает в эмбриогенезе большой запас прочности: образует большой избыток нейронов. Почти 70% из них погибает до рождения ребёнка, и человек продолжает терять нейроны на протяжении всей жизни.

Как же люди умудряются сохранить интеллект до весьма преклонных лет, если нервные клетки погибают и не обновляются?

Одно из возможных объяснений: в нервной системе одновременно «работают» не все, а только 10% нейронов. Хотя нет объяснения, откуда взялась эта цифра...

Все дело в пластичности нервной системы. Функции погибших нейронов берут на себя оставшиеся, которые увеличиваются в размерах и формируют новые связи, компенсируя утраченные функции. Это иллюстрирует болезнь Паркинсона, при которой происходит постепенное отмирание нейронов. Оказывается, пока не погибнет 90% нервных клеток, клинические симптомы заболевания (дрожание конечностей, неустойчивая походка, слабоумие) не проявляются, то есть человек выглядит здоровым. Значит, одна живая клетка может заменить девять погибших.

Гибель нервных клеток в результате болезни или травмы невосполнима — человек теряет способность думать, чувствовать, говорить, двигаться — в зависимости от того, какие клетки мозга повреждены.

Бытует выражение: «Нервные клетки не восстанавливаются».

Но так ли это?

По данным литературы, многолетние исследования учёных показали, что они восстанавливаются.

Источником восстановления могут быть предшественники нейронов — нейробласты, расположенные в глубоких слоях мозга.

После повреждения мозга некоторые клетки светлеют, внутри них формируются два ядра, разделяется цитоплазма, происходит деление.

Решить проблему восстановления можно и трансплантацией (пересадкой *эмбриональной* нервной ткани). При этом из разрушенной ткани и трансплантата *выделяется вещество*, которое стимулирует восстановление внешнего вида нейрона и проведение импульса.

И это вещество — информационная РНК. На её основе в клетке из аминокислот синтезируются специфические белки, способствующие восстановлению. Этот метод быстро распространился в разных странах мира для лечения некоторых неврологических и психических заболеваний, при которых нарушается координация движений, память, способности.

Гораздо удобнее решать проблему восстановления введением РНК в кровеносные сосуды. В 1993 году с помощью электронной микроскопии удалось проследить, как клетки капилляров мозга благодаря поверхностно активным веществам как бы «заглатывают», а затем выбрасывают в мозг РНК. Таким образом, был разработан метод регенерации нервной ткани, совершенно безопасный, безвредный и очень простой.

Эта работа имеет огромное значение для лечения больных шизофренией, старческим слабоумием, маниакально-депрессивным психозом.

Современные исследования в нанобиологии привели к использованию для соединения повреждённых нейронов в головном мозге нанотрубок. Углеродные нанотрубки — это большие молекулы, состоящие из атомов углерода, которые представляют собой замкнутые, пустые внутри оболочки. Это каркасные структуры, расстояние между слоями в которых 3,35 нм (как в графите). Это молекулярные квантовые провода, которые могут быть использованы в электронных устройствах.

Углеродные нанотрубки могут использоваться в качестве «скелета» для создания нейросетей в повреждённых участках нервов и головного мозга. Они стимулируют активность нервных клеток, улучшают передачу межнейронных сигналов, при этом скорость распространения нервного импульса увеличивается в 6 раз.

В экспериментах, проведённых на крысах, после имплантации в повреждённые участки мозга специальных матриц нанотрубок, в растворе стволовых клеток происходила регенерация нервной ткани через 8 недель.

Современные исследования дали возможность решить проблему восстановления нервной ткани и мозга и использовать их при лечении ряда заболеваний.

### Список литературы

1. Нервные клетки восстанавливаются. <http://www.examen.ru/add/School-Subjects/Human-Sciences/>.
2. Восстановление нейронов. <http://www.sunhome.ru/журнал/126448>.

*Соколова Ирина, 9 класс*

## СЕКРЕТ ПАМЯТИ И ЗАБЫВЧИВОСТИ

Как работает наш мозг?

