

24

P-58

Э. С. Матыев, Ж. А. Аденов,
С. С. Касымова, Б. М. Карпачев, С. В. Менг

**РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
И ИХ СОЕДИНЕНИЙ
В ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ
И МЕДИЦИНЕ**

Матыев Э.С. - доктор биологических наук, профессор, Аденов Ж.А. - доктор химических наук, профессор; Касимова С.С. - доктор технических наук, профессор; Карпачев Б.М.; Менг С.В.

Рецензенты: член-корр. НАН, доктор химических наук, профессор Пищугин Ф.В.; доктор медицинских наук, профессор Захаров Г.А.; доктор биологических наук, профессор Дженбаев Б.М;

ISBN - 5 - 11 - 003718 - 5

Настоящее издание учебного пособия посвящается памяти профессора Матыева Э.С., трагически погибшего в 2000 году.

В пособии систематически изложен теоретический и фактический материал по свойствам химических элементов и их соединений по группам периодической системы элементов Д.И.Менделеева (длиннопериодный вариант). Приведены данные о распространенности химических элементов, топографии макро- и микроэлементов в организме человека и связь эндемических заболеваний с биогеохимическими регионами. Отражена также экология биогенных элементов и охрана окружающей среды.

Рассмотрена биологическая роль элементов в зависимости от места их в периодической системе и применение их соединений в медицине.

Учебник будет полезным не только для студентов медицинских ВУЗов, но и для широкого круга читателей.

ISBN - 5 - 11 - 003718 - 5

© Технология, 2002



Матыев Эркинбек Сагыналиевич. (1959-2000)

Матыев родился в селе Чаек, Жумгальского района Кыргызской Республики. В 1981 году с отличием окончил Алма-Атинский мединститут. В 1984 году досрочно защитил кандидатскую диссертацию в аспирантуре при Московском мединституте имени И.М. Сеченова. После защиты диссертации Матыев Э.С. руководил кафедрой фармацевтической, аналитической и органической химии КГМА. В 32 года стал доктором наук, в 34 - профессором. Значение научных работ Матыева Э.С. была столь велика, что в 1993 году его избрали Академиком Академии общественных наук. Он был одним из организаторов "Кыргызфарминдустрии", бессменным президентом которого состоял в течение 10ти лет. Матыев Э.С. дважды избирался депутатом ЖК КР. 15 марта 2000 года славный сын Кыргызского народа трагически погиб.

ВВЕДЕНИЕ

Главная задача настоящего учебного пособия заключается в том, чтобы в краткой и доступной форме изложить наиболее важные вопросы по биогенности химических элементов и охране окружающей среды в Кыргызской Республике.

Химия биогенных элементов, их биологическая роль в организме, а также медицинское применение, составляют основу бионеорганической химии, которая является одним из предметов теоретической медицины.

Около 90 химических элементов обнаружено в составе тканей человека, свыше 40 элементов входят в состав лекарственных веществ. Изотопы более 30-ти элементов применяются для целей радиодиагностики и радиотерапии.

Важно знать распространенность этих элементов в земной коре, растительных и животных организмах, т.е. в биосфере, от которых зависит элементарный состав в тканях человека. Знание топографии химических элементов в организме, их физиологической нормы и изменение при патологических процессах, является необходимым компонентом для биологического и врачебного образования.

Наиболее важными проблемами в Кыргызстане являются охрана здоровья населения от воздействия ионизирующего излучения и борьба с йододефицитом.

Радиационная обстановка в Кыргызской Республике обусловлена наличием хвостохранилищ радиоактивных отходов. Одним из эффективных элементов Национальной экологической политики является принятие Закона Кыргызской Республики «О радиационной безопасности населения Кыргызской Республики».

Правительство Кыргызской Республики координирует деятельность по борьбе с йододефицитными заболеваниями на основании Закона Кыргызской Республики «О профилактике йододефицитных заболеваний».

Другими основными компонентами Национальных экологичес-

ких программ являются просвещение, информация общественности и подготовка кадров.

Учебное пособие составлено с учетом требований новой программы по химии биогенных элементов и предназначается для студентов медицинских ВУЗов и биологических факультетов университетов.

По сравнению с I изданием 1996 года, в настоящее учебное пособие внесены существенные изменения, уточнения и дополнения, в связи с накопившимися за последние пять лет новыми научными данными. Из пособия исключены устаревшие сведения, но включены новые разделы. Это касается экологии биогенных элементов, биологической роли микроэлементов, охраны окружающей среды и радиационной экологии. Кроме того, применительно к Кыргызстану, расширен и обновлен материал по биологической роли химических элементов и применения их соединений в медицине. В настоящем учебнике отражены наиболее важные вопросы, посвященные экологии Кыргызстана.

Профессор Аденов Ж.А

Часть I

ЭКОЛОГИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

«Царство моих идей впереди»

В.И.Вернадский.

Глава 1. Химические аспекты взаимодействия человека с биосферой.

1.1. Учение В.И. Вернадского о биосфере и биогеохимии.



В.И.Вернадский
(1863-1945)

В.И.Вернадский - выдающийся русский ученый. Он создал такие новые важнейшие направления XX века как геохимия, радиогеология и биогеохимия. Венцом его творчества считается разработанное им учение о биосфере Земли и неизбежности эволюционного превращения ее в сферу человеческого разума - ноосферу.

Много внимания В.И. Вернадский уделил изучению химического состава земной коры, океана и атмосферы. Рассматривая воду как минерал, он в работе «История минералов земной коры» дал минералогию воды.

Он задумывается и над тем, какими же источниками энергии направляются геохимические процессы, то есть процессы перемещения, концентрации и рассеяния элементов - атомов в природе. Один из этих источников - Солнце, непрерывно снабжающее Землю своим теплом. Другой же мощный источник Вернадский видит в радиоактивном превращении элементов, сопровождающемся выделением огромного количества тепла. Его увлекает проблема радиоактивности (в свое время он работал в Радиевом институте вместе с Марией Кюри-Склодовской), он организует первые в России экспедиции для изучения радиоактивных мине-

ралов - на Урал и в Среднюю Азию. В 1922 г. Вернадский, вопреки мнению многих авторитетов, предсказал грядущее практическое использование атомной энергии. Он предвидел здесь и опасность... «Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение», - так современно звучат его слова, сказанные еще в 1922 г.

Человек является частью биосферы и тесно связан с окружающей его средой. В.И. Вернадский определил границы биосферы и закономерности размещения в ней живого вещества. Он выделил пленки ступенчатости жизни, которым на суше соответствуют почвы, а в океанах - верхние слои воды.

Биосфера - оболочка Земли, населенная живыми организмами, включающая нижнюю часть атмосферы - гидросферу и верхнюю часть литосферы (земной коры) - твердую оболочку. В своей основе биосфера представляет собой результат взаимодействия живой и неживой материи. В биосфере происходит постоянный обмен веществ, и ведущая роль в нем принадлежит живым организмам. Они способны усваивать солнечную энергию и на ее основе в процессе фотосинтеза образовывать из простых химических элементов сложные органические соединения, усваивать их и превращать в минеральные соли и газы. Живые организмы играют огромную роль в создании современного химического состава атмосферы, солевого состава вод, в образовании почвы. В этом заключается сущность учения о биосфере академика В.И. Вернадского. (Рис. 1)

В.И. Вернадский рассматривал биосферу не как простую совокупность живых организмов, а как единое термодинамическое пространство, в котором сосредоточена жизнь и осуществляется постоянное взаимодействие всего живого с неорганическими условиями среды.

Огромная роль этого учения и его развития в полной мере начали выявляться во второй половине 20-го века. Учение В.И. Вернадского о биосфере Земли имеет огромное значение для современности.



Рис.1. Биосфера

Созданная Вернадским биогеохимия изучает геохимические процессы, в которых участвуют живые организмы. Совокупность живых организмов в биосфере он назвал «живым веществом». Эволюция живых форм увеличивает проявление биогенной миграции химических элементов в биосфере. Биогеохимией В.И. Вернадский начал заниматься с 1916 года. Эти исследования привели его к разработке представлений об оболочке Земли, в которой существует живое вещество, то есть о биосфере. Его первые, еще далеко неполные и не во всем правильные представления об этой оболочке, были изложены в книге «Биосфера», опубликованной в 1926 году. Потом, на протяжении десятилетия, эти представления дополнялись многочисленными статьями.

Как недавно показала Ф.Т. Яншина, в середине 30-х годов В.И. Вернадский ввел в учение о биосфере принцип эволюционизма. Наиболее полно его учение изложено в посмертно изданной монографии «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» (1965, 1987).

В большом количестве работ В.И. Вернадский пишет о тех изменениях, которые вносит в биосферу человеческая деятельность. В геохимическом отношении — это выплавка в огромном количестве в чистом виде таких металлов, которые в природе встречаются только в виде соединений, широко рассеянных в природно-концентрированных элементах.

На протяжении последних десятилетий своей жизни В.И. Вернадский принял эволюционный подход к изучению биосферы и, в связи с этим, стал разрабатывать учение о ноосфере, как о будущем состоянии биосферы, разумно преобразованной человеком. Он обосновал условия, необходимые для возникновения ноосферы, и мы видим, что большинство этих условий выполнено или выполняется.

При жизни В.И. Вернадского его учение о биосфере почти никого не заинтересовало. Недаром он записал в своем дневнике: «Царство моих идей впереди». Даже в 1963 году, когда торжественно и многолюдно отмечалось 100-летие со дня его рождения, о нем писали лишь как о кристаллографе, минералоге, геохимике.



А.П.Виноградов
(1895-1975)

радиогеологе, историке науки. И только один Б.Л. Личков опубликовал небольшую статью о биосфере.

Однако вскоре положение изменилось. В последние десятилетия XX века вопросы отношения человека к окружающей природной среде стали особенно актуальными. Появились работы Римского клуба. В июне 1972 года в Стокгольме прошла созванная ООН 1-я Международная конференция по окружающей человека природной среде. Конференция пришла к выводу об угрожающем состоянии этой среды и призвала пра-

вительства всех стран создать государственные органы для охраны и бережного использования природных ресурсов.

Все это вызвало громадный и все растущий международный интерес к учению В.И. Вернадского о биосфере. Выяснилось, что оно может быть использовано в качестве теоретической базы для всех проектов природоохранных мероприятий. Впервые это было признано на сессии ЮНЕСКО в 1968 году. (Яншин А. Л., 1999 г.)

Дальнейшее развитие биогеохимия получила в трудах академика А.П. Виноградова. Он показал, что в общей форме существует один закон распределения химических элементов в литосфере и биосфере и что химический состав живых организмов является выражением химического состава естественной среды. Им было установлено, что количественное содержание химических элементов в живом веществе обратно пропорционально их порядковым номерам. В каждом периоде (периодической системы элементов) есть элементы с максимальным и минимальным содержанием в живом веществе. На этом основании А.П. Виноградов делает заключение, что количественный химический элементарный состав живого вещества – это периодическая функция атомного номера. Как и свойства элементов и их соединений, распространенность

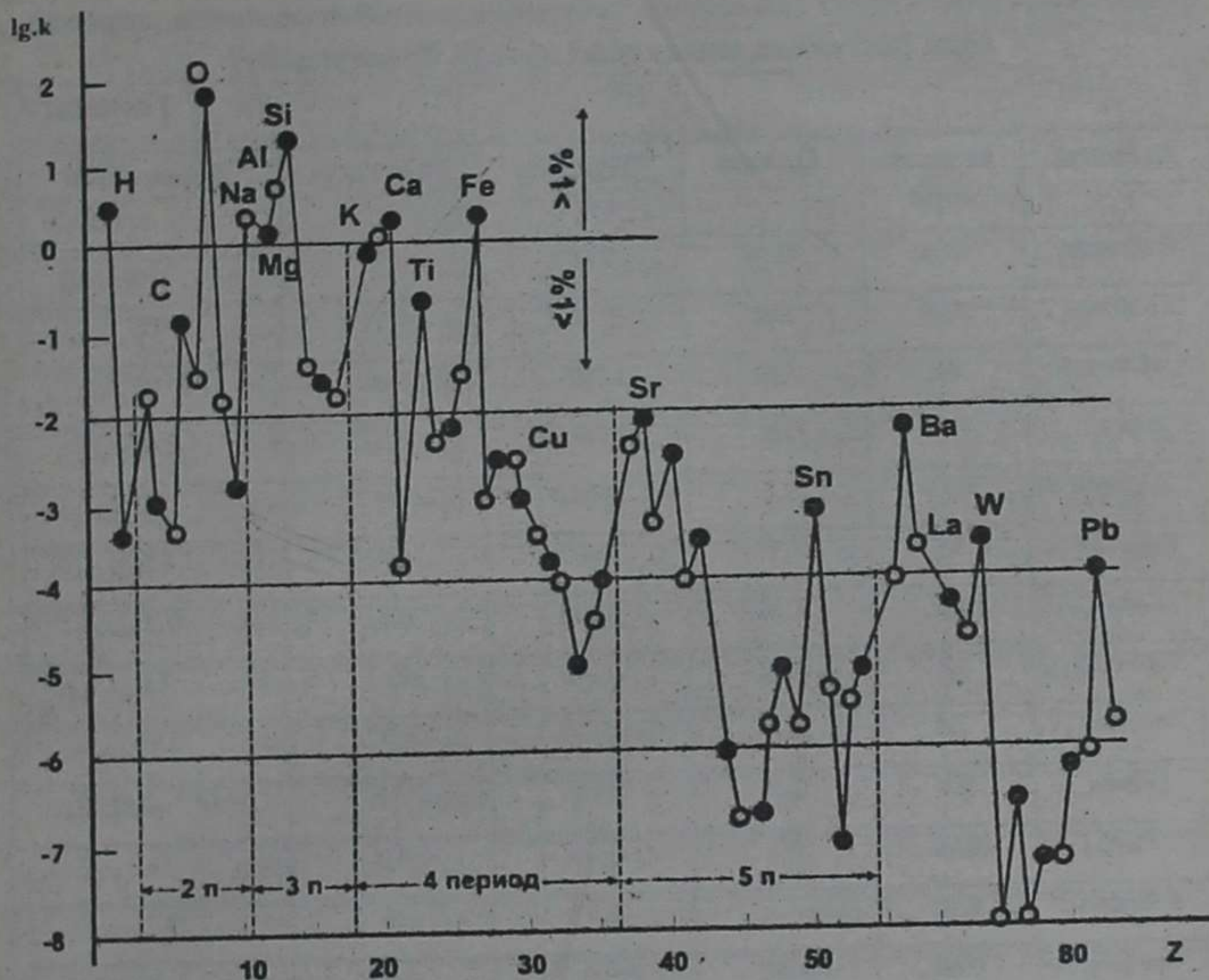


Рис.2. Полулогарифмическая зависимость распространенности k в % (ат.) химических элементов на Земле от зарядов ядер их атомов Z . Белые кружки соответствуют элементам с нечетным порядковым номером, черные – четным.

