

**Государственное профессиональное образовательное учреждение  
Тульской области «Чернский профессионально-педагогический колледж»**

## **ПРАКТИКУМ**

**по естествознанию (химия, биология)**

**для специальности 54.02.01 Дизайн (по отраслям)**

**Составитель: Митченкова И.И.**

**Чернь, 2016 г.**

## Содержание

<b>Химия</b> .....	3
<b>Вода, растворы</b> .....	3
Изучение физических свойств воды: поверхностного натяжения, смачивания.....	3
Очистка загрязненной воды.....	6
Устранение жесткости воды.....	10
<b>Химические процессы в атмосфере</b> .....	12
Определение химического состава атмосферы.....	12
Измерение уровня CO <sub>2</sub> .....	15
Механизм образования кислотных дождей.....	22
<b>Химия и организм человека</b> .....	27
Анализ состава молока.....	27
Определение содержания витамина С в напитках.....	31
Определение содержания железа в продуктах питания.....	34
<b>Биология</b> .....	37
<b>Общие представления о жизни</b> .....	37
Рассматривание клеток и тканей в оптический микроскоп.....	37
<b>Организм человека и основные проявления его жизнедеятельности</b> .....	39
Исследование действия слюны на крахмал.....	39
Выявление патологии ОДА: нарушений осанки, плоскостопия.....	40
<b>Человек и окружающая среда</b> .....	43
Анализ воздействия экологических факторов на организм человека.....	43

**Химия**  
**Вода. Растворы**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

**Тема: Изучение физических свойств воды: поверхностного натяжения, смачивания.**

**Цель:** изучить некоторые физические свойства воды более подробно, научиться работать с научным текстом, научиться выделять главное из предложенного текста и делать необходимые выводы, научиться использовать результаты своих повседневных наблюдений для объяснения различных физических и химических явлений.

**Ход работы.**

1. Ознакомьтесь с теоретическим минимумом.
2. Ответьте на следующие вопросы:
  - а) что такое смачивание?
  - б) какие виды смачивания бывают и чем они характеризуются?
  - в) от чего зависит смачивание и как оно проявляется?
  - г) приведите примеры смачивания и несмачивания водой поверхностей;
  - д) что такое поверхностное натяжение воды?
  - е) зачем необходимо поверхностное натяжение?
  - ж) что определяет поверхностное натяжение воды?
  - з) приведите примеры использования поверхностного натяжения воды.
3. Сделайте вывод.

**Теоретический минимум.**

Чистая вода- бесцветная жидкость, без вкуса и запаха, кипит при температуре - 100 С (при давлении 101,3 кПа), замерзает при 0 С, ее максимальная плотность (при температуре 4 С) равна 1 г/ см<sup>3</sup>). Лед имеет меньшую плотность, чем жидкая вода, и всплывает на ее поверхность, что очень важно для обитателей водоемов зимой.

Вода- единственное вещество в природе, которое в земных условиях существует во всех трех агрегатных состояниях-твердом, жидком и газообразном.

Смачивание - это поверхностное явление, заключающееся во взаимодействии жидкости с поверхностью твёрдого тела или другой жидкости. Смачивание бывает двух видов:

Иммерсионное (вся поверхность твёрдого тела контактирует с жидкостью).

Контактное (состоит из трёх фаз - твердая, жидкая, газообразная).

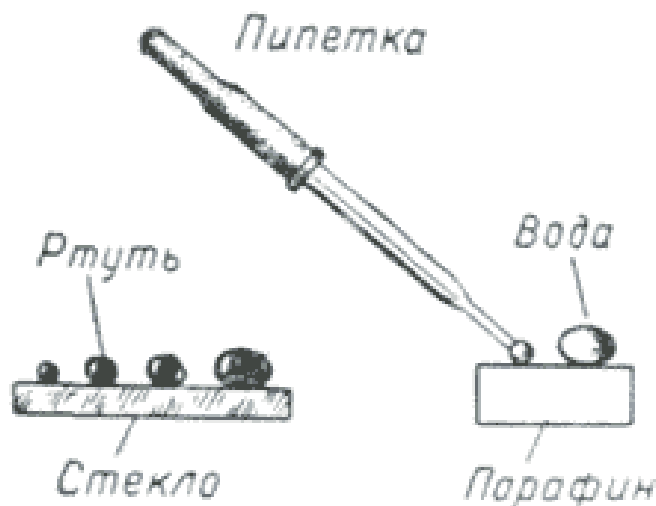
Смачивание зависит от соотношения между силами сцепления молекул жидкости с молекулами (или атомами) смачиваемого тела (адгезия) и силами взаимного сцепления молекул жидкости (когезия).

Если жидкость контактирует с твёрдым телом, то существуют две возможности:

- молекулы жидкости притягиваются друг к другу сильнее, чем к молекулам твёрдого тела. В результате силы притяжения между молекулами жидкости собирают её в капельку. Так ведёт себя ртуть на стекле, вода на парафине или «жирной» поверхности. В этом случае говорят, что жидкость не смачивает поверхность;

- молекулы жидкости притягиваются друг к другу слабее, чем к молекулам твёрдого тела. В результате жидкость стремится прижаться к поверхности, расплывается по ней. Так ведёт себя ртуть на цинковой пластине, вода на чистом стекле или дереве. В этом случае говорят, что жидкость смачивает поверхность.

Если нанести на стеклянную пластинку капли ртути, а на парафиновую - капли воды, то очень маленькие капельки будут иметь форму шара, а более крупные окажутся слегка сплюснутыми под действием силы тяжести.



Подобное явление объясняется тем, что между ртутью и стеклом, а также между парафином и водой возникают силы притяжения (адгезия) меньшие, чем между самими молекулами (когезия). При соприкосновении воды с чистым стеклом, а ртути с металлической пластинкой мы наблюдаем почти равномерное распределение того и другого вещества на пластинках, так как силы притяжения между стеклом и молекулами воды, металлом и молекулами ртути больше, чем притяжение между отдельными молекулами воды и ртути. Такое явление, когда жидкость равномерно располагается на поверхности твёрдого тела, называется смачиванием. Значит, вода смачивает чистое стекло, но не смачивает парафин. Смачиваемость в частном случае может показать степень загрязнённости поверхности. Например, на чисто вымытой тарелке (фарфоровой, фаянсовой) вода растекается ровным слоем, в чисто вымытой колбе стенки равномерно покрываются водой, если же вода на поверхности принимает форму капель, то это указывает, что поверхность посуды покрыта тонким слоем вещества, которое не смачивает вода, чаще всего жиром.

Молекулы, находящиеся на поверхности жидкости, имеют избыток потенциальной энергии и поэтому стремятся втянуться внутрь так, что при этом на поверхности остается минимальное количество молекул. За счет этого вдоль поверхности жидкости всегда действует сила, стремящаяся сократить поверхность. Это явление в физике получило название поверхностного натяжения жидкости.

Поверхностное натяжение является одним из важных параметров воды. Оно определяет силу сцепления между молекулами воды, а также форму поверхности жидкости. Например, из-за сил поверхностного натяжения формируется капля, лужица, струя и т.д. Летучесть (испаряемость) жидкости тоже зависит от сил сцепления молекул. Чем меньше поверхностное натяжение, тем более летуча жидкость. Самым низким поверхностным натяжением обладают спирты и растворители. Это, в свою очередь, определяет их активность, т.е. способность взаимодействовать с другими веществами.

Если бы вода имела низкое поверхностное натяжение, она бы улетучилась или испарилась. При выливании воды из сосуда с широким горлом на поверхности воды на мгновение образуется выпуклость и определенное время она удерживается силами межмолекулярного сцепления. Потом происходит разрыв «верхней пленки» и жидкость выливается. Зрительно поверхностное натяжение можно представить следующим образом: если медленно наливать в чашку чай до краев, то какое-то время он не будет выливаться через край и в проходящем свете можно увидеть, что над поверхностью жидкости образовалась тончайшая пленка, которая не дает чаю выливаться. Она набухает по мере доливания, и только при, как говорится, «последней капле» жидкость выливается через край.

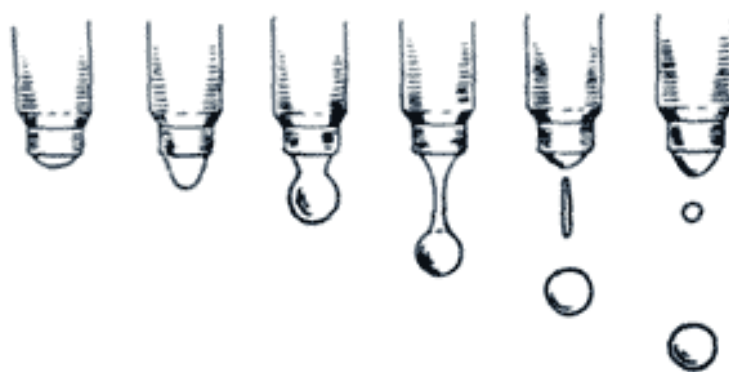
Поверхностное натяжение является определяющим фактором многих технологических процессов: флотации, пропитки пористых материалов, нанесения покрытий, моющего действия, порошковой металлургии, пайки и др. Велика роль поверхностного натяжения в процессах, происходящих в невесомости.

Силы поверхностного натяжения используются в промышленности - в частности, при отливке сферических форм, например ружейной дроби. Каплям расплавленного металла просто дают застыть на лету при падении с достаточной для этого высоты, и они сами застывают в форме шариков, прежде чем упадут в приемный контейнер.

Можно привести много примеров сил поверхностного натяжения в действии из нашей будничной жизни. Под воздействием ветра на поверхности океанов, морей и озер образуется рябь, и эта рябь представляет собой волны, в которых действующая вверх сила внутреннего давления воды уравнивается действующей вниз силой поверхностного натяжения. Две эти силы чередуются, и на воде образуется рябь, подобно тому, как за счет попеременного растяжения и сжатия образуется волна в струне музыкального инструмента.

Вы видите его проявление всякий раз, когда наблюдаете, как вода медленно капает из водопроводного крана. Из крана появляется водяная пленка и начинает

растягиваться, словно тонкая резиновая оболочка, под тяжестью заключенной в ней жидкости. Эта пленка, прикрепленная к отверстию крана, постепенно удлиняется, пока ее вес не станет вдруг слишком большим. Пленка, однако, не рвется, как порвалась бы резника при перегрузке. Вместо этого она «соскальзывает» с копки крана и, как бы охватив небольшое количество воды, образует свободно падающую капельку. Несомненно, вы не раз наблюдали, что падающие капельки принимают почти шарообразную форму. Если бы не было внешних сил, они были бы строго шарообразны. То, что вы наблюдаете, является одним из проявлений необычной способности воды «стягиваться», «самоуплотняться», или, другими словами, ее способность к сцеплению (когезии). Капля воды, капающая из крана, стягивается в крошечный шар, а шар из всех возможных геометрических тел обладает наименьшей поверхностью при данном объеме.



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Тема: Очистка загрязненной воды.

**Цель:** изучить различные способы очистки воды на примере сточных вод, научиться работать с научным текстом, научиться выделять главное из предложенного текста и делать необходимые выводы, изучить виды сточных вод и особенности их очистки.

### Ход работы:

1. Дать определение сточным водам, оборотной воде.
2. Охарактеризовать различные сточные воды по особенностям состава и способам очистки.
3. Дать характеристику различным методам очистки сточных вод.
4. Сделать вывод.

### Теоретический минимум.

Загрязненные воды, которые должны быть удалены с территории населенных мест и промышленных предприятий, называют сточными водами.

Вода, использованная потребителем и не требующая больших затрат на восстановление, регенерируется и снова подается потребителю. Это – оборотная вода.

Сточные воды (по происхождению) подразделяют на:  
хозяйственно-бытовые,  
промышленные,  
атмосферные.

В зависимости от степени загрязнения и предъявляемых санитарных требований сточные воды могут быть спущены в водоем либо сразу, либо после очистки (механической, химической, биологической).

Бытовые сточные воды образуются в результате приготовления пищи, мытья посуды, уборки помещений, функционирования санитарных узлов, прачечных и бань. Такая вода представляет неустойчивую полидисперсную систему, в которой содержатся растворенные частицы – от грубых до высокодисперсных (молекулы и ионы). Относительно постоянный состав имеют загрязнения растительного и животного происхождения. Все это – органические вещества.

К неорганическим загрязнениям относят песок, глину, частицы руды, шлак, мел, минеральные соли, масла. Бытовые сточные воды содержат микроорганизмы. Это могут быть бактерии, дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли, яйца гельминтов, вирусы.

Атмосферные сточные воды образуются в результате выпадения атмосферных осадков. К ним кроме дождевых относятся воды, образующиеся при таянии снега, полива улиц. Загрязнены эти воды органическими и минеральными веществами, содержащимися в атмосфере и на грунте.

Промышленные сточные воды образуются в результате деятельности производственных предприятий. Каждое производство имеет индивидуальные загрязнители.

