

**Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования  
«Научно-методический центр»**

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 54»**

# **Валеологический компонент в обучении химии**

**Кемерово 2017**

УДК 372.854  
ББК 74.262.4  
В15

РЕКОМЕНДОВАНО  
научно-методическим советом  
МБОУ ДПО «Научно-методический центр»  
от «14» декабря 2016 г., протокол № 16

**Составитель:**

*Борисова Татьяна Дмитриевна*, учитель химии МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 54»;

**Рецензенты:**

*Т. Ю. Дробчик*, кандидат химических наук, доцент кафедры генетики института биологии, экологии и природных ресурсов ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»;

*А. И. Фёдоровых*, методист МБОУ ДПО «Научно-методический центр»

**В15 Валеологический компонент в обучении химии [Текст] / сост.: Т. Д. Борисова. – Кемерово : изд-во МБОУ ДПО «Научно-методический центр», 2017. – 56 с.**

В издании представлен справочный материал о составе химических элементов, образующих клетки живых организмов. Описание каждого элемента представлено в единой форме, включающей следующие пункты: антропогенные источники, биологическая роль, токсическое действие, применение в медицине.

Особую практическую роль представляют задачи валеологической направленности, такие как расчеты по химическим формулам, уравнениям, вывод химических формул и др.

Данное справочное издание является актуальным и практически значимым для учителей химии ОУ и может быть использовано как на уроках, при изучении отдельных тем, так и при составлении программ внеурочной деятельности и элективных курсов.

ББК 74.262.4

© Т. Д. Борисова, 2017  
© МБОУ ДПО «Научно-методический центр», 2017

## Содержание

От составителя	4
Химические элементы в организме человека	5
Элементы главной подгруппы I группы	6
Металлы побочной подгруппы I группы	11
Металлы главной подгруппы II группы	14
Металлы побочной подгруппы II группы	17
Элементы главной подгруппы III группы	21
Элементы главной подгруппы IV группы	23
Элементы главной подгруппы V группы	30
Металлы побочной подгруппы V группы	34
Элементы главной подгруппы VI группы	35
Металлы побочной подгруппы VI группы	37
Элементы главной подгруппы VII группы	39
Элементы побочной подгруппы VII группы	44
Элементы главной подгруппы VIII группы	45
Элементы побочной подгруппы VIII группы	45
Задачи	48
Список литературы	53

## От составителя

Среди самых важных категорий в системе ценностей общества лидирующие позиции занимает сохранение среды обитания и здоровья человека. *Область научных знаний о том, как сберечь физическое, эмоциональное, личностное здоровье и вести здоровый образ жизни, именуется валеологией.*

Курс химии играет существенную роль в образовании и воспитании подрастающего поколения, в процессе его изучения можно естественным образом сформировать у учащихся валеологические знания и умения.

Собственное здоровье и способы его сохранения интересуют многих учащихся, однако зачастую учащиеся не понимают, насколько важны в этой связи знания, полученные на уроках химии, и считают, что им необходимы лишь точные рекомендации по поведению в той или иной ситуации. А ведь хорошая база теоретических химических знаний действительно дает возможность проникнуть в самую глубину проблемы, выявить первопричину нарушения здоровья, объяснить влияние данного фактора на организм человека и в итоге найти выход из сложившейся ситуации, а также разработать меры профилактики.

Валеологизация школьного курса химии обусловлена необходимостью формирования осознанного отношения учащегося к своему здоровью. Любой урок химии может способствовать одновременно и интеллектуальному развитию школьника, и сохранению его физического статуса. То есть школьные химические знания должны помогать адаптации учащегося и увеличивать резервы его здоровья.

Изучение химии имеет особое значение, так как:

- способствует формированию знаний о молекулярных основах здоровья;
- позволяет оценить влияние отдельных химических элементов и их соединений на окружающую среду, на живые организмы, в частности на организм человека;
- физиологическое воздействие отходов химической промышленности на человека и животных в рамках системы «человек – производство – природа»;
- умение решать химические задачи позволяет определить содержание биологически активных веществ, как в организме человека, так и в продуктах питания.

Творческий подход учителя к вопросу включения валеологического компонента в содержание школьного курса химии, несомненно, послужит основанием для серьезного осмысления учащимися практической значимости химических знаний в решении проблем сохранения и укрепления здоровья.

## Химические элементы в организме человека

В составе веществ, образующих клетки живых организмов, обнаружено более 70 химических элементов. В клетках нет каких-либо особенных элементов, характерных только для живой природы, т. е. на атомном уровне различий между живой и неживой природой нет. Эти различия существуют на молекулярном уровне. Например, химические элементы галогены входят в состав веществ живой и неживой природы. В природе они существуют только в связанном виде.

Элементы, необходимые для построения и жизнедеятельности различных клеток и организмов, называют биогенными элементами. Органы человека по-разному концентрируют в себе различные химические элементы, т. е. микро- и макроэлементы распределяются между разными органами и тканями неравномерно.

Большинство микроэлементов накапливаются в печени, костной и мышечной тканях. Это основные запасники организма.

Элементы могут проявлять специфическое сродство по отношению к некоторым органам и содержаться в них в высоких концентрациях. Известно, что цинк концентрируется в поджелудочной железе; иод – в щитовидной железе; фтор – в эмали зубов; алюминий, мышьяк, ванадий накапливаются в волосах и ногтях; кадмий, ртуть молибден – в почках; олово откладывается в тканях кишечника; стронций – в предстательной железе, костной ткани; барий – в пигментной сетчатке глаза и т. д.

В организме микроэлементы могут находиться как в связанном состоянии, так и в виде свободных ионов.

На изменение содержания химических элементов в организме влияют различные заболевания. Так, при рахите происходит нарушение фосфорно-кальциевого обмена, что приводит к снижению содержания кальция. При нефрите из-за нарушения электролитного обмена уменьшается содержание в организме кальция, натрия, хлора и повышается содержание магния, калия. В поддержании определенного уровня макро и микроэлементов в организме участвуют гормоны.

Биологическая роль химических элементов в организме человека чрезвычайно разнообразна.

Главная функция макроэлементов состоит в построении тканей, поддержании постоянства осмотического давления, ионного и кислотно-основного состава.

Микроэлементы, входя в состав ферментов, гормонов, витаминов, биологически активных веществ в качестве комплексообразователей или активаторов, участвуют в обмене веществ, процессах размножения, тканевом дыхании, обезвреживании токсичных веществ.

Многие ферменты (биологические катализаторы) содержат ионы металлов. Например, марганец встречается в 12 различных ферментах, железо – в 70, медь – в 30, а цинк – более чем в 100. Поэтому соли металлов необходимы для нормального развития организмов. Десять металлов, необходимых живому организму, получили название «металлы жизни». Так, установлено, что в организме человека массой 70 кг содержание «металлов жизни» составляет: кальция – 1700 г, калия – 250 г, натрия – 70 г, магния – 42 г, железа – 5 г, цинка – 3 г, меди – 0,2 г, марганца, молибдена, кобальта – по 0,1 г.

Широкое применение в медицине нашли различные металлы и их сплавы. Из большого их числа были отобраны как наиболее биоинертные титан, тантал, коррозионностойкая сталь и сплав, содержащий хром, кобальт, молибден. Эти материалы используют для конструирования аппарата «искусственное сердце-лёгкое», создание искусственных клапанов сердца, эндопротезирования крупных дефектов костей человека. Металлы часто применяют в сочетании с полимерами и различными керамическими изделиями.

## Элементы главной подгруппы I группы

### Водород

Нуклиды водорода – дейтерий и тритий – применяются для создания ядерного оружия, которое обладает страшной разрушительной силой. Ядерное оружие действует четырьмя поражающими факторами: ударной волной, интенсивным тепловым излучением, проникающей радиацией и радиоактивными осколками, попадающими в почву, воду и воздух. Оно одновременно разрушает, сжигает, отравляет, а также оставляет после своего применения на длительное время зараженной окружающей среду.

**Применение в медицине.** Пероксид водорода применяют наружно в виде 3%-ного раствора в качестве дезинфицирующего и кровоостанавливающего средства. Этот раствор также используют при воспалительных заболеваниях слизистой оболочки ротовой полости и горла, для обработки и лечения загрязнённых и гнойных ран, остановки носовых кровотечений.

### Литий

Литий был открыт в 1817 г. шведским химиком А. Арфведсоном при анализе минерала петалита. Металл назвали литием, что в переводе с греческого означает «камень». Впервые был получен Г. Дэви в 1818 г.

Содержание лития в земной коре –  $3,2 \cdot 10^{-3}$  от ее массы. Известно около 30 минералов лития, пять из них имеют промышленное значение. Мировое производство этого металла – около 39000 т в год; по некоторым оценкам, его запасы составляют  $7,3 \cdot 10^6$  т. В морской воде содержание лития  $0,17 \cdot 10^{-4}\%$ .

**Применение:** Долгое время литий и его соединения почти не находили практического применения. Лишь в XX в. их стали использовать в производстве аккумуляторов, в химической промышленности как катализаторы, в металлургии. Сплавы лития легки, прочны, пластичны. Главная область применения лития сегодня – атомная техника.

**Антропогенные источники:** предприятия по производству лития, производство синтетических волокон (хлорид лития для барабанных сушилок), промышленные сточные воды (при их использовании для орошения сельскохозяйственных культур происходит аккумуляция лития почвой и растениями, при этом

возникает угроза хронического отравления людей); сжигание угля (ежегодно высвобождается количество лития, в 20 раз превышающее годовой вынос этого металла речным стоком).

**Биологическая роль:** Содержание лития в животных организмах составляет 10<sup>-4</sup>%. Среднее содержание в организме человека (мышечная, костная ткани, кровь) – 0,67 мг. Суточная потребность организма: 0,1–2 мг. Дефицит лития в организме человека приводит к психическим расстройствам, которые можно излечить препаратами на его основе.

**Токсическое действие** лития проявляется при повышенном содержании его в организме. Так, у человека избыток лития вызывает общую заторможенность, нарушение дыхания и сердечного ритма, слабость, сонливость, потерю аппетита, жажду, расстройство зрения, а также дерматит лица и рук.

**Применение в медицине:** карбонат лития и литиевая соль салициловой кислоты служат средством для растворения мочевой кислоты, выделяющейся при подагре и некоторых других болезнях. Соли лития применяют при лечении психических заболеваний (карбонат лития Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), также заболеваний, связанных с отложением солей, например подагры.

## Натрий

В 1807 г. английский химик и физик Г. Дэви впервые получил натрий в чистом виде при электролизе едкого натра. Дэви же первый изучил его свойства.

Натрий – самый распространенный в природе щелочной металл, один из самых распространенных в природе элементов – 2,5% от массы земной коры. Натрий входит в состав гранитов, базальтов, полевых шпатов, множества минералов. В морской воде содержание натрия 1,06%.

Мировое производство поваренной соли – 1,68•10<sup>8</sup>, карбоната натрия – 2,9•10<sup>7</sup>, металлического натрия – 2•10<sup>5</sup> т в год, запасы натрия практически не ограничены.

**Применение** натрия и его соединений в промышленности очень разнообразно. Жидкий натрий служит теплоносителем в атомных реакторах некоторых конструкций. Металлическим натрием восстанавливают из соединений такие ценные металлы, как цирконий, тантал. Используется в качестве катализатора при синтезе каучука и в других органических синтезах.

**Антропогенные источники:** сжигание угля, выбросы предприятий чёрной металлургии, промышленно-бытовые сточные воды, использование хлорида натрия в качестве средства против обледенения шоссе дорог или для умягчения питьевой воды.

**Биологическая роль.** Ежедневная потребность организма в натрии составляет 1 г. Соединения натрия должны поступать в организм в составе натуральных продуктов. В организм человека натрий поступает в основном в виде поваренной соли, суточная доза потребления которой составляет 4–8 г. Содержание натрия в животных организмах достигает 10<sup>-1</sup>%. Среднее содержание в организме человека – 100 г. Натрий – основной компонент внеклеточной жидкости. В организме человека натрий находится в виде растворимых солей, главным образом хлоридов, фосфатов и гидрокарбонатов. Натрий распространен по всему организму и со-

держится в эритроцитах и сыворотке крови, спинномозговой жидкости, глазной жидкости, пищеварительных соках, желчи, почках, костной ткани, легких, мозге. Ионы натрия играют важную роль в обеспечении постоянства внутренней среды человеческого организма, участвуют в поддержании постоянного осмотического давления биожидкости, удерживают воду в организме.

Ионы натрия поддерживают у животных и человека нормальную возбудимость мышечных клеток, участвуют в сохранении кислотно-основного баланса в организме, в регуляции сердечной деятельности (успокаивают).

Натрий активно участвует в обмене веществ в живых организмах. Играет важную роль в водно-солевом обмене и при поддержании кислотно-щелочного равновесия. Присутствует натрий и в тканях растений, однако роль этого элемента в жизни растений еще не изучена до конца

**Токсическое действие.** Избыток ионов натрия в организме человека чаще всего обусловлен чрезмерным употреблением поваренной соли. Это вызывает гипертонию, приводит к нарушению водного обмена, сгущению крови, вызывает дисфункцию почек, некоторые сердечно-сосудистые заболевания, а также общее нарушение обмена веществ.

**Применение в медицине.** Натрий входит в состав многих лекарственных препаратов, в том числе таких, как питьевая сода, норсульфазол. Многие антибиотики используются в медицинской практике главным образом в виде натриевых солей. Сульфат натрия (глауберова соль)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  применяют в качестве слабительного средства. Эта соль медленно всасывается кишечником, что приводит к поддержанию повышенного осмотического давления в полости кишечника в течение длительного времени. В результате осмоса происходит накопление воды в кишечнике, содержимое его разжижается, сокращение кишечника усиливается, и каловые массы быстрее выводятся. Кроме того, эту соль применяют при отравлении солями бария и свинца.

## Калий

Человечество знакомо с калием более полутора веков. В лекции, прочитанной в Лондоне 20 ноября 1807 года Г. Дэви сообщил, что при электролизе едкого калия он получил «маленькие шарики с сильным металлическим блеском... Некоторые из них сейчас же после своего образования сгорали со взрывом». Это и был калий.

В земной коре содержится 2,5% калия по массе. Калийсодержащих минералов известно несколько сотен, среди них сильвин, карналлит, ортоклаз. Содержится в морской воде – 0,037%. Мировое производство солей калия –  $5,1 \cdot 10^7$ , металлического калия – 200 т в год. Запасы огромны.

**Антропогенные источники:** выбросы металлургических предприятий, автомобильного транспорта; переработка калийно-магниевых руд, производство хлорида калия.

**Применение.** Калий используют обычно в форме солей. Калийные удобрения – это природные или измененные в процессе химической обработки соли калия. Нитрат калия (калийная селитра) – двойное удобрение и окислитель, компонент дымного пороха; фторид калия – важнейший металлургический флюс; перман-



ганат калия – окислитель и антисептик; хлорат калия (бертолетова соль) применяются в пиротехнике и производстве спичек; карбонат калия (поташ) необходим при варке стекла. Металлический калий употребляется как материал электродов в химических источниках тока, как восстановитель при получении некоторых металлов и как теплоноситель в атомных реакторах.

**Биологическая роль.** Важен для всех живых организмов. При недостатке этого элемента замедляется рост растений, желтеют листья, плоды становятся менее сладкими, семена теряют всхожесть.

Содержание калия в организме составляет  $10^{-1}\%$ . Число атомов калия в теле человека равно  $2,2 \cdot 10^{24}$ , это приблизительно 140 г. Суточная потребность организма: 1,4–7,4 г. Содержание калия в пище жителей разных стран колеблется от 1800 до 5600 мг. В США рекомендуемая минимальная величина суточного потребления калия установлена в размере не менее 2000 мг для лиц 18-летнего возраста. Для людей старшего возраста к этой величине прибавляют количество лет, прожитых человеком: например, для людей в возрасте 50 лет этот показатель равен 2050 (2000+50). Биоусвояемость калия организмом составляет 90–95%. Соли калия легко всасываются и быстро выводятся из организма с мочой, потом и через желудочно-кишечный тракт.

Калий не входит ни в одно органическое соединение. Этот элемент играет важную роль в организме человека, участвуя в генерации биоэлектрических потенциалов, поддержании осмотического давления, в углеводном обмене, синтезе белков. Он – основной внутриклеточный катион, тогда как натрий находится во внеклеточной жидкости. Калий необходим для нормального функционирования всех мышц, особенно сердечной, способствует выделению избыточного натрия, тем самым избавляя организм от лишней воды и устраняя отёки. Ионы калия играют важную роль в физиологических процессах – сокращении мышц, нормальном функционировании сердца, проведении нервных импульсов, обменных реакциях. Ионы калия – важные активаторы ферментов, находящихся внутри клетки, они образуют комплексы с антибиотиком валиномицином, который способствует поступлению ионов калия в митохондрии.