элементов на Земле, проявляет периодическую зависимость от зарядов ядер Z атомов элементов (Рис. 2). Повышенное содержание элементов с четными порядковыми номерами, на долю которых приходится 86% от массы земной коры, на кривой отражается максимумами, соответствующими элементам четных групп периодической системы (Павлов Н.Н., 1986 г.)

В таблице 1 приведены данные о содержании химических элементов в земной коре, морской воде, растительных и животных организмах.

Содержание химических элементов, % (масс) в земной коре, почве, морской воде, растениях, животных (по А.П. Виноградову)

Таблица 1

Элемент	Земная кора	Почва	Морская вода	Растения	Животные
Кислород	49,4	49,0	85,82	70	62,4
Кремний	27,6	33,0	$5 \cdot 10^{-5}$	0,15	$1 \cdot 10^{-5}$
Алюминий	8,5	7,12	$1 \cdot 10^{-6}$	0,02	$1 \cdot 10^{-5}$
Железо	5,0	3,8	$5 \cdot 10^{-6}$	0,02	0,01
Углерод	0,01	2,0	0,002	18	21
Кальций	3,5	1,37	0,04	0,03	1,9
Калий	2,5	1,36	0,038	0,03	0,27
Натрий	2,6	0,63	1,06	0,02	0,1
Магний	2,0	0,6	0,14	0,07	0,03
Титан	0,6	0,46	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Азот	0,02	0,1	1,10	0,3	31
Водород	0,15	-	0,72	10	9,7
Фосфор	0,08	0,08	$5 \cdot 10^{-6}$	0,07	0,95
Сера	0,05	0,05	0,09	0,05	0,16
Марганец	0,09	0,085	$4 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Цирконий	0,04	0,62	-	$5 \cdot 10^{-4}$	-
Стронций	0,04	0,03	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Барий	0,04	0,04	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Церий	0,02	0,02	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Хром	0,02	0,019	-	-	$1 \cdot 10^{-3}$
Фтор	0,027	0,02	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$
Ванадий	0,03	0,01	$5 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Хлор	0,048	0,01	1,89	$1 \cdot 10^{-4}$	0,08
Рубидий	0,03	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Цинк	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$

Никель	$1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Медь	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$
Кобальт	$4 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Литий	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$
Свинец	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Бор	$3 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Йод	$3 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4} 16''$
Молибден	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Мышьяк	$5 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$
Бром	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-3}$		$1 \cdot 10^{-4}$
Кадмий	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	-	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$
Торий	$1 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-7}$
Вольфрам		$1 \cdot 10^{-4}$		-	-
Уран	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-7}$		$1 \cdot 10^{-8}$
Селен	$6 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	
Висмут	$1,7 \cdot 10^{-6}$		$2 \cdot 10^{-8}$		$2 \cdot 10^{-6}$
Ртуть	$7 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7}$
Серебро	$1 \cdot 10^{-5}$		$1 \cdot 10^{-9}$		$3 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-6}$ $5 \cdot 10''$
Золото	$5 \cdot 10^{-7}$		$4 \cdot 10^{-10}$		$1 \cdot 10^{-7}$
Радий	$2 \cdot 10^{-10}$	$8 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-14}$	$1 \cdot 10^{-14}$	$1 \cdot 10^{-12}$

Из таблицы видно, что наиболее распространены в земной коре следующие элементы: кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, натрий, калий, магний, тогда как углерод занимает только 16-е место. Живые и растительные организмы, составляющие биосферу земли с общей массой 10^{17} кг, построены из 28 химических элементов.

Однако основу живых организмов составляют только шесть элементов, получивших название органогенов. К основным органогенам относятся: водород (+1), кислород (-2), азот (-3), угле-

род (+4), фосфор (+5), сера (+6 и -2). Общая масса их в организме составляет – 97,4%. Кроме того, для любого организма необходимы натрий, калий, магний, кальций, марганец, железо, кобальт, медь, цинк и молибден. Их называют *металлами жизни*. Содержание первых четырех из них в организме человека измеряется десятками и сотнями грамм, содержание остальных в сто раз меньше.

Из этого можно сделать вывод о возможности естественного отбора элементов.

1.2. Распространенность химических элементов в космосе.

Самыми распространенными в космосе элементами являются водород – 75%, гелий – 24% и лишь около 1% от общего числа атомов приходится на долю остальных элементов: O_2 , Ne, N_2 , C, Si, Mg, Fe и другие.

Учитывая преобладающее содержание в космосе водорода, естественно предположить, что основной термоядерной реакцией, с которой начинается синтез ядер других элементов, является слияние ядер H^+ в ядра He^+ при 10-20 мин. град. Процесс этот многостадийный и протекает с образованием промежуточных продуктов: ядер O^+ , He^{+2} , с испусканием позитронов e^+ и фотонов. Суммарный результат: $4H^+ = {}^4He_2^{2+} + 2e^+ + 26,7 \text{ МэВ}$.

1.3. Распространенность химических элементов в природе.

В элементарном состоянии в природе обнаруживается довольно мало элементов. Так, к ним относятся инертные газы и драгоценные металлы в ПСЭ (периодическая система элементов). Это обусловлено тем, что у атомов инертных газов внешние p-орбитали полностью заняты электронами, а у атомов платиноидов внешние d-орбитали – неполностью. Остальные элементы приходится выделять из их соединений – окислов, сульфидов, океанических отложений карбонатов или галогенидов.

Формы существования элементов на земле

Li Be силикат												В борат	С карбонат	N*	O*	Н оксид	He*
Na	Mg											Al	Si силикат	Р фосфат	S*	F	Ne*
К	Ca	Se	Ti V Cr Mn Fe оксид				Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se сульфид					Br	Kr				
Rb	Sr	Y фосфат	Zr	Nb	Mo	Ru* Rh* Rd*			Ag Cd In Sn Sb Te			I	Xe*				
Cs сульфид	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os*	Ir*	Pt*	Au*	Hg	Tl	Pb	Bi			

* Встречаются в свободном состоянии.

В океанических отложениях содержится большая часть элементов, обычно в виде ионных соединений, например NaCl. Их ионы изоэлектронны с атомами инертных газов и поэтому относительно инертны, хотя они электрически взаимодействуют с другими ионами. Подобные отложения являются также главными источниками получения элементов II группы, которые чаще всего обнаруживаются в виде карбонатов, например, известняков (CaCO_3).

Подробности о формах существования химических элементов приведены в ПСЭ (табл. 2).

1.4. Распространенность химических элементов в земной коре.

В состав земной коры входят 88-90 химических элементов. Отсутствуют только коротко живущие (технеций, прометий, астат, франций) и трансурановые элементы.

По предложению академика А.Е. Ферсмана, числа, показывающие среднее содержание какого-либо химического элемента в



А.Е. Ферсман
(1883 - 1945)

природе, называются *кларками*, в честь ученого Кларка, сделавшего первый расчет (1889 г) распространенности химических элементов в земной коре. Кларки могут выражаться либо в атомных долях (%), либо в массовых долях (%).

Распространенность химических элементов в земной коре неодинакова. Пятнадцать элементов: (кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, натрий, калий, магний, водород, титан, хлор, фосфор, сера, азот, углерод) составляют 99,68% массы земной коры, из них: кислород - 47% и кремний - более 29% и т. д. (Рис.3).

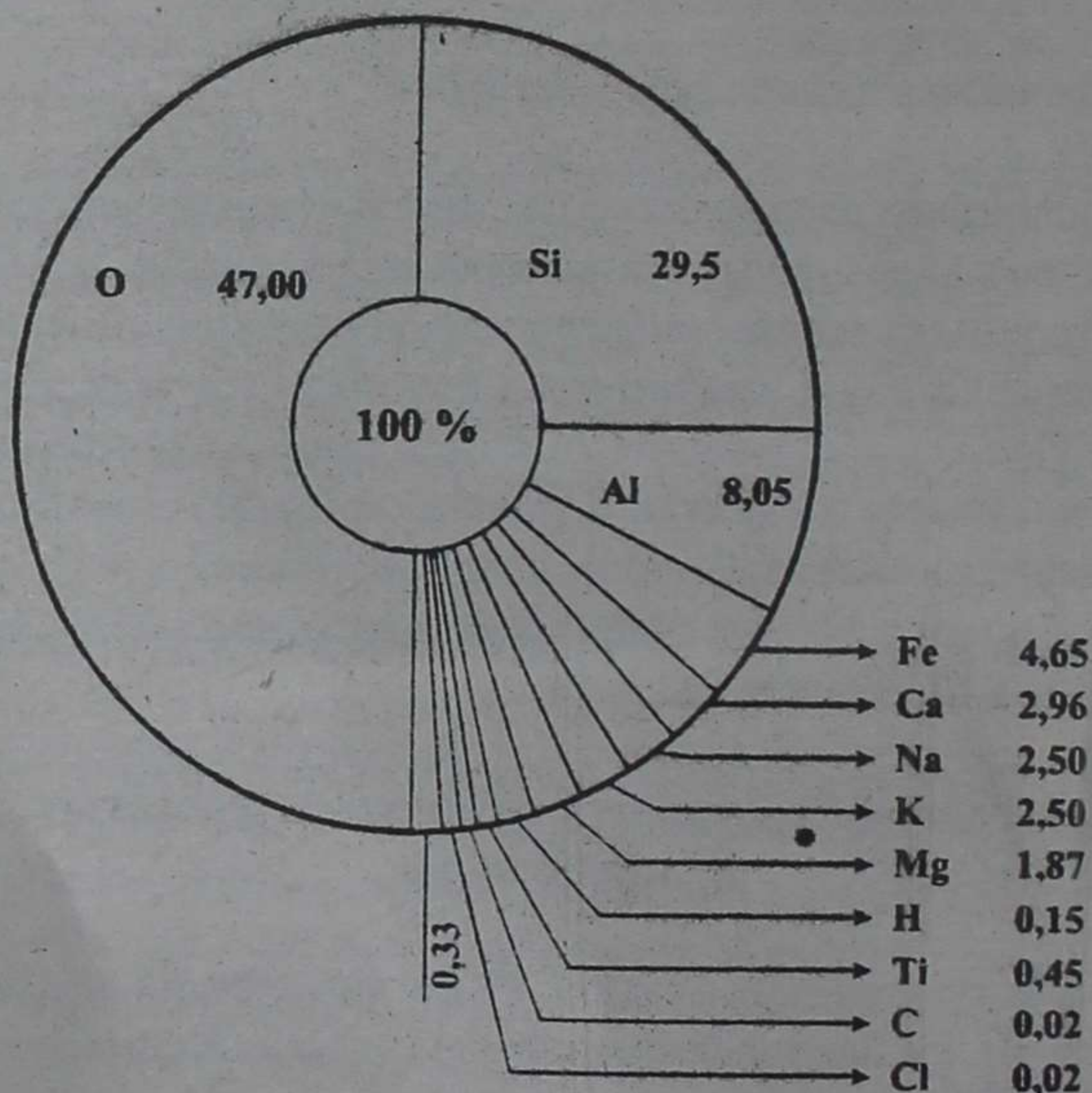


Рис.3. Распределение химических элементов в земной коре (масс. доли. %).

1.5. Закономерности распределения биогенных элементов по s-, p-, d-, f- блокам ПСЭ Д.И. Менделеева.

Биогенные элементы - это химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и выполняющие определенные функции. В настоящее время известно более 90 таких элементов, участвующих в обменных процессах и обладающих той или иной биологической активностью.

В природе постоянно происходит круговорот химических элементов, в котором огромную роль играют живые организмы. Они непрерывно вызывают перемещение химических элементов - это их *геохимическая функция*. Любое перемещение химических элементов в земной коре называется *миграцией химических элементов*. Когда эта миграция совершается с участием живого вещества, ее называют *биогенной или биотической*. Биогенные элементы не только участвуют в качестве жизненно необходимого агента в ходе физиологических процессов, но и способны нормализовать их, а также повышать сопротивляемость организма действию вредных факторов.

К биогенным веществам могут быть отнесены макро- и микро-элементы, а также витамины, ферменты и другие вещества, участвующие в обменных процессах.

Основой для изучения состава, строения, свойств элементов и их соединений, биогенности, их медицинского применения является периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева.

При этом удобно пользоваться ПСЭ в длиннопериодном ее варианте по s-, p-, d-, f- блокам элементов. Таблица №4. Известно, что электроны в атомной оболочке (блоке) распределены согласно своей энергии. Электроны с близкими значениями энергии располагаются на соответствующих энергетических уровнях. По областям наиболее вероятного местонахождения электрона энергетические уровни подразделяются на электронные орбитали. По

форме орбитали обозначены буквами s-, p-, d-, f- орбитали. Электроны, расположенные на этих подуровнях — орбиталях, обозначаются, также s-, p-, d-, f- электронами.

По способу застраивания электронной оболочки атомов элементы делятся также на s-, p-, d-, f- элементы.

S-элементы, по два первых в каждом периоде составляют блок из 14 элементов. В таблице 4 они окрашены в красный цвет (IA и IIA группы). В их атомах застраивается s-подуровень (орбиталь) наружного энергетического уровня, внутренние уровни остаются неизменными.

D-элементы — по 10 элементов в IV, V, VI периодах и пять в VII периоде — блок из 35 элементов окрашенных в синий цвет (IIB, IIIB, IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIIIB группы). В их атомах застраивается d-орбиталь, соседнего с наружным слоем, в наружном слое этих элементов находится чаще всего 2, реже 1 электрон.

P-элементы — по шесть последних элементов во II, III, IV, V, VI периодах — блок из 30 элементов, в таблице окрашены в желтый цвет (IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, группы). В их атомах застраивается p-орбиталь наружного энергетического уровня.

F-элементы — блок из 28 элементов, они делятся на два семейства по 14, лантоноиды, в атомах которых застраивается 4 f-подуровня (орбиталь) и актиноиды, у которых застраивается 5 f-орбиталь третьего уровня, считая от внешнего энергетического уровня.

Закономерность распределенности биогенных элементов по s-, p-, d-, f- блокам ПСЭ представлена в данном длиннопериодном варианте в цветном виде. Элементы, входящие в больших количествах в органы и ткани организма и составляющие структурную основу их, так называемые *органогенные или макробиогенные* элементы, расположены в s- и p- блоках в верхней части (в I и II периодах) периодической системы (кроме Ca) и склонны к образованию соединений с прочными ковалентными связями. Они окрашены в красный цвет.