Например, сточные воды гальванических цехов содержат цианиды, ионы меди и хрома. Концентрация загрязнителей редко бывает ниже 10 мг/л. Иногда, если перед промывкой изделия не дают стекать электролиту, концентрация возрастает до 1000 мг/л (смертельная доза цианидов щелочных металлов – 1 мг на 1 кг массы организма).

Сточные воды кожевенных заводов опасны тем, что могут содержать споры возбудителей сибирской язвы. Споры сибирской язвы отличаются исключительной приспособляемостью и сопротивлением по отношению к химическим и физическим воздействиям. Они переносят нагревание при 100°C в течение длительного времени. Обычные дезинфицирующие вещества – хлор и его производные, формальдегид, сулема, кислоты – убивают споры только после очень длительного воздействия и в высокой концентрации обеззараживающего агента.

По степени загрязненности сточные воды кожевенного завода, образующиеся при выработке 1 т шкур, эквивалентны бытовым водам населенного пункта с 5000 жителей.

Эти два примера показывают, что сточные воды промышленных предприятий многообразны по химическому составу и способы их очистки различны.

#### Методы очистки промышленных сточных вод

Промышленные сточные воды очищать гораздо сложнее, т. к. они содержат большее количество примесей, подавляющих рост бактерий. А ведь именно бактерии осуществляют процесс биологического распада в естественных условиях. Методы, применяемые для очистки промышленных сточных вод те же, что и при очистке от бытовых загрязнителей: коагуляция, фильтрация, осаждение, биохимические методы. Однако при удалении отдельных веществ возникают особые трудности. К числу таких веществ относятся металлы, их соли, долгоживущие радиоактивные изотопы.

#### Очистка воды от ионов металлов

Ионы металлов Cr, Hg, Pb, Be весьма токсичны, поэтому необходимо удалять даже их следовые количества.

Осаждение. Основной принцип состоит в подборе реагентов, способных образовать нерастворимые соли металлов. Для характеристики растворимости солей используют постоянную величину, называемую произведением растворимости (ПР). Произведение концентраций ионов малорастворимой соли в насыщенном при данной температуре растворе есть величина постоянная. Например, для соли  $A^+B^-$   $ПР = [A^+] \cdot [B^-]$ , где концентрации ионов  $[A^+]$  и  $[B^-]$  измеряются в моль/л.

Значения ПР при 10 °С для некоторых солей таковы:  $HgS \quad 2 \cdot 10^{-49}$

$Hg_2Cl_2 \quad 2 \cdot 10^{-18}$

$Pb(COO)_2 \quad 2,7 \cdot 10^{-8}$

$PbS \quad 3,4 \cdot 10^{-28}$

$CdS \quad 3,6 \cdot 10^{-29}$

$CuS \quad 2 \cdot 10^{-47}$

$ZnS \quad 1,2 \cdot 10^{-23}$

Для более полного осаждения катиона  $A^+$  добавляют избыток аниона  $B^-$ .

Ионный обмен – с помощью катионитов можно удалить большинство металлов (Cd, Cu, Zn, Hg, Cr, Pb). Если концентрация металла мала, ионный обмен объединяют с методом осаждения.

#### Очистка воды от органических веществ и растворов солей

Большинство органических веществ в растворах окисляют сильными окислителями до  $CO_2$  и  $H_2O$ , оксидов серы и азота. Сложные вещества, имеющие активные группы, удаляют адсорбцией активированным углем и кремнеземом. Для удаления масел и красок используют электрический ток. При пропускании тока



образуется водород, который увлекает эти вещества на поверхность, где их легко собрать.

Очистка от радиоактивных отходов

Короткоживущие изотопы – вещества, их содержащие, концентрируют, оставляют на хранение под водой или в шахтах, чтобы активность упала до нуля.

Среднеживущие изотопы. Например,  $^{90}\text{Sr}$  имеет период полураспада 23 года. Раствор, содержащий  $^{90}\text{Sr}$ , концентрируют, а затем помещают в цилиндрические бочки, изготовленные из прочной нержавеющей стали. Бочки сбрасывают в океан на глубину 10 км. Подсчитано, что при медленном разрушении бочек только через 1000 лет содержимое бочки появится на поверхности океана. К тому времени изотопы распадутся и станут неопасными.

Долгоживущие радиоактивные отходы – на практике сбрасывают в открытый океан (метод бесконечного разбавления).

Удаление азота. В сточных водах содержится много связанного азота. Как и фосфаты, соединения азота ускоряют рост водорослей. Аммиак удаляется из сточных вод аэрацией (удаётся извлечь до 92% аммиака). Для очистки от нитратов применяют коагуляцию соединениями железа и известью с последующей фильтрацией осадков либо адсорбцию ионообменными смолами.

Принцип очистки водорослями состоит в использовании питательных веществ, находящихся в сточных водах. Водоросли собирают с поверхности водоема и удаляют. Очищенная таким образом вода соответствует по своему качеству стандартам на питьевую воду.

Стерилизация. В сточных водах, прошедших очистку, могут содержаться дизентерийные бактерии, палочки Коха (возбудители туберкулеза, холеры), бациллы тифа и лихорадки, вирусы гепатита, полиомиелита, аденовирусы (глазные инфекции). Известно, что бактерии очень чувствительны к стерилизации, а вирусы очень стойки к действию окислителей.

Способы стерилизации: а) хлорирование; б) озонирование; в) ультрафиолетовое облучение; г) электролиз (анод из Ag).

Лучший способ уничтожения вирусов – дать воде отстояться перед очисткой, при этом вирусы погибают, т. к. являются пищей для микроорганизмов. В очищенной от микробов воде вирусы могут жить долгое время.

Новые биологические методы очистки надо применять с учетом печального опыта других стран, например Японии. С загрязнением воды связана болезнь Минамата. В 1950-х гг. предприятие по переработке руды сбрасывало отходы, содержащие ртуть, в воды залива Минамата. В результате поглощения бактериями соединения ртути  $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$  (диметилртуть) получилась пищевая цепь: диметилртуть бактерии рыбы с содержанием ртути до 50 мг/г человек. Люди, питаясь рыбой, получали сильнейшие отравления. С 1955 по 1959 г. каждый третий ребенок рождался с психическими и физическими аномалиями. Рыбный промысел в

заливе до сих пор запрещен. Полагают, что на дне залива находится около 600 т ртути. Это пример загрязнения и кумуляции ртути по цепи питания.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Тема: Устранение жесткости воды.

**Цель:** изучить жёсткость воды, её свойства, охарактеризовать типы жёсткости воды и способы устранения каждого из них, научиться работать с научным текстом, научиться выделять главное из предложенного текста и делать необходимые выводы.

#### Ход работы:

1. Дайте определение жёсткости воды.
2. Охарактеризуйте свойства жёсткой воды.
3. Где Вы встречаетесь с жёсткостью воды и как это проявляется?
4. Опишите методы устранения жёсткости воды.
5. Сделайте вывод.

#### Теоретический минимум.

Жёсткость воды - свойство воды (не мылиться, давать накипь в паровых котлах), связанное с содержанием растворимых в ней соединений кальция и магния, это параметр, показывающий содержание катионов кальция, магния в воде.

Жесткость - это особые свойства воды, во многом определяющие её потребительские качества и потому имеющие важное хозяйственное значение. Жесткая вода образует накипь на стенках нагревательных котлов, батареях и пр., чем существенно ухудшает их теплотехнические характеристики. Такой тонкий слой на греющей поверхности вовсе не безобиден, так как продолжительность нагревания через слой накипи, обладающей малой теплопроводностью, постепенно возрастает, дно прогорает все быстрее и быстрее – ведь металл охлаждается с каждым разом все медленнее и медленнее, долго находится в прогоревшем состоянии. В конце концов, может случиться так, что дно сосуда не выдержит и даст течь. Этот факт очень опасен в промышленности, где существуют паровые котлы.

Жесткая вода мало пригодна для стирки. Накипь на нагревателях стиральных машин выводит их из строя, она ухудшает еще и моющие свойства мыла. Катионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  реагируют с жирными кислотами мыла, образуя малорастворимые соли, которые создают пленки и осадки, в итоге снижая качество стирки и повышая расход моющего средства, т.е. жесткая вода плохо мылится.

Существует два типа жесткости: временная и постоянная. Обусловлено это различием типом анионов, которые присутствуют в растворе в качестве противовеса кальцию и магнию.

Временная жесткость связана с присутствием в воде наряду с катионами  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$  гидрокарбонатных, или бикарбонатных анионов ( $\text{HCO}_3^-$ ).

Постоянная жесткость (или некарбонатная) возникает, если в растворе присутствуют сульфатные, хлоридные, нитратные и другие анионы, соли кальция и магния которых хорошо растворимы и так просто не удаляются. Общая жесткость определяется как суммарное содержание всех солей кальция и магния в растворе.

В разных странах существуют свои нормы жесткости для воды. У нас в стране вода классифицируется по жесткости таким образом:

Мягкая вода с жесткостью менее 3,0 мг-экв/л,

Средней жесткости – 3,0-6,0 мг-экв/л

Жесткая – более 6,0 мг-экв/мл.

Методы устранения жесткости.

Чтобы избавиться от временной жесткости необходимо просто вскипятить воду. При кипячении воды, гидрокарбонатные анионы вступают в реакцию с катионами и образуют с ними очень мало растворимые карбонатные соли, которые выпадают в осадок.



С ионами железа реакция протекает сложнее из-за того, что  $\text{FeCO}_3$  неустойчивое в воде вещество. В присутствии кислорода конечным продуктом цепочки реакций оказывается  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , представляющий собой темно-рыжий осадок. Поэтому, чем больше в воде железа, тем сильнее окраска у накипи, которая осаждается на стенках и дне сосуда при кипячении.

С постоянной жесткостью бороться труднее. Один из вариантов: вымораживание льда. Необходимо просто постепенно замораживать воду. Когда останется примерно 10 % жидкости от первоначального количества, необходимо слить не замершую воду, а лед превратить обратно в воду. Все соли, которые образуют жесткость, остаются в не замершей воде.

Еще один способ – перегонка, то есть, испарение воды с последующие ее конденсацией. Так как соли относятся к нелетучим соединениям, они остаются, а вода испаряется.

Но такие методы, как замораживание и перегонка пригодны только для смягчения небольшого количества воды. Промышленность же имеет дело с тоннами. Поэтому используют другие методы. Наиболее широко используется катионообменный способ, основанный на применении специальных реагентов – катионитов, которые загружаются в фильтры и при пропускании через них воды, заменяют катионы кальция и магния на катион натрия.

С последствием жесткости воды - накипью, с точки зрения химии можно бороться очень просто. Нужно на соль слабой кислоты воздействовать кислотой более сильной. Последняя и занимает место угольной, которая, будучи неустойчивой, разлагается на воду и углекислый газ. В состав накипи могут

входить и силикаты, и сульфаты, и фосфаты. Но если разрушить карбонатный «скелет», то и эти соединения не удержатся на поверхности.

В качестве средства для удаления накипи применяются также адипиновая кислота и малеиновый ангидрид, которые добавляются в воду. Эти вещества слабее сульфаминовой кислоты, поэтому для снятия накипи необходимо так же кипячение.

## Химические процессы в атмосфере

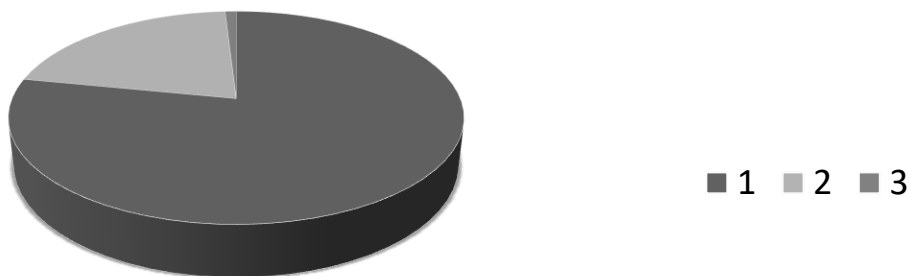
### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

#### Тема: Определение химического состава атмосферы.

**Цель:** определить химический состав атмосферы, заполнить предложенные таблицы и схемы, обобщить знания по теме, сделать выводы о составе атмосферы, его изменениях, причинах и последствиях.

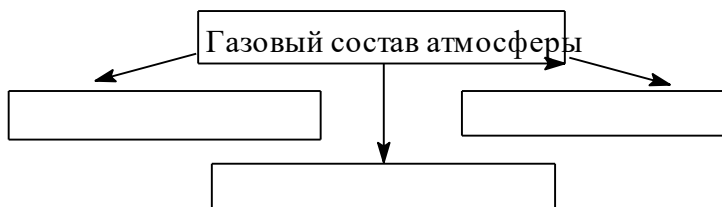
#### Ход работы:

1. Укажите на диаграмме газовый состав атмосферы (данные в процентах).



2. Опишите более подробно значение одного из компонентов воздуха более подробно.

3. Заполните схему формирования газового состава атмосферы:



4. Опишите теории происхождения кислорода на планете.
5. Перечислите основные источники загрязнения атмосферы.
6. Один из источников охарактеризуйте более подробно.
7. Как изменился химический и физический состав атмосферы к настоящему времени?
8. Сделайте вывод.