Ионы калия влияют на процесс фотосинтеза и рост растений, снижают вязкость цитоплазмы, являются участниками калий-натриевого насоса в клетке. Установлено, что открытие устьиц листьев на свету связано с накоплением ионов калия в замыкающих клетках.

**Токсическое действие.** При повышенных концентрациях калия в организме происходит разрушение коллоидного состояния сыворотки крови, усиление двигательной активности, учащение сердечного ритма, нарушение углеводного, жирового и белкового обменов и ионно-электролитного баланса, а также снижение иммунной активности.

**Применение в медицине.** Калий – противосклеротический элемент, препараты на его основе применяют для профилактики нарушений деятельности сердечно-сосудистой системы. Калийсодержащий препарат перманганат калия несовместим в жидких лекарственных формах с восстановителями – происходит взаимное разложение; с бромидами, иодидами, хлоридами – выделяются галогены;

с солями двухвалентного железа – образуется трёхвалентное железо; с соляной кислотой и её солями образует свободный хлор, с аммиаком – нитраты. *Хлорид калия* KCl применяют внутрь в виде 10%-ного раствора в качестве противоаритмического средства, для регуляции сердечной деятельности.

### **Рубидий**

Рубидий был открыт по характерным линиям в длинноволновой области спектра в 1861 г. немецкими учеными Р. Бунзеном и Г. Кирхгофом. Цвет этих линий определил и название элемента: в переводе с латыни «рубидис» – «темно-красный». В 1863 г. Бунзен получил рубидий в чистом виде.

В земной коре содержится  $1,5 \cdot 10^{-2}\%$  рубидия. Он не принадлежит к числу редких элементов, но очень рассеян и не образует собственных минералов. Как примесь он входит в минералы калия, цезия и лития. В морской воде  $2 \cdot 10^{-5}\%$  рубидия.

Рубидий – один из немногих химических элементов, ресурсы и возможности добычи которого больше, чем нынешние потребности в нем. Применяют его (только в виде соединений) весьма ограниченно: как катализатор некоторых нефтехимических процессов и при получении стирола и бутадиена – исходных веществ для получения синтетического каучука.

Рубидий входит в состав некоторых болеутоляющих лекарственных средств.

Рубидий содержится в морских водорослях, чае, кофе, сахарном тростнике и табаке. Среднее содержание в организме человека – 680 мг. Суточная потребность организма: 1,5–6 мг.

### **Цезий**

Цезий был первым элементом, открытым с помощью метода спектрального анализа. В 1860 г. немецкие ученые Р. Бунзен и Г. Кирхгоф по синим линиям в спектре обнаружили в воде, взятой из минеральных источников в Баварии, новый химический элемент. Название элемента происходит от латинского слова «цезиус» – «голубой».

По распространению в земной коре цезий достаточно редкий элемент:  $3,7 \cdot 10^{-4}\%$  по массе. Незначительное количество цезия есть в морской воде –  $5 \cdot 10^{-6}\%$ . Промышленное значение имеет лишь один из минералов цезия – поллуцит.

Содержится в человеческом организме, суточная потребность составляет 0,004–0,03 мг.

Соединения цезия используются довольно широко: в оптике, пиротехнике, электротехнике, радиолокации, кинотехнике. Металлический цезий чаще всего применяется в исследованиях по физике и химии плазмы. Способность цезия отдавать электрон даже при незначительных воздействиях извне сделала этот металл незаменимым для изготовления фотоэлементов и фотоумножителей.

### **Франций**

Часто франций относят к синтезированным элементам, хотя первоначально он был обнаружен в природе (1939). Франций был открыт французской исследовательницей М. Перей. Она доказала, что актиний в редких случаях распадается, испуская альфа-частицу. Продуктом альфа-распада актиния и оказался франций.

Все его изотопы неустойчивы, период полураспада наиболее устойчивого из них равен 21,8 мин. Это один из редчайших элементов. В поверхностном слое земной коры толщиной 1,6 км содержится около 24,5 г франция. Ничтожные количества франция содержатся в урановых рудах. Чтобы изучить его свойства, ученым приходилось работать с ничтожным количеством элемента. Только в начале 50-х гг. франций удалось получить искусственно в результате облучения тория потоком быстрых протонов.

В организме человека не содержится.

## Металлы побочной подгруппы I группы

### Медь

**Антропогенные источники:** промышленные выбросы, отходы, стоки предприятий цветной металлургии, выхлопные газы автотранспорта, медьсодержащие удобрения и пестициды, сжигание топлива.

Биоиндикаторами на соединения меди при загрязнении ими среды могут служить птицы (изменение перьевого покрова), сине-зелёные водоросли, моллюски, щетинковые черви (изменение внешнего вида или гибель).

**Биологическая роль.** Содержание меди в живом организме составляет  $10^{-4}\%$ . Концентрация меди в окружающей среде, в частности в почве, может быть лимитирующим фактором развития многих организмов. Как недостаток, так и избыток меди в организме вызывают заболевания у животных и растений. Например, известен факт заболевания домашнего скота анемией из-за недостатка в почве пастбищ соединений меди. Эта же причина вызывает в растениях задержку образования хлорофилла (хлороз), снижает содержание в них витаминов.

Среднее содержание меди в человеческом организме 150 мг на 70 кг. Примерно 30 % от общего количества меди содержится в мышцах. Печень и мозг также богаты медью. В организм медь поступает в основном с пищей. Много меди содержится в морских продуктах, бобовых, капусте, картофеле, крапиве. Содержание меди в 100 г огурцов составляет 8,4 мг. В желудочно-кишечном тракте адсорбируется до 95% поступившей в организм меди. В крови медь связывается с сывороточным альбумином (12–17%), аминокислотами (10–15%), транспортным белком (12–14%). Оптимальная интенсивность поступления меди в организм составляет 2–3 мг/сут. Суточная потребность организма в меди – 2 мг. При недостатке меди в организме может развиваться болезнь – медьдефицитная анемия.

Важное биологическое значение имеют катионы  $\text{Cu}^+$  и  $\text{Cu}^{2+}$ . Они входят в состав важнейших комплексных соединений с белками (медьсодержащие металлопротеиды). Они, подобно гемоглобину, участвуют в переносе кислорода, в процессах клеточного дыхания. Медь участвует в синтезе белка, образовании костной ткани и пигмента кожных покровов. При дефиците меди нарушается нормальное развитие соединительных тканей и кровеносных сосудов.

Медь входит в состав пигмента крови низших животных (гемоцианина) и высших животных (цитохром и др.), участвует в процессах кроветворения и ферментативных реакциях в составе медьсодержащих энзимов. В организме человека медь, как железо, играет важную роль в поддержании нормального состава крови. Присутствие меди необходимо для активации железа, накопленного в печени, в противном случае оно не сможет участвовать в образовании гемоглобина.

**Токсическое действие.** Металлическая медь и ее соединения токсичны. Она относится к группе высокотоксичных металлов. Ионы меди, при избытке их в организме, способны блокировать SH – группы белков, в особенности ферментов, чем нарушают их каталитическую функцию. Соли меди повышают проницаемость мембран митохондрий, разрушают эритроциты; вызывают расстройство нервной системы, печени и почек, снижение иммунологической реактивности, поражение зубов и слизистой рта, гастриты, язвенную болезнь желудка.

Соединения меди весьма токсичны для представителей флоры и фауны. В воде пригородных водоёмов их токсическое действие проявляется по-разному. В жёсткой воде оно выражено слабее, чем в мягкой, поскольку часть ионов меди связывается в ней в виде карбонатов и остаётся недоступной для гидробионтов. Ионы меди оказывают токсическое действие при концентрации 10 мг/л, нарушают процессы самоочищения воды при концентрации 5 мг/л, а придают воде привкус при концентрации 1 мг/л.

В почве соединения меди угнетают активность нитрифицирующих бактерий, задерживая минерализацию азота, и тем самым снижают урожай сельскохозяйственных культур; вызывают хлороз у растений, а также гибель земляных червей (в этом случае почва теряет структуру, нарушается её водопроницаемость и ухудшается водно-воздушный режим).

**Применение в медицине.** Сульфат меди (II)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (медный купорос) оказывает вяжущее и антисептическое действие. В медицине применяют в качестве наружного средства 0,25 %-ный водный раствор сульфата меди (II) при воспалении слизистых оболочек и конъюнктивитах. Реже употребляют в качестве рвотного средства. Раствор сульфата меди (II) служит противоядием при отравлении белым фосфором. В этом случае механизм лечебного действия сульфата меди (II) основан на его взаимодействии с белым фосфором, в результате чего на частичках фосфора образуется плёнка металлической меди, изолирующая фосфор от биологических субстратов. При ожогах кожи фосфором её обильно смачивают 5%-ным раствором сульфата меди (II).

## Серебро

**Антропогенные источники:** сжигание угля, выбросы промышленных предприятий и автотранспорта, процесс серебрения, производство серебряно-цинковых и серебряно-кадмиевых аккумуляторов, кино- и фотоматериалов.

**Применение.** Серебро хорошо проводит электрический ток, но оно дорого, поэтому редко применяется для изготовления проводов. Однако много серебра идет на изготовление электрических контактов. Серебряные контакты не обгорают и служат долго. Серебро отличается от большинства других металлов большей от-

ражательной способностью. Это свойство используется для изготовления зеркал. Серебро тонким слоем наносят на ровную стеклянную поверхность, и получается зеркало.

**Биологическая роль.** Содержание серебра в организме человека составляет 10<sup>-6</sup>%. Сведений о биологической роли нет.

**Токсическое действие.** Предполагают, что соединения серебра обладают канцерогенными свойствами. Ионы серебра легко проникают в эритроциты и связываются с белками крови, образуя недиализуемые соединения. Повышенное содержание серебра в организме человека приводит к нарушению психики и ухудшению зрения

**Использование в медицине.** Серебро в виде коллоидных препаратов «колларгол» и «протаргол» применяют наружно, это вяжущие, антисептические и противовоспалительные средства. *Нитрат серебра* (ляпис) используется благодаря его способности свёртывать белки, превращая их в нерастворимые соединения. Наряду с противомикробными свойствами в малых концентрациях (до 2%) обладает вяжущим, а в больших (5% и более) – прижигающим действием. Его применяют для прижигания ран, язв, бородавок в виде мазей (1–2%-ных) и 2–10%-ных водных растворов, а также при поражениях слизистых оболочек глаз (конъюнктивит) и гортани (ларингит). Внутри назначают при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

## Золото

**Использование в медицине.** Средневековые алхимики считали золото совершенством, а остальные металлы – ошибкой в акте творения и, как известно, прикладывали большие усилия для ликвидации этой ошибки. Идею введения золота в медицинскую практику приписывают Парацельсу, который провозгласил, что целью химии должно быть не превращение металлов в золото, а приготовление лекарств. Лекарственные препараты из золота и его соединений пытались применять при многих заболеваниях. Им лечили проказу, волчанку, туберкулез.

В настоящее время установлено, что золото обладает уникальными фармакологическими свойствами: его препараты (кризанил, миокризин, санокризин и солганол) используют в медицине для инъекций при лечении хронических ревматических артритов. Радиоактивное золото (<sup>198</sup>Au) вводят внутривенно с целью сканирования и определения кровотока печени. Кроме того, обнаружено, что оно эффективно воздействует на злокачественные опухоли.

**Токсическое действие.** У людей, чувствительных к золоту, оно может вызвать нарушение состава крови, реакцию со стороны почек, печени, влиять на настроение, рост зубов, волос.

## Металлы главной подгруппы II группы

### Бериллий

Бериллий принадлежит к числу наиболее токсичных металлов (для сравнения ПДК Be и Hg в воздухе производственных помещений составляют 0,001 и 0,01 мг/м<sup>3</sup> соответственно). Бериллий и все его соединения ядовиты. Они обладают аллергическим и канцерогенным действием, раздражают кожу и слизистые оболочки, вызывают дерматозы, конъюнктивиты, назофарингит, заболевания легких и бронхов – трахеобронхит, пневмонию и опухоли легких. Заболевания могут возникнуть через 10–15 лет после прекращения контакта с бериллием. Известно специфическое заболевание – бериллиоз, при котором поражаются многие системы живого организма и даже скелет.

### Магний

**Антропогенные источники:** выбросы заводов по переработке магниевых руд.

**Биологическая роль.** Содержание в живом организме достигает 10<sup>-2</sup>%. Магний входит в состав основного пигмента зелёных листьев растений – хлорофилла. В животных организмах этот элемент поддерживает структуру рибосом, связывая РНК и белок. Ионы магния – внутриклеточные катионы. Магний – активный катализатор ферментативных процессов. Большая и малая субъединицы рибосом ассоциируют только в присутствии магния. Магний активирует многие ферменты, важная особенность магния проявляется в том, что он связывает фермент с субстратом по типу хелатной связи.

В организме человека магний в наибольшей степени концентрируется в дентине и эмали зубов, а также в костной ткани. Суточная потребность взрослого человека в магнии – около 0,7 г.

В организме человека соли магния проявляют антисептическое и сосудорасширяющее действие, понижают артериальное давление и содержание холестерина в крови, усиливают процессы торможения в коре головного мозга, оказывают успокаивающее действие на нервную систему, играют большую роль в профилактике и лечении рака. Магний устраняет старческую малоподвижность и дрожание мышц. Он благотворительно действует на органы пищеварения: стимулирует выделение желчи, способствует сокращению желчного пузыря, усиливает активность желудка и кишечника, очищает слизистую желудка, восстанавливает седые волосы.

**Токсическое действие.** Повышенное содержание ионов магния в организме приводят к нарушению минерального обмена: падению содержания кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови и увеличению в ней концентрации ионов магния. С нарушением обмена магния связывают повышенную смертность от сердечно-сосудистых заболеваний и болезней желудочно-кишечного тракта.

**Применение в медицине.** Оксид магния применяют в малых дозах как слабительное средство при отравлении кислотами. Входит в состав зубных порошков. Слабый раствор оксида магния излечивает раны, а ванна, принятая с несколькими

ми ложками оксида магния, снимает напряжение нервной и мышечной системы. Ежедневный приём внутрь слабого раствора «магниевого молока» излечивает хронические поносы, очищает организм, предупреждает рак. *Сульфат магния*  $MgSO_4$  уменьшает спазмы сосудов, применяется как слабительное и желчегонное средство.

## Кальций

**Антропогенные источники:** производство цемента, сточные воды бумажного, стеклового, химико-фармацевтического, кожевенного, лакокрасочного, пивоваренного производств, бытовые стоки прачечных; использование цементных и бетонированных ёмкостей, труб и хранилищ для питьевой воды. При хранении питьевой воды в цементированных хранилищах ухудшаются органолептические и физико-химические свойства воды, резко возрастают её жёсткость и pH (до 12).

**Применение.** Хлорат кальция используют в качестве дефолианта для предуборочного удаления листьев с хлопчатника. Гипохлорит кальция употребляют как отбеливатель и окислитель в текстильной и бумажной промышленности. Хлорид кальция применяют как средство против оледенения аэродромов и железнодорожных рельсов. Все эти соединения попадают в окружающую среду и, накапливаясь в больших концентрациях, могут нанести вред биологическим системам.

**Биологическая роль.** В живом веществе из элементов-металлов кальций – главный. Содержание его в организме –  $10^{-2}\%$ . Известны организмы, которые содержат больше 10% кальция (известковые водоросли, моллюски, кораллы, иглокожие и др.).

Кальций содержится в каждой клетке организма человека. Основная его масса находится в костной и зубной тканях. В среднем взрослый человек должен потреблять 1 г кальция в сутки, хотя потребность в кальции только 0,5 г. Это связано с тем, что кальций, вводимый с пищей, всасывается в кишечнике только на 50%. Концентрацию ионов кальция в организме регулируют гормоны.

Ионы кальция необходимы для процессов кроветворения, обмена веществ, уменьшения проницаемости сосудов (они препятствуют проникновению микроорганизмов в кровь), для нормального роста костей (скелета, зубов). Кальций благотворно влияет на состояние нервной системы, оказывает противовоспалительное действие.

В крови, лимфе кальций находится как в ионизированном состоянии, так и в неионизированном – в соединениях с белками, углеводами и др. Механизм свертывания крови состоит из ряда этапов, многие из которых зависят от наличия ионизированного кальция. Ионы кальция принимают активное участие в передаче нервных импульсов, сокращении мышц, регуляции работы сердечной мышцы. Основное хранилище кальция в организме – скелет. *Кальций* входит в состав костей. При его недостатке происходит нарушение роста, искривление костей скелета.

Если человек в своем рационе имеет достаточное количество кальция, ему не страшны резкие смены погоды, инфекции, эпидемии.

Обмен кальция в организме тесно связан с обменом магния, стронция и фосфора. С последним кальций «неразлучен» (фосфор, как и кальций, является составной

частью костной ткани и тканей мозга). При нарушении фосфорно-кальциевого баланса организм берёт кальций из «костного запаса» – зубов, костей, крупных суставов или строит кости из стронция (отсюда изменения в костях – «наросты»).