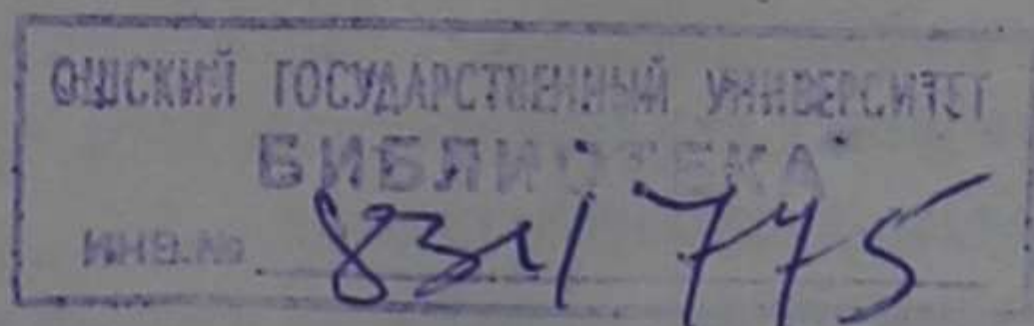
Элементы, входящие постоянно в незначительных количествах в органы и ткани организма и выполняющие множественную

биологическую роль в функциональной деятельности органов и тканей, *олигобиогенные* элементы (олиго - многолико) также расположены в s- и p- блоках ПСЭ (кроме Fe) и лежат в III и IV периодах периодической системы. Они окрашены синим цветом. Следует отметить, что элементы IV периода, во многих случаях, проявляют олигобиогенность, хотя они пока не отнесены в эту группу элементов.

В центре периодической системы, особенно в III, IV и, частично V периодах, в их d- и p-блоках расположены микробиогенные элементы. Эти элементы жизненно необходимы в незначительных количествах и, в большинстве случаев, играют одну — специфическую биологически необходимую роль. Они окрашены зеленым цветом.

Элементы, возможно, являющиеся биогенными (кроме Be), расположились в V- VI периодах в s- и d- блоках. Желтым цветом обозначены найденные в живых существах элементы, биологическая роль которых еще не выяснена. Почти все они находятся в нижней части системы (V-VII периодах).

Эта система и ее окраска, в зависимости от биогенности элементов, с каждым годом уточняется и динамически изменяется. Однако, как видно из системы, закономерность расположения биогенных элементов имеет определенный характер - с увеличением номера периода (сверху вниз) биогенность элементов уменьшается. Физиологическая роль изменяется от пластического к олигобиогенному и к микробиогенному. Если детальнее рассмотреть биогенность в обратном направлении, то выявляется токсичность элементов, хотя многие из ядов являются жизненно необходимыми.



Глава 2. Макро - и микроэлементы окружающей среды и их роль в организме животных и человека.

Если основу земной коры составляют на 98% восемь элементов (кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, натрий, калий, марганец), то 99% тканей растений содержат семь элементов (кислород – 70%, углерод – 18%, водород - 10% , натрий, калий, кальций по 0,3% , кремний – 0,15%).

Те же 99,1% массы тела человека и высших животных составляют только шесть элементов (кислород, углерод, водород, азот, кальций, фосфор). В человеке с массой 70 кг содержится 45,5 кг или 64% массы кислорода; 12,6 кг или 18% - углерода (С); 7 кг или 9,9% - водорода (Н); 2,1 кг или 2,6% - азота (N); 1,4 кг или 2,0% - кальция (Ca); 0,7 кг или 1,1% - фосфора (P). Данные элементы жизни называются *органогенными, макробиогенными* элементами. Каждого из них в теле живых существ содержится более 1%. В таблице 5 они окрашены в *красный цвет*. Эти элементы образуют огромное количество разнообразных соединений, начиная от простейших молекул и кончая сложными природными биополимерами (белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты и т.д.), которые являются материальной основой органов и тканей. Составом, строением, свойством и превращением этих соединений занимается биологическая химия.

Для жизни необходимы более двадцати элементов. В их число, кроме названных шести, входят еще шесть (калий, сера, натрий, хлор, магний, железо), содержание которых в человеческом организме составляет от 0,1 до 1%. Это *олигобиогенные* элементы. В таблице 5 они окрашены *синим цветом*. Роль их многолика. Следует отметить, что все макро – и олигобиогенные элементы (кроме фосфора) - главные составные части морской воды, а не земной коры, что является свидетельством того, что жизнь на нашей планете зародилась в мировом океане.

Количество в организме остальных восьми элементов из двадцати (марганец, кобальт, медь, молибден, цинк, бериллий, бром,

йод) меньше 0,01% (от 10^{-3} – 10^{-12} % и меньше). Они называются *микробиогенными* элементами. Элементы, содержащиеся в количествах менее 10^{-12} % иногда называют ультрамикрорезультатами. Это, по сути дела, микроэлементы и в таблице 4 они окрашены в *зеленый цвет*. Пять из них - переходные металлы с большой склонностью к комплексообразованию и переменной валентностью (кроме цинка). В сочетании с белковыми макромолекулами они в составе металлоферментов обеспечивают нормальный ход множества биохимических процессов.

В последнее время наряду с этой двадцаткой твердое признание получили еще двенадцать элементов (литий, бор, алюминий, кремний, олово, кадмий, мышьяк, скандий, титан, ванадий, хром, никель). Полагают, что живые существа не могут обойтись еще без шести (бериллий, вольфрам, барий, серебро, свинец, рубидий). Их содержание в организме человека и животных ничтожно - 10^{-4} – 10^{-6} %. Последние шесть элементов окрашены в табл. 5 в *оранжевый цвет*. К ним причислены яды, враги всего живого (свинец, олово, кобальт, мышьяк). Они токсичны лишь в высоких дозах, а в малых - активируют жизненные процессы.

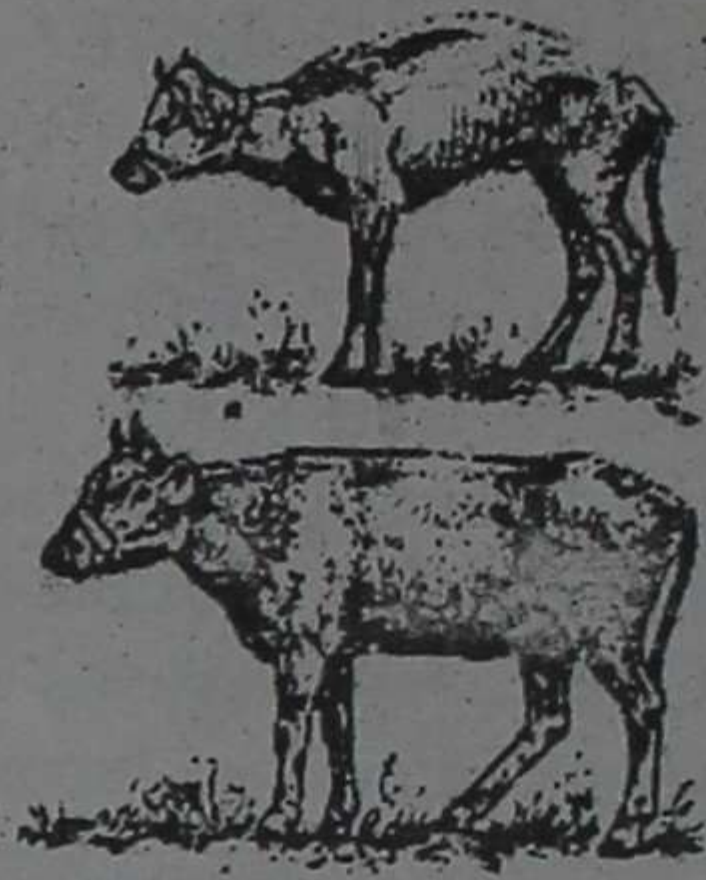
Химические элементы, содержащиеся в теле человека, можно классифицировать по количеству и по функциям:

Таблица 3.

I. По количеству	II. По функции
1. Макроэлементы, их больше 10^{-2} %.	1. Органогенные (С, Н, О, Р), составляющие основу тканей.
2. Микроэлементы 10^{-3} - 10^{-5} %.	2. Безусловно биогенные (абсолютнонеобходимы), участие в биохимических процессах установлено.
3. Ультрамикрорезультаты 10^{-6} % и меньше.	3. Биогенность которых, возможно, будет доказана.



Рис. 4. Влияние бора на бобовые растения.



На рис.5 представлена корова больная сухоткой, до и после лечения солями кобальта (по Я.М. Берзиню).

Биологическая активность элементов отнюдь не находится в прямой зависимости от их количества в организме. Микроэлементы и ультрамикроэлементы, присутствуя в ничтожных количествах, стимулируют работу гормонов, ферментов, витаминов, пигментов. Иногда они тормозят работу биокатализаторов. Роль отдельных микроэлементов еще далеко не изучена.

Однако, в настоящее время экспериментально доказана жизненная необходимость для всех живых существ следующих микроэлементов: меди, марганца, цинка, кобальта, молибдена, йода и брома, а также радиоактивных ультрамикробиогенных элементов: радия, урана и тория.

Для растений особенно биологически важными являются микроэлементы (Рис.4): бор, марганец, медь, цинк, кобальт, недостаточность которых вызывает различные эндемические заболевания растений или их гибель.

Для сельскохозяйственных животных необходимы следующие микроэлементы: медь, кобальт, марганец, йод и фтор. В то же время возможно вредное влияние избытка некоторых микроэлементов, как, например, молибдена, селена, бора, стронция и никеля.

Животные получают необходимые для их нормального существования микроэлементы из растений, которыми они питаются. Например, при недостатке марганца в пище животных наблюдается замедление роста, половой зрелости, а также задержка в формировании скелета и нарушение минерального обмена в костной ткани. Добавка долей миллиграмма солей марганца к суточному рациону животных устраняет эти заболевания и повышает упитанность. Недостаточность кобальта в кормах, поедаемых животными, часто вызывает серьезное заболевание так называемой «болотной болезнью» или сухоткой, которая приводит к истощению и даже гибели скота. (Рис. 5). Добавка 1 – 3 мг кобальта в день к кормам приводила к полному выздоровлению животных. Она оказала профилактическое влияние, причем, животные не только увеличивали вес, но и становились менее восприимчивыми к различным инфекционным заболеваниям.

У человека при недостаточности микроэлементов наблюдаются различного рода заболевания. Например, при недостатке йода развивается заболевание, называемое эндемическим зобом, при недостатке фтора в питьевой воде - кариес зубов, при недостатке меди и железа - анемия и т.д.

Вредно действует на организм человека также избыток микроэлементов, например, при избытке фтора появляется флюороз костей и зубов, при избытке молибдена - так называемая молибденовая подагра и т.д.

В.В.Ковальский делит элементы по изученности и значению.

1. Элементы, постоянно находящиеся в живых организмах и участвующие в обмене веществ, которые для него незаменимы (кислород, углерод, водород, азот, кальций, фосфор, калий, сера, хлор, натрий, магний, цинк, железо, медь, йод, марганец, ванадий, молибден, кобальт, селен).

2. Элементы, постоянно содержащиеся в живых организмах, но их биороль либо мало изучена, либо неизвестна (стронций, кадмий, бром, фтор, бор, кремний, хром, бериллий, литий, никель, цезий, олово, алюминий, барий, рубидий, титан, серебро,

галлий, германий, мышьяк, ртуть, рубидий, висмут, сурьма, торий, радий).

3. Элементы, постоянно находящиеся в живых организмах, но их биороль не выяснена (скандий, таллий, ниобий, теллур, лантан, золото, индий, неодим, самарий и другие).

Е. Андервуд также считает, что есть химические элементы незаменимые в питании высших организмов (железо, йод, медь, цинк, марганец, кобальт, молибден, селен, хром, олово), возможно необходимые (никель, фтор, бром, мышьяк, ванадий, и др.) и остальные элементы, жизненно важное значение которых еще не установлено.

А.И. Венчиков, исходя из их роли в физиологических процессах, выделяет:

1. Биотические элементы /биотики/, физиологическая роль которых доказана. К ним относятся: макро- и микроэлементы, а также витамины, ферменты и другие вещества, обязательно участвующие в обменных процессах;

2. Элементы, играющие в организме роль пластического материала, а также создающие физико-химические условия для протекания физиологических процессов (рН среды, осмотическое давление и т.д.). В эту группу можно включить углерод, азот, кислород, водород, натрий, кальций, калий, магний, хлор, фосфор;

3. Элементы, принимающие непосредственное участие в обмене веществ (биокаталитические железо, медь, марганец и др.), участвующие в ферментных процессах организма;

4. Элементы, входящие в структуру ферментов (цинк), витаминов (кобальт), гормонов (йод);

5. Ретикулоэндотелиальные элементы: (мышьяк, ртуть, сурьма).

А.П.Виноградов предложил принципиально новую классификацию - рассматривать роль элементов в зависимости от электронного строения их атомов, от их положения в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Он считает, что биороль, активность и количество химических элементов в живом организме находится в тесной связи с их атомным строением. Однако

следует отметить, что содержание элементов в организме человека подвержено значительным колебаниям и зависит от возраста, пола, времени года и суток, условий труда, вида трудовой деятельности, различных физиологических и патологических состояний.

Биологическая роль химических элементов в организме человека очень многогранна. Макроэлементы (водород, углерод, азот, кислород, фосфор, кальций) служат пластическим (строительным) материалом в построении тканей и в то же время поддерживают осмотическое (онкотическое) давление, рН среды, ионное и кислотно-щелочное равновесие, состояние коллоидов и т.д. Олиго-, микробиогенные, ультрамикробиогенные элементы с ферментами, гормонами, витаминами и другими биологически активными веществами участвуют в процессах размножения, роста, обмена белков, жиров, углеводов и т.д. Биологические функции олиго-, микро- и ультрамикробиогенных элементов в живом организме связаны, в основном, с процессами комплексообразования между биологическими лигандами и ионами соответствующих металлов. Способность создавать комплексные соединения обусловлена, главным образом, расположением химического элемента в периодической системе и электронной структурой его атомов. С биологической точки зрения, комплексообразующие элементы, по выражению К.Б. Яцимирского, являются «организаторами жизни». Следует отметить, что в настоящее время как в живой, так и в неживой природе насчитывается гораздо больше комплексных, чем других химических соединений. Из их большого числа в качестве примера можно назвать биологические комплексы металлов, с так называемой порфириновой системой. Железо-порфириновый комплекс (комплексообразователь - ионы Fe^{2+}) входит в состав молекул гемоглобина, ферментов. Дегидрогеназ тканевого дыхания кобальтопорфириновый (комплексообразователь - ионы Co^{2+}) - составляет главную часть молекулы витамина B_{12} , порфириновое кольцо с ионами Mg^{2+} находится в составе молекулы хлорофилла. Известны и многие другие биологические комплексы металлов и неметаллов (медь, марганец, железо, хром, платина, кобальт, кремний, алюминий и др.), играющие важную роль в организме.