## Теоретический минимум.

Воздушная оболочка, называемая атмосферой, (от греческого «атмос» - воздух и «сфера» - шар) окружает Землю со всех сторон, простираясь на высоту более 1000 км над поверхностью суши и океана. Резкой границы между атмосферой и космическим пространством нет: просто чем выше, тем воздух становится все разреженнее.

О том, что атмосферный воздух имеет сложный состав, догадывались уже давно, но что представляют собой его основные компоненты, стало ясно только в конце восемнадцатого века. Основу атмосферы составляют азот, кислород, углекислый газ, водяной пар и др., а именно, – аэрозоли, пыль, солевые частицы. Газовый состав атмосферы формируется за счёт выделения газов из трёх основных источников:

вулканической деятельности;

биогенных процессов (жизнедеятельности организмов, разложения органического вещества);

техногенной деятельности.

По мере удаления от поверхности земли, атмосфера становится все более и более разреженной, постепенно переходя в межпланетное пространство. Выше 600 км атомы и молекулы движутся по эллиптическим орбитам в гравитационном поле Земли. Нижняя часть атмосферы, в которой конвекция происходит особенно интенсивно, называется тропосферой. Выше расположена стратосфера, а за ней – ионосфера. Граница между тропосферой и стратосферой изменяется в зависимости от времени года и широты, но, в среднем, ее можно провести на высоте 10-15 км.

В настоящее время газовый состав тропосферы (а в ней заключено более 90% массы атмосферы) следующий: N<sub>2</sub> – 78,09%; O<sub>2</sub> – 20,96%; Ar – 0,93%, CO<sub>2</sub> – 0,03%, а также небольшие количества гелия, водорода, криптона, ксенона, озона. С одной стороны – состав атмосферы довольно прост: она почти целиком состоит всего из трех элементов – азота, кислорода и аргона. Другие элементы, хотя и присутствуют в атмосфере в незначительном количестве, тем не менее очень важны для ее геохимии (и биогеохимии). Двуокись углерода (углекислый газ), концентрация которой всего несколько сотых процента, необходима для жизни растений, являясь источником их питания. Озон, большая часть которого сосредоточена в пределах стратосферы, также играет жизненно важную роль, так как он задерживает ультрафиолетовое излучение Солнца. Если бы этого поглощения не происходило, избыточная ультрафиолетовая радиация на поверхности Земли была бы губительной для большинства форм жизни.

Кроме постоянных компонентов, в атмосфере могут присутствовать и другие составляющие, которые необходимо принимать во внимание. Среди них наибольшее значение имеют пары воды, количество которых изменяется от 0,02 до 4% по весу. Содержание паров воды зависит от целого ряда факторов, из которых наиболее важным является температура. Водяной пар в атмосфере играет большую

роль, регулируя климатические условия. Он поглощает тепловое излучение, что приводит к выравниванию температур воздуха на различных широтах, чего бы не было на планете, лишенной атмосферы. Из временных составных частей атмосферы особенно важен хлорид натрия, значительное количество которого ежегодно выпадает на поверхность Земли с дождевыми осадками. Наибольшее количество хлорида натрия в воздухе наблюдается вблизи морей и резко уменьшается при удалении от побережья, так как большая его часть поступает в атмосферу с водяным паром из океана. В атмосфере обнаружены и другие галогены – фтор, бром и йод, основным источником которых также, вероятнее всего, является океан. Постоянно поступающие в атмосферу газы техногенного происхождения называются малыми газовыми составляющими (МГС), так как их общая доля в составе количественно невелика. Но их накопление в атмосфере сопровождается противоположной тенденцией к снижению доли свободного кислорода, а это уже один из ведущих газов в её составе. Количество соединений серы (сернистый газ и сероводород) в атмосфере сильно варьирует и их скорее следует рассматривать как загрязнение (в результате вулканической деятельности, жизнедеятельности микроорганизмов и разложения органических остатков, а также техногенного загрязнения), чем ее нормальные составные части. В последние годы отмечается и все возрастающее влияние продуктов работы двигателей внутреннего сгорания на геохимию атмосферы, особенно в крупных городах. Автомобили являются одним из основных источников окиси углерода, поступающей в атмосферу. Окись углерода (угарный газ) начинает быть опасной для человека при концентрации в воздухе около 10-2%, если такая концентрация сохраняется в течение нескольких часов. При сгорании топлива под высоким давлением, что имеет место в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания, образуется окись азота, которая в атмосфере окисляется до двуокиси азота – значительно более ядовитого газа. Серьезным источником загрязнения атмосферы являются и соединения свинца, являющиеся добавками в топливо. Среднее суммарное загрязнение свинцом в северном полушарии в 70-е годы прошлого века только за счет сжигаемого бензина составляло 10 мг/м<sup>3</sup>. Кроме того, в атмосферу постоянно поступает большое количество твердых частиц в виде пыли, в том числе и промышленной, нередко обогащенной тяжелыми металлами.

На протяжении истории Земли роль разных источников менялась. Менялся и состав атмосферы. Следовательно, содержание различных газов в атмосфере Земли – величина изменчивая, зависящая от множества факторов. Но изменения, происходящие естественным путём, протекают очень постепенно. Значительные отличия проявляются, как правило, по прошествии сотен тысяч или даже миллионов лет. Поэтому биота к таким изменениям в основном успевает приспособиться.

Как только Земля остыла, вокруг неё, из выделенных газов, сформировалась атмосфера. Точное процентное соотношение элементов химического состава первичной атмосферы, к сожалению, определить не представляется возможным, но можно с точностью предположить, что газы, входящие в её состав, были подобны

тем, которые теперь выбрасываются вулканами – углекислый газ, водяной пар и азот.

Существуют две теории происхождения самого важного для жизни химического элемента – кислорода. По мере охлаждения Земли температура упала примерно до 100° С, большая часть водяного пара сконденсировалась и выпала на земную поверхность первым дождем, вследствие, чего образовались реки, моря и океаны – гидросфера. “Водяная оболочка на Земле обеспечила возможность накопления эндогенного кислорода, став его аккумулятором и (при насыщении) поставщиком в атмосферу, к этому времени уже очищенную от воды, углекислоты, кислых дымов, и других газов в результате прошедших ливней”.

Другая теория утверждает, что кислород образовался при фотосинтезе в результате жизнедеятельности примитивных клеточных организмов, когда растительные организмы расселились по всей Земле, количество кислорода в атмосфере стало быстро увеличиваться. Однако, многие учёные склонны рассматривать обе версии без взаимного исключения.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

### **Тема: Измерение уровня CO<sub>2</sub>.**

**Цель:** изучить содержание углекислого газа в атмосфере, изучить загрязнители атмосферы и поставщики углекислого газа в прошлом и настоящем, научиться работать с научным текстом, научиться выделять главное из предложенного текста и делать необходимые выводы.

#### **Ход работы:**

1. Описать содержание углекислого газа в атмосфере в прошлом и настоящем.
2. Выявить и охарактеризовать источники углекислого газа в атмосферу.
3. Предложить способы уменьшения концентрации углекислого газа в атмосфере.
4. Сделать вывод.

#### **Теоретический минимум.**

Углекислый газ в атмосфере Земли, по состоянию на 2011 год, представлен в количестве 392 ppm или 0,0392 %. Роль углекислого газа (CO<sub>2</sub>, двуокись или диоксид углерода) в жизнедеятельности биосферы состоит прежде всего в поддержании процесса фотосинтеза, который осуществляется растениями. Являясь парниковым газом, двуокись углерода в воздухе оказывает влияние на теплообмен планеты с окружающим пространством, эффективно блокируя переизлучаемое тепло на ряде частот, и таким образом участвует в формировании климата планеты.

В связи с активным использованием человечеством ископаемых энергоносителей в качестве топлива, происходит быстрое увеличение концентрации

этого газа в атмосфере. Впервые антропогенное влияние на концентрацию двуокиси углерода отмечается с середины XIX века. Начиная с этого времени, темп её роста увеличивался и в конце 2000-х происходил со скоростью  $2,20 \pm 0,01$  ppm/год или 1,7 % за год. Согласно отдельным исследованиям, современный уровень CO<sub>2</sub> в атмосфере является максимальным за последние 800 тыс. лет и, возможно, за последние 20 млн лет.

Отличительной особенностью парниковых свойств двуокиси углерода по сравнению с другими газами является её долговременное воздействие на климат, которое после прекращения вызвавшей её эмиссии остается в значительной степени постоянным на протяжении до тысячи лет. Другие парниковые газы, такие как метан и оксид азота, существуют в свободном состоянии в атмосфере на протяжении более короткого времени.

Несмотря на относительно небольшую концентрацию в воздухе, CO<sub>2</sub> является важной компонентой земной атмосферы, поскольку он поглощает и переизлучает инфракрасное излучение на различных длинах волн, включая длину волны 4,26 мкм (вибрационный режим — асимметричное растяжение молекулы) и 14,99 мкм (изгибные колебания). Данный процесс исключает или снижает излучение Земли в космос на этих длинах волн, что приводит к парниковому эффекту. Текущее изменение концентрации атмосферного CO<sub>2</sub> сказывается в полосах поглощения, где его современное влияние на спектр переизлучения Земли приводит только к частичному поглощению.

Кроме парниковых свойств двуокиси углерода, также имеет значение тот факт, что она является более тяжелым газом по сравнению с воздухом. Так как средняя относительная молярная масса воздуха составляет 28,98 г/моль, а молярная масса CO<sub>2</sub> — 44,01 г/моль, то увеличение доли углекислого газа приводит к увеличению плотности воздуха и, соответственно, к изменению профиля его давления в зависимости от высоты. В силу физической природы парникового эффекта, такое изменение свойств атмосферы приводит к увеличению средней температуры на поверхности.

Основным источником парникового эффекта в атмосфере Земли является газообразная вода или влажность воздуха. При отсутствии парниковых газов в атмосфере и значении солнечной постоянной, равной 1368 Вт/м<sup>2</sup>, средняя температура на поверхности должна составлять -15°C. В действительности, средняя температура поверхности Земли составляет +15°C, то есть парниковый эффект приводит к её увеличению на 30°C, из которых 20,6°C объясняется наличием водяного пара в воздухе, наличие в нем углекислого газа считается ответственным за повышение температуры на 7,2°C. Так как при увеличении доли этого газа в атмосфере его бóльшая молярная масса приводит к росту плотности и давления, то при одной и той же температуре рост концентрации CO<sub>2</sub> приводит к увеличению влагоёмкости воздуха и к усилению парникового эффекта, обусловленного бóльшим количеством воды в атмосфере. Увеличение доли воды в воздухе для достижения



одного и того же уровня относительной влажности — в силу малой молярной массы воды (18 гр/мол) — снижает плотность воздуха, что компенсирует увеличение плотности, вызванное наличием повышенного уровня углекислого газа в атмосфере.

Комбинация перечисленных факторов в целом приводит к тому, что увеличение концентрации с доиндустриального уровня 280 ppm до современного 392 ppm эквивалентно дополнительному выделению 1,8 Вт на каждый квадратный метр поверхности планеты.

#### Источники углекислого газа

К естественным источникам двуокиси углерода в атмосфере относятся вулканические извержения, сгорание органических веществ в воздухе и дыхание представителей животного мира (аэробные организмы). Также углекислый газ производится некоторыми микроорганизмами в результате процесса брожения, клеточного дыхания и в процессе перегнивания органических останков в воздухе. К антропогенным источникам эмиссии CO<sub>2</sub> в атмосферу относятся: сжигание ископаемых энергоносителей для получения тепла, производства электроэнергии, транспортировки людей и грузов. К значительному выделению CO<sub>2</sub> приводят некоторые виды промышленной активности, такие, например, как производство цемента и утилизация газов путем их сжигания в факелах.

Растения преобразуют получаемый углекислый газ в углеводы в ходе фотосинтеза, который осуществляется посредством пигмента хлорофилла, использующего энергию солнечного излучения. Получаемый газ, кислород, высвобождается в атмосферу Земли и используется для дыхания гетеротрофными организмами и другими растениями, формируя таким образом цикл углерода.

#### Естественные источники

Большинство источников эмиссии CO<sub>2</sub> являются естественными. Перегнивание органического материала, такого как мертвые деревья и трава, приводит к ежегодному выделению 220 млрд тонн двуокиси углерода, земные океаны выделяют 330 млрд. В ходе индонезийских лесных и торфяных пожаров (англ.)русск. 1997 года было выделено 13–40 % от среднегодовой эмиссии CO<sub>2</sub>, получаемой в результате сжигания ископаемых топлив. Несмотря на то, что первоначально углекислый газ был представлен в атмосфере молодой Земли в результате вулканической активности, современные вулканы выделяют в среднем 130–230 млн тонн CO<sub>2</sub> каждый год, что составляет величину менее 1 % от антропогенной эмиссии.