Часто говорят об обызвествлении кровеносных сосудов как о свидетельстве переизбытка кальция в организме. Это не так. Данный процесс происходит из-за связывания ионов кальция щавелевой кислотой в нерастворимый оксалат кальция.

Следует помнить, что любая вареная пища ведет к отложению солей щавелевой кислоты, разрушить которые способна лишь «живая» щавелевая кислота, вырабатываемая организмом человека из сырых продуктов: овощей, фруктов, орехов, семян, ягод, кисломолочных продуктов.

В пищевой рацион необходимо вводить достаточное количество продуктов, содержащих кальций и фосфор, в этом случае можно не бояться переломов костей, заболевания суставов, кожи, костей и нервной системы.

**Токсическое действие.** Поскольку кальций является важнейшим биоэлементом, его вредное действие возможно лишь при поступлении его в организм в очень больших дозах, что сопровождается увеличением содержания кальция в крови, усилением кальцификации и ослаблением регенерации тканей. При этом увеличивается выведение кальция с мочой, что ведёт к заболеванию циститом.

Если кальций попадает в организм в виде цементной пыли, то страдают органы дыхания. У детей к тому же снижается возбудимость нервной системы и обонятельного анализатора.

**Использование в медицине.** Гидроксид кальция в виде известковой воды применяют наружно и внутрь в качестве противовоспалительного, вяжущего и дезинфицирующего средства. При наружном употреблении известковую воду обычно смешивают с каким-нибудь маслом, используя в виде эмульсий при ожогах, а также при некоторых кожных заболеваниях в виде жидких мазей. Хлорид кальция широко используют как кровоостанавливающее средство при кровотечениях, применяют также как противоаллергический, противоотёчный, противовоспалительный препарат и в качестве противоядия при отравлении солями магния. Его также применяют как успокаивающее средство при лечении неврозов, при бронхиальной астме, туберкулёзе. Карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  используют в производстве зубных порошков, паст.

## Стронций

**Антропогенные источники:** сточные воды металлургического, электротехнического, стекольного, керамического, сахарного производств; сырой остаток первичных отстойников станций биологической очистки крупных промышленных городов.

**Биологическая роль.** Содержание стронция в организме человека –  $10^{-4}\%$ . Этот элемент встречается во всех органах и тканях, оказывает влияние на процессы костеобразования, на активность ряда ферментов, входит в состав скелета высших и низших животных.

**Токсическое действие.** При избытке стронция в организме, прежде всего, поражаются костная ткань, печень и кровь. Наиболее характерное проявление токсического действия стронция – урсовая болезнь (повышенная ломкость де-



формация костей). Предполагают, что такое действие стронция связано с блокированием биосинтеза витамина D и избыточным отложением фосфора в костях. Соединения стронция могут действовать как нервный и мышечный яд.

## **Барий**

**Антропогенные источники:** сточные воды химико-фармацевтического, нефтехимического, металлургического, мыловаренного, полиграфического, резинотехнического производств; канализационные стоки, пестициды, удобрения.

**Биологическая роль.** Сведений не имеется. Содержание бария в организме –  $10^{-5}\%$ .

**Токсическое действие.** Водорастворимые соли бария (подвижные формы) – хлорид, нитрат, карбонат, сульфид – очень ядовиты. Нерастворимые в воде соли (неподвижные формы) – фосфат и сульфат – опасности не представляют.

При хроническом отравлении солями бария поражаются костная ткань, костный мозг, печень. Барий не проникает в цитоплазму: его сорбирует клеточная мембрана. Некоторые соединения бария угнетают клеточное дыхание подобно цианидам, повышают проницаемость сосудов, приводя к кровоизлияниям и отёкам; поражают центральную нервную систему, вызывая паралич. Барий вытесняет из костей кальций и фосфор, что ведёт к их хрупкости, обладает слабым мутагенным действием.

**Использование в медицине** сульфата бария  $BaSO_4$  обусловлено его нерастворимостью и способностью сильно поглощать рентгеновское излучение. В виде суспензии его применяют при рентгеноскопии желудочно-кишечного тракта как рентгеноконтрастное вещество. Ионы бария хорошо поглощают рентгеновские лучи и дают возможность получить чёткое, контрастное изображение.

## **Металлы побочной подгруппы II группы**

### **Цинк**

**Антропогенные источники:** выброс в атмосферу при высокотемпературных технологических процессах на металлургических комбинатах; потери при добыче, транспортировке, обогащении, сортировке на горно-обогатительных фабриках; сжигание каменного угля, сточные воды химического, деревообрабатывающего, текстильного, бумажного, цементного производств; вымывание горячей водой из оцинкованных водопроводных труб.

**Биологическая роль.** Цинк необходим всем растениям и животным, так как он очень важный микроэлемент. Оптимальная интенсивность поступления цинка в организм 15 мг/сут, суточная потребность составляет 50 мг. Дефицит цинка может развиваться при недостаточном поступлении этого элемента в организм (1 мг/сут и менее).

Содержание его в организме человека –  $10^{-3}\%$ . В организме взрослого человека содержится 3 г цинка на 70 кг. Цинк можно обнаружить во всех органах и тканях (таблица 1)

Таблица 1

Органы и ткани	Содержание цинка, мг в 1 кг
Мышцы	240
Кости	170
Ногти	300
Печень	150
Волосы	400

В организме взрослого человека больше всего цинка в мышцах (65%) и костях (20%). Остальное количество приходится на плазму, кровь, печень, эритроциты. Наибольшая концентрация цинка в предстательной железе. Он входит в состав крови и мышечной ткани, является катализатором многих реакций, благодаря чему в организме поддерживается необходимый кислотный уровень.

Цинк образует бионеорганический комплекс с инсулином – гормоном, поджелудочной железы, регулирующей содержание сахара в крови, участвует в переносе углекислого газа в крови позвоночных, гидролизе пептидных связей при переваривании белков, стимулирует рост растений.

В организм человека 99% цинка попадает с пищей. Потребность человека в цинке полностью удовлетворяется пищевыми продуктами: мясными, молочными, яйцами. Особенно много цинка содержится в говядине, печени, устрицах (400 мг в 100 г продукта), пшеничных зародышах. Основным источником цинка – пшеничные отруби. При дефиците цинка в организме возможны диабет, кожные заболевания. Для лучшего усвоения цинка организмом необходимы витамины А и В<sub>6</sub>. Усвоению цинка препятствуют медь, марганец, железо и кальций.

Ежедневно около 11 мг цинка выводится из организма, 5% из этого количества выводится мочой.

В растение цинк поступает в виде иона Zn<sup>2+</sup>. При недостатке цинка в растениях нарушается белковый и углеводный обмен, тормозится синтез хлорофилла и витаминов. Дефицит устраняется при использовании цинксодержащих удобрений.

**Токсическое действие.** Порог токсичности цинка составляет 600 мг/сут. В основе многих проявлений цинковой интоксикации лежат конкурентные отношения цинка с рядом металлов, например, кальцием. В этом случае падает содержание кальция в крови, костях, одновременно нарушается усвоение организмом фосфора; в результате развивается остеопороз (ломкость костей). Известен следующий факт. В 1981 г. в Японии была зарегистрирована вспышка тяжёлого заболевания костно-мышечной системы у населения, употреблявшего в пищу рис, выращенный на полях орошения, где использовали сточные воды, сильно загрязнённые сульфидами цинка и кадмия. Нельзя пить воду, хранившуюся в оцинкованных баках: накапливающиеся в ней ионы цинка отрицательно воздействуют на желудочно-кишечный тракт. Токсичность цинка объясняют его каталитической активностью.

Цинк в высоких концентрациях – мутаген и онкоген. Цинк менее токсичен, чем медь, однако его избыток в организме может привести к понижению концентрации кальция в крови и костной ткани. Присутствие цинка в воздухе про-

изведенных помещений в виде пыли иногда вызывает заболевание дыхательных путей, называемое «литейной лихорадкой».

**Применение в медицине.** Сульфат цинка используется при дефиците цинка, для лечения болезней кожи, волос, ногтей, цирроза печени и при заживлении ран, также его используют для приготовления глазных капель, как вяжущее средство и антисептик.

Препарат не совместим с карбонатами, фосфатами, сульфитами – осаждение нерастворимых солей цинка; с восстановленным магнием выпадает осадок цинка. Не рекомендуется одновременное введение сульфата цинка с препаратами меди, марганца, железа и кальция, поскольку они тормозят усвоение цинка организмом. Не следует смешивать в одном шприце сульфат цинка с карбонатами, фосфатами, сульфитами: образуются нерастворимые соединения цинка. Для лучшего усвоения цинка организмом необходимо принимать препарат совместно с витаминами А и В<sub>6</sub>.

Оксид цинка используют для изготовления цинковой мази, используемой как антисептик, как вяжущее, подсушивающее и дезинфицирующее средство при кожных заболеваниях.

## Кадмий

**Антропогенные источники:** сточные воды горно-металлургических комбинатов, производств красителей, кадмий-никелевых аккумуляторов, минеральных удобрений; сжигание твёрдого топлива, выбросы автотранспорта, табачный дым.

**Биологическая роль.** Специфического биологического значения кадмия как микроэлемента не установлено. Содержание в организме – 10<sup>-4</sup>%.

**Токсическое действие.** Кадмий – биологический конкурент цинка. В организме человека он снижает активность пищеварительных ферментов, угнетает синтез гликогена в печени, нарушает функцию поджелудочной железы, углеводный обмен, вызывая гипергликемию; развивает поражение почек, снижает содержание в крови железа, кальция, фосфора, приводит к декальцификации скелета (в этом случае он деформируется), тормозится рост костей, возникают сильные боли в пояснице и в мышцах ног, а также опасность частых переломов, которые происходят с удивительной лёгкостью, например, переломы рёбер при кашле. Действуя на кожу, кадмий вызывает дерматиты. Кадмий – канцероген (рак лёгких, прямой кишки).

В организме человека ионы кадмия соединяются с карбоксильными, аминными и сульфгидрильными группами, имеющимися в молекулах белков, и таким путём задерживаются в организме. Почки, печень, поджелудочная и щитовидная железы – органы в которых кадмий может оставаться годами.

Тяжелые металлы взаимодействуют с жирами, что обуславливает большой период полувыведения из организма – время, в течение которого выделяется или разрушается половина усвоенного организмом вещества. Для кадмия этот период составляет более 10 лет! Поступление в организм человека даже микродоз кадмия очень опасно – трудно сказать, какое количество его окажется в организме за такое время. Заболевание, связанное с отравлением ионами кадмия, приводит к скручиванию костей, анемии и почечной недостаточности (болезнь итаи-итаи).

В природной среде кадмий тормозит процессы самоочищения водоёмов, задерживается в почве и затем аккумулируется растениями. В зонах повышенного содержания кадмия в почве наблюдается 20–30-кратное увеличение его концентрации в наземных частях растений по сравнению с растениями незагрязнённых территорий. Листья табака обладают способностью накапливать кадмий, что и определяет его содержание в табачном дыме.

## **Ртуть**

**Антропогенные источники:** сжигание топлива, металлургические процессы, коксование угля, потери ртути на предприятиях по производству хлора и каустической соды, сжигание мусора, сточные воды.

**Биологическая роль** ртути не установлена. Содержание в организме человека –  $10^{-6}$ – $10^{-7}\%$ .

**Токсическое действие.** Техногенно рассеиваемая ртуть (пары, водорастворимые соли, органические соединения) геохимически более подвижна по сравнению с природной – соединениями ртути преимущественно труднорастворимыми, малолетучими, и поэтому более опасна в экологическом отношении.

Поступившие в атмосферу пары ртути сорбируют аэрозоли, почва, т. е. она включается в круговорот (под действием бактерий в водной среде металлическая ртуть подвергается метилированию и затем усваивается растениями и животными).

Экологические последствия загрязнения ртутью водной среды проявляются прежде всего в подавлении жизнедеятельности одноклеточных морских водорослей, нарушении фотосинтеза, а также в изменении структуры и функциональных характеристик природных сообществ.

В организме человека ионы ртути энергично соединяются с сульфгидрильными группами белков и прочно удерживаются в образовавшихся комплексах. Белки, содержащие эти группы, находятся в почках, поэтому ртуть, попадая в организм, сосредоточивается преимущественно в почках и нарушает их нормальную деятельность. Частично ртуть в тканях организма переходит в сульфид.

Ртуть задерживается также в клетках мозга и слизистой оболочке рта. При хронических отравлениях страдает центральная нервная система.

Если металлическая ртуть оказалась в помещении, следует засыпать её порошком серы или залить раствором хлорида железа (III).

Ртуть опасна для животных и человека прежде всего потому, что в водных средах под действием микроорганизмов она превращается в ионы метилртути  $\text{CH}_3\text{Hg}^+$  и диметилртуть  $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ , которые легко проникают через липидные зоны биомембран, поражая жизненно важные органы. В то же время, ртуть в виде минерала киновари  $\text{HgS}$  экологически не опасна. По-видимому, это связано с крайне малой растворимостью сульфида ртути в воде, составляющей  $5 \cdot 10^{-22}\%$ .

Участие тяжелых металлов и других устойчивых токсинов в цепи питания и впечатляющий пример опасности, которой подвергаются здоровье и жизнь человека из-за загрязнения ими воды, можно проиллюстрировать на примере ртути – первого металла, для которого была обнаружена биоаккумуляция и новая техногенная болезнь – болезнь Минаматы.

У жителей бухты Минаматы, на юге Японии, считавшейся «морским садом» благодаря богатству и разнообразию морских организмов, в 1956 году была обнаружена неизвестная ранее болезнь, выражавшаяся в нарушении слуха, зрения и обоняния, а затем и в психических отклонениях в поведении людей. До обнаружения источника этого заболевания треть заболевших умирали. Десятилетнее интенсивное расследование позволило установить, что местная фабрика по ацетиленовому производству сбрасывала в залив ртутные отходы. В воде ртуть микробиологическим путем превращалась в метил- и диметилртуть:  $\text{Hg} \rightarrow \text{CH}_3\text{Hg}^+ \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ .

Ионы метилртути и диметилртути сорбировались планктоном, а затем через пищевую цепь моллюски – рыбы становились едой для человека. Тяжелые металлы взаимодействуют с жирами, что обуславливает большой период полувыведения из организма – время, в течение которого выделяется или разрушается половина усвоенного организмом вещества. Для ртути в большинстве тканей организма человека этот период составляет около 80 дней.

**Применение в медицине.** Жёлтый оксид ртути (II) входит в состав глазной мази и мазей для лечения кожных заболеваний. Хлорид ртути (I), который называется «каломель», в ряде стран используют в качестве слабительного.

## Элементы главной подгруппы III группы

### Бор

**Применение в медицине:** Борную кислоту  $\text{H}_3\text{BO}_3$  и тетраборат натрия (буру)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  применяют в медицине в качестве антисептиков. Тетраборат натрия  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  применяют наружно как антисептическое средство для полосканий, спринцеваний, смазываний. В результате гидролиза тетрабората натрия образуются легкое противомикробное средство – борная кислота – и гидроксид натрия:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{NaOH}$

### Алюминий

**Антропогенные источники:** горнорудные разработки, твёрдые выбросы и сточные воды предприятий (химико-фармацевтического, лакокрасочного, бумажного, текстильного), производства синтетического каучука, изготовление и использование алюминиевых деталей, конструкций, а также посуды, и упаковочного материала (после термической обработки продуктов в алюминиевой посуде содержание его в них возрастает вдвое).

**Биологическая роль.** В организме человека алюминия содержится  $10^{-3}\%$ . Алюминий – необходимый организму микроэлемент. В растительных организмах его содержится в десятки раз больше, чем в организмах животных. У человека алюминий обнаружен во всех органах, тканях и выделениях. Больше всего алюминия содержится в лёгких, печени, костях, головном мозге. Алюминий принимает участие в построении эпителиальной и соединительной ткани, в процессе регенерации костной ткани, в обмене фосфора. В зависимости от концентрации

в организме алюминий оказывает активирующее или ингибирующее действие на активность пищеварительных ферментов. Известно, что нитрат алюминия повышает общую кислотность организма и переваривающую способность желудочного сока, увеличивает содержание в нём свободной соляной кислоты (учащиеся могут объяснить этот факт, написав уравнение гидролиза этой соли). Алюминий влияет на центральную нервную систему: повышенное содержание этого элемента в крови вызывает возбуждение, а пониженное – торможение.

**Токсическое действие.** Наиболее распространенный в природе металл алюминий отнюдь не безобиден (как многие считают). Алюминий – биологический конкурент железа, кальция и фосфора. Избыток его в организме человека приводит к нарушению минерального обмена: снижается задержка кальция, уменьшается адсорбция фосфора и железа, что в свою очередь ведёт к снижению уровня АТФ в крови и нарушению процессов фосфорилирования; замедляется рост и размножение клеток. Высокая комплексообразующая способность алюминия обуславливает угнетение активности ряда ферментов, особенно участвующих в кроветворении (блокируются их активные центры).