Последние десятилетия микробиологи изучают этот вопрос.

Особенно всех интересуют проблемы памяти и забывания.

Память — это запоминание, сохранение и воспроизведение человеком ранее пережитых чувств, мыслей и образов. Она черпает информацию из прошлого и обогащает настоящее, хранит факты и трансформирует их в идеи.

Память — это наша индивидуальность, связь с миром, интеллект.

Что же происходит в мозге при осуществлении этого процесса? Какие структуры и химические вещества мозга принимают в этом участие?

Некоторые учёные считают, что причиной запоминания являются физико-химические сдвиги, происходящие в телах нейронов. Другие (и их большинство) говорят: всё дело в синапсах.

Синапс — место контакта нейрона с телами и дендритами других нейронов. На теле нейрона и на его дендритах синапсов иногда бывает до тысячи!

В передаче информации синапсу помогают медиаторы — «молекулы памяти» — это  $\gamma$ -аминомасляная кислота (ГАМК), дофамин, ацетилхолин. Они воспринимаются рецепторами постсинаптической мембраны дендрита, что, в свою очередь, активизирует ферменты — киназы. И всё происходит так же, как цифровая информация наносится на поверхность компакт-дисков.

Если память хранят синапсы, то понятно, как мозгу удастся записывать такую колоссальную информацию.

Но даже самые элементарные расчёты убеждают, что одним нейронам это не под силу.

Профессор Эйди из Калифорнийского университета считает, что в процессах запоминания принимают участие и клетки нейроглии, которые заполняют все промежутки между нейронами.

Глиальные клетки, «запоминая», изменяют, по-видимому, свои электрические свойства, в частности, сопротивление.

А совсем недавно появились работы, которые доказывают, что в образовании и хранении следов памяти принимает участие РНК — рибонуклеиновая кислота.

Можно ли это доказать?

Провели опыты: у плоских червей планарий вырабатывали несложные условные рефлексы, то есть обучали их. После обучения в нервных клетках планарий стало больше РНК. Потом «учёных» червей скормили «червям-неучам». И вдруг у неучей появились привычки съеденных приятелей. А других «обученных» планарий разрезали на несколько частей. Для них это не страшно, кусочки регенерируют, и из каждого

появляется новый червь. Так вот, регенерированные планарии продолжали сохранять все привычки «учёных». И так, опыты доказывают, что в сохранении рефлексов принимает участие РНК. Других регенерированных планарий выращивали в среде, содержащей рибонуклеазу. Это фермент, разрушающий РНК.

Нетрудно догадаться, что если обучение связано с РНК, то рибонуклеаза разрушит РНК, и планарии потеряют все приобретённые «привычки». Так и произошло.

В общих чертах участие РНК в сохранении памяти представляют так.

Под влиянием какого-то раздражения в протоплазме нейрона изменяется строение молекулы РНК. Такая специализированная РНК-матрица будет синтезировать специализированные белки, особо чувствительные к тому раздражителю, который первоначально «спровоцировал» его образование. И как только почувствует его, сейчас же заставит нервную клетку «вспомнить» реакцию на этот раздражитель. Так образуются в мозгу условные рефлексы — стандартная реакция на специфические сигналы.

А это первые шаги памяти. Такую гипотезу предложил американский учёный Хиден. Он подтвердил и точку зрения профессора Эйди о роли нейроглии, как источника энергии и биохимических веществ для нейрона.

Таким образом, мы можем утверждать, что в процессах памяти участвуют тела нейронов (в протоплазме РНК), синапсы и глиальные клетки, которые можно отнести к наноструктурам.

В отношении забывчивости считалось, что она является лишь следствием нарушения этих механизмов.

Однако в 2003 году группа французских исследователей, работающих в Цюрихе, открыла белковую молекулу, обладающую способностью «стирать» поступившую в мозг информацию, то есть препятствовать формированию памяти. Биологическим носителем забывчивости оказался знакомый учёным фермент — протеинфосфатаза (PP1), присутствующий в большом количестве во всех клетках организма.