В обычном состоянии эти естественные источники находятся в равновесии с физическими и биологическими процессами, удаляющими двуокись углерода из атмосферы - часть CO<sub>2</sub> растворяется в морской воде и часть удаляется из воздуха в процессе фотосинтеза. Так как обычно в ходе данного процесса поглощается  $5,5 \cdot 10^{11}$  т диоксида углерода, а его общая масса в земной атмосфере составляет  $3,03 \cdot 10^{12}$  т, то в среднем весь атмосферный CO<sub>2</sub> участвует в углеродном цикле раз в шесть лет. Из-за наличия антропогенных выбросов, поглощение CO<sub>2</sub> биосферой

превосходило его выделение на  $\approx 17$  млрд тонн в середине 2000-х годов, скорость его поглощения имеет устойчивую тенденцию к увеличению вместе с ростом атмосферной концентрации.

#### Антропогенная эмиссия

С наступлением промышленной революции в середине XIX века происходило поступательное увеличение антропогенных выбросов двуокси углерода в атмосферу, что привело к нарушению баланса углеродного цикла и росту концентрации CO<sub>2</sub>. В настоящее время около 57 % производимого человечеством углекислого газа удаляется из атмосферы растениями и океанами. Соотношение увеличения количества CO<sub>2</sub> в атмосфере ко всему выделенному CO<sub>2</sub> составляет постоянную величину порядка 45 % и претерпевает короткопериодические колебания и колебания с периодом в пять лет.

Сжигание ископаемых топлив, таких как уголь, нефть и природный газ, является основной причиной эмиссии антропогенного CO<sub>2</sub>, вырубка лесов является второй по значимости причиной. В 2008 году в результате сжигания ископаемого топлива в атмосферу было выделено 8,67 млрд тонн углерода (31,8 млрд тонн CO<sub>2</sub>), в то время как в 1990 году годовая эмиссия углерода составляла 6,14 млрд тонн. Сводка лесов под землепользование привела к увеличению содержания атмосферной двуокси углерода эквивалентную сжиганию 1,2 млрд тонн угля в 2008 году (1,64 млрд тонн в 1990). Суммарное увеличение за 18 лет составляет 3 % от ежегодного естественного цикла CO<sub>2</sub>, что достаточно для выведения системы из равновесия и для ускоренного роста уровня CO<sub>2</sub>. Как результат, двуокись углерода постепенно аккумулировалась в атмосфере и в 2009 году её концентрация на 39 % превосходила доиндустриальное значение.

Таким образом, несмотря на то, что (по состоянию на 2011 год) суммарное антропогенное выделение CO<sub>2</sub> не превосходит 8 % от его естественного годового цикла, наблюдается увеличение концентрации, обусловленное не только уровнем антропогенных выбросов, но и постоянным ростом уровня выбросов со временем.

#### Изменение температуры и углеродный цикл

К другим факторам, увеличивающим содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере, следует отнести рост средней температуры в XX веке, что должно было отражаться в ускорении перегнивания органических остатков и, в силу прогрева океанов, в снижении общего количества диоксида углерода, растворяемого в воде. Увеличение температуры происходило в том числе по причине исключительно высокой солнечной активности в этот период и в XIX веке (см., например, Событие Кэррингтона, 1859 г).

При переходе от условий холодного к теплему климату в течение последнего миллиона лет, естественное изменение концентрации атмосферного CO<sub>2</sub> оставалось в пределах 100 ppm, то есть суммарное увеличение его содержания не превосходило 40 %. При этом, например, средняя температура планеты в период климатического оптимума 9000÷5000 лет до н.э. была приблизительно на 1 - 2 °C выше современной,

а из-за более сильно выраженного парникового эффекта в условиях теплого климата среднегодовая аномалия температуры в субарктических широтах достигала 9 °С.

### Влияние вулканизма

Современный вулканизм в среднем приводит к выделению  $2 \cdot 10^8$  тонн  $\text{CO}_2$  в год, что составляет величину менее 1 % от антропогенной эмиссии. Основное отличие этого вида эмиссии от антропогенной состоит в том, что при сжигании ископаемых энергоносителей в воздухе происходит замещение молекул кислорода молекулами углекислого газа, то есть суммарное увеличение массы атмосферы соответствует массе сожженного углерода, тогда как при вулканических извержениях происходит увеличение массы атмосферы на величину, равную массе выделенного газа.

Углекислый газ в количественном исчислении является вторым после газообразной воды выделяемым газом в результате вулканизма, большинство газа, выделяемого подводными вулканами, оказывается растворенным в воде. Изотопный состав выделяемого диоксида углерода примерно соответствует изотопному составу атмосферного  $\text{CO}_2$ , получаемого в результате сжигания ископаемых энергоносителей, что затрудняет точное определение объема вулканической эмиссии  $\text{CO}_2$ .

Крупные вулканические извержения могут приводить к значительному выделению диоксида углерода в атмосферу, но такие извержения происходят редко - несколько событий за столетие - и в среднем не оказывают заметного влияния на уровень эмиссии этого газа в атмосферу. Например, при извержении вулкана Лаки 1783 года выделилось примерно 90 млн тонн  $\text{CO}_2$ , при извержении Тамбора в 1815 году около 48 млн тонн. Отдельные исследования указывают на несколько большее выделение двуоксида углерода при упомянутых выше извержениях (Лаки 1783 г,  $\approx 6,5 \cdot 10^8$  т), но относительная редкость подобных событий делает их влияние на содержание углекислого газа несущественным и в этом случае.

Последним извержением категории VEI 6 было извержение вулкана Пинатубо 1991 года. Его основное воздействие на содержание углекислого газа в атмосфере состояло в выделении аэрозолей в стратосферу и, как следствие, в нарушении баланса углеродного цикла из-за снижения на 0,5 °С средней температуры на планете по причине антипарникового эффекта. Увеличение амплитуды сезонных колебаний на графике Килинга в этот период времени указывает на некоторое улучшение условий для осуществления фотосинтеза растениями в начале 90-х годов XX века. Последнее объясняется эффектом рассеяния солнечного излучения на частицах стратосферного аэрозоля, что и привело к увеличению потребления атмосферного  $\text{CO}_2$  растительностью.

### Современная концентрация

Изменение концентрации  $\text{CO}_2$  за 50 лет.

В 2009 году средняя концентрация  $\text{CO}_2$  в земной атмосфере составляла 0,0387% или 387 ppm. Вместе с годовым ростом  $2,20 \pm 0,01$  ppm в течение года

наблюдается периодическое изменение концентрации амплитудой 3–9 ppm, которое следует за развитием вегетационного периода в Северном полушарии. Потому как в северной части планеты располагаются все основные континенты, влияние растительности Северного полушария доминирует в годовом цикле концентрации CO<sub>2</sub>. Уровень достигает максимума в мае и минимума в октябре, когда количество биомассы, осуществляющее фотосинтез, является наибольшим.

Изменения концентрации в прошлом

Наиболее достоверный способ измерения концентрации двуокиси углерода в атмосфере за период времени до начала прямых измерений, состоит в определении его количества в пузырьках воздуха, заключенных в ледяных кернах из материковых ледников Антарктиды и Гренландии. Наиболее широко в этих целях используются антарктические керны, согласно которым уровень атмосферного CO<sub>2</sub> оставался в пределах 260–284 ppm до начала промышленной революции в середине XIX века и на протяжении 10 тыс. лет до этого момента времени. Отдельные исследования, основанные на изучении ископаемой листвы, указывают на гораздо более существенные изменения уровня CO<sub>2</sub> в этот период (~300 ppm), но они подвергаются критике. Также керны, взятые в Гренландии, указывают на большую степень изменения концентрации углекислого газа по сравнению с результатами, полученными в Антарктиде. Но при этом исследователи гренландских кернов предполагают, что большая вариативность здесь обусловлена локальными осадками карбоната кальция. В случае низкого уровня пыли в образцах льда, взятого в Гренландии, данные по уровням CO<sub>2</sub> в течение Голоцена хорошо согласуются с данными из Антарктики.

Наиболее продолжительный период измерений уровней CO<sub>2</sub> на основании изучения ледяных кернов возможен в Восточной Антарктиде, где возраст льда достигает 800 тыс. лет, и который показывает, что концентрация двуокиси углерода изменялась в пределах 180–210 ppm во время ледниковых периодов и увеличивалась до 280–300 ppm в более теплые периоды.

Изменения концентрации атмосферного углекислого газа в течение Фанерозоя (последние 542 млн лет, современный период расположен слева). В течение большей части периода в 550 млн лет уровень CO<sub>2</sub> значительно превосходил современный.

На более продолжительных интервалах времени, историческое содержание атмосферного CO<sub>2</sub> определяется на основании определения баланса геохимических процессов, включая определение количества материала органического происхождения в осадочных породах, выветривание силикатных пород и вулканизм в изучаемый период. На протяжении десятков миллионов лет в случае любого нарушения равновесия в цикле углерода происходило последующее уменьшение концентрации CO<sub>2</sub>. Потому как скорость этих процессов исключительно низка, установка взаимосвязи эмиссии двуокиси углерода с последующим изменением её уровня в течение следующих сотен лет является сложной задачей.

Для изучения концентрации углекислого газа в прошлом также используются различные косвенные (англ.)русск. методы датирования. Они включают определение соотношения изотопов бора и углерода в некоторых типах морских осадочных пород и количество устьиц в ископаемой листве растений. Несмотря на то, что эти измерения дают меньшую точность измерений по сравнению с ледяными кернами, они позволяют определить очень высокие концентрации CO<sub>2</sub> в прошлом, которые 150-200 млн лет назад составляли 3 000 ppm (0,3 %) и 400-600 млн лет назад — 6 000 ppm (0,6 %).

Снижение уровня атмосферного CO<sub>2</sub> прекратилось в начале Пермского периода, но продолжилось, начиная примерно с 60 млн лет до н.э. На рубеже Эоцена и Олигоцена, время, которое соответствует началу формирования современного ледяного щита Антарктиды 34 миллиона лет назад, количество CO<sub>2</sub> составляло 760 ppm. На основании геохимических свидетельств было установлено, что уровень углекислого газа в атмосфере достиг доиндустриального уровня 20 млн лет назад и составлял 300 ppm.

Взаимосвязь с концентрацией в океане

Обмен двуокисью углерода между водоёмами и воздухом.

Земные океаны содержат двуокись углерода в виде гидрокарбоната и ионов карбоната, в количестве, которое в сто раз превосходит её содержание в атмосфере и составляет приблизительно 36·10<sup>12</sup> тонн углерода. Гидрокарбонаты получаются в результате реакций между скалами, водой и CO<sub>2</sub>. Одним из примеров является разложение карбоната кальция:



Реакции, подобные этой, приводят к уменьшению изменений в количестве атмосферного CO<sub>2</sub>. Так как правая часть реакции содержит кислоту, добавление CO<sub>2</sub> в левой части уменьшает pH, то есть приводит к окислению океана. Другие реакции между двуокисью углерода и некарбонатными породами также приводят к образованию угольной кислоты и её ионов.

Данный процесс обратим, что приводит к образованию известняковых и других карбонатных пород с высвобождением половины гидрокарбонатов в виде CO<sub>2</sub>. В течение сотен миллионов лет этот процесс привел к связыванию в карбонатных породах большей части первоначального диоксида углерода из протоатмосферы Земли. В конечном итоге большинство CO<sub>2</sub>, полученного в результате антропогенной эмиссии, будет растворено в океане, но скорость, с которой будет происходить этот процесс в будущем, остается не до конца определенной.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

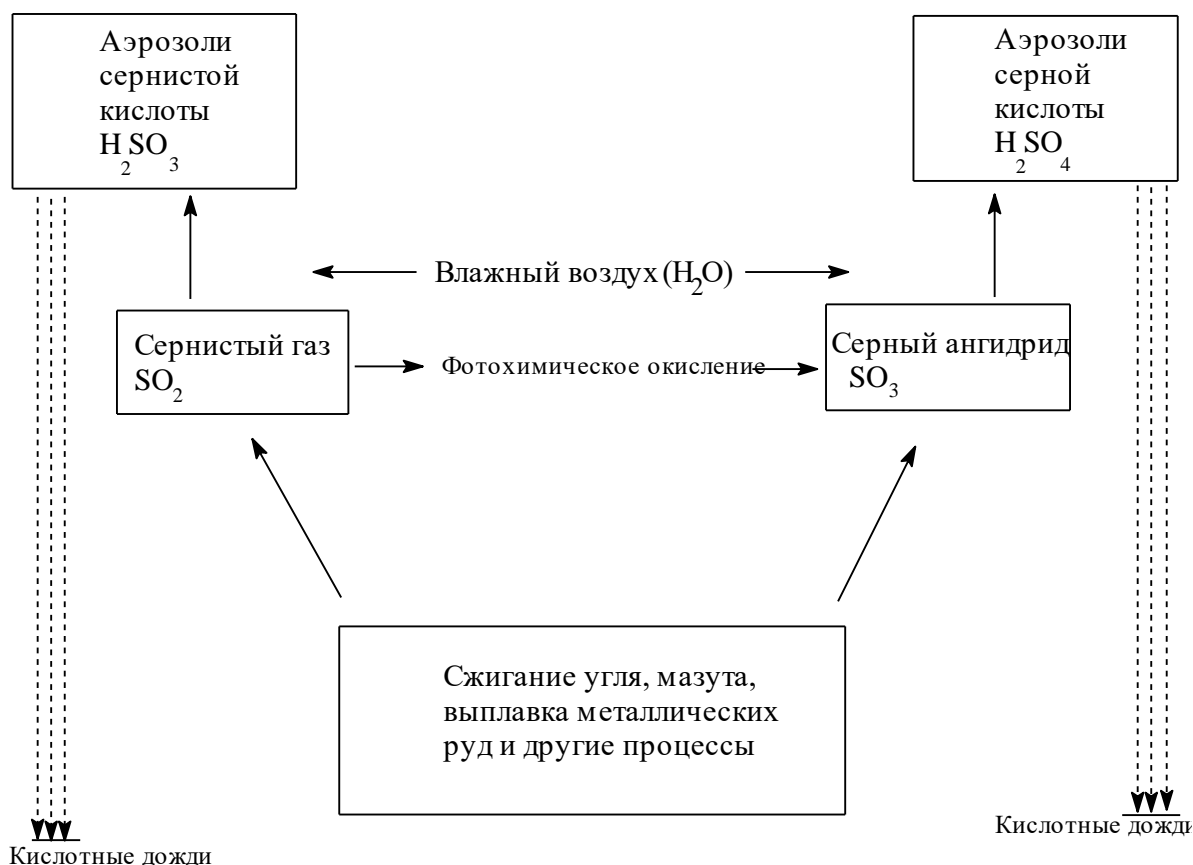
## Тема: Механизм образования кислотных дождей.