Алюминий обладает нейротоксическим действием – нарушает двигательную активность, вызывает судороги, снижение памяти, некоторые психические реакции наподобие слабоумия, этот металл способствует развитию старческого атеросклероза.. Имеются данные о мутагенной активности алюминия.

Алюминиевую посуду называют посудой бедняков. При приготовлении пищи в такой посуде алюминий частично переходит в организм, где и накапливается.

**Применение в медицине.** Ацетат алюминия  $Al(CH_3COO)_3$ , алюмокалиевые квасцы  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  применяют для лечения кожных заболеваний. Гидроксид алюминия  $Al(OH)_3$  входит в состав адсорбирующего и обволакивающего средства, применяемого при язвенной болезни желудка, гастритах.

## Таллий

Таллий обнаружен в растительных и животных организмах. Он содержится в табаке, корнях цикория, шпинате, древесине бука, винограде, свекле и других растениях. Из животных организмов больше всего таллия содержат медузы, актинии, морские звезды и другие морские обитатели. Некоторые растения аккумулируют таллий в процессе жизнедеятельности. Так, он был обнаружен в свекле, произрастающей на почве, в которой самыми тонкими аналитическими методами не удавалось обнаружить элемент № 81. Было установлено, что даже при минимальной концентрации таллия в почве свекла способна концентрировать и накапливать его. В соответствии с современной геохимической классификацией элементов таллий относится к халькофильным элементам, т. е. элементам сульфидных руд.

**Антропогенные источники:** сжигание топлива, производство свинца, меди, цинка, промышленные сточные воды, применение калийных удобрений.

**Биологическая роль.** Отсутствует. Содержание в организме человека –  $10^{-12}\%$ .

**Токсическое действие.** Таллий и его соединения крайне ядовиты, причем по характеру действия похожи на свинец и мышьяк. Таллий относится к ядам, поражающим центральную и периферическую нервную системы, желудочно-кишеч-

ный тракт и почки. Причем симптомы острого отравления проявляются не сразу, а через 10–12 часов. При медленно развивающемся хроническом отравлении (в том числе и через кожу) наблюдаются возбуждение и расстройство сна. Таллий – биологический конкурент калия из-за сходства между ионами (одновалентные ионы таллия чрезвычайно токсичны). Таллий, замещая калий, конкурирует с ним за место в биологических мембранах. Попав в организм, таллий накапливается в волосах, ногтях, почках, мышцах. Один из симптомов отравления таллием – выпадение волос.

**Применение в медицине.** Загар на коже человека появляется главным образом благодаря ультрафиолетовым лучам, и эти лучи обладают к тому же бактерицидным действием. Однако, не все лучи способны оказывать эритемное действие, являясь так называемыми подлинными лучами загара. Материалы, способные преобразовывать первичное ультрафиолетовое излучение в лучи эритемного действия, очень важны для физиотерапии. Такими материалами оказались некоторые силикаты и фосфаты щелочных металлов, активированные таллием.

В медицине используют и другие соединения таллия. Например, при стригущем лишае соли таллия в соответствующих дозах приводят к временному удалению волос. Карбонат таллия (I) используют для получения стекла с большим коэффициентом преломления световых лучей.

## Элементы главной подгруппы IV группы

### Углерод

Живой мир на планете Земля – это мир углерода. Атомы углерода обладают уникальной способностью к образованию длинных цепей (прямых, разветвленных, в виде колец, спиралей). Углерод – единственный элемент, сохраняющий в цепях одновременно одинарные и кратные связи.

Круговорот углерода в природе состоит из двух циклов: геологического и биологического. Геологический цикл представлен углекислым газом, выделяющимся в атмосферу при сгорании ископаемого топлива, с вулканическими газами, из горячих минеральных источников, поверхностных слоев океанических вод, при выветривании горных пород, а также при осаждении карбонатов кальция и магния. Этот цикл очень длительный.

Биологический цикл, напротив, короткий и интенсивный: углерод в виде углекислого газа ассимилируется из атмосферы растениями и из биосферы вновь возвращается в геосферу – с растениями углерод попадает в организм животных и человека, а затем при гниении экскрементов, растительных и животных останков – в почву и в виде углекислого газа – в атмосферу. Средняя длительность существования соединений углерода в экосистемах – 15 лет.

**Токсичное действие.** Элементарный углерод попадает в атмосферу в виде сажи с выбросами промышленных предприятий и в составе отработанных газов автотранспорта. Выхлопы дизельных двигателей, особенно тяжелых грузовиков, со-

стоящие в основном из частиц углерода, дают примерно половину всего количества углеродных частиц, попадающих в атмосферу крупных городов.

Высокое содержание частиц углерода в атмосферных аэрозолях ведет к повышению заболеваемости населения, особенно страдают верхние дыхательные пути и легкие. Профессиональная заболеваемость представлена в основном антракозом и пылевым бронхитом; присутствие угольной пыли частиц  $\text{SiO}_2$  ускоряет и осложняет этот процесс. Наиболее агрессивны частицы угольной пыли менее 5–7 мкм, способные глубоко проникать в легкие и в большом количестве задерживаться в легочной ткани. Существенное значение имеет продолжительность воздействия пыли: более длительное при меньшей концентрации оказывает более выраженный эффект, чем менее длительное, но более интенсивное.

*Углекислый газ* оказывает на человека наркотическое действие, раздражает кожу и слизистые оболочки, в относительно малых концентрациях возбуждает дыхательный центр, в очень больших – угнетает. При 3%-ной концентрации углекислого газа в воздухе у человека наблюдается учащенное дыхание, при 10%-ной – наступает потеря сознания и быстрая смерть, а 20%-ная концентрация вызывает мгновенный паралич.

Обычно высокое содержание углекислого газа в воздухе связано с пониженным содержанием в нём кислорода, что может стать причиной смерти. Углекислый газ оказывает центральное сосудосуживающее и местное сосудорасширяющее действие, вызывает ацидоз (закисление), повышение содержания адреналина и норадреналина и уменьшение содержания аминокислот в крови, ингибирует действие ферментов в тканях.

Животные менее чувствительны к углекислому газу, чем человек. В Италии есть знаменитая «Собачья пещера», где тяжелый углекислый газ держится близко ко дну пещеры и человек может безопасно ходить под сводами. Но собака, вбежавшая в пещеру, задыхается, так как углекислый газ не пригоден для дыхания.

*Угарный газ*. Большую опасность для здоровья человека представляет оксид углерода (II) – продукт неполного сгорания топлива. Этот оксид соединяется с гемоглобином крови в 200–300 раз быстрее, чем кислород, образует очень прочное соединение – карбоксигемоглобин, диссоциация которого протекает в 3600 раз медленнее, чем оксигемоглобина (соединение гемоглобина с кислородом). В результате этого гемоглобин утрачивает способность связывать и переносить кислород, резко снижается обеспеченность тканей организма кислородом, развивается гипоксемия, наступает кислородное голодание, и человек погибает от удушья. Оксид углерода (II) соединяется не только с гемоглобином крови, но и с миоглобином мышц. Он нарушает углеводный обмен, усиливая распад гликогена в печени, нарушая утилизацию глюкозы, повышая уровень сахара в крови, моче и в спинномозговой жидкости, нарушает обмен фосфора и азота, водно-волевой обмен, изменяет содержание витамина B6, повышает содержание липидов в плазме, что способствует усиленному отложению холестерина на стенках сосудов, свёртываемость крови и проницаемость сосудов.

Угарный газ CO в 1890 году явился причиной гибели экипажа океанского парусника «Мальборо». Корабль потерял управление и блуждал в океане.



Именно оксид углерода (II) является причиной массовых самоубийств китов – киты выбрасываются на берег.

В боевой обстановке при нахождении в зоне горения огнеметно-зажигательных средств, в палатках и других помещениях с печным отоплением, при стрельбе в закрытых помещениях может произойти отравление угарным газом. А так как оксид углерода (II) имеет высокие диффузионные свойства, то обычные фильтрующие противогазы не способны очистить зараженный этим газом воздух. Ученые создали кислородный противогаз, в специальных патронах которого помещены смешанные окислители: 50% оксида марганца (IV), 30% оксида меди (II), 15% оксида хрома (VI) и 5% оксида серебра. Находящийся в воздухе оксид углерода (II) окисляется в присутствии этих веществ, например:  $\text{CO} + \text{MnO}_2 = \text{MnO} + \text{CO}_2$ . Человеку пораженному угарным газом, необходимы свежий воздух, сердечные средства, сладкий чай, в тяжелых случаях – вдыхание кислорода, искусственное дыхание.

**Применение соединений углерода в медицине.** Активированный уголь назначают внутрь по 20–30 г в виде взвеси в воде при отравлении солями тяжелых металлов, пищевых интоксикациях, повышенной кислотности желудочного сока. Адсорбируя токсичные вещества, он препятствует их всасыванию в желудочно-кишечном тракте и проявлению их токсического действия. Таблетки активированного угля назначают внутрь при метеоризме (газах в кишечнике) и расстройствах пищеварения.

Активированный уголь – хороший адсорбент газов, поэтому его применяют как поглотитель отравляющих веществ в фильтрующих противогазах. Во время Первой мировой войны были большие человеческие потери, одной из главных причин которых было отсутствие надежных индивидуальных средств защиты от отравляющих веществ. Н. Д. Зелинский предложил простейший противогаз в виде повязки с углем. В дальнейшем он вместе с инженером Э. Л. Кумантом усовершенствовал простые противогазы. Они предложили изоляционно-резиновые противогазы, благодаря которым были спасены жизни миллионов солдат.

**Карбонат кальция** применяют внутрь не только как препарат кальция, но и как средство, адсорбирующее и нейтрализующее кислоты.

**Смесь углекислого газа  $\text{CO}_2$  (5%) с кислородом и воздухом (карбоген)** – средство для возбуждения дыхательного центра – применяют в медицине в случаях резкого угнетения дыхания. Углекислый газ используют также как охлаждающий агент («сухой лёд»).

**Гидрокарбонат натрия (питьевую соду)  $\text{NaHCO}_3$**  используют в медицинской практике из-за его способности создавать щелочную среду в водных растворах в результате гидролиза. Его применяют внутрь при повышенной кислотности желудочного сока, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, изжоге, подагре, диабете, катарактах верхних дыхательных путей. Наружно употребляется как слабая щёлочь (1–2%-ные растворы) при ожогах, для полосканий, промываний (глаз, полости рта и носа) и ингаляций при насморке, конъюнктивитах, стоматитах и др. Используют гидрокарбонат натрия и при отравлении в химической лаборатории кислотами. Механизм снижения кислотности заключается во взаимодействии гидрокарбоната натрия с кислыми продуктами. При этом образуют-

ся натриевые соли органических кислот, которые в основном выводятся с мочой, а диоксид углерода покидает организм с выдыхаемым воздухом.

Применение питьевой соды:

- в кондитерском деле: при нагревании сода разлагается с выделением углекислого газа, что делает тесто пышным;
- в медицине: для снятия боли в горле (2 чайные ложки соды на стакан теплой воды, полоскать 5–6 раз в день):
  - при обильном насморке (закапывать в нос содовый раствор);
  - при изжоге (сода нейтрализует избыток кислоты в желудке, и улучшение наступает сразу; однако частое ее применение дает обратный эффект – выделение кислоты рефлекторно усиливается);
  - для снятия зубной боли (полоскание рта раствором соды);
  - для уменьшения жжения и зуда от укусов насекомых (несколько раз в день смазывать содовым раствором место укуса);
- в качестве чистящего средства;
- для снижения жесткости воды.

## Кремний

Кремний – второй по распространенности элемент после кислорода (29,5% от массы земной коры), один из главных элементов неживой природы. Его соединения – силикаты и алюмосиликаты – составляют 75% массы земной коры.

Кремнезем оказывает вредное биологическое действие на человека. Повышенная концентрация кремнезема в воздухе вызывает тяжелое заболевание – силикоз. При попадании оксида кремния в дыхательные пути происходит его гидратация в присутствии тканевой жидкости. При этом на поверхности пылевидных частиц образуется коллоидный раствор кремниевой кислоты, которая и становится причиной заболевания: появляются одышка, боли, кашель. Также кремнезем вызывает образование камней в почках.

*Применение соединений углерода в медицине.* Полисилоксаны – силиконовые масла, резины  $\text{HO}[\text{SiR}_2\text{-O}]_n$  используют как медицинские материалы, обладающие хорошей совместимостью с кровью.

*Тальк*  $3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$  применяют в медицине при изготовлении таблеток и паст.

Искусственно полученные препараты на основе кремния способствуют более эффективному заживлению ран, язв, срастанию костей.

## Свинец

**Антропогенные источники.** Свинцовое загрязнение не признает никаких границ. Свинец перемещается от промышленных предприятий на территории целых городов. Трансграничному загрязнению свинцом подвержены практически все государства. Свинец поступает в окружающую среду из антропогенных источников (выбросы промышленных предприятий и автомобильного транспорта), а также из природных источников (ветровая эрозия почвы, вулканическая деятельность, лесные пожары).

Среди стационарных источников свинца предприятия цветной металлургии занимают первое место. Вклад этой отрасли в свинцовое загрязнение атмосферного воздуха составляет 86,7% (660 т в год)

Основной мобильный источник свинцового загрязнения окружающей среды – автотранспорт, использующий этилированный бензин. В 1999 году в России насчитывалось около 20 млн. автомобилей, а прирост автопарка в среднем составляет 12% в год. Суммарное поступление свинца в атмосферу от автотранспорта на территории России оценивается в 4 тыс. тонн в год.

Кроме того, источником загрязнения окружающей среды свинцом является авиация, использующая свинецсодержащий бензин и ракетно-космическая техника, выбрасывающие в атмосферу примерно 400 тонн свинца в год, а также охота, в результате которой в водноболотничьи угодья страны ежегодно попадает до 1400 т свинцовой дроби.

Загрязнение окружающей среды свинцом и его соединениями, вызывающее деградацию среды обитания и наносящее ущерб здоровью населения, признано международным сообществом одной из основных природоохранных проблем.

**Пути попадания в организм человека.** Человек издавна добывает свинец и использует его в различных сферах хозяйственной деятельности. Давно известно и негативное воздействие свинца на организм человека: уже во II в. до н. э. были описаны признаки сатурнизма – отравления свинцом. Предполагают, что из-за систематического отравления малыми дозами свинца средняя продолжительность жизни римских патрициев не превышала 25 лет, так как в Древнем Риме пользовались водопроводом, трубы которого изготовлялись из свинца. Кроме того, в обиходе римской аристократии были токсичная свинцовая посуда и косметические краски.

Для взрослого некурящего населения основные источники поступления свинца в организм – продукты питания (до 80%) и вода. Значительно поступление свинца также при курении и с воздухом. Для маленьких детей источником поступления свинца могут быть также пыль, загрязненная почва и игрушки.

Загрязнение продуктов в сборной жестяной таре объясняется тем, что припой, применяемый при сварке швов, содержит свинец, а используемые защитные покрытия не выдерживают агрессивной среды продуктов. Имеются случаи, правда довольно редкие (всего 2%), когда в консервах из этой тары накапливается, особенно при длительном хранении, до 3 мг/кг свинца, что уже представляет опасность для здоровья. Поэтому продукты в сборных жестяных банках не рекомендуется хранить более 5 лет.

Нельзя хранить и приготавливать пищу в декоративной фарфоровой или керамической посуде (т. е. в посуде, предназначенной для украшения, но не для пищи), потому что очень часто глазурь, особенно желтого и красного цветов, содержит соли свинца, которые легко переходят в пищу.

Мощным источником попадания свинца в организм человека является питьевая вода. Доказано, что повышение содержания свинца в воде приводит к увеличению его концентрации в крови. В настоящее время в качестве гигиенического норматива установлена ПДК свинца в питьевой воде на уровне 0,03 мг/л.

Продукты сельского хозяйства, выращенные вдоль автострад, содержат повышенное количество свинца. В зависимости от интенсивности движения эта опасная зона может простираться от 10 до 500 метров. Вдоль дорог следует выращивать только лесные породы деревьев. Однако этим иногда пренебрегают и часто вдоль дорог высаживают плодовые деревья, которые дают загрязненные свинцом плоды.

**Токсичное действие.** Свинец представляет опасность для человека в связи с его значительной токсичностью и способностью накапливаться в организме. Токсичность соединений свинца различна: малотоксичен стеарат свинца; токсичны соли неорганических кислот (хлорид свинца, сульфат свинца и др.); высокотоксичны его алкилированные соединения, в частности тетраэтилсвинец  $Pb(C_2H_5)_4$ , который представляет собой маслянистую бесцветную жидкость со специфическим резким запахом, более токсичную, чем сам свинец. Тетраэтилсвинец, добавленный в бензин в количестве 0,1 % для повышения октанового числа, при сгорании топлива выбрасывается в атмосферу.