PP1 — фермент, регулирующий такие жизненно важные процессы, как развитие, деление клеток в печени, мышцах, коже, мозге. Белковые молекулы PP1 обладают свойством отнимать фосфатные группы у других белков — «мишеней». Потеря фосфатных групп у «мишеней» приводит к торможению или полному подавлению активности «мишеней».

Для обнаружения причин забывчивости на молекулярном уровне учёные создали специальную породу мышей. В их геноме они встроили ген, кодирующий синтез белка, который «выключает» PP1.

Трансгенных мышей обучали. Они лучше усваивали материал за 5 коротких сеансов по 5 минут с интервалом 15 минут, чем за один (25 минут) сеанс.

Но если в пищу добавляли антибиотик доксициклин, т.е. «включали» PP1, 25-ти минутный урок становился таким же эффективным!

Процесс запоминания в гиппокампе происходит в 3 стадии:

1. освобождение «молекул памяти» из аксона пресинаптического нейрона;
2. связь молекул нейромедиатора с рецепторами постсинаптического нейрона;
3. активизация специального фермента (CaMKii), участвующего в формировании памяти.

«Молекулы памяти», медиаторы, рецепторы постсинаптической мембраны, белковые молекулы, ферменты – это нанообъекты.

PP1 блокирует работу этого специального фермента и процесс синтеза белка, т.е. PP1 «выключает» запоминание. Кроме этого, PP1 способствует забыванию. В доказательство этому был проведён следующий опыт:

Мышей положили в непрозрачную воду, поместив туда платформу и ориентиры, указывающие на «сушу». Рано или поздно мыши её находили, причем с каждым разом всё быстрее. После 9 дней платформу убрали, но мыши продолжали её искать. «Нормальные» мыши вскоре поняли, что платформы нет, а те, у которых ген PP1 был деактивирован, продолжали искать её и 6 недель спустя.

Итак, PP1 снижает активность белка, который даёт сигнал к синтезу новых белков, необходимых для формирования и сохранения памяти.

Но, по-видимому, это не единственный механизм, связанный с запоминанием, так как забывчивость бывает двух видов: стирание информации и маскировка. Неважная информация стирается, а нужная «откладывается на дальнюю полочку».

PP1 блокирует синтез белков, что приводит к стиранию информации, и восстановлению её из глубин памяти.

Механизм маскировки информации пока неизвестен.

Забывчивость – физиологический процесс. Как память, так и забывание на биохимическом уровне – нанопроцессы. А открытие «молекул памяти» показывает, насколько мало изучен механизм формирования сознания. Забывчивость жизненно необходима, т.к. она сохраняет нашу память от переизбытка информации и помогает отсортировать важную информацию.

И. Мансуй считает, что больных склерозом можно вылечить, но, не стимулируя память, а отключая забывание. «Молекула забывчивости» уже интересует многих фармацевтов.

### Список литературы

1. Белоконева Н. Секрет забывчивости // Наука и жизнь. — 2004. — № 5.
2. Тронина М. А., Харчу М. А. Память. Механизм формирования памяти и забывчивости. — Т. 1, 2. — 2009.

**«Наномир» в содержании  
интегрированных и бинарных уроков  
естественнонаучной направленности**

Сборник из опыта работы учителей  
лицея № 179 Санкт-Петербурга

Редактор-составитель *А. С. Обуховская*

Технический редактор *Е. С. Брискина*  
Художественный редактор *Д. Ю. Матиясевиц*

Автономная некоммерческая просветительская организация  
в области естествознания и высоких технологий

**«ШКОЛЬНАЯ ЛИГА»**

Санкт-Петербург, 9-я линия В.О., д. 8, каб. 28  
е-мэйл: books@fondedu.ru тел. 8(812)640-21-31  
генеральный директор М. М. Эпштейн

Подписано в печать 19.11.2012  
Тираж 150 экз. Заказ

Отпечатано в ООО «Издательство «ЛЕМА»  
Санкт-Петербург, Средней пр. ВО, 24  
Телефон/факс: (812) 401-01-74  
е-мэйл: izd\_lemma@mail.ru