**Цель:** изучить механизм образования кислотных дождей, воздействие кислотных дождей на окружающую среду, меры по охране атмосферы от кислотообразующих выбросов; сделать соответствующие выводы, научиться работать с научным текстом и схематичными материалами.

### Ход работы:

1. Зарисовать схему механизма образования кислотных дождей.
2. Перечислите источники кислотообразующих выбросов и объекты поражения.
3. Зарисовать схему воздействия кислотных дождей на окружающую среду.

### Теоретический минимум.



### Механизм образования кислотных дождей



4. К чему могут привести изменения растительности, водных экосистем, почве в результате воздействия на них кислотных дождей?
5. Какие меры по охране атмосферы от кислотообразующих выбросов существуют в мире на сегодняшний день?
6. Сделайте вывод.

Чистота атмосферного воздуха планеты – одно из приоритетных направлений природоохранной деятельности национальных правительств, которая развивается в рамках программы, принятой на XIX специальной сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций в июне 1997 г.

Международными соглашениями установлены критические нормы выбросов

диоксида серы и оксидов азота, ниже которых их воздействие на наиболее чувствительные компоненты экосистем не обнаруживается, а также ряд рекомендаций по осуществлению снижения этих выбросов.

Основными на сегодняшний день методами снижения загрязнения атмосферы, в том числе кислотообразующими выбросами, являются разработка и внедрение различных очистных сооружений и правовая защита атмосферы.

Ведутся исследования по снижению загрязнений от выхлопных газов автомобилей. Наибольшие трудности здесь вызывает именно уменьшение выбросов оксидов азота, которые помимо образования кислотных осадков ответственны за появление фотохимических загрязнителей (фотохимический смог) и разрушение озонового слоя в стратосфере. Для решения этой проблемы ведутся работы по созданию различных каталитических конвертеров, преобразующих оксиды азота в молекулярный азот.

Среди эффективных методов борьбы с выбросами окисленной серы в атмосферу через дымовые трубы следует отметить различные газоочистители, такие, как электрические фильтры, вакуумные, воздушные или жидкие фильтры-скрубберы. В последних газообразные продукты сгорания пропускаются через водный раствор извести, в результате образуется нерастворимый сульфат кальция  $CaSO_4$ . Этот метод позволяет удалить до 95%  $SO_2$ , но является дорогостоящим (снижение температуры дымовых газов и понижение тяги требует дополнительных затрат энергии на их подогрев; кроме того, возникает проблема утилизации  $CaSO_4$ ) и экономически эффективен лишь при строительстве новых крупных предприятий.

Такой же дорогостоящий метод очистки дымовых газов от оксидов азота с помощью изоциановой кислоты  $\text{HNCO}$  (удаляется до 99% оксидов азота, превращающихся в безвредные азот и воду).

Восстановление нормальной кислотности водоемов возможно за счет известкования, при этом не только уменьшается кислотность воды, но и повышается ее буферная способность, т. е. сопротивляемость по отношению к будущим кислотным осадкам. Для защиты памятников культуры и ценных архитектурных сооружений используют покрытия из высокомолекулярных соединений – силиконов или производных эфиров кремниевой кислоты; для защиты металлических изделий – покрытие их лаком, масляной краской или легирование сталей, образующих устойчивую к кислотам оксидную пленку.

Все перечисленные меры представляют собой реализацию метода «контроля на выходе» – снижение концентрации загрязнителей на стадии их попадания в атмосферу.

Более эффективен с экологической точки зрения метод «контроля на входе», предусматривающий очистку топлива от потенциальных загрязнителей, использование экологически более чистых источников энергии и создание так называемых безотходных технологий, т. е. технологических процессов, сопоставимых с природными циклами в биосфере.

Содержание серы в выбросах можно уменьшить, используя низкосернистый уголь, а также путем физической или химической его промывки. Первая позволяет очистить уголь от неорганических примесей серы, таких, как сульфиды металлов. С помощью второй удаляется органическая сера. Отметим, что физические методы очистки малорентабельны, а применение химических методов очистки из-за ряда технических сложностей эффективно лишь на вновь строящихся электростанциях. Для средних и малых предприятий энергетики используется метод сжигания топлива в кипящем слое, при котором удаляется до 95% диоксида серы и от 50 до 75% оксидов азота.

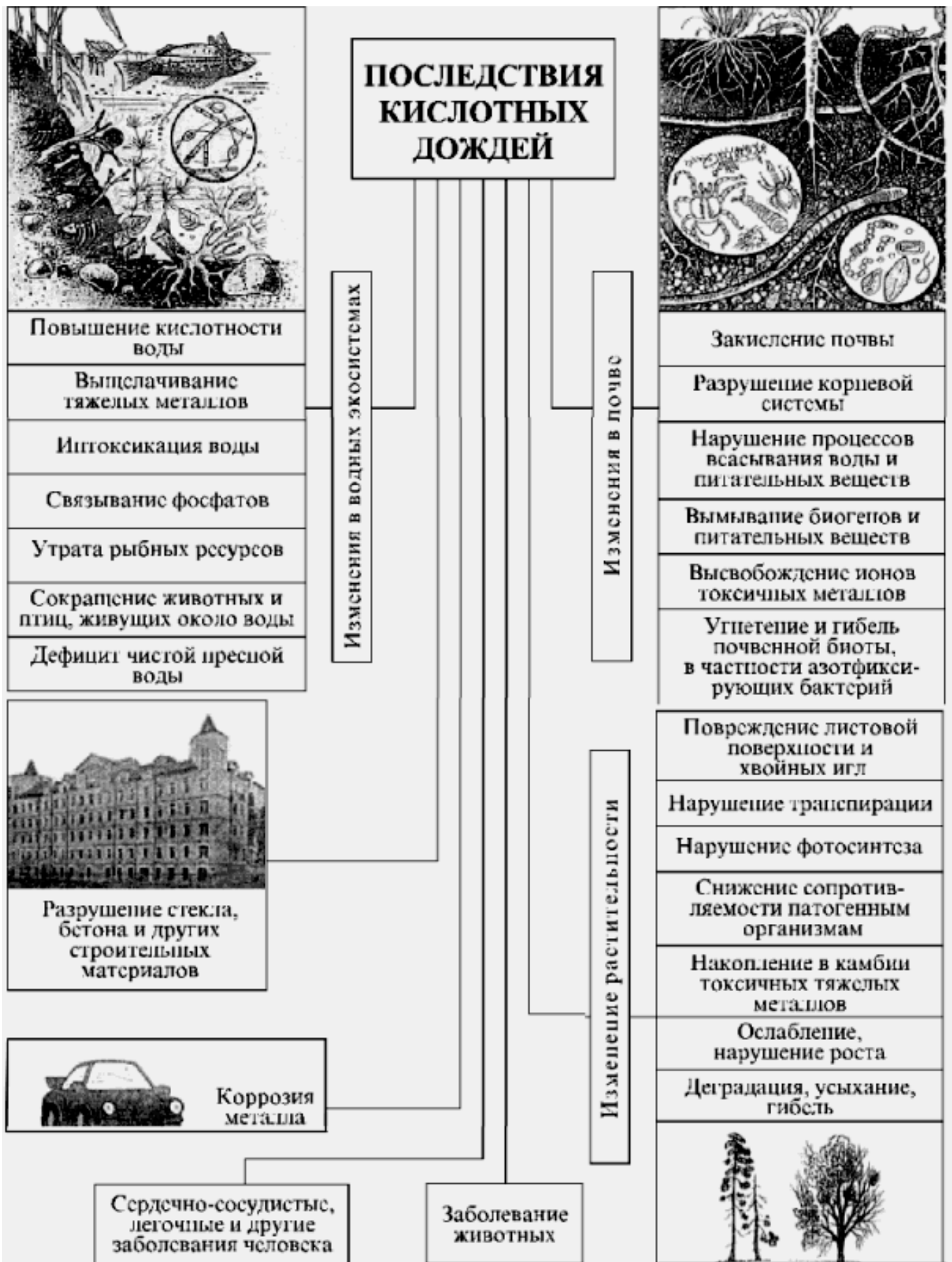
Хорошо разработана технология уменьшения содержания оксидов азота (на 50–60%) путем снижения температуры горения.

Перспективна замена бензина в автомобилях другими видами топлива (например, смесью спиртов), применение газобаллонных автомобилей, использующих природный газ, и электромобилей; использование на электростанциях в качестве топлива природного газа.

Реально заменить горючие ископаемые могут возобновимые экологически чистые энергетические ресурсы, такие, как солнечная энергия, ветер, морские приливы, термальные источники недр Земли. Пока возможности таких энергопроизводств относительно ограничены, но тем не менее, например, в Дании ветровые электростанции дают около 12% энергии (столько же дают все АЭС в России).



Энергосбережение, внедрение новых неэнергоёмких технологий и безотходных и малоотходных технологий производственных процессов, применение альтернативных источников энергии, все меры экологического контроля способны решить проблему загрязнения атмосферного воздуха, оздоровить окружающую среду, снять угрозу необратимых отрицательных изменений в биосфере Земли.



Воздействия кислотных дождей на окружающую среду

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

## Тема: Анализ состава молока.

**Цель:** изучить химический состав молока, изучить составные части молока и молочных продуктов, познакомиться с различными методами анализа состава молока.

### Ход работы:

1. Дать характеристику молоку как продукту питания.
2. Дать характеристику молоку как смеси веществ.
3. Описать методы анализа состава молока.
4. Сделать вывод.

### Теоретический минимум.

Органолептический (сенсорный) анализ - это органолептическая оценка свойств пищевого продукта, основанная на применении методов и условий, гарантирующих точность и воспроизводимость результатов. Его проводят дегустаторы, отобранные по специальной методике на проверку чувствительности, признанные способными проводить органолептическую оценку пищевых продуктов и систематически тренируемые на специальных образцах и тестах. Оценщик (испытатель) — это специалист, участвующий в органолептическом испытании после оценки органов чувств на аномалию, эксперт - это дегустатор, имеющий большой опыт работы с данными видами продуктов, которому дано право проводить органолептическую оценку индивидуально или в составе дегустационной комиссии.

Органолептические методы оценки позволяют сделать достаточно точное заключение о качестве продукта. Они не требуют дорогостоящего оборудования, приборов, реактивов, просты, дешевы и быстры. В ряде случаев Органолептический анализ - это единственно возможный метод, позволяющий отличить высококачественный продукт от ординарного, фальсифицированный - от натурального, выявить ранние признаки его порчи. Однако результаты органолептической оценки в определенной степени субъективны и зависят от квалификации дегустатора, порядка и условий дегустации, а также от системы оценки качества, результаты которой должны быть объективно воспроизводимы и могут быть обработаны математически. Органолептическую оценку пищевых продуктов проводит комиссия дегустаторов.

В целом контроль качества молока и молочных продуктов основан на сочетании органолептических и других неорганолептических методов. Например, микробиологический контроль наряду с органолептическим применяют для оценки свежести продуктов. Корреляцию между органолептическими и другими показателями изучают для того, чтобы обосновать применение того или иного неорганолептического метода для характеристики цвета, вкуса, запаха, структуры и консистенции продукта.

МОЛОКО - полноценный и полезный продукт питания. Оно содержит все необходимые для жизни питательные вещества, нужные для построения организма. Естественное назначение молока в природе заключается в обеспечении питанием молодого организма после рождения. Состав молока различных млекопитающихся в целом определяется теми условиями окружающей среды, в которых происходит рост молодого организма. Это особенно четко проявляется в содержании белка и жира, чем больше их в молоке матери, тем быстрее растет ее дитя.