Свинцовое отравление занимает первое место среди профессиональных интоксикаций и происходит в основном путем ингаляции. Поступающие в организм ионы  $Pb^{2+}$  удерживаются белками эритроцитов, а затем поступают в плазму крови (в виде комплексов с  $\gamma$ -глобулином) и, наконец, достигают почек, печени и других органов. Ионы  $Pb^{2+}$  способны замещать ионы  $Ca^{2+}$  в межклеточном веществе костной ткани.

Свинец обладает кумулятивными свойствами. Поглощенный свинец содержится в крови и других жидкостях организма, накапливается в костях в виде нерастворимых трехосновных фосфатов. Свинец, отложившийся в костях в виде нерастворимого соединения, не оказывает непосредственного ядовитого действия. Однако под влиянием определенных условий запасы его в костях становятся мобильными, свинец переходит в кровь и может вызвать отравление даже в острой форме. К факторам, способствующим мобилизации свинца, относятся повышенная кислотность, недостаток кальция в пище, злоупотребление спиртными напитками. В свете сказанного весьма вероятно, что многие из нас являются носителями свинца и только правильное функционирование организма, рациональная диета препятствуют отравлениям.

Случаи острого отравления в настоящее время встречаются крайне редко.

Хронические отравления наблюдаются при поступлении в организм небольших количеств свинца в течение длительного времени. При хронических отравлениях отмечается общая слабость, бледность кожных покровов, боли в животе, «свинцовая кайма» по краям десен, анемия, нарушение функции почек, расстройство кишечника и снижается физическая активность. Свинец воздействует на сердечно-сосудистую систему, что приводит к заболеваниям сердца, часто сопровождающимся необратимыми изменениями. Свинец влияет на нервную систему человека, снижает слух, ухудшает координацию движений, понижает умственные способности, провоцирует агрессивное поведение. Он долгое время остается в головном мозге.

Воздействие свинца угнетает синтез белка, отрицательно сказывается на генетическом аппарате клетки, нарушает репродуктивную функцию организма, в связи с чем растет число выкидышей и врожденных заболеваний у детей.

Установлено, что хроническая интоксикация наступает при потреблении 1–8 мг свинца в сутки. Поэтому комитет экспертов ВОЗ установил, что допустимый еженедельный прием свинца для человека составляет 3 мг. Это основано на данных о токсичности и на предположении, что поглощается только 10% принятого с пищей свинца. Установленная величина не относится к детям, поскольку не известна степень отрицательного воздействия свинца на эту возрастную группу, а детский организм сорбирует до 40% поглощенного с пищей свинца, в то время как организм взрослого человека – всего от 5 до 10%.

При современном уровне загрязнения окружающей среды и продуктов питания у 44% детей в городах России могут возникнуть проблемы в поведении и обучении обусловленные накоплением в организме свинца. Около 9% из них нуждаются в лечении и примерно 0,01% детей нуждаются в неотложной медицинской помощи. Особенно тревожная ситуация складывается в городах с крупными стационарными источниками выбросов свинца, где до 76% детей характеризуются задержками психического развития.

**Механизм токсического влияния** ионов свинца на организм человека заключается в том, что ионы тяжелых металлов, в том числе свинца, могут выступать в роли так называемых тиоловых ядов. В молекулах ряда биологически активных веществ имеются тиольные группы (меркаптогруппы) – SH, взаимодействуя с которыми ионы тяжелых металлов образуют труднорастворимые соли алкилсульфидов:  $2RSH + Pb^{2+} \rightarrow Pb(RS)_2 + 2H^+$ . В ряде случаев ионы свинца образуют с тиолсодержащими соединениями устойчивые хелатные комплексы. Вступая в такое взаимодействие с тиольными группами биологически активных соединений, соединения свинца инактивируют их.

**Охрана среды от свинцового загрязнения.** Для того чтобы уберечься от свинца, необходимо помнить несколько практических советов. Не собирать грибы в городских скверах и не есть плоды с фруктовых деревьев, стоящих вдоль автострад, не находиться долго на улицах большого города, когда над ним нависает облако выхлопных газов.

Прекрасный пример в отношении борьбы с загрязнением продуктов показала Дания. Там уже несколько лет запрещено использование бензина с тетраэтилсвинцом, и естественный уровень свинца в основных овощных продуктах (картофель, морковь, лук) сократился в 2–3 раза. В США содержание свинца в продуктах с 1970 по 1980 г снизилось примерно в 10 раз, что связано с введением жестких нормативов на выхлопные газы и действенных методов контроля.

В ряде зарубежных стран – США, ФРГ, Финляндии и других – проводятся планомерные (по годам) исследования содержания тяжелых металлов в объектах окружающей среды различных регионов и особенно областей с высокой промышленной активностью. Полученные данные обрабатывают с помощью компьютеров, составляют специальные карты и на основании их разрабатывают практические рекомендации по размещению сельскохозяйственных культур и предприятий по переработке пищевого сырья.

В России вопрос свинцового загрязнения окружающей среды имеет немало важное значение. В 1996 году Госкомэкологии России подготовил «Доклад о свин-

цовом загрязнении окружающей среды Российской Федерации и его влиянии на здоровье населения», в котором проанализированы основные аспекты этой проблемы, а также основы ее решения (законодательные, нормативные, экономические и институциональные).

Правительство Российской Федерации приняло предложение Госкомэкологии России о разработке целевой программы «Охрана окружающей природной среды от свинцового загрязнения и снижение его влияния на здоровье населения».

К числу задач, подлежащих решению в ходе реализации программы, относятся:

- полное прекращение производства и использования свинецсодержащих бензинов;
- эффективная реализация мероприятий по снижению выбросов (сбросов, отходов) свинца в различных отраслях промышленности на основе внедрения современных ресурсосберегающих и малоотходных технологий и утилизации производственных и бытовых свинецсодержащих отходов;
- проведение комплекса лечебно-профилактических и медико-биологических работ для снижения уровня заболеваемости населения, вызванного свинцовым загрязнением среды;
- осуществление мер по исключению или снижению до безопасного уровня содержания свинца в продуктах питания, питьевой воде, товарах широкого потребления, таре и упаковке;
- восстановление загрязненных свинцом территорий;
- создание систем информационного обеспечения и мониторинга выбросов свинца и его соединений в окружающую среду;
- разработка нормативно-правовых и экономических основ решения этой проблемы на всех уровнях: федеральном, региональном и отраслевом.

Реализация этой программы была рассчитана на 1999–2010 годы.

**Применение в медицине.** Хотя соединения свинца токсичны, однако некоторые из них (в соответствующих дозах) используются в качестве лекарств. Свинцовой примочкой пользуются при ушибах, а при некоторых заболеваниях кожи врачи иногда назначают свинцовый пластырь, в котором антисептиком служит оксид свинца (IV)  $PbO_2$ .

## Элементы главной подгруппы V группы

### Азот

Азот называют газом парадоксов, а начинаются парадоксы уже с истории его открытия. Азот практически одновременно был открыт пятью учеными. Этими учеными были швед Карл Вильгельм Шееле, шотландец Даниэль Резерфорд, англичане Джозеф Пристли и Генри Кавендиш, француз Антуан Лоран Лавуазье

С названием азоту не повезло. Резерфорд назвал его «постоянным или удущливым воздухом». Джозеф Пристли считал азот «флогистонированным возду-

хом»; Карл Шееле употреблял термин «дурной воздух»; Генри Кавендиш говорил о нем как об удушливом воздухе, и, наконец, прижившееся у всех название «азот» дал ученый Антуан Лоран Лавуазье (от греч. а – отрицание, зое – жизнь), по-русски это значит безжизненный.

Азот обозначается буквой N, так как название «азот» сохранилось только в русском и французском языках. Немцы называют его Stickstoff – удушливое вещество, англичане – Nitrogen – словесный гибрид, образованный от латинского nitrum – селитра и греческого genos – рождение, означает это «рождающий селитру». Таким образом, название элемента прошло путь от «безжизненного» до «рождающего»

Слово «азот» встречается в рукописях алхимиков. Алхимики взяли первую букву всех алфавитов «а» и последние буквы трех древних алфавитов: зет – латинского, омега – греческого, тов – древнееврейского. Получилось А+З+О+Т – слово, которое как бы вообрало в себя «все начала и концы». В наше время применение к азоту прилагательного «безжизненный» звучит парадоксально, ведь основу жизни на нашей планете составляют именно соединения азота.

1 гектар пахотного чернозема содержит 18 тонн азота. Лишаясь азотных солей почва теряет плодородие.

**Применение.** Азот применяют для создания инертной среды, которая исключает нежелательные реакции, например при хранении огнеопасных веществ, ценных произведений живописи, рукописей. Этим газом наполняют электрические лампы накаливания и свободное пространство в ртутных термометрах, его используют при перекачке горючих жидкостей.

**Биологическая роль.** Азот входит в состав витаминов, которые необходимо использовать в питании человека, – это тиамин ( $B_1$ ), рибофлавин ( $B_2$ ), никотиновая кислота (PP), пиридоксин ( $B_6$ ), фолиевая кислота ( $B_{12}$ ). Азот входит в состав лекарств, которые приносят облегчение, например, при сердечных болях (нитроглицерин, эринит, папаверин, но-шпа, теofilлин, эуфиллин, дибазол, апрессин и др.).

**Токсическое действие.** Растворимые соединения азота не только способствуют зарастанию водоемов, но и повышают токсичность воды, делают ее опасной для здоровья людей, если такая вода используется как питьевая, поступает в водопровод. Попадая вместе с пищей в слюну и тонкие кишки, нитраты микробиологически восстанавливаются до нитритов, в результате чего в крови образуются нитрозил-ионы:  $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{NO}^+ + \text{OH}^-$ . Нитрозил-ионы могут окислять железо (II) в гемоглобине крови до железа (III):  $\text{Fe}^{2+} + \text{NO}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO}$ , что препятствует связыванию кислорода гемоглобином. В результате появляются симптомы кислородной недостаточности, приводящей к синюхе. При переходе 60–80% железа (II) гемоглобина в железо (III) наступает смерть.

Кроме того, нитриты образуют в кислой среде желудка азотистую кислоту и нитрозамины, обладающие мутагенным действием. Отметим также, что вода электрофицированных водоемов агрессивна по отношению к бетону, разрушает материалы, применяющиеся при гидростроительстве, засоряет фильтры и трубопроводы водоприемных устройств.

**Применение в медицине.** *Нитрат натрия* – сосудорасширяющее средство при стенокардии, противоядие при отравлении цианидами. *Оксид азота (I)* – физиологически активное соединение. Вдыхание его в малых дозах оказывает опьяняющее действие, отсюда и название «веселящий газ». В больших дозах вызывает потерю болевой чувствительности, благодаря чему в смеси с кислородом (80%  $N_2O$  и 20%  $O_2$ ) находит широкое применение в медицине как анестезирующее средство (газовый наркоз). Ценное качество данного вещества – безвредность для организма. *Азот* применяют в медицине как хладагент в криотерапии. *Нашатырный спирт* (10%-ный водный раствор аммиака) используют в качестве лекарственного средства при обмороке; выделяющийся из раствора газообразный аммиак раздражает нервные окончания верхних дыхательных путей и рефлекторно возбуждает центральную нервную систему – человек приходит в сознание. Вдыхать аммиак рекомендуют также при отравлении некоторыми газообразными ядовитыми веществами. *Хлорид аммония*  $NH_4Cl$  – назначают при отёках сердечного происхождения, это диуретик и отхаркивающее средство. Во время ритуальных обрядов в Древнем Египте поклоняющиеся богу вдыхали летучую соль – белое вещество, которое позднее в Европе стали использовать для того, чтобы вывести человека из состояния обморока. В честь древнеегипетского бога Амона-Ра его назвали хлорид аммония.

## Фосфор

Фосфор был открыт в 1669 г. гамбургским алхимиком Геннингом Брандтом, занимавшимся поисками «философского камня». Бранд показывал новое вещество, способное светиться в темноте, за деньги и продавал его небольшими порциями на вес золота и даже выше. Ирландский химик-философ Роберт Бойль самостоятельно открыл способ получения фосфора из мочи и описал свойства его некоторых соединений. Как все малоизученные вещества фосфор стоил очень дорого. В Амстердаме в 1730 году 31 грамм фосфора стоил около 80 золотых рублей.

При разложении богатых фосфором органических соединений образуется бесцветный ядовитый с чесночным запахом газ – фосфин  $PH_3$ . Одновременно с фосфином часто образуется жидкий дифосфин  $P_2H_4$ , пары которого сами собой воспламеняются при обыкновенной температуре и поджигают газообразный фосфин. Подобные процессы происходят в природе являясь причиной появления «блуждающих огней» на кладбищах и болотах.

Самая известная аллотропная модификация фосфора – белый фосфор. В чистом виде белый фосфор образует прекрасные кристаллы, похожие на алмазы: они совершенно бесцветны, идеально прозрачны и настолько преломляют цвет, что играют на солнце всеми цветами радуги. Правда, долго под лучами солнца его держать нельзя: белый фосфор утрачивает прозрачность, быстро желтеет, а затем краснеет, переходя в следующую модификацию – красный фосфор.

Медленное окисление паров белого фосфора сопровождается свечением. С этим его свойством связана фантастическая история, описанная Артуром Конан Дойлом в повести «Собака Баскервильей». Хотя, если бы действительно пасть собаки была намазана фосфором, то животное погибло бы. На воздухе белый фосфор способен самовоспламениться.



**Применение.** Фосфор (белый) широко применяют в военном деле в качестве зажигательного вещества, используемого для снаряжения авиационных бомб, мин, снарядов. Фосфор легко воспламеняется и при горении выделяет большое количество теплоты (температура горения белого фосфора достигает 1000–1200°C). При горении фосфор плавится, растекается и при попадании на кожу вызывает долго не заживающие ожоги и язвы.

На основе орто- и метафосфорной кислот созданы самые токсичные фосфорорганические отравляющие вещества (зарин, зоман, VX-газы) нервно-паралитического действия. Защитой от их вредного воздействия служит противогаз.

**Биологическая роль.** Фосфор (элемент) входит в состав зубов, костей, мышц, нервных тканей и мозга. Он участвует в передаче энергии в организме (АТФ), наследственной информации (ДНК и РНК), в поддержании постоянства кислотности крови. В организме взрослого человека содержится около 4,5 кг фосфора. Он присутствует в костях, мышцах, в мозговой ткани и нервах. Почти все важнейшие физиологические процессы связаны с превращением фосфорсодержащих веществ. Из этого количества около 4,4 кг приходится на кости, около 130 г на мышцы и 12 г на нервы и мозг.

**Применение в медицине.** Фосфор используют в фармацевтике при изготовлении лекарств (фосфакол – при глаукоме).

## Мышьяк

Мышьяк (10<sup>-6</sup>%) в больших концентрациях вызывает нарушение тканевого дыхания и снижение энергетических ресурсов клетки, закисление организма (ацидоз), изменение толщины стенок сосудов, расстройство сердечной деятельности, обезвоживание организма, потерю солей, нарушает транспорт кислорода из-за включения в молекулу гемоглобина (развивается анемия). Доказана взаимосвязь между воздействием мышьяка и повышенной заболеваемостью раком кожи, лимфатической системы и желудочно-кишечного тракта. Заменяя в организме фосфор, мышьяк тем самым разрушает молекулу ДНК.

Мышьяк и все его соединения сильно ядовиты, однако некоторые из них находят применение в медицине. Так, *арсенид калия*  $\text{KA}_3\text{O}_2$  применяют в виде раствора как тонизирующее средство при малокровии и истощении нервной системы.

## Сурьма и висмут

**Антропогенные источники:** сточные воды обогатительных фабрик и цехов металлургических предприятий, бытовых комбинатов, химико-фармацевтического производства.

**Биологическая роль.** Эти элементы не выполняют в организме человека никаких биологических функций. Для природной среды их соединения – яды.

**Токсическое действие.** Попадая в организм человека, сурьма вызывает кожные высыпания и пневмосклероз (при вдыхании пыли), у женщин – гинекологические заболевания.

Ионы висмута в организме человека связываются с иммуноглобулинами, снижая их общее содержание; из-за образования специфического растворимого

комплекса с белками висмут легко проникает через мембраны. Соли висмута угнетают действие amino- и карбоксипептидазы, нарушают развитие плода в материнском организме, вызывают серьёзные изменения в мозговой ткани, токсический гепатит, почечную недостаточность.

## Металлы побочной подгруппы V группы

### Ванадий

**Антропогенные источники:** сжигание топлива, выбросы автотранспорта, отходы обогатительных предприятий, металлургического, химического, лакокрасочного, текстильного, стекольного производств.