Образование металлоорганических комплексов имеет большое биологическое значение, поскольку они принимают самое активное участие в обменных процессах, протекающих в организме. Исследованиями установлено, что способность микроэлементов к каталитическому действию повышается в миллионы раз, если они образуют органические комплексы. Вредные вещества, попадающие в организм извне, удаляются из него с помощью лигандов, которые связывают их в комплексе. Участие олиго-, микро- и ультрамикробиогенных элементов в физиологических процессах может осуществляться двумя путями: 1) атом элемента входит в структуру ферментов в качестве комплексообразователя (металл-активатор); 2) элемент является связующим звеном между системами «фермент-субстрат».

Сейчас известно около 200 ферментов, в состав которых в качестве комплексообразователей и активаторов входят микроэлементы. В то же время некоторые микроэлементы могут блокировать активные центры ферментов.

Инактиваторы. Характерно, что биологические комплексы являются относительно непрочными соединениями. В биологических объектах возможно замещение иона одного металла (комплексообразователя) ионом другого, если последний имеет сходное электронное строение, близкие размеры радиуса, энергию гидратации, координационные числа и др. Такое замещение ослабляет или усиливает активность комплексного соединения. Биоэлементы входят в состав ферментов синтеза и распада нуклеиновых кислот, либо непосредственно в комплексные соединения с ними. Кроме того, влияя на их пространственную конфигурацию, они способствуют оформлению структуры нуклеиновых кислот, витаминов и гормонов.

Следует остановиться на специфическом и неспецифическом влиянии биоэлементов. Например, специфическое - взаимосвязь цинка и ткани поджелудочной железы с продукцией инсулина, влияние марганца на железы внутренней секреции, а йода - на функцию щитовидной железы и т.д. Неспецифическое же - дей-

ствие таких элементов, как медь, кобальт, марганец, фтор и др. на функцию щитовидной железы, участие в геморезитическом процессе (образование крови) элементов 4 периода ПСЭ и т.п.

Элементы, особенно олигобиогенные, выполняют большую биологическую роль в окислительно-восстановительных процессах организма, иммуногенезе, проницаемости болезнетворных агентов, в трудовой деятельности человека (при тяжелом физическом труде потребность в них повышается), в минерализации и реминерализации некоторых тканей (костной), в обезвреживании токсичных веществ, в приспособлении к окружающей среде и т.д.

Нарушение определенного равновесия между элементами в организме - это болезнь. Сейчас ясно, что многие заболевания обусловлены не только избыточным или недостаточным поступлением в организм определенных биоэлементов, но и их диспропорцией.

В.И. Вернадский отмечал, что организмы избирательно ассимилируют из внешней среды необходимые элементы, концентрируя их в определенных органах и тканях. Микроэлементы неравномерно распределяются между тканями и органами организма. Так, большинство микроэлементов в максимальных концентрациях содержатся в ткани печени, в связи с чем печень рассматривают как функциональное депо микроэлементов в организме. Костная и мышечная ткани, хотя и имеют в процентном отношении меньшее количество микроэлементов, однако, составляя главную массу организма, являются основными депо для их большинства.

Отдельные микроэлементы проявляют как бы особое химическое сродство по отношению к некоторым тканям и содержатся в них в больших количествах. Например, цинк в высоких концентрациях обнаруживают в островковой части поджелудочной железы, молибден - в почках, барий - в сетчатой оболочке глаза, стронций - в костях, йод - в щитовидной железе, марганец, бром, хром - в гипофизе и т.д.

В организме микроэлементы находятся либо в ионном состоянии, либо в белково-связанном виде, т.е. в виде неорганических соединений. В спинно-мозговой жидкости бедной белками медь,

марганец, цинк, как правило, присутствуют в виде неорганических соединений. Работами Г.А. Бабенко установлено, что такие микроэлементы, как кремний, алюминий, титан, медь в тканях головного мозга находятся в белково-связанном виде, тогда как марганец - в ионной форме.

При патологических состояниях организма содержание микроэлементов в тканях претерпевает определенные изменения. Преобразования в их распределении между тканями организма и их количественные изменения при развитии того или иного патологического состояния следуют как проявление компенсаторно-защитных средств или, как следствие нарушения регуляторных механизмов, поддерживающих необходимое для нормального течения обменных процессов соотношение между микроэлементами в тканях организма. Эти изменения могут служить диагностическим тестом и прогнозом того или иного заболевания. В последнее время микроэлементы играют важную роль в судебно-медицинской экспертизе. Микроэлементный анализ помогает расследовать самые различные преступления, он облегчает, например, идентификацию биологического материала и причин смерти. Различным оказывается состав минеральных элементов в легких в зависимости от того, умер ли человек своей смертью в результате пневмонии, или насильственной - от удушья и т.д.

Следует еще отметить, что при участии микроэлементов в обмене веществ наблюдаются физиологический синергизм и антагонизм. Синергизм бывает, когда присутствие одного элемента усиливает активность другого (наличие ионов меди и цинка, кобальта и железа, йода и селена и др.). Антагонизм наблюдается в том случае, если действие одного направлено против другого, например, замена биогенного элемента тяжелым металлом. Это приводит к потере активности микроэлемента, разрушению биологически важных структур, болезни и даже гибели организма. Возникновение профессионального заболевания может быть вследствие замещения биогенного элемента тяжелым металлом техногенного происхождения. Функциональный антагонизм су-

существует между молибденом и йодом, молибденом и цинком, кобальтом и магнием, литием и натрием и т.д.

2.1. Микроэлементозы человека.

А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, Л.С. Строчкова (1983) предложили рабочую классификацию микроэлементозов, т.е. таких заболеваний и синдромов, в этиологии которых несомненную роль играет недостаток или избыток в организме микроэлементов или их дисбаланс, причем чаще всего не одного, а нескольких микроэлементов. В классификации выделены экзогенные и эндогенные (наследственные) природные, а также техногенные и ятрогенные микроэлементозы (Табл. 6).

Таблица 6

Классификация микроэлементозов

МТОЗы	Основные формы заболеваний	Краткая характеристика
Природные эндогенные	1. Врожденные 2. Наследственные	При врожденных микроэлементозах в основе заболевания может лежать микроэлементоз матери. При наследственных микроэлементозах недостаточность, избыточность или дисбаланс МЭ вызывается патологией хромосом или генов.
Природные экзогенные	1. Вызванные дефицитом МЭ. 2. Вызванные избытком МЭ. 3. Вызванные дисбалансом МЭ.	Природные, т.е. не связанные с деятельностью человека и приуроченные к определенным географическим локациям, эндемические заболевания людей, нередко сопровождающиеся теми или иными патологическими признаками у животных и растений.
Техногенные	1. Промышленные (профессиональные). 2. Соседские. 3. Трансгрессивные.	Связанные с производственной деятельностью человека болезни и синдромы, вызванные избытком определенных микроэлементов и их соединений непосредственно в зоне самого производства. По соседству с производством. В значительном отдалении от производства за счет воздушного или водного переноса микроэлементов.
Ятрогенные	1. Вызванные дефицитом МЭ. 2. Вызванные избытком МЭ. 3. Вызванные дисбалансом МЭ.	Быстро увеличивающееся число заболеваний и синдромов, связанных с интенсивным лечением (пероральным, чрескожным, ингаляционным) разных болезней препаратами, содержащими МЭ, а также с поддерживающей терапией (например, с полным парентеральным питанием) и с некоторыми лечебными процедурами — диализом, не обеспечивающим организм необходимым уровнем жизненно важных МЭ.

К полимикрозлементозам относятся такие массовые болезни человечества, как кариес, различные формы мочекаменной болезни, эндемический зоб, различные группы анемий (включая железодефицитную).

В таблице 7 представлены сводные материалы по некоторым МТОЗам, возникающим у больных, которым с лечебной целью вводились препараты, содержащие в своем составе избыточное или недостаточное количество МЭ. Число описанных в литературе симптомов и синдромов неполно и с каждым годом оно будет увеличиваться. Это может происходить как за счет более широкого внедрения новых лекарственных препаратов, в том числе и для инъекций, содержащих в своем составе определенные МЭ, так и за счет большего знакомства врачей с указанной паталогией.

Таблица 7

Ятрогенные микрозлементозы

Микро-элемент.	Лекарственный препарат, лечебное вмешательство, процедура	Симптомы, синдромы, патологические состояния
<i>Эссенциальные микроэлементы</i>		
Железо	Препараты железа для перорального применения, комплексные витамины, например глютамеvid (0,066ммоль сульфата закисного железа); парентеральное введение.	Сидерозы, в частности трансфузионный сидероз печени и селезенки; аллергическая пурпура. В очень редких случаях на месте внутримышечного введения железосодержащих препаратов возникают злокачественные опухоли.
Медь	Полное парентеральное питание с дефицитом меди. Применение медьсодержащих противозачаточных средств. Имплантация медьсодержащих протезов; гемодиализ.	Медьдефицитная анемия и другие симптомы гипокупреоза. Гиперкуприоз – снижение активности и биосинтеза некоторых ферментов.
Цинк	Длительное парентеральное питание (цинка менее 0.019 ммоль/сут); гастрэктомия. Лечение L-гистидином, D-пеницилламином.	Энтеропатический акродерматит. Постгастректомический синдром с дерматитом, с гипосмией; гипогевзия и гипосмия; паракератоз, кератит, центральная скотома, алопеция, анорексия; снижение активности нуклеозидфосфорилазы-маркера цинкдефицитного состояния.

Марганец	Экспериментальная диета, лишенная марганца	Гипоманганоз: потеря массы тела, снижение концентрации холестерина, триглицеридов и фосфолипидов крови. Увеличение протромбинового времени
Хром	Парентеральное питание с дефицитом хрома	Гипохромоз: гипергликемия, глюкозурия; энцефалопатия, периферическая нейтропатия.
Селен	Длительное парентеральное питание; введение противоопухолевого препарата адриамицина в условиях селенодефицита организма	Гипоселеноз-симптомы болезни Кешана, миокардиопатия; миопатия крупных мышц конечностей; усиление кардиотропности и нефротропности лекарства
Йод	Раствор йода спиртовой, раствор Люголя; йодиол. Йодоформ; калия и натрия йодид; йодолпол, билитраст и др.; радиоактивные препараты йода	Йододерма при длительном введении йодистых препаратов; отек Квинке, крапивница и другие кожные экзантемы на фоне аллергии
Микроэлемент	Лекарственный препарат, лечебное вмешательство, процедура	Симптомы, синдромы. Патологические состояния
Условно эссенциальные микроэлементы		
Мышьяк	Мышьякорганические препараты (арсобал, трипарсамид и др.); раствор Фаулера (арсенит калия)	Энцефалопатия, атрофия зрительного нерва; арсенокератоз, меланоз кожи, бородавки, рак кожи и бронхов, гемангиоэндотелиома печени.
Бром	Бромиды калия, натрия, кальция, аммония. Инъекционные препараты: бромкамфора, бромизовал и др. Бромид ипратропия (Atrovent)	Бромизм: бромодерма - при длительном введении бромидов. Неврологические расстройства-сонливость, снижение болевой чувствительности, слуха, зрения, ослабление памяти и др. Острые психопатологические нарушения в виде делирия со зрительными, слуховыми, иногда тактильными, обонятельными и вкусовыми галлюцинациями. При попадании аэрозоля на конъюнктиву - острая глаукома с временным мидриазом
Фтор	Фторид натрия, нифлурил Анестетик метоксифлуран	При длительном лечении остеопароза высокими дозами фторидов- скелетный флюороз Острое отравление фтором - полиурия, полидипсия
Никель	При лечении клиоквинолом и др. производными 8-гидроксисвинолина повышается адсорбция никеля	Гиперникелез в виде подострой миелооптиконейропатии. (SMON)

Литий	Хлорид лития, карбонат лития и др.	<p>Умеренная степень интоксикации (уровни лития в сыворотке 1,5 – 2,5 ммоль/л)</p> <p>Средняя степень интоксикации (концентрация лития 2,5 – 3,5 ммоль/л).</p> <p>Высокая, угрожающая жизни степень интоксикации (концентрация лития 2,5 – 3,5 ммоль/л)</p> <p>Высокая, угрожающая жизни степень интоксикации (концентрация лития более 3,5 ммоль/л).</p> <p>Неврологические симптомы: Светобоязнь, нистагм, тремор преходящий, стойкий у 4% больных; мышечная слабость преходящая, умеренно выраженная. Желудочно-кишечные симптомы: анорексия, тошнота, рвота, диарея, боль и вздутие живота, преходящие у 20% больных. Нефропатия (стойкая у 25% больных) – нефрогенный вялый диабет, полиурия и полидипсия, олгурическая почечная недостаточность.</p> <p>Кардиомиопатия (редко) – экстрасистолия, дисфункция синусового узла, мио-кардиты. Тиреопатия: зутиреозидный зоб у 3 % больных, гипотиреоз у 7-30% больных, аденомы щитовидной железы, аутоиммунный тиреоидит, гипертиреоз (редко). Геперпаратиреоз, в том числе аденомы паращитовидных желез.</p> <p>Волчаночноподобный синдром у больных с отягощенным аллергологическим анамнезом</p>
Ванадий	Na ₂ VO ₄ –компонент в коммерческом препарате АТФ (Sigma Grade) из мышечной ткани	<p>Вызывает усиленное сокращение сердечной мышцы и вазоконстрикторный эффект, тормозит активность Na⁺, Ca²⁺- АТФазы</p>

Суточный баланс микроэлементов для условного человека
(из книги: Человек. Медико-биологические данные. М. Медицина, 1977)