Так, грудной ребенок удваивает массу примерно за 180 дней, теленок - за 50 дней, а щенок - уже за 9 дней. Содержание белка в женском молоке, по сравнению с молоком различных животных, самое низкое - 1,6%, в коровьем - 3,4%, а в молоке собаки - 7,3% белка. Молочный жир служит прежде всего для удовлетворения потребности организма в энергии. В районах с холодным климатом потребность организма в энергии выше, чем в зонах с умеренным климатом. Вот почему молоко самки оленя северного отличается более высоким содержанием жира - 19,7%. Молоко пережило многие цивилизации, прежде чем стало продуктом питания и имеет свое назначение:

- в качестве продукта питания для населения,
- средство для вскармливания молодняка и корма в животноводстве,
- сырье для производства пищевых продуктов,
- источник получения отдельных компонентов молока, которые, в свою очередь, служат сырьем для фармакологии и других отраслей промышленности.

Питательность 1 л молока составляет 685 ккал. Калорийность зависит, главным образом, от содержания жира, белка. Благодаря содержанию в молоке важнейших питательных веществ, главным образом белка, углеводов, витаминов, минеральных веществ, оно является и защитным фактором. В целях охраны здоровья на предприятиях, где существуют вредные условия труда, работники получают молоко.

Молочный белок является важным защитным фактором, т. к. он в силу своей алейтерной природы связывает пары кислот и щелочей, а также нейтрализует ядовитые тяжелые металлы (следы) и др. вредные для здоровья вещества. Благодаря содержанию в молоке кальция, фосфора, витаминов предотвращается развитие авитаминозов. Кроме питания человека молоко идет на кормление сельскохозяйственных животных: телят, свиней, птиц.

С помощью физических и биохимических методов из сырого молока получают молочные продукты, которые представляют собой частично обогащенные продукты питания, благодаря чему эти продукты характеризуются повышенной калорийностью на каждые 100 г. Переработка молока ведет к изменению его пищевой ценности и вкусовых качеств, поэтому необходимо учитывать свойства каждого отдельного компонента молока. Сырьем для промышленности служат такие составные части молока как казеин и лактоза. Определение веществу молока можно дать с различных точек зрения, учитывая прежде всего цель применения. Если считать молоко

продуктом питания, то на первый план выдвигаются законодательные, гигиенические и экономические требования, так что можно дать определение сырому молоку.

«Сырое молоко - это полученный в результате регулярного, полного выдаивания вымени у одной или более коров от одного или нескольких доений чистый и затем охлажденный продукт, из которого ничто не удалено и к которому ничего не добавлено».

Знания о количестве составных частей молока с течением времени постоянно расширялись. Это можно объяснить целенаправленностью научных исследований и применением современных методов анализа, которые позволяют, не применяя способа обогащения, обнаружить и количественно определить даже те составные части молока, которые присутствуют в нем в виде следов. В настоящее время известно свыше 200 различных компонентов молока.

Составные части молока - это все те компоненты, которые выделяются из вымени при доении. Химизация сельского хозяйства, лечение заболеваний крупного рогатого скота, а также заболеваний вымени с помощью химиотерапевтических средств привели к увеличению содержания в молоке посторонних веществ, которые попадают в него различными путями. Химический состав молока: вода, соли (в форме катионов антибиотики и анионов), гербициды, белок, лимонная кислота, инсектициды, лактоза, фосфатиды, радионуклиды, стероиды, ферменты, витамины, газы. Молочный жир, лактоза, казеины, лактоглобулин и -лактоальбумин являются специфическими компонентами молока. Они синтезируются в молочной железе и встречаются только в молоке. Остальные компоненты можно найти и в других биологических соединениях.

С технической и экономической точек зрения молоко можно разделить на воду, сухое вещество и сухой обезжиренный остаток.

Наибольший удельный вес в молоке занимает вода (более 85%, на остальные компоненты, входящие в состав сухих веществ или сухих остатков, приходится 11-14%). Содержание так называемого сухого обезжиренного остатка молока (СОМО) составляет 8-9%. Его определяют по ГОСТ 3626-73 методом высушивания навески молока при  $102 \pm 2^\circ$  до постоянной массы. Его можно найти расчетным путем - сложением содержания СОМО и количества жира в молоке. Для этого содержание СОМО определяют по формуле, используя показатели жирности и плотности молока.

Сухой остаток включает все питательные вещества молока. Он определяет выход готовой продукции при производстве молочных продуктов. Содержание сухого вещества и отдельных его компонентов непостоянно в течение периода лактации. Количество жира подвержено самым большим колебаниям, затем идет белки. Содержание лактозы и солей, наоборот, почти не изменяется в течение всего периода лактации. Диапазон колебаний находится в тесной связи с величиной частиц отдельных составных частей.

Составная часть Диапазон частиц, НМ

Жир 100 - 10.000

Казеин 5 - 100

Альбулин 5 - 15

Молочный сахар %

Ионы 0,5

Эту зависимость сформулировал Вигнер в законе, названном его именем: «Содержание различных составных частей сухого вещества молока колеблется тем меньше, чем в более тонком распределении они присутствуют в молоке».

Естественные изменения содержания основных составных частей - жира и белка представляют экономический технологический интерес. Оплата молока в зависимости от жирности, вследствие колебаний этого показателя, требует постоянного контроля за содержанием жира. Колебания затрудняют соблюдение постоянного соотношения между определенными составными частями в готовом продукте: например, в сгущенном молоке между жиром и сухим обезжиренным остатком. Фальсификацию молока водой можно точно установить лишь по содержанию лактозы и ионов путем определения точки его замерзания. Жир занимает особое экономическое положение и служит основой оплаты молока, т. к. он подвержен резким колебаниям (до 4% - диапазон), затем идут белки, лактоза изменяется незначительно. Эти колебания зависят от породы скота, стадии лактации, возраста, состояния здоровья животного, рациона кормления, условий доения и содержания, мышечной нагрузки животных.

Изменения в составе молока после доения можно объяснить микробиологическим и технологическим воздействием. Однако различные показатели могут быть получены и при разных методах анализа. Например, при определении содержания жира бутирометрическим методом показатели жирности на 0,05% выше, чем при использовании гравиметрического метода. Из показателя, характеризующего содержание лактозы, зачастую не ясно, какая форма лактозы учитывается при этом - моногидратная или безводная, что ведет к различиям между показателями ее содержания, достигающими 0,24% на каждые 100 г молока.<sup>3</sup>

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

## Тема: Определение содержания витамина С в напитках.

**Цель:** изучить свойства витамина С в организме человека, определить место витамина в рационе питания, познакомиться с продуктами питания, богатыми витамином С.

### Ход работы:

1. Перечислите функции витамина С в организме человека.
2. Какова суточная потребность человека в витамине С?
3. Какие продукты питания и напитки содержат витамин С в необходимых человеческому организму количествах?
4. Сделайте вывод.

### Теоретический минимум.

Другие названия: аскорбиновая кислота, антицинготный витамин, антискорбутный витамин.

Это, пожалуй, самый известный из витаминов. Он стимулирует рост, участвует в процессах тканевого дыхания, обмене аминокислот (структурных блоков белка), способствует усвоению углеводов. Аскорбиновая кислота повышает сопротивляемость организма к инфекциям, интоксикациям химическими веществами, перегреванию, охлаждению, кислородному голоданию. Одна из важнейших функций витамина С - синтез и сохранение коллагена - белка, который «цементирует» клетки и тем самым служит основой образования соединительных тканей. Коллаген скрепляет сосуды, костную ткань, кожу, сухожилия, зубы. Витамин С нормализует уровень холестерина в крови, способствует усвоению железа из пищи, требуется для нормального кроветворения, влияет на обмен многих витаминов. Важнейшая функция витамина С - антиоксидантная. Он противодействует токсическому действию свободных радикалов - агрессивных элементов, образующихся в организме при многих отрицательных воздействиях и заболеваниях. Аскорбиновая кислота участвует в выработке адреналина - гормона «боеготовности», увеличивающего частоту пульса, кровяное давление, приток крови к мускулам.

Этот важнейший водорастворимый витамин в природных условиях встречается в трех формах: в виде аскорбиновой кислоты, дегидроаскорбиновой кислоты и аскорбигена. Больше всего (до 70 %) в растениях аскорбигена. Он наиболее устойчив к окислению.

В организме человека аскорбиновая кислота не образуется.

Поступающий с пищей витамин С начинает всасываться уже в полости рта и желудке, но основное его количество усваивается в тонкой кишке. В теле здорового взрослого человека содержится от 4 до 6 г аскорбиновой кислоты.

Суточная потребность в витамине С- 70-100 мг.

Потребность в аскорбиновой кислоте повышается в условиях неблагоприятного климата. Так, в Антарктиде человеку нужно ежедневно принимать 250 мг витамина С. При большой мышечной нагрузке, стрессовых ситуациях, беременности, кормлении грудью, большинстве заболеваний нужно увеличивать его потребление.

Чем витамин С полезен

-Витамин С предохраняет организм от многих вирусных и бактериальных инфекций.

-Повышает эластичность и прочность кровеносных сосудов.

-Помогает очищать организм от ядов, начиная от сигаретного дыма и кончая ядами змей.

-Активизирует работу эндокринных желез, особенно надпочечников.

-Улучшает состояние печени.

-Ослабляет воздействие различных аллергенов.

-Способствует снижению холестерина в крови.

-Защищает от окисления необходимые организму жиры и жирорастворимые витамины (особенно А и Е).

-Ускоряет заживление ран, ожогов, кровотокающих десен.

-Повышает сопротивляемость организма к любым неблагоприятным воздействиям.

- Эффективен при лечении большинства заболеваний.

Больше всего витамина С содержат свежие фрукты, овощи, зелень. Шиповник, облепиха, черная смородина, красный перец — настоящие кладовые этого витамина. Продукты животного происхождения практически его не содержат.

Следует помнить, что содержание всех витаминов, и особенно витамина С, в растениях зависит от сорта, района выращивания, характеристики почвы, освещения и т. д. Кроме того, содержание витамина С снижается при хранении в связи с наличием в овощах и фруктах фермента аскорбиназы, разрушающего аскорбиновую кислоту.

В состав кожуры цитрусовых входят биофлавоноиды, которые способствуют усвоению и удержанию витамина С. Витамин С, содержащийся в плодах шиповника, также содержит биофлавоноиды и другие ферменты, которые помогают лучшему его усвоению.

Большие дозы витамина С (более 1 г) могут снизить способность организма усваивать витамин В12 из пищи. Это может привести к дефициту этого витамина.

При попадании болезнетворных бактерий в организм количество витамина С уменьшается.

В ходе обезвреживания ядовитых веществ витамин распадается.

Около 25 мг аскорбиновой кислоты теряется при выкуривании 1 сигареты.

Враги витамина С



«Противопоказаны» вода, обработка пищевых продуктов, тепло, свет, кислород, курение. Основной враг витамина С- кислород, так как он необратимо окисляет аскорбиновую кислоту до неактивных веществ. Поэтому при любой кулинарной обработке продуктов необходимо снижать доступ кислорода до возможного минимума (рекомендуется использовать герметичные крышки, сохранять поверхностный слой жира, сокращать сроки готовки). Особенно усиливается окисление при повреждении структуры растений (при резке, и т. п.), повышении температуры, в щелочной и нейтральной среде. В кислой среде, напротив, аскорбиновая кислота устойчива и выдерживает нагревание до 100 °С. Поэтому она хорошо сохраняется в кислой капусте, яблоках и т. д. Во всех растительных продуктах аскорбиновой кислоте сопутствует антивитамин - фермент аскорбиназа. Этот фермент необратимо разрушает витамины до биологически неактивных соединений, постепенно выделяясь при хранении. При разрушении тканей растения фермент выделяется интенсивнее.

Меньше всего аскорбиназы в черной смородине и цитрусовых, поэтому в них дольше сохраняется витамин С.

Недостаточность витамина С развивается, как правило, на фоне его малого поступления с пищей, однако дефицит витамина может возникнуть и при нарушениях всасывания, обусловленных заболеванием желудка, кишечника, печени и поджелудочной железы. Также дефицит в пище белков, витамина А и витаминов группы В ускоряет развитие С-гиповитаминоза. Имеет значение и сезонный фактор: в зимне-весенний период меньше овощей и фруктов, а содержание в них витамина С снижено.

Неправильная кулинарная обработка фруктов и особенно овощей (длительная термическая обработка, чрезмерно долгая варка, варка в открытой посуде или в присутствии солей железа и меди, которые могут выделяться из посуды, долгое хранение в воде) ускоряет окисление аскорбиновой кислоты.

Для С-витаминной недостаточности характерны следующие признаки: снижение физической и умственной работоспособности, сопротивляемости инфекциям, вялость.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Тема: Определение содержания железа в продуктах питания.

**Цель:** изучить свойства железа в организме человека, определить место железа в рационе питания, познакомиться с продуктами питания, богатыми железом.

#### Ход работы:

1. Перечислите функции железа в организме человека.
2. Какова суточная потребность человека в железе?
3. Какие продукты питания и напитки содержат железо в необходимых человеческому организму количествах?
4. Сделайте вывод.