**Биологическая роль.** В качестве необходимого микроэлемента ванадий входит в состав микроорганизмов, растений и животных. Его доля в организме взрослого человека должна составлять 10<sup>-5</sup>%–10<sup>-6</sup>%. Ванадий участвует в регуляции жирового обмена, синтезе триглицеридов, процессах минерализации костной ткани, в метаболизме глюкозы и глутамин; катализирует ряд окислительно-восстановительных процессов. Он играет важную роль в повышении защитных функций организма, стимулирует движение фагоцитов – клеток, поглощающих болезнетворные микробы и повышающих невосприимчивость организма к инфекциям. Биохимические исследования показали, что в сочетании с другими микроэлементами ванадий замедляет процессы старения.

**Токсическое действие.** Высшим растениям ванадий не нужен, для них он один из наиболее токсичных элементов (тормозит рост, частично обесцвечивает листья). Однако многие растения (асцидии, лишайники, мухоморы) аккумулируют его из почвы, поэтому представляют опасность для человека и животных.

Попадая в виде пыли в лёгкие человека, ванадий вызывает пневмосклероз, кожные высыпания. Соединения ванадия токсичны, они могут поражать органы дыхания, пищеварения, кровеносную и нервную системы, а также вызывать воспалительные и аллергические заболевания кожи.

### Ниобий и тантал

Эти элементы не являются для организма человека необходимыми. Их соединения токсичны и вызывают лёгочные заболевания.

В природной среде соединения ниобия тормозят процессы самоочищения водоёмов.

**Применение в медицине.** Тантал отличается уникальным для металлов свойством приживаться в организме не раздражая ткани. Танталовыми скрепками соединяют кровеносные сосуды, сухожилия, костную ткань.

## Элементы главной подгруппы VI группы

### Кислород

*Кислород* в медицине используют для газового наркоза в смеси с оксидом азота (I). Вдыхание чистого кислорода иногда назначают при отравлениях и некоторых тяжёлых заболеваниях. Кислород широко используют в медицинской практике при лечении лёгочных и сердечных заболеваний, для поддержания жизни больных с затруднённым дыханием (кислородные подушки, барокамеры, «кислородный коктейль»). Кислород используют в кислородно-дыхательных аппаратах (на военных подводных судах, при высотных полётах военных летчиков, при проведении подводных работ).

*Озон* – сильный окислитель, проявляющий дезинфицирующее и бактерицидные свойства. В малых дозах (в природных условиях концентрация озона в воздухе составляет  $1 \cdot 10^{-6}\%$ (об.)) озон оказывает стимулирующее действие на организм человека: повышает устойчивость к действию токсичных веществ, уровень гемоглобина в крови, иммунобиологическую защиту, улучшает работу лёгких, нормализует артериальное давление. Озоновый слой (90% озона сосредоточено на высоте 10–50 км) спасает человека и животных, поглощая избыток ультрафиолетовых лучей, вредно влияющих на всё живое. В высоких концентрациях озон токсичен, оказывает резко выраженное раздражающее действие на верхние дыхательные пути, бронхи и лёгкие, задерживает синтез витамина D, вызывает чувство усталости, головную боль, воспаление слизистых оболочек глаз, носа, кровотечение из носа.

### Сера

*Биологическая роль* серы определяется спецификой строения её атома и образованием неустойчивых связей в биологически активных соединениях (в силу больших межатомных расстояний по сравнению с химическими связями у соединений азота, углерода, кислорода). Благодаря этому сера участвует в образовании дисульфидных мостиков в белковых молекулах (вторичная структура белка), переносит некоторые группы атомов при обмене веществ, участвует в процессе образования запаса энергии.

Сера входит в состав белков, витаминов, гормонов, участвует в биохимических реакциях обмена веществ, окислительно-восстановительных и ферментативных процессах. Сера входит в состав нервных тканей и хрящей, обнаружена в крови, моче, слюне, молоке.

*Токсическое действие.* Однако при постоянном попадании в организм от 1 до 10 мг серы через 1–2 недели появляются изменения в обмене веществ, головные боли и боли в животе, быстрая утомляемость, учащение пульса, экзема на коже. Использование серосодержащих мазей не вызывает острых отравлений у взрослых, но может привести к интоксикации детского организма.

*Применение в медицине.* В медицине применяют серу очищенную и осаждённую. Очищенную серу получают из серного цвета, который тщательно освобож-

дают от возможных примесей. Серу назначают внутрь в качестве слабительного и отхаркивающего средства; она входит в состав мазей и присыпок, используемых при лечении кожных заболеваний. На кожу сера действует антипаразитарно-кератолитически и кератопластически, поэтому её широко применяют в виде 30%-ных мазей при лечении кожных заболеваний (экзема, лишай, чесотка).

Соединения серы используют при лечении чесотки, псориаза, глистных инвазий, прогрессирующего паралича. Сульфаниламидные препараты и антибиотики содержат в своём составе серу. *Сульфат натрия*  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (глауберова соль) применяют не только как слабительное средство, но и в качестве противоядия при отравлении солями бария и свинца, с которыми он даёт нерастворимые осадки сульфатов бария и свинца. *Сульфат кальция*  $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – алебастр – применяют для изготовления повязок и шин при переломах и в зубопротезной технике. *Сульфат магния*  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (горькая соль) обладает слабительным действием. Это объясняется его задерживающим явлением на всасывание воды из кишечника. Вследствие осмотического давления, создаваемого этой солью, вода удерживается в просвете кишечника и способствует более быстрому продвижению его содержимого. Сульфат магния применяют в виде инъекций как спазмолитик, противосудорожное и обезболивающее средство, а также при лечении столбняка. При гипертонии его вводят в вену, а как желчегонное – в двенадцатиперстную кишку. *Сульфат калия-алюминия*  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (алюмокалиевые квасцы) оказывает вяжущее, противовоспалительное и кровоостанавливающее действие. Применяется наружно. *Тиосульфат натрия*  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  принимают внутрь или внутривенно в качестве противоядия при отравлениях тяжёлыми металлами, мышьяком и цианидами. Назначают также при различных воспалениях кожи. *Сероводородную воду* (раствор сероводорода в воде) применяют в медицине для лечения ревматизма и кожных заболеваний.

## Селен

**Биологическая роль.** Селен в микроколичествах обнаружен в сетчатке глаз человека, животных и птиц. У отличающихся остротой зрения орлов содержание селена в сетчатке в 100 раз больше, чем у человека. Наличие селена оберегает клетки организма от вредного воздействия ультрафиолетового и радиоактивного излучения

**Токсическое действие.** Селен ( $10^{-5}\%$ ) – единственный элемент, который при высоком содержании в растениях может вызвать смерть животных и человека, употребивших их в пищу. Селен замещает серу в аминокислотах, белках, эфирных маслах. Употребление его больше 1 мг на 1 кг пищи приводит к острому отравлению организма.

## Теллур

**Антропогенные источники:** металлургическая промышленность (стоки, пыль, аэрозоли), сжигание угля, сточные воды химического, машиностроительного, электротехнического, резинотехнического, нефтеперерабатывающего, стекольного производств.

**Биологическая роль.** Отчётливого представления о биологической роли теллура не существует. Содержание его в организме человека –  $10^{-6}\%$ .

**Токсическое действие.** Теллур относят к тиоловым ядам – его действие во многом сходно с эффектами мышьяка и селена. При острых и хронических отравлениях происходит поражение центральной нервной системы, крови, желудочно-кишечного тракта, почек и органов дыхания, нарушение обмена веществ. Теллур проникает через плаценту и может вызвать гибель плода. Все соединения теллура подвергаются в организме восстановлению до элементарного теллура, который ингибирует ряд ферментов (дегидразу и оксидазу мышц, каталазу), вызывает снижение уровня SH-групп в крови, тормозит рост организма.

Растворимые соли – теллуриды и ортотеллуриды – более токсичны, чем элементарный теллур и оксид теллура (IV).

## Металлы побочной подгруппы VI группы

### Хром

**Антропогенные источники:** выбросы предприятий, добывающих, перерабатывающих, получающих и применяющих хром и его соединения; сжигание угля, промышленные стоки.

**Биологическая роль.** Содержание хрома в организме –  $10^{-4}\%$ . Биологическая роль мало изучена. Известно, что хром – неперенный компонент ферментативных комплексов, участвующих в обмене жиров, белков и углеводов.

**Токсическое действие.** Наиболее ядовиты соединения хрома (VI), высокотоксичны соединения хрома (III), а соединения хрома(II) менее токсичны. Токсичность тяжелых металлов находится в непосредственной связи с их химической формой существования, с конкретной «химической упаковкой» металла. Например, соединения  $Cr^{6+}$  значительно более токсичны, чем соединения  $Cr^{3+}$ , что находит отражение в значениях их ПДК в питьевой воде – 0,05 и 0,5 мг/л соответственно.

При отравлении соединениями хрома в первую очередь поражаются почки, затем – печень и поджелудочная железа. Соединения хрома – канцерогены (вызывают рак лёгких и желудка) и аллергены.

### Молибден

**Антропогенные источники:** переработка и обогащение молибденовых руд, получение самого металла и его сплавов, фосфорные удобрения, производство цемента, микроудобрений, содержащих молибден, выбросы ТЭС.

**Биологическая роль.** За сутки в организм взрослого человека поступает вместе с пищей около 0,3 мг молибдена. Более половины поступившего в желудочно-кишечный тракт молибдена всасывается в кровь. Затем около 80% поступившего в кровь молибдена связывается с белками и транспортируется по всему организму.

В организме молибден скапливается в печени (0,5 мг/кг), а в крови распределяется равномерно. Накопления молибдена в организмах млекопитающих не происходит. Растворимые соединения молибдена выводятся из организма мочой (0,15 мг) и калом.

Молибден – один из важных биоэлементов. Он образует устойчивые оксикомплексы  $[\text{MoO}(\text{оксалат})(\text{H}_2\text{O})_2\text{O}_2]^{2-}$  или  $[\text{MoO}_3(\text{OH})_2]$  и поэтому входит в состав ферментов, обеспечивающих перенос оксогрупп. В крови преобладают соединения  $\text{Mo}^{6+}$ . Если лигандом будет кислород, то образуются устойчивые изополимолибдат-ионы:  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$ . Содержание молибдена в организме –  $10^{-4}\%$ . Молибден – важный микроэлемент растительных и животных организмов. У клубеньковых бактерий он входит в состав нитрогеназы – фермента, отвечающего за фиксацию атмосферного азота. У растений – в состав фермента нитратредуктазы, который необходим для восстановления нитрат-иона до нитрит-иона в процессе синтеза аминокислот. В организме человека молибден участвует в тканевом дыхании, синтезе аскорбиновой кислоты, углеводном обмене.

**Токсическое действие.** При хроническом воздействии соединений молибдена на организм человека ослабевает его иммунная защита, изменяется состав крови, возникают болезни органов пищеварения (гастрит, холецистит), сердечно-сосудистой системы и мозга, гинекологические заболевания, кариес, снижается жизненная ёмкость лёгких.

Избыточное содержание молибдена в пище нарушает метаболизм ионов кальция и фосфат-ионов, вызывая снижение прочности костей – остеопорозы. Возможно, происходит связывание молибдат-ионов и фосфат-ионов в фосфорномолибденовые комплексы состава  $[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]^{3-}$ ,  $[\text{PMo}_{11}\text{O}_{39}]^{7-}$ ,  $[\text{P}_2\text{Mo}_{17}\text{O}_{61}]^{10-}$ . Такие комплексы можно рассматривать как кислотные остатки гетерополимолибденовых кислот. С кальцием эти остатки дают нерастворимые кристаллики. Не исключено, что эти кристаллики инициируют отложение солей мочевой кислоты и вызывают заболевание подагрой. Подагра деформирует суставы, оправдывая свой буквальный перевод как «капкан для ног». Молибден входит в состав различных ферментов. В организме человека к ним относятся альдегидогидроксидазы, ксантиндегидрогеназы, ксантиноксидазы.

**Применение в медицине.** Тетрамолибдат аммония применяется в медицине для лечения опухолей мозга.

## Вольфрам

**Антропогенные источники:** добыча, обогащение и переработка вольфрамовых руд, сточные воды металлургических предприятий.

**Биологическая роль.** Содержание вольфрама в организме – 10-7%. О биологической роли сведений нет.

**Токсическое действие.** Вольфрам – биологический конкурент молибдена. Попадая в организм человека и замещая молибден в соответствующих ферментах, он ингибирует их активность. Избыток вольфрама в организме приводит к нарушению функций печени, изменению белкового состава крови (повышенному содержанию альбуминов), накоплению холестерина, общих липидов сыворотки крови.

## Элементы главной подгруппы VII группы

В свободном виде галогены не встречаются из-за их высокой химической активности. Все они ядовиты, обладают бактерицидным свойством, могут нарушать структуру двойной спирали ДНК и вызывать её денатурацию.

В связанном виде галогены (за исключением астата) широко распространены в природе. Они входят в состав многих минералов, содержатся в морской воде, живых организмах.

При рассмотрении положения галогенов в периодической системе важно помнить учащимся о том, что с увеличением заряда ядра атома и относительной атомной массы галогенов их содержание в организме человека уменьшается. Так, нормальное содержание фтора составляет  $10^{-1}\%$  (вес.), хлора –  $10^{-2}\%$ , брома –  $10^{-4}\%$ , иода –  $10^{-5}\%$ .

В организме человека галогены выполняют очень важные биохимические функции. Избыток или недостаток содержания этих элементов могут вызвать нарушение этих функций.

### Фтор

**Антропогенные источники** фтора в биосфере – производство фосфорных удобрений, фосфорорганических соединений, стройматериалов, алюминия, керамических изделий, сжигание топлива.

Повышенное содержание фтора в почве вблизи его промышленных источников приводит к понижению способности почвы к самоочищению, уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур на 5–25%. Попадая в водоёмы, фторид-ионы вызывают серьёзные изменения в организмах гидробионтов (например, воспалительно-дистрофические изменения в жабрах, печени и почках).

**Биологическая роль.** Фтор находится во всех органах и тканях тела человека. Наибольшее его количество в виде фторapatита  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  находится в волосах, ногтях, зубах и костях. Кости – своеобразное депо фтора, они имеют большое значение для регуляции его обмена. Если в организм поступает избыточное количество фтора (с пищей, водой), то до определённого момента кости накапливают его, выполняя защитную функцию, охраняя организм от вредного воздействия избытка фтора.

Основная биологическая роль фтора связана с его участием в формировании зубов и костеобразовании. Фтор также влияет на обмен жиров и углеводов. Недостаток фтора в организме вызывает у людей поражение зубной ткани – кариес. Пополнить организм фтором можно, употребляя фторированную питьевую воду, мясо, овощи.

**Токсическое действие.** Избыток фтора в организме приводит к заболеванию флюорозом, который проявляется истощением, анемией, болью в суставах, хромотой, утолщением костей и частыми переломами, потерей чувствительности, коричневыми пятнами на зубах. Фтор в высоких концентрациях может спровоцировать кальцификацию мягких тканей, особенно кровеносных сосудов, связок, сухожилий; быть причиной мертворождений и высокой детской смертности.

Во многих биохимических процессах фтор выступает как ингибитор. Он угнетающе действует на щитовидную железу: в организме человека фтор и йод действуют как антагонисты, фтор как более сильный галоген вытесняет йод из иодорганических соединений, что приводит к йодной недостаточности и как следствие – к образованию зоба.

Из соединений фтора наиболее токсичен фтороводород. Он сильно раздражает верхние дыхательные пути, глаза (вызывает слезотечение), действует на центральную нервную систему, снижает артериальное давление. Фторид-ион образует комплексные соединения с ионами кальция, магния, железа, марганца, меди и других металлов, изменяя активность клеточных ферментов, необходимых для протекания процессов метаболизма. Нарушаются энергетическое обеспечение клеток, процессы тканевого дыхания, перекисное окисление липидов, фосфорно-кальциевый обмен, интенсивность синтеза белка.

**Применение в медицине.** Фтор в виде соединений  $\text{NaF}$ ,  $\text{SnF}_2$  входит в состав зубных паст.

## Хлор

**Антропогенные источники.** Основные антропогенные источники хлора – производство газообразного хлора, хлорорганических соединений, соляной кислоты, массовые выбросы при очистке воды, сточные воды химического, фармацевтического, металлургического, целлюлозно-бумажного производств, а также поверхностные стоки, содержащие удобрения, и бытовые сточные воды.

**Применение.** Хлор может быть использован как отравляющее вещество (ОВ). Во время Первой мировой войны немцы впервые применили химическое оружие 22 апреля 1915 года вблизи г. Ипр: начали газовую атаку против английских и французских войск. Из 6 тыс. металлических баллонов было выпущено 180 т хлора по ширине фронта в 6 км. Затем они применили хлор в качестве ОВ и против русской армии. В результате только первой газобаллонной атаки было поражено около 15 тыс. солдат, из них 5 тыс. погибли от удушья. Для защиты от отравления хлором стали применять пропитанные раствором поташа и питьевой соды повязки, а затем противогаз, в котором для поглощения хлора использовали тиосульфат натрия.