Элемент	Единица измерения	Поступление с		Выделение с			
		пищей и жидкостями	воздухом	мочой	калом	потом	волосами и др.
Алюминий	мкмоль	1668	3,7	3,7	1594	37	0,022
Барий	мкмоль	5,46	0,0006-0,19	0,36	0,50	0,007	0,054
Бериллий	мкмоль	1,33	0,001	0,11	1,11		
Бор	мкмоль	120	-	90	20		0,1
Бром	мкмоль	94	-	88	0,88	2,4	0,025
Висмут	мкмоль	96	0,048	7,66	86	Неизвестно	
Ванадий	мкмоль	39	0,004	0,29	38	-	-
Германий	мкмоль	21	-	19	1,38	-	-
Железо	мкмоль	287 (муж.) 215 (жен.)	0,54 0,54	4,48 3,58	269 197	8,9 10,8	0,23 Менструальные потери
Йод	мкмоль	1,58	0,004-0,276	1,34	0,39	0,047	0,176
Кадмий	мкмоль	1,33	0,009	0,89	0,44	-	-
Кобальт	мкмоль	5,09	0,002	3,40	1,53	0,068	0,041
Кремний	мкмоль	0,12	0,53	0,36	0,36	-	0,011
Литий	мкмоль	0,29	-	0,12	0,17	Следы	
Марганец	мкмоль	67	0,036	0,55	65	0,71	0,036
Медь	мкмоль	55	0,31	0,79	53	0,63- 6,30	0,047
Молибден	мкмоль	3,13	0,001	1,56	1,25	0,21	0,0001
Мышьяк	мкмоль	13,3	0,019	0,67	1,07	-	0,007
Никель	мкмоль	6,81	0,010	0,19	6,30	0,34	0,017
Ниобий	мкмоль	6,67	-	3,87	2,80	Следы	0,003
Олово	мкмоль	33,7	0,003	0,17	29,5	4,21	-
Ртуть	мкмоль	74,8	4,99	1,74	49,8	Следы	4,48
Рубидий	мкмоль	23,4	-	22,2	3,51	0,58	-
Свинец	мкмоль	2,12	0,048	0,22	1,45	3,14	0,145
Селен	мкмоль	1,90	Неизвестно	0,63	0,25	1,01	0,013
Серебро	мкмоль	0,65	-	0,08	0,56	0,004	0,006
Стронций	мкмоль	21,7	-	3,88	17,1	0,23	0,002
Сурьма	мкмоль	410	0,41	329	74	-	8,21
Таллий	мкмоль	7,34	0,24	2,45	4,89	-	0,0005
Теллур	мкмоль	4,70	0	4,15	0,78	Выдыхается	0,078
Титан	мкмоль	17,7	0,021	6,89	0,23	-	0,0017
Фтор	мкмоль	94,7	-	52,6	7,89	34,2	-
Хром	мкмоль	2,88	0,002	1,35	1,54	0,02	0,012
Цезий	мкмоль	75,2	0,19	67,7	7,52		Следы
Цинк	мкмоль	0,20	0,0015	0,0076	0,17	0,012	0,0005
Цирконий	мкмоль	46,0	-	1,64	43,8		

Наиболее важные для физиологии и патологии сведения о суточном балансе химических элементов для «условного» человека

приведены в книге «Человек. Медикобиологические данные» (1977 г). В таблице 8 представлены показатели, характеризующие баланс макроэлементов и микроэлементов в течение суток. Приведены также данные о выделении их с мочой и калом, а также с помощью других биосубстратов (пот, молоко, волосы и др.).

При острых и, особенно, хронических микроэlementозах эти показатели могут значительно изменяться, что позволяет сделать медицинские выводы (Табл. 9).

Таблица 9

Содержание в организме эссенциальных микроэлементов и их биологическая роль

(Aggett P.L, 1985с дополнениями Авцына А. П. и соавт.(1988))

Элемент и его кол-во в организме взрослого человека	Биологическая роль
Железо 4-5 г	Транспорт и депонирование кислорода, цитохромы, окислительное фосфорилирование, редоксферменты, антиоксидантное действие. (Специфически предупреждает, устраняет или ослабляет признаки дефицита железа у человека и животных).
Медь 80-120 мг	Оксидазы, окислительное фосфорилирование, антиоксидантное действие, метаболизм жирных кислот, участие в синтезе соединительнотканых структур (коллаген, эластина) .(Спецефически предупреждает, устраняет или ослабляет признаки дефицита меди у лабораторных и с/х животных).
Цинк 1-2 гр	Каталитическая, структурная и регуляторная функция многочисленных ферментов, в экспрессии гена, в макромолекулярных и полимерных структурах. (Специфически предупреждает, устраняет или ослабляет признаки дефицита цинка. Мощный активатор Т-клеточного иммунитета).
Хром 6 мг	Оптимизация толерантности к глюкозе. (Оказывает положительное влияние на признаки дефицита хрома)
Селен 14 мг	Антиоксидантное действие, оксидазы, обладающие смешанной микросомальной функцией, поддержание сохранности спермы. (Специфически и в комбинации с vit E устраняет и предупреждает признаки дефицита селена. Антибластический фактор).

Марганец 12-20 мг	Антиоксидантное действие, синтез стерола, гликозилирование, метаболизм углеводов. (Специфически предупреждает, устраняет или ослабляет признаки дефицита марганца у с/х животных)
Молибден 10 мг	Метаболизм пуринов и серы. (Специфически предупреждает, устраняет или ослабляет признаки дефицита молибдена у животных)
Йод 10-20 мг	Тироидные гормоны. (Специфически предупреждает, устраняет или ослабляет признаки дефицита йода у человека, лабораторных с/х животных).
Кобальт 1,5 мг	Одно из действующих начал витамина В ₁₂ , специфически предупреждает, устраняет или ослабляет признаки дефицита кобальта у человека и животных.

Среди множества микроэлементов существуют особенно важные для полноценного питания человека.

Питьевая вода является главным источником поступления в организм лишь фтора и стронция. «Для населения развитых стран характерно включение в рацион разнообразных продуктов питания, часть из которых производится в других биогеохимических районах, ввиду чего ликвидируются условия, способствующие воздействию на человека биогеохимических особенностей данной местности». Таким образом, разнообразная пища со значительной долей привозных продуктов предупреждает возникновение эндемических дефицитов МЭ в регионах с дискомфортными природными условиями и является одним из мощных средств ликвидации эндемических заболеваний биогеохимического происхождения.

Подробные сведения о содержании МЭ в основных продуктах питания изложены в справочнике «Химический состав пищевых продуктов» (1987 г).

2.2. Топография важнейших биогенных элементов в организме человека.

Растения, животные и человек содержат почти все элементы, которые имеются в биосфере. В настоящее время в живом веще-

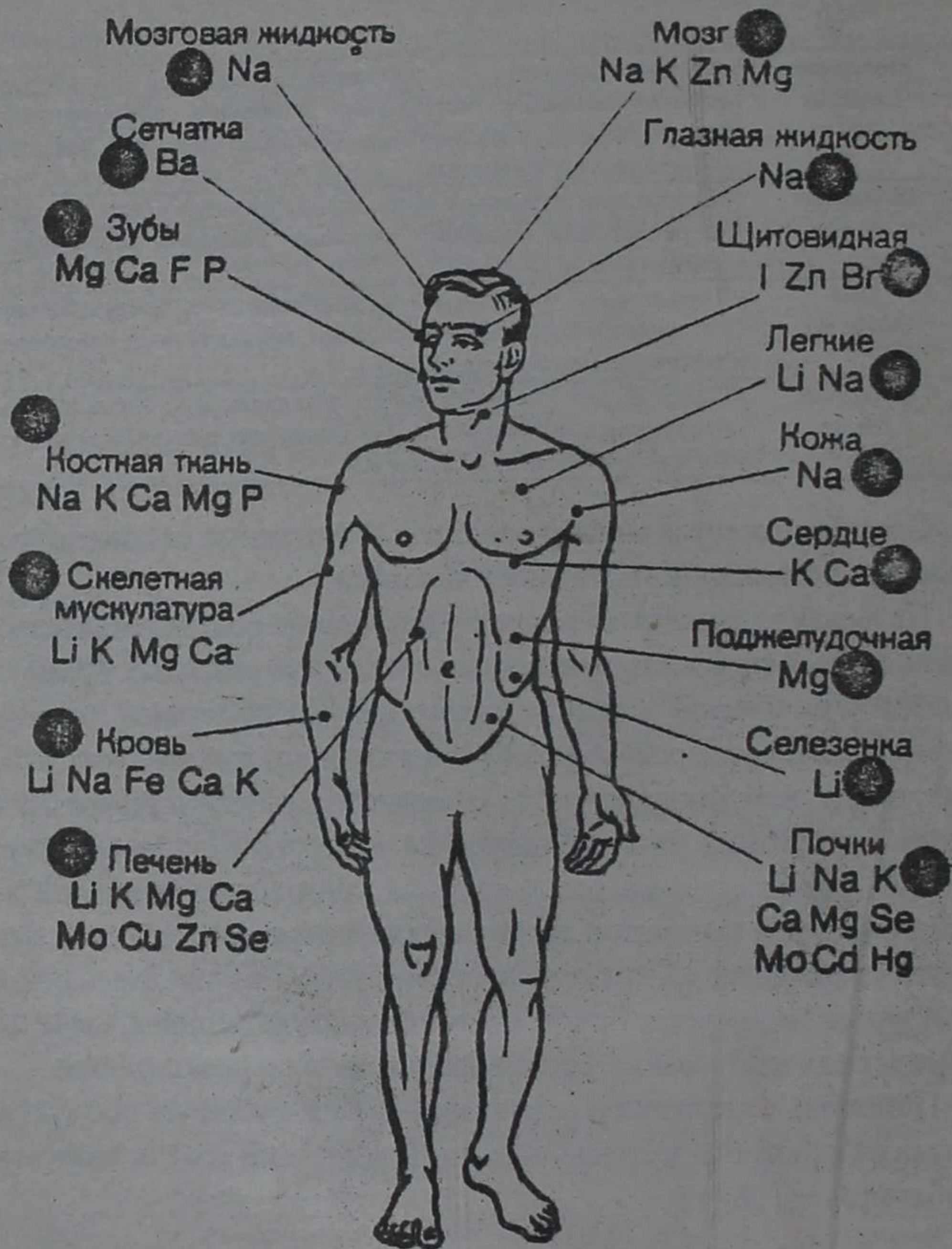


Рис. 6. Концентрирование некоторых химических элементов в органах, тканях и биожидкостях человека (по Ю.А. Ершову).

стве обнаружено более 90 химических элементов. Как указывалось ранее (см. табл. 1 и рис. 2), основное место принадлежит кислороду, углероду, водороду, азоту, кальцию и фосфору. Остальные элементы находятся в живом веществе в незначительных количествах. (Рис.6)

Содержание их в отдельных органах непостоянно и трудно выделить органы с наибольшей или наименьшей концентрацией, так как концентрация микроэлементов зависит от целого ряда причин.

Во-первых, их содержание характеризуется определенными константами в зависимости от биогеохимических ландшафтов, в которых существуют растительные и животные организмы, а их продуктами питается человек. Организмы вне связи с геохимической средой не существуют, что подтверждается наличием эндемических заболеваний у растений, животных и человека.

Во-вторых, в каждый момент различные ткани организма находятся в разных фазах химического развития и химического состояния. Поэтому следует учитывать возраст, пол, время года, суток, условия труда, вид трудовой деятельности, различные физиологические и патологические состояния человека. Например, печень плода содержит в 10 раз больше меди, а печень новорожденного во столько же раз больше молибдена, чем печень взрослого человека. С возрастом увеличивается количество кадмия в почках, содержание железа и меди в сыворотке крови достигает уровня взрослых только к 10-15 - летнему возрасту. В старческом возрасте в легких титана содержится в 10 раз больше, чем у новорожденных.

Отмечается суточная периодика в концентрации марганца, кремния, алюминия, титана и меди в крови, печени и мышцах человека. Содержание кобальта в крови в январе наименьшее, в августе - наибольшее. Физиологическое состояние также изменяет содержание микроэлементов. В крови беременных наблюдается увеличение меди, марганца, титана и алюминия. У работающих в атмосфере с повышенным содержанием свинцовой пыли или ее паров количество свинца в крови увеличивается в 2-4 раза.

Это касается также алюминия, ртути, фтора, мышьяка, марганца и др. при различных заболеваниях, обусловленных нарушением обмена микроэлементов, происходит изменение содержания их в жидких средах организма, отдельных органах и тканях. Это имеет большое значение при изучении этиологии, патогенеза, диагностики, лечения и профилактики заболеваний.

Рассмотрим распределение микроэлементов в теле человека и избирательное их накопление в отдельных органах и тканях. Алюминий, висмут, ванадий, йод, кремний, медь, марганец, молибден, никель, олово, ртуть, серебро, свинец, титан, хром, фтор и цинк обнаружены в головном мозге. Многие из этих элементов активно участвуют в сложных биохимических процессах, протекающих в нем.

В печени обнаружено около 20 элементов. Если их много поступает с пищей, то для таких элементов как медь, цинк, марганец, алюминий, титан, кремний и никель, она служит депо. В почках содержится алюминий, йод, марганец, медь, никель, олово, свинец, титан, хром, фтор, цинк и др. В селезенке найдены алюминий, бром, йод, марганец, мышьяк, медь, ртуть, свинец, титан, хром и цинк.

В крови обнаружено около 30 элементов. Большинство из них находится в связанном с белками состоянии. Например, медь присутствует в купропротеинах и церулоплазмине, цинк - в угольной ангидразе и других комплексах белкового характера, железо - в содерофиллине. Литий в крови обнаружен в ионном, не связанном с белками состоянии. За норму принято содержание в крови 4-8 мкг% кобальта, 80-140 мкг% меди, 45-60 мкг% железа.

Мышцы составляют 42% от массы тела человека и в них резервируется большое количество микроэлементов. В половых железах имеются йод, молибден, свинец, титан, фтор и цинк; в поджелудочной железе - значительное количество цинка, никеля, избирательно задерживается кобальт; в надпочечниках - бром, йод, кремний, титан, свинец, хром, цинк.

Организм человека способен накапливать радиоактивные элементы из окружающей среды и затем распределять их в необходи-

мом количестве в различные органы и ткани. Например, содержание урана в мышечной ткани составляет около $10^{-9}\%$, в крови - в 10 раз больше, в почках - $1,37 \times 10^{-6}\%$, что в 1000 раз выше, чем в крови.

Следовательно, в организме человека постоянно происходит обмен элементов и изучение этого обмена и физиологической роли каждого элемента представляет большой интерес для биологии и медицины.

2.3. Связь эндемических заболеваний с особенностями биогеохимических провинций.

С момента рождения человек находится под непрерывным влиянием геохимических факторов среды обитания. Тесные функциональные связи в системе «вещество литосферы – человек» осуществляются через желудочно-кишечный тракт (перорально) в процессе питания и водопотребления, через органы дыхания (ингаляционно) или через кожу (резорбтивно). Принято рассматривать факторы среды, способные привести к росту заболеваемости человека, как факторы экологического риска. Поэтому дисбаланс элементов хотя бы в одном из компонентов литосферы может рассматриваться как потенциальный фактор эколого-геохимического риска развития негативных биологических реакций, как в человеческой популяции, так и у других представителей животного и растительного мира.