#### Теоретический минимум.

Железо в основном содержится в крови, костном мозге, селезенки и печени. В организме взрослого человека содержится 3-5 г железа, из которых 75-80% приходится на гемоглобин эритроцитов, 20-25% являются резервными и около 1% содержится в дыхательных ферментах, катализирующих процессы дыхания в клетках и тканях.

Железо выделяется с мочой и потом (с мочой около 0,5 мг/сут, с потом 1-2 мг/сут). Женщины ежемесячно теряют с менструальной кровью 10-40 мг железа.

По оценкам ВОЗ, 600-700 миллионов человек на планете страдают от недостатка в их организме железа – факт, который выводит эту питательную недостаточность на первое место в мире, особенно в развитых странах.

Железодефицитная анемия появляется в тех случаях, когда организм человека:

Не может усвоить поступающее железо по причине проблем в желудочно-кишечном тракте.

Быстро теряет железо в периоды возрастающих потребностей организма (детский возраст, беременность, менструация).

Не получает необходимого количества железа с пищей.

В Западной Европе последняя причина является наиболее частой, хотя продукты питания с богатым содержанием железа совсем не принадлежат к разряду дорогостоящих или дефицитных.

Перечислим основные симптомы низкого содержания железа в организме:

Головокружения.

Головная боль.

Бледность.

Слабость.

Постоянное чувство усталости.

Тахикардия.

Следует отметить, что иногда при железодефицитной анемии человек ничего из перечисленного выше не испытывает. По этой причине, с чисто профилактической

целью, желательно периодически сдавать анализы на определение уровня железа в крови. Между тем, есть очень много продуктов питания, в которых содержание железа достаточно высоко. Поэтому если рацион здорового человека является абсолютно сбалансированным – вещь исключительно редкая сама по себе! – необходимое ему количество железа он находит в продуктах питания, включаемых в свое меню. Однако в настоящее время содержание железа в питании человека, как правило, не превышает 5-7 мг на каждые 1000 калорий.

Ежедневно иметь на своем столе продукты питания, содержащие железо, – самый легкий и простой способ обогатить им организм. Наибольшее содержание железа мы находим в мясных продуктах питания, в первую очередь – в красном мясе. Причем среди всех сортов мяса (и его кусков) наилучшими источниками являются субпродукты. К продуктам питания, содержащим много железа, относятся также:

- курица, гусь, индейка (ляжка);
- баранина, козлятина (филейная часть, грудь, ляжка, стейк);
- телятина (ляжка, стейк);
- говядина (филейная часть, язык, ляжка, стейк);
- свинина (вырезка, копченая свинина);
- кролик, заяц.

Кроме мяса, достаточное количество железа находится в таких продуктах питания, как:

- злаки: мюсли, хлеб из непросеянной муки;
- бобовые: фасоль, горох, чечевица (усвоение железа повышается, если добавить лимон);
- овощи: редис, шпинат (усвоение железа повышается, если добавить лимон), артишоки, зеленый горошек, сладкий картофель, грибы, красная капуста, цуккини, все зеленые листовые овощи;
- рыба, морепродукты;
- яйца;
- орехи;
- сухофрукты (изюм, курага, чернослив).

Наибольшее количество (50-60%) железа, содержащегося в мясных продуктах питания, усваивается организмом человека достаточно легко. Заметим, что если красное мясо употребляется вместе с овощами, впитывание железа повышается на 400%.

Однако железо, которое мы встречаем в растительных продуктах питания, содержится там в неусваиваемом для организма виде. По этой причине оно либо совсем не всасывается нашим организмом, либо всасывается в очень небольших количествах, причем качество этого железа не особо высоко.

Лучшему усвоению железа, находящегося в продуктах питания, помогают витамин С, лимонная кислота, фолиевая кислота, фруктоза, сорбит и витамин В12. Их можно найти в следующих продуктах:

- апельсины и апельсиновый сок;
- грейпфрут, киви, дыня, манго, клубника;
- помидоры и томатный сок;
- сладкий перец;
- картофель;
- белокочанная капуста;
- брокколи;
- зеленые листовые овощи;
- белое вино.

Для оптимального всасывания железа необходима нормальная секреция желудочного сока. Животный белок, аскорбиновая кислота и другие органические кислоты улучшают всасывание железа, поэтому железо овощей и плодов богатых витамином С и органическими кислотами хорошо усваивается.

Всасыванию железа способствуют некоторые простые углеводы - лактоза, фруктоза, сорбит, а также аминокислоты - гистидин и лизин. А вот щавелевая кислота и дубильные вещества ухудшают всасывание железа, поэтому шпинат, щавель, черника, которые богаты железом, не могут служить его хорошим источником.

Фосфаты и фитины, содержащиеся в зерновых, бобовых и некоторых овощах, препятствуют всасыванию железа, а если к этим продуктам добавлять мясо или рыбу, то усвоение железа улучшается. Также усвоению железа препятствуют крепкий чай, кофе, большое количество в рационе пищевых волокон, особенно отрубей.

Если вам рекомендована диета из продуктов питания, содержащих железо, откажитесь от следующего:

- прохладительные напитки типа кока-колы, кофе, чай;
- шоколад;
- молочные продукты (сыр, молоко, йогурт);
- соя;
- желток яйца;
- красное вино.

Все перечисленные продукты мешают усвоению железа.

Укажем, каково содержание железа в некоторых продуктах питания:

- 1 большая чашка вареного брокколи - 0,7 мг;
- 1 кусок белого хлеба - 0,9 мг;
- 1 большая чашка спагетти - 2,0 мг;
- 1 порция свинины или баранины - 2-3 мг;
- 1 ломтик дыни - 4,0 мг;
- 1 большая чашка злаковых - 18,0 мг;

печень (говяжья или куриная) - 8-25 мг.

Каковы потребности организма в железе?

Количество железа, которое необходимо человеку, имеет связь с его весом, возрастом, полом, возможной беременностью или ростом организма. В общем, рекомендуемая ежедневная доза железа определяется в 10 мг для взрослого мужчины и 15 мг для взрослой женщины. Более подробно:

Новорожденные до 6 месяцев: 10 мг ежедневно.

Дети 6 месяцев – 4 года: 15 мг ежедневно.

Женщины 11-50 лет: 18 мг ежедневно.

Женщины старше 50 лет: 10 мг ежедневно.

Беременные женщины: 30-60 мг ежедневно.

Мужчины 10-18 лет: 18 мг ежедневно.

Мужчины старше 19 лет: 10 мг ежедневно.

## Биология

### Общие представления о жизни

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Тема: Рассматривание клеток и тканей в оптический микроскоп.**

**Цель:** изучить строение растительных и животных клеток на конкретных препаратах, приготовить препараты для исследования, работать с микроскопом и другими приборами, выявить сходства и различия в строении клеток различных организмов.

#### Ход работы:

1. Познакомиться с правилами работы с микроскопом.
2. Подготовить микроскоп к работе.
3. Приготовить препараты для исследования, следуя заданному алгоритму.
4. Провести сравнительное исследование строения клеток растений и животных, заполнив следующую таблицу:

Сравнительная характеристика клеток растений и животных

Сходства	Отличия

5. Зарисовать клетки растений и животных, которые наблюдали в микроскоп.
6. Сделать вывод.

## **Теоретический минимум.**

### **Правила работы с микроскопом.**

1. Работать с микроскопом следует сидя.
2. Микроскоп осмотреть, вытереть пыль мягкой салфеткой с объективов, окуляра, зеркала.
3. Микроскоп установить перед собой, немного слева на 2 – 3 см от края стола. Во время работы его не сдвигать.
4. Опустить объектив в рабочее положение, т.е. на расстояние 1 см от предметного стекла.
5. Установить освещение в поле зрения микроскопа, используя зеркало. Глядя одним глазом в окуляр и пользуясь зеркалом с вогнутой стороной, направить свет от окна в объектив, а затем максимально и равномерно осветить поле зрения.
6. Положить микропрепарат на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом. Глядя сбоку, опускать объектив при помощи макровинта до тех пор, пока расстояние между нижней линзой объектива и микропрепаратом не станет 4 – 5 мм.
7. Смотреть одним глазом в окуляр и вращать винт грубой наводки на себя, плавно поднимая объектив до положения, при котором хорошо будет видно изображение объекта. Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив. Фронтальная линза может раздавить покровное стекло, и на ней появятся царапины.
8. Передвигая препарат рукой, найти нужное место, расположить его в центре поля зрения микроскопа.
9. По окончании работы поднять объектив, снять с рабочего столика препарат, протереть чистой салфеткой все части микроскопа, поместить микроскоп в деревянный футляр и поставить в шкаф.

Приготовьте временный препарат клубня картофеля. Для этого сделайте соскоб или тонкий срез с поверхности куска клубня картофеля. На предметное стекло поместите срез и капните 1 – 2 капли воды. Накройте покровным стеклом.

Рассмотрите препарат при малом и большом увеличении. Найдите крупные многоугольные прозрачные клетки с тонкими двухконтурными оболочками. В клетках найдите крахмальные зерна. Это включения трофического (питательного) назначения. Обратите внимание, что зерна могут быть различной величины с хорошо заметной слоистостью. Крахмал наслаивается по мере образования. Для подтверждения химической природы включений на край покровного стекла нанесите каплю слабого раствора йода. Крахмальные зерна окрашиваются в синий цвет, их слоистость становится более заметной.

Приготовьте временный препарат мякоти томата. Для этого снимите пинцетом кожицу с поверхности зрелого томата, концом скальпеля возьмите немного мякоти, перенесите ее в каплю воды на предметное стекло, распределите равномерно препаровальной иглой, накройте покровным стеклом и рассмотрите под микроскопом при малом и большом увеличении. Вы увидите, что клетки имеют большей частью округлую форму и тонкую оболочку.

Рассмотрите ядро с ядрышком, погруженные в зернистую цитоплазму, расположенную вдоль стенок клетки, а также в виде тяжей, пересекающих клетку. Между тяжами цитоплазмы находятся вакуоли с бесцветным клеточным соком. В цитоплазме видны органоиды – хромопласты разнообразной формы, оранжевой или красноватой окраски, которые принимают участие в процессе обмена веществ. Цвет

их зависит от пигментов – каротина (оранжево-красного) и ксантофилла (желтого). Хромопласты плодов томата содержат изомер каротина – ликопин. В незрелых плодах хромопласты имеют округлую форму. По мере созревания пигмент кристаллизуется, отстает от стенки и превращается в игольчатые образования.

Приготовьте временный препарат кожицы лука.

При помощи пипетки капните на тщательно протертое салфеткой предметное стекло каплю слабого раствора йода.

С нижней поверхности чешуи лука пинцетом снимите небольшой кусочек прозрачной кожицы и положите его на каплю раствора йода. Расправьте кожицу препаровальной иглой

Накройте препарат покровным стеклом и удалите излишки влаги.

Рассмотрите препарат под микроскопом. Найдите в клетках клеточную оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоль с клеточным соком.

Приготовить препарат клеток плоского эпителия полости рта человека. Для того чтобы приготовить препарат, достаточно стерильным стеклянным шпателем провести с легким нажимом по небу или по деснам. При этом на кончике шпателя в капельке слюны окажутся сплюснутые клетки эпителия, выстилающего полость рта. Зарисовать себе в тетрадь. На рисунке обозначить все компоненты клетки.

## **Организм человека и основные проявления его жизнедеятельности**

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

#### **ТЕМА: Исследование действия слюны на крахмал.**

**Цель:** исследовать влияние ферментов слюны человека на простейшие углеводы (крахмал), описать значимость процесса пищеварения для жизнедеятельности человека.

#### **Ход работы:**

1. Приготовьте йодную воду (добавьте в воду несколько капель йода).
2. Смочите слюной ватную палочку и на крахмаленном бинте напишите этой палочкой несколько букв.
3. Расправьте бинт и зажмите его в руках на 2 минуты, чтобы он нагрелся.
4. Опустите бинт в йодную воду, тщательно расправив его.
5. Опишите наблюдаемые явления, почему они происходят? Как это явление можно применить к описанию процесса пищеварения человека?

Описание можно проводить по схеме: что сделали, что добавили, что наблюдали, почему.

6. Сделайте вывод.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Тема: Выявление патологии ОДА: нарушений осанки, плоскостопия.**

**Цель:** научиться выявлять наиболее распространённые нарушения ОДА: нарушения осанки и виды плоскостопия.

### Ход работы:

1. Что такое осанка?
2. Причины нарушения осанки.
3. Степени нарушения осанки.
4. Виды искривления позвоночника.
5. Что такое плоскостопие?
6. Причины плоскостопия.
7. Виды плоскостопия.
8. Вывод.

### Теоретический минимум.

Осанка - это привычное положение тела при стоянии, сидении и ходьбе. Она зависит от формы позвоночного столба, положения головы, плечевого пояса и грудной клетки. При правильной осанке - спина прямая, голова слегка откинута назад, плечи расправлены, живот втянут. Это способствует нормальному функционированию внутренних органов и органов движения.