Позднее появились более сильные отравляющие вещества, содержащие хлор: иприт, хлорпикрин, хлорциан, фосген и др. Фосген получают по реакции:  $\text{Cl}_2 + \text{CO} = \text{COCl}_2$ . При проникновении в организм человека фосген подвергается гидролизу:  $\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{HCl}$ , что приводит к образованию соляной кислоты, от которой воспаляются ткани дыхательных органов и затрудняется дыхание.

Фосген используют и в мирных целях: в производстве красителей, в борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

**Биологическая роль.** Ионы хлора поддерживают нормальное осмотическое давление плазмы крови, лимфы, спинномозговой жидкости, участвуют в образовании соляной кислоты желудочного сока, обмене веществ, построении тканей. Они необходимы для очистки крови и дезинфекции клеток, способствуют избавлению от лишнего веса и растворяют отложения на суставах.



Соляная кислота выполняет пищеварительную и бактерицидные функции в желудке, к тому же она участвует в реакциях восстановления ионов  $Fe^{3+}$  до  $Fe^{2+}$ , после чего ионы железа, поступающие с пищей в организм становятся доступными для усвоения, участвуют в образовании гемоглобина и других биологически активных соединений.

Поваренная соль стимулирует обмен веществ, рост волос, придает бодрость и силу.

**Токсическое действие.** Хлор должен поступать в организм с растительной пищей, а не в составе поваренной соли, которая приводит к его защелачиванию, замедляет водообмен, сгущает кровь, нарушает обменные процессы, вызывает заболевания сердечно-сосудистой системы. Ежедневно человек употребляет с пищей около 20 г соли. При гипертонической болезни избыточная соль не рекомендуется.

Избыток хлора в организме – причина заболеваний желудочно-кишечного тракта, головных болей, нарушения общего обмена веществ.

Особую опасность представляют галогенпроизводные различных органических соединений, содержащиеся в виде примесей в воде, подвергающейся хлорированию (пестициды, амины, детергенты и др.). Чтобы избежать накопления хлорорганических веществ в воде, необходимо освобождать её от органических примесей до хлорирования.

Хлороводород. Попадая в организм человека, превращается в кислоту, при диссоциации которой образуется ион гидроксония. Последний становится донором протона, который обладает каталитическим свойством и реагирует с органическими молекулами, чем и объясняется способность хлороводорода вызывать поражение и некроз клеток. Длительное воздействие хлороводорода вызывает катары верхних дыхательных путей, изъязвление слизистой оболочки носа.

Химический элемент хлор входит в состав очень опасного для жизни и здоровья вещества диоксина, попадание которого в окружающую среду создает большие экологические проблемы. Соединения хлора – одна из причин разрушения озонового слоя Земли. Газ хлор очень ядовит, а хлорирование воды – небезопасный для здоровья процесс.

**Применение в медицине.** Хлор в составе  $NaCl$  – один из основных компонентов плазмы крови. Раствор  $NaCl$  с массовой долей вещества, равной 0,9% (физиологический раствор, изотонический раствор) вводят подкожно, внутривенно и клизмами при обезвоживании организма и при интоксикациях, а также применяют для промывания ран, глаз, слизистой оболочки носа и т. д. Гипертонические растворы  $NaCl$  (3–5%-ные) применяют наружно в виде компрессов и примочек при лечении гнойных ран. Раствор хлороводородной кислоты применяют при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта (гастрит, панкреатит).

## Бром

Элемент бром концентрируется в природе в водах океанов и морей, буровых скважин, содержится в водорослях. Подсчитано, что ежегодно вместе с морской водой в воздух переходит около 4 млн. тонн брома. Понятно, что содержание его в воздухе приморских городов всегда больше, чем в районах, удаленных от моря.

Соединения этого элемента регулируют процессы возбуждения и торможения ЦНС, поэтому необходимы для лечения нервных болезней. Вот почему полезно дышать морским воздухом, а строительство промышленных предприятий в районах морских курортов ограничено.

**Антропогенные источники** брома – производство броморганических соединений, фотоматериалов; лакокрасочное, фармацевтическое, горнорудное и нефтехимическое производства.

**Биологическая роль.** Бром относится к группе незаменимых микроэлементов. Важная его физиологическая функция – регулирование нервной деятельности. Отмечая это свойство И. П. Павлов подчеркнул, что человечество должно быть счастливо, располагая таким драгоценным для нервной системы элементом, как бром. Бром усиливает процессы торможения в центральной нервной системе, оказывая успокаивающее действие.

**Токсическое действие.** Избыток брома вызывает угнетение функции щитовидной железы, так как бром сопутствует в организме йоду, вступает с ним в конкурентные отношения, препятствуя синтезу гормона щитовидной железы. Как и в случае с фтором, возникает йодная недостаточность.

**Применение в медицине.** Бром необходим для производства лекарственных препаратов. *Бромиды натрия и калия* – успокаивающие средства, нормализующие нарушенное соотношение между процессами возбуждения и торможения в коре головного мозга.

## Йод

Йод содержится в морской воде, но в столь незначительных количествах, что выделение его для промышленных целей невозможно. Некоторые морские водоросли способны аккумулировать растворенные в морской воде соединения йода. Зола таких водорослей раньше была единственным источником для добывания йода. В настоящее время йод в основном добывают из вод нефтяных буровых скважин.

Многие продукты содержат йод в достаточном количестве (морская рыба, зелёные части растений, репа, лук-порей, дыня, чеснок, спаржа, морковь, капуста, картофель, томаты, фасоль, щавель, виноград, клубника, овсяная крупа). Богаты йодом морские водоросли, особенно бурая водоросль ламинария (морская капуста).

**Применение.** Йод широко используют в ветеринарии. В комплексе с другими микроэлементами он интенсифицирует рост и развитие у животных, повышает надои и жирность молока у коров, а также плодовитость и продуктивность сельскохозяйственных животных, улучшает качество шерсти у овец, повышает яйценоскость у кур, благотворно влияет на откорм свиней.

Долгое время считали, что йодированная соль (10 г KI на 1 т NaCl) – лучший источник пополнения организма этим элементом. Однако исследования показывают, что йод в таком состоянии очень летуч. Через полгода после приготовления соли йод в ней практически исчезает. Кроме того, это соединение йода распадается при 60°C, т. е. йод сохраняется лишь в салатах или при подсаливании готовых блюд.

Организм человека лучше всего усваивает соединение йода с белком молока. Была получена добавка йодказеин. На сегодня это единственный препарат, выдерживающий, не распадаясь, не только температуру кипения воды, но и нагревание до 200°C. Он рекомендуется для обогащения йодом различных продуктов питания. Для обогащения 1 т хлеба достаточно всего 5 г йодказеина.

**Антропогенные источники** йода в биосфере – отходы химического, фармацевтического производств, органического синтеза, а также бытовые стоки и добыча нефти (воды буровых скважин). Большую опасность для всего живого представляют радионуклиды йод-129 и йод-131, которые могут появиться в биосфере в случае аварий на АЭС, при испытании ядерного оружия.

**Биологическая роль.** Этот элемент необходим организму. Биологическая роль йода стала предметом исследования в начале XIX в., когда было высказано предположение о связи недостатка йода в организме человека с образованием зоба. Это предположение подтвердилось тем, что в гормонах щитовидной железы был обнаружен йод. Тело человека содержит около 25 мг йода, из которых примерно 15 мг локализовано в щитовидной железе. Недостаток йода служит причиной её патологического увеличения. Больным назначают внутрь небольшие дозы *йодида натрия* – 0,1 мг в сутки.

Йод участвует в образовании гормона щитовидной железы (тироксина), влияющего на обмен веществ в организме, деятельность нервной системы. Йодосодержащие гормоны усиливают окислительные процессы и влияют на рост человека, на его общее физическое и психическое развитие. Йод необходим для повышения иммунитета (возрастает активность лейкоцитов), участвует в создании фагоцитов – патрульных клеток, оберегающих организм от вторжения вирусов в кровь.

Недостаток йода в организме вызывает серьёзные нарушения обмена веществ. Детям и подросткам требуется йода больше, чем взрослым. Недостаток йода вызывает зобную болезнь. Если человека лишить необходимого количества йода в раннем возрасте, то развивается кретинизм. Он приводит к сильному, до идиотизма, расстройству интеллекта, резкому нарушению функционирования органов чувств – от потери осязания до полной глухонемой.

С каждым годом увеличивается число людей, страдающих заболеваниями щитовидной железы. Самое страшное в том, что треть больных – это дети, причем у половины из них врожденная патология щитовидной железы. Причина этого – недостаток йода. В России нет территорий, население которых не подвергалось бы риску йододефицитных заболеваний (ЙДЗ). Йодный дефицит наиболее выражен у сельских жителей и малообеспеченных групп населения. ЙДЗ – самая распространенная неинфекционная патология в мире.

Медики России признали, что ЙДЗ представляет собой серьезную национальную медико-социальную проблему, угрожающую здоровью и интеллектуальному потенциалу всего населения России, и считают профилактику ЙДЗ одним из приоритетных направлений профилактической медицины.

По данным ООН, сегодня более 1,5 млрд. жителей Земли продолжают испытывать дефицит йода. Это значит, что 30% населения имеет риск заболеть ЙДЗ. Мировое сообщество приняло на себя обязательство к концу 2005 г ликвидировать ЙДЗ; 159 государств разработали план действий по устранению йодного дефицита.

Для того чтобы организм взрослого человека получал суточную норму йода, надо каждый день съесть на выбор: 8 кг огурцов, 200 г груш, 3 селедки или 250 г обогащенного йодом хлеба.

**Токсическое действие.** В больших количествах йод очень ядовит, его пары сильно раздражают слизистые оболочки. При отравлении парами йода появляются кашель, насморк, слезотечение, возникают опрелости в области околоушной впадины, головные боли, чувство временного оглушения. Длительное пребывание человека в такой атмосфере может привести к смерти.

**Применение в медицине.** При отравлении четырёххлористым углеродом применяют препараты йода, который нейтрализует его действие. Йод применяют в медицине в виде так называемой йодной тинктуры (10%-ный раствор йода в этиловом спирте), превосходного антисептического и кровоостанавливающего свойства. Йодид калия используют для лечения глазных болезней – катаракты, глаукомы. Часто его употребляют при отравлении солями ртути. Йодид натрия и йодид калия применяют для профилактики и лечения эндемического зоба, для профилактики атеросклероза.

## Элементы побочной подгруппы VII группы

### Марганец

**Биологическая роль.** Соединения марганца в основном поступают в организм с пищей. Много марганца содержится в ржаном хлебе, пшеничных и рисовых отрубях, сое, горохе, свекле (содержание марганца в 100 г свеклы составляет 0,65 мг). Марганец поступает в растение в виде ионов  $Mn^{2+}$ . В теле человека содержится  $2,2 \cdot 10^{20}$  атомов марганца. Среднесуточная потребность человека в марганце составляет 5–9 мг. Биосуемость марганца невысока, всего 3–5%. Оптимальная интенсивность поступления марганца в организм 5–9 мг/сут; уровень, приводящий к дефициту, оценивается в 1 мг/сут. Марганец концентрируется в костях (43%), остальное – в мягких тканях, в том числе и в мозге. Он может входить в состав неорганических соединений организма, может замещать железо в порфириновом комплексе эритроцита.

Марганец влияет на процессы кроветворения, ускоряет образование антител, нейтрализующих вредное влияние чужеродных белков. Например внутривенная инъекция сульфата марганца  $MnSO_4$  спасает от укуса паука-каракурта.

**Токсическое действие.** Такой жизненно важный элемент (биоген), как марганец, может оказаться очень токсичным. При окислении он выпадает в воде в виде нерастворимого оксида  $MnO_2$ , который с помощью анаэробных микроорганизмов переходит в растворимый в воде и токсичный ион  $Mn^{2+}$ :

$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$ . Порог токсичности марганца оценивается в 40 мг/сут.

**Применение в медицине.** Широкое применение в медицине находит перманганат калия. Его разбавленные растворы (содержание от 0,01 до 5%) используют

в качестве дезинфицирующего и кровоостанавливающего средства. Антисептические свойства растворов перманганата калия обусловлено его сильными окислительными свойствами. *Сульфат марганца и хлорид марганца* используют при лечении малокровия.

## Элементы главной подгруппы VIII группы

### Благородные газы

Биологические исследования показали, что *гелиевая* атмосфера не влияет на генетический аппарат человека, не действует на развитие клеток и частоту мутаций. Дыхание гелиевым воздухом (в котором азот частично или полностью заменен на гелий) усиливает обмен кислорода в лёгких, предотвращает азотную эмболию (кессонную болезнь).

*Ксенон* как рентгеноконтрастное вещество широко используют при рентгеноскопии головного мозга.

*Радон* в ультрамикродозах оказывает положительное влияние на центральную нервную систему, поэтому широко используется в физиотерапии (радоновые ванны). Он также находит применение при лечении больных раком.

## Элементы побочной подгруппы VIII группы

### Железо

**Биологическая роль.** Железо – биогенный элемент, содержащийся в тканях растений и животных. В 1 литре воды при температуре 20°C и нормальном давлении растворяется всего 6,59 см<sup>3</sup> кислорода O<sub>2</sub>. В 1 литре крови при тех же условиях растворяется почти 200 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>. Эта колоссальная разница связана с присутствием гемоглобина в эритроцитах – красных кровяных тельцах. Ответственным за образование связи между гемоглобином и кислородом является железо.

Наиболее важны с физиологической точки зрения железосодержащие белки: гемоглобин, миоглобин, цитохромы, пероксидазы, каталаза. Гемоглобин – главная составная часть эритроцитов. Он обеспечивает внешнее дыхание, переноса кислород от легких к тканям. Миоглобин, цитохромы, каталаза обеспечивают клеточное дыхание. Действие каталазы может быть представлено в виде каталитического цикла из двух последовательных реакций:  $\text{CatFe}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CatFe}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$ ;  $\text{CatFe}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CatFe}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ .

При недостатке железа в организме может развиваться железodefицитная анемия (малокровие). При этом возникает тканевая кислородная недостаточность, связанная с нехваткой железа для синтеза гемоглобина.

Гемоглобин, содержащий железо, функционирует в составе эритроцитов не более 100–120 суток. Далее он выделяется из отслуживших свой срок эритроцитов и из организма. Таким образом, из организма человека в сутки выделяется 25–26 мг железа. Столько же должно быть получено с пищей.

Металлическое железо малотоксично, а соединения железа в больших дозах опасны для здоровья.

**Применение в медицине.** Сульфат железа (II)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  используют при лечении анемии (малокровия), наступающей вследствие дефицита железа в организме, а также при слабости и истощении организма. Для этой же цели употребляют *восстановленное железо* и *карбонат железа*. Хлорид железа (III) в медицинской практике используют как дезинфицирующее и кровоостанавливающее средство.

## Кобальт

Этот химический элемент большей частью входит в состав необходимого организму жирорастворимого витамина  $\text{B}_{12}$  и его аналогов. Это вещество, как и гемоглобин, представляет собой макроциклическое комплексное соединение. Наиболее важную роль витамин  $\text{B}_{12}$  играет в развитии и формировании эритроцитов. Дефицит витамина  $\text{B}_{12}$  (поступление менее 3 мг в сутки) приводит к тяжелому заболеванию – злокачественной анемии – малокровию.

## Никель

**Применение.** В диметилглиоксимате никеля (II) – очень прочном внутриклеточном соединении красно-малинового цвета, никель вполне безопасен для человеческого организма, поэтому данное соединение иногда используют как компонент губной помады.

**Поступление в организм.** Главным источником поступления никеля в организм является пища. Кроме того, никель поступает в организм с атмосферным воздухом, через кожу (при контакте с никелированными предметами обихода). В среднем человек поглощает 0,3–0,6 мг никеля в сутки, в основном с растительной пищей, водой (до 10 мкг), вдыхаемым воздухом (2–14 мкг). Одним из источников поступления никеля в организм с вдыхаемым воздухом является курение (одна сигарета содержит 2,2–2,3 мкг никеля, около 10% которого высвобождается через струю дыма). Попавший в организм с пищей и водой никель всасывается в верхних отделах кишечника.

**Биологическая роль.** В организме взрослого человека содержится 5–13,5 мг никеля. В различных органах его содержание колеблется от 5,5 до 33,4 мкг/100 г и зависит от района проживания и возраста человека.

Недостаток никеля в организме приводит к ингибированию ферментов печени, нарушает дыхательные процессы в митохондриях, изменяет содержание липидов в печени. Никель участвует в регуляции метаболизма гемоглобина в печени и почках. В сыворотке крови никель связывается с аминокислотами. Из крови никель поступает в межклеточную жидкость, а затем с помощью специальных белков проникает в клетки. Совместно с ионами других металлов никель активирует определенные ферменты (карбоксилаза, трипсин).