Таблица 10

Классы токсичности ксенобиотиков

Класс токсичности	Вещество	Спектр воздействия на организмы
<i>I очень высокотоксичные</i>	Кадмий, ртуть, свинец и их соединения, диоксины, полициклические хлорированные ароматические углеводороды, токсические радикалы кислорода, серы, азота.	Повышают показатели заболеваемости и смертности населения, частоту спонтанных абортотв и врожденных пороков
<i>II высокой токсичности</i>	Мышьяк, стронций, цинк, фенол, хлор, фосген, сероводород и сероуглерод, цианиды и др.	Увеличивают показатели заболеваемости, частоту осложнений беременности и родов, отставания детей в развитии

III опасные соединения	Уксусная и некоторые другие органические кислоты, спирты (метилловый, бутиловый, пропиловый), селен, табак, этилен, пыль	Способствуют формированию различных форм экопатологии, главным образом нарушают адаптацию. Чаще служат причиной острой, нежели хронической интоксикации.
IV умеренно или малотоксичные	Аммиак, нафталин, этиловый спирт, бензин, окись углерода, бутан, нитраты	При хроническом воздействии в малых дозах вызывают функциональные нарушения, а в больших дозах могут быть причиной острых отравлений.

В медицинской практике заболевания человека, обусловленные геохимическими факторами (дисбаланс элементов, их недостаток или избыток), получили название микроэлементозов, или биогеохимических эндемий. Развитие заболеваний может быть спровоцировано как недостатком и избытком одного из химических элементов: кальций, медь, цинк, йод, стронций (мономикроэлементоз), так и соотношением многих химических элементов (полимикромикроэлементоз): кобальт-медь, стронций-кальций, кальций-фосфор и другие.

Химические элементы или соединения, поступающие в живые организмы и вызывающие в них неблагоприятные биологические реакции, называются ксенобиотиками (Таблица 10).

Изучение вопросов взаимосвязи болезней человека с минеральной составляющей Земли начато давно. Так еще в книге «Весна и осень Лю», написанной свыше 2000 лет назад, констатируется связь отдельных эндемических заболеваний с компонентами природной среды.

Элементный состав человеческого организма тесно связан с элементным составом его среды обитания, что подчеркивает материальное единство мира.

Влияние химических элементов на организм отличается по своей специфичности и глубине, это особенно сильно проявляется при резко выраженном избытке или недостатке определенных химических элементов. При этом возникают биогеохимические эндемии или эндемические заболевания, тяжесть которых зависит от степени приспособленности организма к данной концентрации химического элемента. Уже установлено, что многие забо-

левания обусловлены повышенным или пониженным содержанием в организме химических элементов в данной биогеохимической провинции.

Подобные эндемии известны для стронция (хондродистрофия), бора, (борный энтерит), при недостатке йода развивается эндемический зоб, при недостатке фтора - кариес, его избытке - флюороз, при недостатке кобальта - гипо- и авитаминоз витамина В¹², избыток молибдена способствует развитию подагры, недостаток кальция, избыток стронция и бария приводят к уровской болезни (болезни Кашина - Бека), при избытке меди у овец возникает эпидемический цирроз печени.

Таким образом, наша «химическая свобода» все же ограничена. Конечно, мы стараемся удовлетворить потребность организма во всех необходимых ему химических веществах. Однако, освободиться от влияния геохимических особенностей того места, где мы живем, полностью нам все же не удастся. И порой нехватка в воде и пище одного единственного элемента приводит к появлению очагов болезней чисто геохимического происхождения.

В 1854 году французский химик А. Шатен доказал, что распространение зоба находится в непосредственной зависимости от содержания йода в почве, воде, воздухе. В горных районах в воде и почве, растительной и животной пище содержится меньше йода, чем в равнинных. Поэтому многие жители горных районов болеют эндемическим зобом. В этих районах в целях профилактики население употребляет йодированную поваренную соль. В 1 кг такой соли содержится всего 10 мг йодида калия, но эта ничтожная добавка в пищу полностью предупреждает заболевание. При одинаковом уровне йодной недостаточности в окружающей среде в одних районах проявления болезни были более выражены, чем в других, что обусловлено содержанием в окружающей среде ещё таких микроэлементов, как селен, марганец, кобальт, фтор, ртуть и др.

В 1849 году И.М. Юренский описал болезнь, проявляющуюся изменением строения костей и связанную с особенностями местного ландшафта. Только недавно было установлено, что таинственное заболевание вызвано повышенной концентрацией стронция в природных водах. Причем, его избыток в организме связан с дефицитом кальция. Стронций, как идентичный кальцию элемент, встраивается вместо него в скелет. Однако, будучи более подвижным, стронций не задерживается надолго в костной ткани, поэтому возникает пористость костей и их деформация.

В тундровых и таежных ландшафтах ощущается недостаток ряда элементов и, в первую очередь, кальция. Он вымывается из почв, а его подвижные формы прочно удерживаются в биологическом круговороте. Поэтому кальция мало в таежных реках. Их вода слабо минерализована и такая мягкая, что кажется дистиллированной. Это отражается на пониженном содержании кальция в таежной растительности. Нехватка кальция и других элементов в природе отражается и на организме человека, особенно детском. У детей повышается заболеваемость рахитом. Для восполнения солей в пищевой рацион населения некоторых полярных территорий добавляют к водопроводной воде морскую, которую подают по специальным трубопроводам, а также завозят пищевую соль, обогащенную кальцием и магнием.

Противоположное явление наблюдается в засушливых районах, где ландшафты перегружены кальцием. Поверхностные воды сильно минерализованы, жесткие. Потребление такой воды в некипяченом виде способствует перегрузке организма солями кальция и появлению мочекаменной, желчекаменной и других болезней. Как раз это и наблюдается в некоторых районах нашей республики. Конечно, проблема биохимических эндемий - не узко медицинская. Чтобы знать, где могут возникнуть эндемические заболевания, врач должен получить сведения от географов, геологов, геохимиков, почвоведов, гидрологов о геохимическом режиме того или иного региона нашей республики. Химическое здо-

ровье почвы - это не только условие для успешного развития сельского хозяйства, но и необходимый показатель здоровья человека. С другой стороны, этот вопрос в настоящее время связан с научно-техническим прогрессом и охраной окружающей среды.

Таким образом, учение о биогеохимических провинциях открывает возможности для целенаправленного использования химических элементов в растениеводстве, ветеринарии, медицине и т. д.

2.4. Эндемический зоб в Кыргызстане и Узбекистане.

Йододефицитное состояние является важной проблемой здравоохранения и население более чем 110 стран находится в группе риска.

Кыргызстан, как и Узбекистан, является йододефицитной горной страной. Эндемический зоб в Кыргызстане, как краевая патология, до 1947 года почти не изучался. Начиная с 1947 года изучению этой проблемы было придано государственное значение.

И.К. Ахунбаевым и его сотрудниками было обследовано свыше 150 тысяч населения во всех основных районах Кыргызстана и установлена распространенность этого заболевания (36,1 % по республике). Это дало возможность не только детально изучить этиологические факторы, а также начать систематическую профилактику и лечение эндемического зоба в Кыргызстане.

Учитывая большое значение в развитии эндемического зоба, содержания йодадов и роли других микроэлементов в окружающей среде, академик И.К. Ахунбаев доказал актуальность этой проблемы. Под его руководством в различных районах республики повсеместно была организована массовая профилактика населения для ликвидации этого биосоциального массового заболевания.

Противозобные мероприятия, активно проводимые начиная с шестидесятых годов прошлого века, имели значительный успех в



И.К. Ахунбаев
(1908–1975)

борьбе с заболеваниями щитовидной железы. Произошло многократное снижение заболеваемости населения зобом, в среднем по республике, до 6% в 1968 году и до 4,2% в 1980 году. Распад СССР и связанный с ним экономический кризис в образовавшихся независимых государствах привели к тому, что успешно работавшая система контроля и профилактики йодной недостаточности прекратила свое существование. Это поставило перед Кыргызстаном серьезную медицинскую проблему.

По результатам обследований, проведенных в различных регионах Кыргызстана среди детей и подростков в возрасте от 7 до 16 лет, общая распространенность эндемического зоба достигает от 31,5 % до 56 % среди школьников на севере республики и 87 % на юге республики. Результаты исследования йода в соли в Узбекистане показали, что лишь 17 % населения Республики потребляет йод в необходимых количествах.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения при ООН, заболеваниями, связанными с недостатком йода, в мире страдает более 200 млн. человек.

Йододефицитных заболеваний много, и проявляются они в разные периоды жизни – даже с начала внутриутробного развития и до глубокой старости. Среди новорожденных с недостатком йода самая большая смертность. Младенцы появляются на свет уже с тяжелыми заболеваниями. Взрослых же дефицит йода обрекает на ранний атеросклероз, нарушает репродуктивную функцию у женщин и нарушения функций щитовидной железы (зоб).

Зоб – это увеличение щитовидной железы. Самая частая причина развития зоба (90 %) – дефицит йода.

Йод является неотъемлемой частью гормонов щитовидной железы. Щитовидная железа секретирует тироксин (T_4), который содержит 4 атома йода. В периферических тканях тироксин превращается в биологически более активный трийодтиронин (T_3), который содержит 3 атома йода. Некоторое количество T_3 секретирует и сама щитовидная железа. Поступая в организм с пищей

и водой, йод активно улавливается щитовидной железой из крови, и используется для образования гормонов. Больше половины йода (60%), поступающего в организм, выводится из него с мочой.

Для образования достаточного количества гормонов необходимо и достаточное поступление йода в организм. Ежедневная потребность в йоде зависит от возраста и физиологического состояния. Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) рекомендует следующие суточные дозы йода:

Физиологическая суточная потребность в йоде (в микрограммах)

Группы людей	Потребность в йоде в мкг/сут
Дети до года	50
Дети младшего возраста (от 2 до 6 лет)	90
Дети от 7 до 12 лет	120
Молодые люди (от 12 лет и старше) и взрослые	150
Беременные в период грудного вскармливания	200
Люди пожилого возраста	100

Совершенно закономерно, возникает вопрос о том, можно ли возместить суточные потребности в йоде за счет включения в рацион каких-либо пищевых продуктов.

Содержание йода в продуктах питания

Продукт	мкг йода на 100 грамм продукта
Морепродукты после кулинарной обработки	5-400
Пресноводная рыба (сырая)	243
Пресноводная рыба (приготовленная)	74
Сельдь свежая	66
Сельдь в соусе	6
Креветки свежие	190
Креветки жареные	11
Макрель свежая	100
Устрицы сырые	60
Устричные консервы	5

Форель	3,5
Молочные продукты	4-11
Мясо	3
Куриные яйца	10
Хлеб	6-9
Картофель	4
Зелень	6-15
Овощи	1-10
Фельд-салат	до 60

Большой ущерб наносит зобная болезнь и животноводству, что выражается в снижении продуктивности и слабой воспроизводительной способности животных. В организме человека и животных нет ни одной жизненно важной функции, которая бы не зависела от териоидных гормонов, осуществляющих свое универсальное действие с помощью йода. Атомы йода в териоидных гормонах выполняют донорно-акцепторную функцию переноса электронов, благодаря переходам атомов из положительно одновалентной формы в отрицательно одновалентную и обратно. Эти превращения осуществляются на электронном уровне и представляют собой фундаментальную основу биологического действия йода - одного из важнейших микроэлементов, без которого невозможна жизнь.

Наиболее универсальным методом йодной профилактики является *йодирование соли*. В Кыргызстане имеется несколько цехов по йодированию соли, но эта продукция для нашей местности является мало йодированной. На один килограмм соли добавляется лишь 25 миллиграммов калия йодида. Эта концентрация приемлема для местности с легким йододефицитом. В Кыргызстане же он характеризуется как среднетяжелый и тяжелый. Йодид калия - вещество нестойкое. Он быстро расщепляется под воздействием солнечных лучей, влаги и мгновенно улетучивается. Срок хранения соли с йодидом калия всего лишь три месяца. Йодат калия, которым йодируют соль за рубежом, более стойкое соединение, но и более дорогое, поэтому его применение в Кыргызстане ограничено.

В Узбекистан с помощью детского фонда ООН UNICEF были поставлены 5 установок для йодирования соли, более 15 тонн йодата калия, 5 лабораторий для определения йода в соли и в моче. По существу были созданы условия для универсального йодирования пищевой соли.

**Содержание йода во фруктах, овощах и мясных продуктах
Республики Узбекистан**

Наименование фруктов, овощей и мясных продуктов	Количество йода в 100 г продуктах	Количество для потребления 100 мкг йода
Хурмо	2,8 мкг	3600 г
Орех	2,0 мкг	2180 г
Яблоки	1,6 мкг	6300 г
Помидоры	2,1 мкг	4800 г
Картошка	2,8 мкг	3600 г
Морковь	2,4 мкг	4200 г
Лук	1,8 мкг	5600 г
Горох	2,3 мкг	4350 г
Маш	1,7 мкг	5900 г
Рис	1,6 мкг	5300 г
Говяжье мясо	2,1 мкг	4800 г
Баранье мясо	1,8 мкг	5600 г
Рыба (сазан)	3,9 мкг	2560 г
Яйца	3,5 мкг	2880 г

Тяжесть йодной эндемии оценивается следующим образом:

**Оценка тяжести йодной эндемии по распространенности зоба
(по данным УЗИ)**

Распространенность зоба (%)	Тяжесть йодной эндемии
< 5	Достаточное потребление йода
5-19,9	Легкий дефицит йода
20-29,9	Умеренный дефицит йода
> 30	Выраженный дефицит йода

Однако, нельзя не учесть, что в последнее время особый интерес представляют биогеохимические и метаболические взаимоотношения между йодом и селеном. Так, профилактику эндеми-

ческого зоба и кретинизма практически невозможно осуществить только добавками йода в рацион на фоне недостаточности селена. В этом случае дефицит селена обуславливает снижение синтеза 5-дейодиазы и коррекция йодом оказывается малоэффективной.

Важное значение в эпидемиологической оценке очагов природной и техногенной эндемии микроэлементозов имеют исследования распространенности биогеохимических эндемий у сельскохозяйственных животных. Они являются своеобразным индикатором неблагополучия биогеохимической ситуации определенного региона и для человека.

Биогеохимические причины возникновения различных региональных эндемических заболеваний животных и человека в республике изучены слабо, кроме йода, и то, в связи с ослаблением в последние годы йодной профилактики. Изучение в течение 10 лет распространения селена в различных природно и природно-техногенных условиях Кыргызстана дало возможность выявить районы с избытком и недостатком этого биоэлемента. Более того, в районе среднечуйских торфяников впервые выявлена локальная территория с аномально высоким содержанием селена (до 20 мг/кг) в подвижной форме. На основании полученных результатов, этот район отнесен к интерзональным биогеохимическим селеновым провинциям вторичного происхождения, генезис которых связан с аккумулятивными барьерами (Дженбаев и др, 1995). Повышенное содержание селена обнаружено также в некоторых подземных (артезианских) водах угольного месторождения Кок-Янтак, при интенсивном использовании которых могут быть отрицательные последствия в сельском хозяйстве (в оросительной системе на некоторых участках уже наблюдается отложение соединений селена) и медицине.