Неправильное положение костей приводит к смещению или сдавливанию внутренних органов, что нарушает их кровоснабжение и затрудняет работу. Привычка горбиться, сутулиться, неправильно сидеть за столом может привести к неравномерному распределению нагрузок на отдельные позвонки. В этом случае с возрастом межпозвоночные хрящевые диски истончаются, деформируются и смещаются, защемляя нерв. Развивается болезнь - остеохондроз: человеку трудно ходить и нагибаться, по ночам его мучают боли, и он не может уснуть. Болезнь может начаться и в молодом возрасте (до 30 лет).

Различают три степени нарушения осанки. При первой степени отклонения от нормы слабо выражены и исчезают, если человек старается держаться прямо и контролирует себя. При второй степени отклонения от нормы устойчивы, но, как правило, связаны лишь с нарушениями мышечного аппарата, а потому поддаются исправлению при занятиях лечебной физкультурой и корригирующей гимнастикой. Искривления третьей степени затрагивают скелет, поэтому лечению они поддаются с трудом.

Предупреждение и лечение плоскостопия. Плоскостопием называются болезненные изменения стопы, при которых уплощаются ее своды. Причиной плоскостопия могут стать неправильно подобранная обувь, длительное хождение или стояние, избыточная масса тела. При плоскостопии нарушается мышечный и связочный аппараты стопы. Она расплющивается, отекает. Возникают боли в стопе, голени, бедре и даже в пояснице.



Осанка – привычное положение тела в покое и при движении. Традиционно осанку оценивают по состоянию естественных изгибов позвоночника.

Постоянное нарушение осанки приводит к различным видам искривления позвоночника: лордозу, кифозу, «плоской спине», «круглой спине» или сколиозу. Для каждого вида нарушения осанки характерно свое положение позвоночника, лопаток, таза и нижних конечностей (на слайдах презентации разбираются конкретные нарушения).

Лордоз – выпуклость вперед поясничного отдела позвоночника. Встречается у беременных женщин, гимнастов, профессиональных танцоров.

Кифоз – выпуклость назад грудного отдела. Горбун из известного отечественного фильма «Место встречи изменить нельзя» страдал именно этим искривлением позвоночника. Кифоз также часто развивается у очень высоких людей.

Плоская спина – проявляется сглаженностью всех физиологических изгибов. Часто встречается у боксеров.

Круглая спина или сутулость – плечи опущены, голова наклонена вперед, шея напряжена.

Сколиоз – искривление позвоночного столба вбок. Характерный признак – одно плечо выше другого.

Плоскостопие. Для человеческой стопы характерно наличие сводов. Стопа опирается на пяточный бугор и головки плюсневых костей. Зачем нужны эти своды?

Благодаря мышцам голени, спускающимся на стопу, собственной ее мускулатуре, связочному аппарату вкупе с подошвенными сухожилиями, своды обладают рессорными свойствами (амортизатор). Смягчение ударов о землю и распределение действия силы тяжести, что позволяет плавно приспособить стопу к неровностям почвы. Такая рессорная конструкция выдерживает нагрузку всего тела легче, чем плоская стопа. Плоскостопие – деформация стопы, которая характеризуется уплощением ее сводов. Плоскостопие относится к таким заболеваниям, которые, возникнув, быстро прогрессируют. Запомните, что лечить плоскостопие гораздо труднее, чем предупредить его развитие. Первые ранние признаки – болит подошва стопы, ломит косточки предплюсны, и ноют мышцы голени. Поначалу это тупые боли, которые проходят после отдыха. Но мышцы уже сигнализируют – стопе нужна помощь.

В процессе морфологического развития период жизни человека от 6 до 25 лет является самым ответственным в формировании правильной осанки. В стадии активного роста у детей 6 и подростков 12–14 лет могут появиться дефекты осанки. Они обусловлены недостаточной двигательной активностью, слабым и негармоничным развитием мышечного корсета, длительным пребыванием в неудобных позах в привычных положениях лежа, сидя, при ходьбе, а также приобретенными или врожденными недостатками опорно-двигательного аппарата.

Распространенные дефекты осанки – выраженные изгибы позвоночника вперед (шейный и поясничный лордозы), назад (грудной и крестцовый кифозы) и боковые (сколиозы). Сложные (комбинированные) виды искривления позвоночника встречаются реже. Дефекты позвоночника связаны с увеличением угла наклона таза. Очевидно, зонами риска, определяющими характер нарушений осанки, являются шейный, грудной и поясничный отделы позвоночника, угол наклона таза, стопа, мышечная система. Дефекты осанки связаны с изменением физиологической кривизны позвоночника, их усилением или ослаблением в сагиттальной плоскости. Дефекты осанки связаны с асимметрией плечевого пояса, когда одно плечо и лопатка находится выше или ниже другого. Под влиянием регулярных занятий физическими упражнениями мышечная система ребёнка укрепляется, что предупреждает формирование неправильной осанки. Под влиянием специальных физических упражнений позвоночник делается более подвижным, устраняются дефекты физиологической кривизны, укрепляются мышцы спины и грудной клетки, создаётся мышечный корсет, который удерживает позвоночник в правильном положении.

Малоподвижный образ жизни делает организм человека беззащитным при развитии различных заболеваний. Особенно тревожно обстоит с этим дело у наших детей. Например, ожирением страдает каждый десятый ребёнок. Для того, чтобы дети росли здоровыми необходимо правильное физическое воспитание, а также соблюдение здорового образа жизни.

С этиологической точки зрения различают 5 видов плоской стопы: врожденную, рахическую, паралитическую, травматическую и статическую.

1. Врожденная плоская стопа встречается крайне редко.
2. Рахитическое плоскостопие – является следствием перенесенного рахита – мягкость костей при рахите, и ослабление мышечно-связочного аппарата приводят к уплощению стопы под влиянием нагрузки тела ребенка.
3. Паралитическое плоскостопие – является следствием полиомиелита.
4. Травматическая плоская стопа – является следствием различных переломов.
5. Статическое плоскостопие – самый распространенный вид плоскостопия.

Основными причинами его считаются:

- а) слабость мышечного тонуса
- б) несоразмерность обуви.

# Человек и окружающая среда

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Тема: Анализ воздействия на организм экологических факторов.**

**Цель:** дать определение экологическим факторам, изучить особенности различных экологических факторов, проанализировать воздействие на организм различных экологических факторов.

### Ход работы:

1. Что такое экологические факторы?
2. Классификация экологических факторов.
3. Воздействие экологических факторов на организм.
4. Вывод.

### Теоретический минимум

Экологические факторы - свойства среды обитания, оказывающие какое-либо воздействие на организм. Индифферентные элементы среды, например, инертные газы, экологическими факторами не являются.

Экологические факторы отличаются значительной изменчивостью во времени и пространстве. Например, температура сильно варьирует на поверхности суши, но почти постоянна на дне океана или в глубине пещер.

Один и тот же фактор среды имеет разное значение в жизни совместно обитающих организмов. Например, солевой режим почвы играет первостепенную роль при минеральном питании растений, но безразличен для большинства наземных животных. Интенсивность освещения и спектральный состав света исключительно важны в жизни фототрофных организмов (большинство растений и фотосинтезирующие бактерии), а в жизни гетеротрофных организмов (грибы, животные, значительная часть микроорганизмов) свет не оказывает заметного влияния на жизнедеятельность.

Экологические факторы могут выступать как раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических функций; как ограничители, обуславливающие невозможность существования тех или иных организмов в данных условиях; как модификаторы, определяющие морфо-анатомические и физиологические изменения организмов.

Организмы испытывают воздействие не статичных неизменных факторов, а их режимов - последовательности изменений за определённое время.

Классификации экологических факторов

По характеру воздействия

Прямо действующие - непосредственно влияющие на организм, главным образом на обмен веществ

Косвенно действующие - влияющие опосредованно, через изменение прямо действующих факторов (рельеф, экспозиция, высота над уровнем моря и др.)

По происхождению

Абиотические - факторы неживой природы:

климатические: годовая сумма температур, среднегодовая температура, влажность, давление воздуха

эдафические (эдафогенные): механический состав почвы, воздухопроницаемость почвы, кислотность почвы, химический состав почвы

орографические: рельеф, высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона

химические: газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрация, кислотность

физические: шум, магнитные поля, теплопроводность и теплоёмкость, радиоактивность, интенсивность солнечного излучения

Биотические - связанные с деятельностью живых организмов:

Фитогенные - влияние растений

микогенные - влияние грибов

зоогенные - влияние животных

микробиогенные - влияние микроорганизмов

Антропогенные (антропические):

физические: использование атомной энергии, перемещение в поездах и самолётах, влияние шума и вибрации

химические: использование минеральных удобрений и ядохимикатов, загрязнение оболочек Земли отходами промышленности и транспорта

биологические: продукты питания; организмы, для которых человек может быть средой обитания или источником питания

социальные - связанные с отношениями людей и жизнью в обществе

По расходованию

Ресурсы - элементы среды, которые организм потребляет, уменьшая их запас в среде (вода, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, свет)

Условия - не расходуемые организмом элементы среды (температура, движение воздуха, кислотность почвы)

По направленности

Векторизованные - направленно изменяющиеся факторы: заболачивание, засоление почвы

Многолетние-циклические - с чередованием многолетних периодов усиления и ослабления фактора, например изменение климата в связи с 11-летним солнечным циклом

Осцилляторные (импульсные, флуктуационные) - колебания в обе стороны от некоего среднего значения (суточные колебания температуры воздуха, изменение среднемесячной суммы осадков в течение года)

Действие экологических факторов на организм

Факторы среды воздействуют на организм не по отдельности, а в комплексе, соответственно, любая реакция организма является многофакторно обусловленной. При этом интегральное влияние факторов не равно сумме влияний отдельных факторов, так как между ними происходят различного рода взаимодействия, которые можно подразделить на четыре основных типа:

**Монодоминантность** - один из факторов подавляет действие остальных и его величина имеет определяющее значение для организма. Так, полное отсутствие, либо нахождение в почве элементов минерального питания в резком недостатке или избытке препятствуют нормальному усвоению растениями прочих элементов.

**Синергизм** - взаимное усиление нескольких факторов, обусловленное положительной обратной связью. Например, влажность почвы, содержание в ней нитратов и освещённость при улучшении обеспечения любым из них повышают эффект воздействия двух других.

**Антагонизм** - взаимное гашение нескольких факторов, обусловленное обратной отрицательной связью: увеличение популяции саранчи способствует уменьшению пищевых ресурсов и её популяция сокращается.

**Провокационность** - сочетание положительных и отрицательных для организма воздействий, при этом влияние вторых усилено влиянием первых. Так, чем раньше наступает оттепель, тем сильнее растения страдают от последующих заморозков.

Факторы могут частично замещать друг друга: при ослаблении освещённости интенсивность фотосинтеза не изменится, если увеличить концентрацию углекислого газа в воздухе, что обычно и происходит в теплицах.

Результат воздействия факторов зависит от продолжительности и повторяемости действия их экстремальных значений на протяжении всей жизни организма и его потомков: непродолжительные воздействия могут и не иметь никаких последствий, тогда как продолжительные через механизм естественного отбора ведут к качественным изменениям.

**Реакция организма на изменение экологических факторов**

Кривая жизнедеятельности многолетнего растения. Однолетние растения не способны переходить в состояние покоя и зона жизни у них совпадает с зоной жизнедеятельности.

Организмам, особенно ведущим прикрепленный, как растения, или малоподвижный образ жизни, свойственна пластичность - способность существовать в более или менее широких диапазонах значений экологических факторов. Однако при различных значениях фактора организм ведёт себя неодинаково.

Соответственно выделяют такое его значение, при котором организм будет находиться в наиболее комфортном состоянии - быстро расти, размножаться, проявлять конкурентные способности. По мере увеличения или уменьшения значения фактора относительно наиболее благоприятного, организм начинает

испытывать угнетение, что проявляется в ослаблении его жизненных функций и при экстремальных значениях фактора может привести к гибели.

Графически подобная реакция организма на изменение значений фактора изображается в виде кривой жизнедеятельности (экологической кривой), при анализе которой можно выделить некоторые точки и зоны:

Кардинальные точки:

точки минимума и максимума - крайние значения фактора, при которых возможна жизнедеятельность организма

точка оптимума - наиболее благоприятное значение фактора

Зоны:

зона оптимума - ограничивает диапазон наиболее благоприятных значений фактора

зоны пессимума (верхнего и нижнего) - диапазоны значений фактора, в которых организм испытывает сильное угнетение

зона жизнедеятельности - диапазон значений фактора, в котором он активно проявляет свои жизненные функции

зоны покоя (верхнего и нижнего) - крайне неблагоприятные значения фактора, при которых организм остаётся живым, но переходит в состояние покоя

зона жизни - диапазон значений фактора, в котором организм остаётся живым

За границами зоны жизни располагаются летальные значения фактора, при которых организм не способен существовать.

Изменения, происходящие с организмом в пределах диапазона пластичности, всегда являются фенотипическими, при этом в генотипе кодируется лишь мера возможных изменений - норма реакции, которая и определяет степень пластичности организма.