**Токсическое действие.** Никель относится к тяжелым металлам с умеренной токсичностью (ПДК  $\text{Ni}^{2+}$  в питьевой воде составляет 0,1 мг/л). Аллергическое действие металлического никеля проявляется только при продолжительном контакте кожи человека с декоративными никелевыми покрытиями (корпуса и браслеты часов, оправы очков). В то же время, летучий тетракарбонил никеля  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  (ПДК в воздухе производственных помещений 0,0005 мг/м<sup>3</sup>) – одно из наиболее ядовитых веществ известных человеку (в свое время это соединение состояло в списках боевых отравляющих веществ ряда держав).

Никель – биологический конкурент меди и железа. При избытке никеля в организме падает содержание этих элементов. Вызванный избытком никеля дефицит железа рассматривают как главный механизм токсичности.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) никеля в хлебе, овощах, фруктах – 0,5 мг/кг; соках, напитках – 0,3, воде – 0,1 мг/л.

Никель обладает общетоксическим действием, а также вызывает заболевания носоглотки, легких, злокачественные новообразования, дерматиты и экземы. Это один из наиболее распространенных кожных аллергенов. Аллергические реакции могут возникать даже при контакте с ювелирными изделиями, монетами, пуговицами, инструментами и режущими приспособлениями, косметикой и моющими средствами, медицинскими инструментами.

Смертность среди рабочих никелевых предприятий от злокачественных новообразований в 2–4 раза, в частности от саркомы – в 1,5–6,2 раза выше, чем у остального населения городов.

В атмосферном воздухе ПДК (среднесуточная) для металлического никеля и его оксидов – 0,001 мг/м<sup>3</sup>, для растворимых соединений в виде гидроаэрозоля – 0,0002 мг/м<sup>3</sup>, в воздухе рабочей зоны – 0,005 мг/м<sup>3</sup>. ПДК ионов никеля (II) в воде водоемов санитарно-бытового пользования – 0,1 мг/л.

## Задачи

Один из эффективных методов формирования валеологических знаний и умений учащихся – решение задач валеологической направленности. Оптимальное использование их в учебном процессе позволяет сделать теоретический материал аргументированным и полезным в повседневной жизни. Решая такие задачи, учащийся невольно становится сопричастным к проблеме формирования здорового образа жизни. В условия задач целесообразно включать следующие проблемы:

- влияние отдельных химических элементов и их соединений на живые организмы, в частности на организм человека;
- физиологическое воздействие отходов химической промышленности на человека и животных в рамках системы «человек – производство – природа»;
- связь изучаемого материала с повседневной жизнью человека.

При составлении задач использовался материал из курсов биологии, экологии, валеологии, акцентированный на изучение самой природы человека, физиологических процессов, происходящих в организме. Интегрированные задачи способствуют формированию познавательных мотивов. Вникая в сущность таких задач, учащиеся не только вспоминают методику их решения, но и еще раз убеждаются, насколько тесна связь между знаниями по химии и повседневной жизнью человека, физиологическими потребностями организма в тех или иных веществах, как важны знания свойств веществ для сохранения здоровья. Такой подход к составлению контролирующих заданий способствует пониманию учащимися того, что за каждой формулой стоит конкретное вещество, а за каждым уравнением реакции – конкретный процесс, происходящий в природе, живых организмах, быту. Это наполняет химические символы конкретным жизненным смыслом и, главное, позволяет убедить школьников в том, что химия – наука необходимая и интересная.

### Расчёты по химическим формулам

1. Суточная потребность организма в кальции в виде карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$  составляет 1,2 г. Вычислите количество необходимого карбоната кальция.

2. Ортофосфат кальция составляет минеральную основу костей и зубов. Другие соединения кальция участвуют в нервной и мышечной деятельности, входят в состав тканевой жидкости, ядер и стенок клеточной ткани живого организма. Кальций уменьшает аллергические реакции. Суточная потребность организма в кальции составляет от 0,8 до 2 г. Источниками кальция служат молоко, кефир, творог, сыр, рыба, фасоль, петрушка, зелёный лук, а также яйца, гречка и овсянка, морковь и горох. Обеспечит ли суточную потребность организма в кальции добавление в пищу 1г. карбоната кальция при условии его полного усвоения?

3. Оксид углерода (II), или угарный газ, – опасный загрязнитель атмосферы. Соединяясь с гемоглобином крови, он препятствует переносу кислорода, вызывает болезни сердечно-сосудистой системы, снижает активность работы мозга.



Из-за неполного сжигания топлива на Земле ежегодно образуется  $5 \cdot 10^8$  т этого вещества. Определите, какой объём (при н. у.) займёт угарный газ, образующийся на Земле по указанной причине.

4. В человеческом организме в общей сложности содержится примерно 25 мг йода (в составе различных соединений), причём половина всей массы йода находится в щитовидной железе. Подсчитайте, сколько атомов йода находится: а) в щитовидной железе; б) в человеческом организме в целом.

5. В школьном химическом кабинете пролили на пол немного соляной кислоты, и к концу урока она полностью испарилась. Хотя хлороводород сильно токсичен и при вдыхании оказывает раздражающее действие, ученики не почувствовали никакого постороннего запаха. Много ли молекул HCl оказалось в воздухе, если масса хлороводорода, перешедшего в газообразное состояние равна 1 г?

6. При неполном сгорании топлива и других веществ, в частности табака, образуется угарный газ CO, вызывающий кислородное голодание, блокируя гемоглобин крови. Вычислите относительную молекулярную массу этого вещества.

7. Суточная потребность организма в кальции в виде  $\text{CaCO}_3$  составляет 1,2 г. Вычислите количество карбоната кальция.

8. Какую массу воды получит ваш организм, если вы выпили суточную ее норму – 138,9 моль?

9. Тетрамолибдат аммония применяется в медицине для лечения опухолей мозга. Вычислите его молекулярную массу.

### Вывод химических формул

1. Горькая, или английская соль (кристаллогидрат сульфата магния) впервые была выделена из воды минерального источника в Эпсоме – пригороде Лондона. Эта соль применяется в медицине при заболеваниях нервной системы, для снижения артериального давления, а также как слабительное средство. Составьте формулу английской соли, если массовые доли химических элементов в ней составляют: 9,86% (Mg), 13,01% (S), 71,40% (O), 5,73% (H).

2. В питьевой воде были обнаружены следы вещества, обладающего общетоксическим и наркотическим действием. При проведении качественного и количественного анализа было установлено, что это производное фенола и массовые доли химических элементов в нём таковы: 55% (C), 4,0% (H), 14% (O), 27% (Cl). Установите молекулярную формулу вещества. Укажите возможные причины попадания этого вещества в окружающую среду

3. Определите молекулярную формулу вещества, из которого состоит скелет простейших морских животных аконтарий, если массовые доли элементов в нем составляют: стронция – 47,83%, серы – 17,39%, кислорода – 34,78%.

4. При укусах муравьев на коже возникает чувство жжения за счет действия кислоты. Установите ее молекулярную формулу, если массовые доли элементов в ней составляют: углерода – 26,09%, водорода – 4,35%, кислорода – 69,56%.

5. Определите молекулярную формулу так называемой бариевой каши, используемой медиками (ее дают пациентам перед рентгеновским исследованием желудка), если массовые доли элементов в ней составляют: бария – 58,80%, серы – 13,73%, кислорода – 27,47%.

6. В некоторых растениях, произрастающих в Южной Африке и Австралии, содержится соль – сильный яд. Менее 1 г свежих листьев таких растений достаточно чтобы убить барана. Установите молекулярную формулу этого яда, если массовые доли элементов в нем составляют: фтора – 16,38%, углерода – 20,69%, водорода – 1,73%, кислорода – 27,58%, калия – 33,62%.

### Расчетные задачи

1. Считается, что загрязняющие вещества не оказывают вредного влияния, если их количество в воздухе не превышает некоторого предельного значения. Так, допускается содержание в 1 м<sup>3</sup> воздуха 0,085 мг диоксида азота, 3,0 мг монооксида углерода, 0,05 мг диоксида серы, 0,008 мг сероводорода. Вдыхание какого количества (в моль) каждого из этих веществ в сутки не опасно для здоровья? Норма потребления воздуха для дыхания у взрослых мужчин – 10 м<sup>3</sup> в сутки.

2. Определите какое число молекул содержат порции веществ, часто применяемых в быту: 5 г пищевой соды (гидрокарбонат натрия  $\text{NaHCO}_3$ ), 0,01 моль иода  $\text{I}_2$ , 35 г поваренной соли (хлорид натрия  $\text{NaCl}$ ), 4 моль уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

3. Какова масса одной молекулы аммиака  $\text{NH}_3$ , хлороводорода  $\text{HCl}$ , серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , белого фосфора  $\text{P}_4$ ? Все перечисленные вещества очень токсичны и при попадании с воздухом в дыхательные пути вызывают сильнейшие отравления. Определите число молекул каждого вещества в 1 м<sup>3</sup> воздуха при содержании этих веществ, признанном неопасным, а именно:  $\text{NH}_3$  – 0,2 мг,  $\text{HCl}$  – 0,05 мг,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 0,3 мг,  $\text{P}_4$  – 0,1 мг.

4. Человек начинает ощущать едкий запах диоксида серы, если в 1 м<sup>3</sup> воздуха содержится 3 мг этого вредного газа. При вдыхании воздуха с таким содержанием  $\text{SO}_2$  в течение 5 минут у человека начинается ларингит – воспаление слизистой оболочки гортани. Какое суммарное количество вещества диоксида серы приводит к этому неприятному заболеванию? Примите объем легких человека равным 3,5 л, а периодичность дыхания – 4 с.

5. Стоматологи рекомендуют для профилактики кариеса ежегодно использовать 1,5 г активного фтора. Сколько тюбиков зубной пасты «Optifresh» нужно израсходовать за год, чтобы обеспечить эту норму? Доля фторида натрия в этой пасте составляет 0,32%, масса тюбика 75 г.

6. Суточная потребность организма человека в элементе цинке составляет 50 мг. Вычислите массу устриц, которые необходимо съесть, чтобы восполнить суточную потребность организма в цинке (в 100 г устриц содержится 400 мг цинка).

7. Подсчитайте массу меди, которая при оптимальном поступлении в организм (3 мг/сут) связывается с: а) сывороточным альбумином (17%); б) аминокислотами (14%); в) транспортным белком (12%)

8. Суточная потребность организма человека в элементе меди составляет 2 мг. Вычислите массу огурцов, которые необходимо съесть, чтобы восполнить суточную потребность организма в меди (содержание меди в 100 г огурцов составляет 8,4 мг).

9. За сутки в организм взрослого человека поступает вместе с пищей 0,3 мг молибдена. Рассчитайте количество вещества молибдена, который поступает в организм.

10. Растворимые соединения молибдена массой 0,15 мг выводятся из организма с мочой. Подсчитайте, сколько атомов молибдена выводится из организма ежедневно.

11. Число атомов калия в теле человека составляет  $2,2 \cdot 10^{24}$ . Подсчитайте массу калия в теле человека.

### Расчеты по химическим уравнениям

1. Когда человека мучает изжога, он пользуется питьевой содой. Еще лучше, если он воспользуется лекарствами, содержащими в своем составе гидроксид магния. Вычислите массу гидроксида магния, требующееся на нейтрализацию 1,2 г соляной кислоты, вызвавшей повышенную кислотность желудочного сока.

2. Железо – важнейшая составная часть организма человека и животных. Для лечения анемии, вызванной дефицитом железа в организме, и для стимуляции работы кроветворных органов используют восстановленное железо. Вычислите массу железа, которая может быть восстановлена алюминием из 1,5 моль оксида железа (III).

3. Рассчитайте массу питьевой соды (гидрокарбоната натрия), используемой в народной и традиционной медицине для полоскания и ингаляций, которая образуется при пропускании 2,64 г углекислого газа через раствор, содержащий 2 г гидроксида натрия.

4. Большое практическое значение имеет хлорная известь  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ , используемая как отбеливающее и дезинфицирующее средство. Вычислите массу хлорной извести, образующейся при взаимодействии 29 г гашеной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с хлором массой 25,6 г.

5. При недостатке в организме человека цинка происходят замедление роста, нарушение кожного и волосяного покрова. Вычислите массу сульфата цинка, составляющую годовую физиологическую потребность организма человека, которая образуется при взаимодействии 0,14 г цинка с серной кислотой массой 0,16 г.

## Растворы

1. Как приготовить из 10 г 15%-ного спиртового раствора йода 5%-ный спиртовой раствор? (Плотностью спирта можно пренебречь). Почему в обычной практике медики не используют 15 %-ный раствор йода?

2. Представьте, что вы старший фармацевт и должны дать неопытному лаборанту задание приготовить 500 мл 5%-ного раствора сульфата меди (II), необходимого для смачивания обожженного фосфором участка кожи. Составьте инструкцию по приготовлению этого раствора.

3. В медицинской практике для промывания ран используют раствор  $\text{KMnO}_4$  с массовой долей 0,5%. Определите объем раствора, который вы сможете приготовить из 10 г перманганата калия, если плотность раствора должна быть 1 г/мл.

## Периодическая система химических элементов и строение атомов

1. Максимальная концентрация этого элемента отмечена в пигментной сетчатке глаза. Электронная формула внешнего электронного слоя его атома  $6s^2$ . Определите этот элемент. Напишите его название, символ и порядковый номер, укажите семейство, к которому он принадлежит.

2. По содержанию этого элемента можно определить пол человека: в женском организме его в 2 раза больше, чем в мужском. Электронная формула внешнего электронного слоя его атома  $6s^1$ . Определите этот элемент. Напишите его название, символ и порядковый номер.

3. Максимальная концентрация этого элемента отмечена в твердых тканях зубов. Электронная формула внешнего электронного слоя его атома  $3s^2$ . Определите этот элемент. Напишите его название, символ и порядковый номер.

4. Этот химический элемент концентрируется преимущественно в ногтях. Определите положение этого элемента в Периодической системе (период, ряд, группа, подгруппа) по электронной формуле атома:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ .

5. Этот химический элемент концентрируется преимущественно в слизистой оболочке языка. Определите его положение в Периодической системе элементов (период, ряд, группа, подгруппа) по электронной формуле атома:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$ .

## Список литературы

1. Айметова, Г.Я. Эколого-валеологическая направленность обучения химии [Текст] / Г. Я. Айметова // Химия в школе. – 2005. – №5. – С. 19.
2. Биба, Л. И. Пути поиска призвания [Текст] / Л. И. Биба // Химия в школе. – 2004. – № 8. – С. 23–27.
3. Гильманшина, С. И. Пути интеграции химических и валеологических знаний [Текст] / С. И. Гильманшина, Р. М. Мухаметшина // Химия в школе. – 2003. – № 9. – С. 30–36.
4. Кавиева, В. В. Валеологический компонент в школьном курсе химии [Текст] / В. В. Кавиева // Химия в школе. – 2001. – № 7. – С. 34–40.
5. Лыгин, С. А. Использование знаний по химии при изучении биологии [Текст] / С. А. Лыгин, И. А. Чухарева // Химия в школе. – 2004. – № 8. – С. 30–31.
6. Меринова, Л. И. Из опыта изучения биогенных элементов [Текст] / Л. И. Меринова // Химия в школе. – 2008. – № 4. – С. 24–28.
7. Назаренко, В. М. Экологизированный курс химии: от темы к теме [Текст] / В. М. Назаренко // Химия в школе. – 1995. – № 2. – С. 29–34.
8. Назаренко, В. М. Экологизированный курс химии: от темы к теме [Текст] / В. М. Назаренко // Химия в школе. – 1996. – № 2. – С. 31–36.
9. Назаренко, В. М. Экологизированный курс химии: от темы к теме [Текст] / В. М. Назаренко // Химия в школе. – 1996. – № 1. – С. 29–36.
10. Третьяков, Л. И. Механизмы влияния некоторых веществ на живые организмы [Текст] / Л. И. Третьяков // Химия в школе. – 2003. – № 9. – С. 10–13.
11. Чернобельская, Г. М. Реализация связи химии с валеологией при решении учебных проблем [Текст] / Г. М. Чернобельская, Н. Ю. Суханова // Химия в школе. – 2001. – № 8. – С. 18–22.

Справочное издание

# **Валеологический компонент в обучении химии**

Оператор вёрстки: **И. С. Носова**

Корректор: **Т. Д. Шматкова**

Подписано в печать 08.09.2017.

Бумага офсетная. Формат 60x84/16

Гарнитура «Minion Pro». Печать ризографическая.

Усл. печ. л. 3,27. Тираж 100 экз. Заказ № 405.

---

Отпечатано в кабинете редакционно-издательской  
деятельности и сервисных услуг  
МБОУ ДПО «Научно-методический центр»  
650036, г. Кемерово, ул. Гагарина, 118.