Техногенные потоки селена, обусловленные переработкой селеносодержащих руд, выявлены в Хайдарканской ртутной и Кадамжайской сурьмянно-ртутной биогеохимических провинциях Южно-Ферганского субрегиона. Уровень селена в объектах окружающей среды и организмах в настоящее время возрос в этих ре-

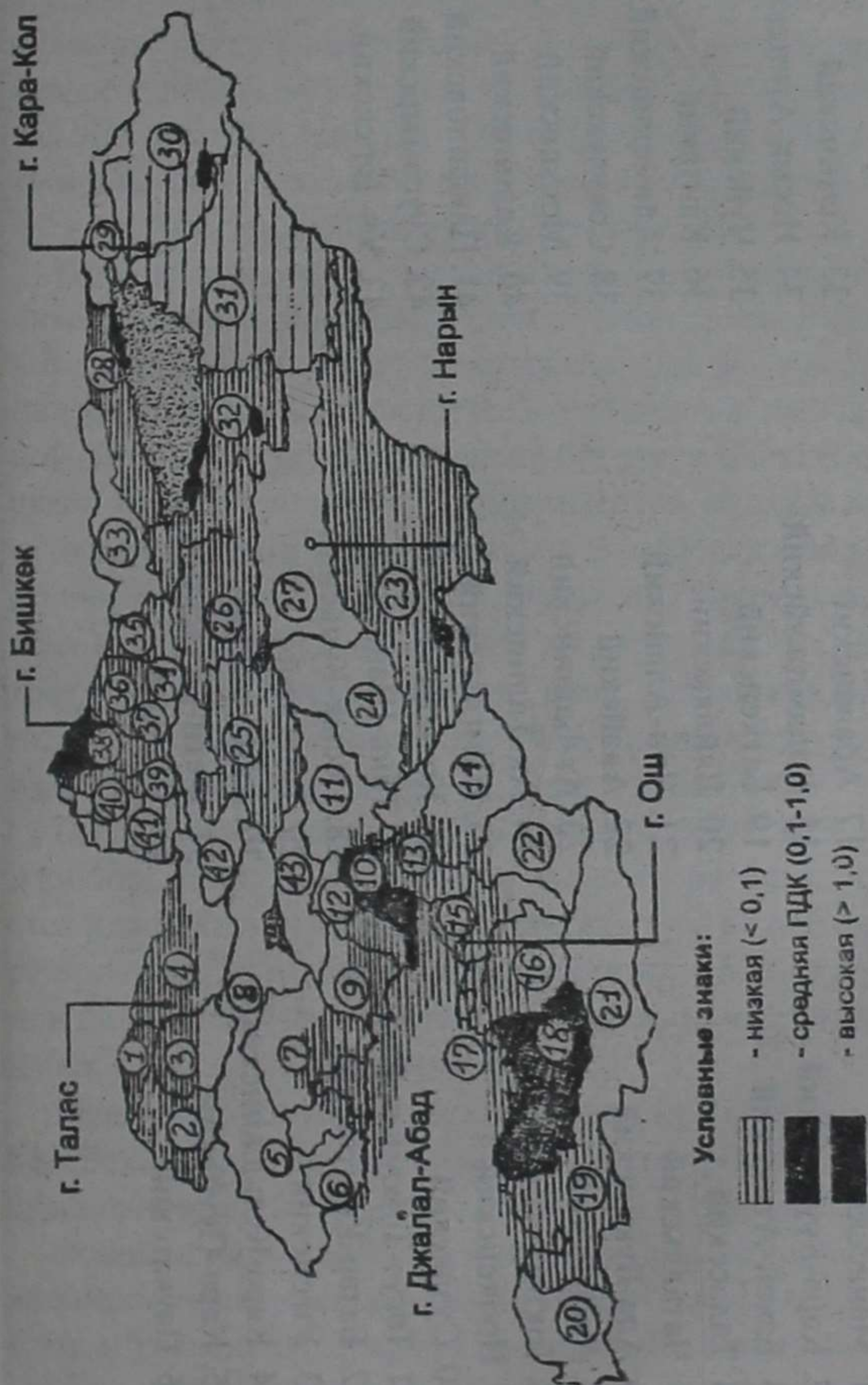


Рис. 7. Картограмма селенового статуса Кыргызстана.

Картосхема селенового статуса Кыргызстана.

1. Манасский
2. Кара-Бууринский
3. Бакай-Атинский
4. Таласский
5. Чаткальский
6. Ала-Букинский
7. Аксыйский
8. Токтогульский
9. Ноокенский
10. Сузакский
11. Тогуз-Тороузский
12. Базар-Коргонский
13. Узгенский
14. Кара-Кульджинский
15. Кара-Сууйский
16. Наукатский

17. Араванский
18. Кадамжайский
19. Баткенский
20. Ляйлякский
21. Чон-Алайский
22. Алайский
23. Ат-Башинский
24. Ак-Талинский
25. Жумгалский
26. Кочкорский
27. Тянь-Шаньский
28. Иссык-Кульский
29. Тюпский
30. Ак-Сууйский
31. Жети-Огузский
32. Тонский

33. Кеминский
34. Иссык-Атинский
35. Чуйский
36. Кантский
37. Аламединский
38. Сокулукский
39. Московский
40. Калининский
41. Панфиловский
42. Суусамырский
43. Уч-Терекский

гионах, по сравнению с 1980-1982 гг. (Ермаков и др, 1991). А в угольных регионах, обогащенных ураном (Мин-Куш и Каджи-Сай), селен аккумулировался значительно (в 2-3 раза больше, по сравнению с фоновым) в районе хвостохранилищ комбината по переработке руд. По данным (Дженбаев и др, 1998), оптимальной зоной по селену является Ферганская долина и это подтверждается другими исследователями (Ермаков, 1993).

По статусу изучения биоэлементов (микроэлементов) в республике сделаны первые шаги (исследован селен. Рис. 7). Работа в этом направлении будет продолжена. Однако, проблема коррекции микроэлементного статуса в организме является очень сложной. Она не может быть решена без учета данных о взаимодействии микроэлементов и макроэлементов, которые могут являться антагонистами и синергистами. Немаловажную роль играет и прогноз оценки возможного проявления биогеохимических эндемий, связанных с дефицитом жизненно важных микроэлементов (йод, селен, медь, молибден, цинк, кобальт) на фоне интоксикации тяжелыми металлами, а также оценка конкурирующих взаимодействий между микро- и макроэлементами.

По некоторым данным (В.В. Ермаков, 1998; В.В. Иванов, Л.В. Аникина, 1989; А. Воск, 1996), на тех территориях, где наблюдается недостаток селена, профилактика зоба не дает практических результатов. Эти данные свидетельствуют о весьма неблагоприятной ситуации в Кыргызстане относительно миграции в пищевых цепях селена и, особенно, йода.

Меры в области профилактики йододефицитных заболеваний, борьба с ними, а также их ликвидации на уровне государства требуют одновременных, настойчивых и постоянных усилий.

Основными эпидемиологическими показателями являются коэффициент распространенности зоба, уровень содержания йода в моче и уровень содержания гормонов щитовидной железы. Основным показателем оценки прогресса является контроль йодированием соли. Для этого практически необходимо разработать РСТ ЛПС (Республиканский стандарт лечебно-профилактических

смесей, различных фитоселенов), обеспечивающих обогащение соли или смеси йодоселеном и другими микроэлементами. Ниже показан состав рецептуры для выработки россыпной смеси с добавлением «селенит анилина» для сельхозживотных на одну тонну.

Селенит анилин - 55 г;

Кобальт хлористый - 100 г;

Медный купорос - 1,5 кг;

Сера молотая - 40 кг;

Комбикорм - 250 кг;

Поваренная соль - 260 кг;

Йодистый калий - 2,6%

Мель - 200 кг;

Таким образом, разработан состав и осуществлен выпуск солефосфатной смеси с добавлением селено- и йодосодержащих препаратов и других микроэлементов для использования с лечебно-профилактической целью при беломышечной болезни и эндемического зоба, а также стимуляции роста и развития сельскохозяйственных животных. Методика получения селеносодержащих смесей по предложенной прописи (РСТ и ТУ 698-92) внедрена Джала-Абадским солефосфатным брикетным заводом и АО «Алтын-Тамыр» (бывшая Бишкекская биофабрика).

Авторами получены надежные практические результаты по биогеохимическому исследованию распространенности селена в республике с целью выявления эндемических районов и проведения лечебно-профилактических мер в животноводстве, а также для предупреждения возможного возникновения эндемических заболеваний среди населения.

2.5. Ртутно-сурьмяная биогеохимическая провинция в Кыргызстане.

В Кыргызстане имеются целые провинции с повышенным содержанием тяжелых металлов, таких как свинец, кадмий, ртуть,

сурьма, таллий и другие, применяемые в современной промышленности. Это обусловлено наличием месторождений и деятельностью, расположенных в этих районах горнодобывающих и металлургических комбинатов. Так, ртутно-сурьмяная биогеохимическая провинция сформирована, благодаря геологии ртутно-сурьмяного рудного пояса и производству Хайдарканского ртутного и Кадамджайского сурьмяного комбинатов. Это и определяет высокую концентрацию ртути и сурьмы в почве, водоемах, атмосферном воздухе и пищевых продуктах растительного и животного происхождения.

Накопленные факты свидетельствуют, что тяжелые металлы из-за токсических свойств способствуют возникновению иммунопатологических состояний, на фоне которых формируются хронические заболевания органов дыхания, пищеварения и др.

При изучении условий труда на этих комбинатах гигиенисты установили загрязненность воздуха рабочей зоны аэрозолями ртути, сурьмы и мышьяка. Уровень запыленности и качественный состав пыли полностью зависел от технологических процессов этих металлов.

Содержание сурьмы в пыли в пересчете на металлическую на разных стадиях переплавки достигало 10%, мышьяка - от 0,2% до 1%. Уровень ртути в отделении шихтарника и рафинировочном цехе в 4-5 раз превышал предельно допустимые концентрации.

Экспериментальные исследования на лабораторных животных показали, что компоненты пыли обладают токсическими и фиброгенными свойствами. Поскольку скорость развития патологических процессов в легких обуславливается массой пыли, осевшей в них, то были также рассчитаны величины пылевых нагрузок на организм и органы дыхания людей. Анализ их заболеваемости и продемонстрировал, что если у рабочих вспомогательных цехов показатель заболеваемости не меняется, то у тех, кто занят на основных видах производства ртути и сурьмы, отмечается прямая зависимость их роста от увеличения стажа работы,

что свидетельствует о неблагоприятном воздействии указанных факторов на здоровье трудящихся.

В общей структуре заболеваемости во всех цехах комбината первое место занимает патология органов дыхания. При этом у лиц основных профессий процент заболеваний бронхитом и другой хронической патологией легких более чем в два раза выше, чем у рабочих вспомогательных цехов.

На втором месте - неврологические заболевания с внешними расстройствами, далее - болезни органов пищеварения. В структуре заболеваемости рабочих ртутно-сурьмяного производства они встречаются в два раза чаще, чем у тех, кто не контактирует с ртутью и сурьмой. У них в 1,7 раза чаще и кожные заболевания.

Клиническое обследование работающих на комбинате рабочих показало, что наиболее ранние патологические изменения при ртутно-сурьмяной интоксикации наблюдаются в слизистой оболочке верхних дыхательных путей. Более 40% рабочих страдали хроническими бронхитами с выраженной клинической и рентгенологической картиной. Клиническое течение данного заболевания отмечалось следующими особенностями: почти у всех больных (свыше 90%) был постоянный, упорный кашель со значительными отделениями слизисто-гноной мокроты, в которой присутствовало большое содержание нейтрофилов; более чем у половины из них зарегистрировано снижение числа лимфоцитов.

Дыхательная недостаточность 1-й степени была выявлена более чем у 60% заболевших (в основном у плавильщиков и аппаратчиков), 2-я степень чаще всего реструктивного или смешанного типа, - более чем у 25%, страдающих хроническими бронхитами.

При медицинском осмотре особое внимание уделялось кожным покровам. Оказалось, что более 85% рабочих предъявляли жалобы на поражения кожи (зуд и высыпания). Анализ результатов заболеваемости с временной утратой трудоспособности свидетельствует об их предрасположенности к бронхо-легочным и кожным заболеваниям, которые выявлялись уже после первых 5-7 лет работы на комбинатах.

Клинико-иммунологические исследования на комбинатах показали, что рабочие страдают хроническими заболеваниями органов дыхания, пищеварения и кожи в 2,5-3 раза чаще, чем те, которые не соприкасаются на производстве с соединениями ртути и сурьмы. Эта патология связана с «экологическими барьерами» и возникает на границе «организм - внешняя среда».

Тяжелая экологическая ситуация в районах, где функционируют комбинаты, обусловила необходимость проведения массового иммунологического и биохимического обследования около 2000 жителей этого региона. Установлено, что более чем у 25% обследованного контингента встречаются вторичные иммунодефицитные состояния различной степени тяжести. У этих лиц регистрируются изменения биохимического статуса, характерные для токсического поражения печени, легких, почек, а также снижена активность некоторых ферментов, участвующих в биоэнергетике клетки.

Заболеваемость населения ртутно-сурьмяной провинции, по данным иммуноэпидемиологического обследования и их статистического анализа, в 1,5-2 раза чаще, чем у жителей других районов республики, отличается острой и хронической патологией органов дыхания, пищеварения и кожи.

Таким образом, проведенные показатели убедительно свидетельствуют о неблагоприятном воздействии соединений ртути и сурьмы на здоровье рабочих ртутного и сурьмяного комбинатов, а также населения, проживающего в этой биогеохимической провинции юга Кыргызстана. Следующий этап исследований - разработка специальных санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических рекомендаций по улучшению экологической обстановки в этом биогеохимическом регионе.

Научно-техническая революция непрерывно интенсифицирует и расширяет сферы активности общества, что еще больше обостряет ситуацию, поскольку усиливается прямое и побочное влияние производственной деятельности человека на состав и свойства атмосферы, тепловой режим планеты, соотношение миро-

вого океана и суши. Углубляется и становится более массированным воздействие отрицательных экологических факторов на физическое и психическое здоровье, а ныне - и на генофонд человека.

Самое страшное в надвигающейся экологической катастрофе — это влияние на наследственность людей. Человечество может выродиться, вымереть, если не принять природоохранных, профилактических и иных мер. И тому есть печальные подтверждения - увеличение количества новорожденных с генетическими отклонениями. Одной из причин изменений в наследственном механизме может являться дефицит и дисбаланс микроэлементов, а также воздействие выбросов вредных веществ и ядовитых стоков промышленных предприятий.

Согласно Р. I. Aggett и соавт.(1987), следует выделить микроэлементы (МЭ), дефицит которых у матерей обуславливает то или иное тератогенное воздействие на потомство (Таблица 11).

Избыток следующих МЭ (Таблица 12) может оказывать эмбрио- или фетотоксическое действие различной степени тяжести, проявляющееся в те или иные периоды раннего индивидуального развития. (Р. Е. Вигш и соавт. 1987).

Приведенные данные с определенностью говорят о том, что ни на одной стадии своего развития эмбрион и плод полностью не защищены от потенциально вредного избытка некоторых МЭ.

Таблица 11.

Микроэлементы, дефицит которых оказывает неблагоприятное влияние на потомство

Цинк	- бесплодие, хромосомные аномалии, нарушения или даже отсутствие имплантации, смерть плода, микро- и анофтальмия; синдактилия, дефекты формирования нервной трубки, диафрагмальные и брюшные грыжи, аномалии скелета, нарушения иммунных и психических функций, синдром респираторного дистресса у новорожденных, отставания роста, анемия.
-------------	---

Медь	-бесплодие, смерть плода, спастические параличи, отсутствие координации движения, тонкие ломкие кости, сердечная недостаточность, аневризмы, дефекты соединительной ткани, аномалии кожи и волос, слепота, анемия, нарушение иммунных функций, низкая масса тела при рождении.
Марганец	-хондродистрофия, изогнутые (кривые) длинные кости, куполообразный череп, отсутствие отолитов, атаксия, склонность к конвульсиям.
Железо	-бесплодие, смерть плода, низкая масса тела при рождении, функциональные нарушения иммунитета и интеллекта. Аномалии развития скелета, в частности костей черепа.
Йод	-бесплодие, задержка психомоторного развития, глухонмота, спастические параличи, связанное с зубом замедление роста, врожденная микседема.
Селен	-гибель плода.

Таблица 12

Микроэлементы, избыток которых оказывает неблагоприятное воздействие на потомство.

Медь	-эмбриоцидное действие.
Цинк	-эмбриоцидное действие и перинатальная смертью
Марганец	- эмбриоцидное действие.
Свинец	-стерильность, некроз плаценты, выкидыши, перинатальная и неонатальная смерть, замедление роста, аномалии поведения, связанные с нейротоксическим действием свинца.
Кадмий	-хромосомные аномалии, эмбриотоксическое действие, аномалии строения лица и нервной трубки, изменения скелета.
Ртуть	-неорганические формы - относительно низкая токсичность, органические соединения (например метилртуть)-нейротоксическое действие.
Мышьяк	-дефекты формирования нервной трубки, микрогнатия, аномалия скелета и мочеполовой системы, замедление роста.
Селен	-эмбриотоксическое действие, аномалии скелета и конечностей, дефекты формирования глаз.
Литий	-понижение фертильности, расщепление неба, аномалии глаза и уха, поражение печени.
Железо	-аномалии поведения, связанные с нейротоксическим действием железа, нарушение иммунных функций.

Проблема «Экология и здоровье» широка и многопланова. Сегодня ее невозможно решить в рамках одного только региона, одной страны. Она стала глобальной. Вместе с тем, именно в решении этой проблемы недопустим абстрактный подход, некомпетентное руководство и вмешательство «сверху». Важен учет специфики конкретной местности, ее физико-географических, климатических и других особенностей.

Многоплановость проблемы «Экология и здоровье» связана и с тем, что ее решение зависит от многих ведомств, министерств, Жогорку Кенеша, трудовых коллективов и общественности.

У этой проблемы есть и другая сторона – это наша экологическая культура, воспитанность и нравственность. Известно, что отношение людей к природе есть превращенная форма их отношения друг к другу. Мы постоянно убеждаемся, что образовавшаяся в нашем обществе в силу ряда объективных и субъективных причин нравственная ниша не менее опасна, чем экологическая. Кризис нравственный и кризис экологический, в буквальном смысле, переплелись в нашей непростой реальности.

Поэтому сейчас необходима пропаганда экологических знаний среди населения, в школах и ВУЗах. Нужно издавать учебные пособия по вопросам экологии, брошюры и плакаты.

Жизненная острейшая задача – восстановление душевного здоровья общества. И если мы, в принципе, знаем, как устранить загрязнение рек, почв, как перекрыть озоновые дыры, то гораздо сложнее преодолеть духовную «пустоту» и ущербность, утвердить культ дружбы, взаимопонимания и взаимовыручки, милосердия и терпимости, культ семьи и творчества - составляющие экологию человеческой души.

Глава 3. Радиоактивные элементы и изотопы и их влияние на окружающую среду.

В процессе изучения радиоактивных веществ было установлено, что некоторые природные соединения урана обладают большей радиоактивностью, чем чистый уран в таком же количестве.

В 1898 году Мария и Пьер Кюри выделили химические элементы *полоний и радий*. Затем Резерфорд открыл радиоактивный газообразный элемент, названный им «эманацией». В дальнейшем все открываемые радиоактивные элементы обладали большими атомными весами (в таблице периодической системы они расположены за свинцом) и, так или иначе, связаны с ураном и торием.



Мария Кюри

Основными радиоактивными элементами, которые вносят существенный вклад в радиоактивный фон Земли, являются уран, торий, радиоактивный калий и радон. Кроме того, свой вклад могут вносить и радиоизотопы, образующиеся в результате ядерных реакций.

Уран (U). Период полураспада основного изотопа равен $4,51 \times 10^9$ лет.

Этот элемент открыт в 1789 году Клапротом и назван в честь самой далекой из известных тогда планет. Однако то, что получил Клапрот, оказалось не элементом, а окислом урана (UO_2). Только в 1841 году Эжену Пелиго удалось получить чистый уран.

Уран - серебристый мягкий металл, химически очень активный, плотность $19,04 \text{ г/см}^3$. Он не очень типичный актиноид и известно пять его валентных состояний - от 2-х до 6-ти валентного.

Соединения 4-х валентного урана трудно растворяются в воде, но в присутствии кислорода переходят в 6-ти валентную форму урана, соединения которого легко растворяются в воде. Высокая

химическая активность и переменная валентность определяют большое разнообразие природных соединений урана - он встречается в виде окислов, силикатов, комплексных соединений (в том числе ураноорганических), в виде примесей в минералах, содержащих титан, тантал и ниобий, а также в рассеянном состоянии. В природе известно около 200 минералов урана. Природный уран является смесью изотопов урана - 238, урана - 235 и урана - 234.

В этой смеси содержится 99,285% урана-238, 0,71% урана-235 и 0,005% урана-234. Применение урана достаточно хорошо известно.

Радий (Ra). Его период полураспада равен 1617 лет. Он был открыт супругами Кюри в 1898 году.

Слово «radium» происходит от латинского «radius» (луч).

Металлический радий удалось получить в 1910 году. Это серебристо-белый довольно легкий металл (6 г/см^3), двухвалентный, точка плавления около $960 \text{ }^\circ\text{C}$.

Радий - потомок урана и встречается в виде изотопов радия-226, радия-224 и радия-223.

В равновесных урановых рудах на 1 г урана приходится $3,4 \times 10^{-7}$ г радия.

Радий-226 является остеотропным радионуклидом, значительная доля которого (70-90%) откладывается в костных тканях.

Радий применяется в качестве рабочих источников ионизирующих излучений и как источник радона.

Торий (Th). Он обладает большим периодом полураспада - $1,39 \times 10^{10}$ лет. Торий был открыт шведским химиком Берцелиусом и назван в честь всемогущего древнескандинавского божества Тора - бога войны, грома и молнии.

Чистый препарат тория был получен в 1882 году Нильсоном, а в 1898 году Мария Кюри и Герберт Шмидт установили его радиоактивность. Один грамм тория в равновесии с продуктами распада эквивалентен по гамма-лучам 0,43 г урана и 0,21 г равновесного урана по бета-лучам.

Торий - серо-белый металл, очень неустойчивый к коррозии, довольно тугоплавкий (температура плавления 1750°), плотность $11,55 \text{ г/см}^3$. Он образует в земной коре устойчивые и труднорастворимые соединения типа ThO_2 . Из основных минералов тория известны торит и торианит.

Среднее содержание тория в земной коре $8 \times 10^{-4} \%$, примерно равно содержанию свинца. Практически весь природный торий представлен изотопом тория-232, так как другие известные изотопы тория -227, тория -228, тория -230 распространены очень мало.

Торий используется в легких сплавах для повышения прочности и жаростойкости. Он также используется как катализатор в процессах органического синтеза и крекинга нефти, при получении жидкого топлива из каменного угля. Из двуокиси ThO_2 раньше изготавливали калильные сетки.

Торий-230 является остеотропным радионуклидом и откладывается на поверхности костных тканей, где удерживается длительное время.

Радон (Rn). Радиоактивный газ с периодом полураспада 3,825 суток.

Это самый долгоживущий элемент из № 86 таблицы периодической системы, который Резерфорд называл «эманацией».

Радон образуется при альфа-распаде радия и существует в природе как одно из промежуточных звеньев в цепи распада урана-238. В обычных условиях это одноатомный газ, который конденсируется при низкой температуре (-51°C). Он хорошо растворяется в воде и других жидкостях.

В природе кроме радона встречается *торон-220* с периодом полураспада 54,5 с (член семейства тория) и *актинон-219* с периодом полураспада 3,92 с (член семейства актиноурана). Указанные радиоактивные благородные газы выделяются из почвы, воды, строительных материалов и в газообразном состоянии рассеиваются в воздухе.

Для снижения накопления этих газов в помещениях очень эффективно проветривание.

В природе радона очень мало. Его содержание в атмосфере оценивается цифрой $7 \times 10^{-17} \%$ по весу. В земной коре его также очень мало, так как он образуется из сверхредкого радия.

Среди радиоактивных газов радон - один из самых опасных.

В ультрамикродозах радон используется в лечебных целях - радоновые ванны.

Поступая в организм с вдыхаемым воздухом, радон попадает в кровь и разносится по всему телу, облучая весь организм. Однако более 90 % атомов дочерних изотопов распада радона и торона, отложившихся в бронхах, выводятся из легких.

При кипячении радон полностью удаляется из воды.

Калий-40 (^{40}K) Период полураспада его равен $1,3 \times 10^9$ лет.

Название произошло от арабского "аль-кали" - зола растений. В русскую химическую номенклатуру название "калий" введено в 1831 году Г. И. Гессом.

Природный калий широко распространен в природе и состоит из стабильных изотопов калий-39 и калий-41, и одного радиоактивного - калий-40.

В природной смеси изотопов калия радиоактивный калий составляет по массе 0,0118 %.

Один грамм природного калия эквивалентен по гамма-лучам, примерно, $2,35 \times 10^{-4}$ грамма равновесного урана.

Радиоактивный калий содержится в живых организмах и своим излучением вносит вклад в общую сумму фонового излучения.

Стронций-90 (^{90}Sr). Период полураспада его в различной литературе указывается разный: от 27,7 до 29,12 лет.

В 1764 году в свинцовом руднике близ шотландской деревни Стронциан был найден минерал, который называли стронцианитом. Но в элементарном виде стронций был выделен лишь в 1808 году.

Главная особенность стронция, резко выделяющая его среди щелочноземельных металлов, - существование радиоактивного изотопа стронций - 90.

В результате цепной ядерной реакции из атомов плутония и урана образуется около 200 радиоизотопов. Стронций-90 - один из

наиболее долгоживущих. Он является чистым бета-излучателем со средней энергией 195,8 КэВ, то есть испускает только бета-лучи, которые не сопровождаются другими излучениями.

При распаде стронция-90 образуется другой радионуклид - *иттрий* - 90, который также является бета-излучателем со средней энергией лучей 934,8 КэВ и периодом полураспада 64,1 ч.

Стронций - 90 попадает в организм при вдыхании радиоактивной пыли, при приеме воды и пищи. Однако, в тончайшие структуры дыхательных органов могут попасть лишь частицы величиной до 5 мкм, а таких частиц при взрыве образуется немного. Стронций - 90 при взрыве выделяется в виде окиси (SrO), растворимость которой в жидкостях организма весьма ограничена.

Проникновению стронция-90 через пищевую систему препятствует фактор, который называют «дискриминацией стронция в пользу кальция». Он выражается в том, что при одновременном присутствии кальция и стронция организм предпочитает кальций.

Цезий-137 (^{137}Cs) Период полураспада составляет 30,2 года (также встречается цифра 26,6).

Впервые цезий был обнаружен по двум ярким линиям в синей области спектра. Латинское слово «caesius», от которого произошло название, означает небесно-голубой.

В природном цезии-133 не обнаружено радиоактивных изотопов, но искусственным путем получено 22 радиоактивных изотопа.

Радиоактивный цезий относится к числу редких химических элементов. Средняя энергия его гамма-лучей составляет 170,8 КэВ.

При распаде цезия -137 образуется *барий* -137 с периодом полураспада 2,55 минуты и испусканием гамма-квантов с энергией 661,6 КэВ. Выпадения цезия - 137 сопровождаются выпадением стронция - 90. Среднее отношение концентрации цезия - 137 к стронцию - 90 в выпадениях равно 1,6.

Плутоний-239 (^{239}Pu). Он имеет период полураспада 24100 лет. Назван в честь планеты Плутон, открыт в 1941 году.

Наиболее важными изотопами плутония являются плутоний-239 и плутоний-240. Поэтому следует иметь в виду, что когда в

литературе приводятся сведения о плутонии-239 в пробах, то речь идет о двух изотопах плутония.

Изотоп плутония-241 является чистым бета-излучателем с периодом полураспада 14,4 года. При его распаде образуется *америций-241* с таким же периодом полураспада, но только альфа-излучатель.

Изотопы плутония поступают в организм человека при вдыхании воздуха и употреблении в пищу продуктов питания.

Криптон-85 (^{85}Kr). Период полураспада этого элемента 10,72 года.

Криптон представляет собой тяжелый малолетучий инертный газ.

Природный криптон состоит из шести стабильных изотопов: ^{78}Kr , ^{80}Kr , ^{82}Kr , ^{83}Kr , ^{84}Kr и ^{86}Kr . На долю криптона-84 приходится 56,9 % атмосферного криптона.

В ядерных реакциях получено 17 радиоизотопов криптона. Особенно важен криптон-85 - почти чистый бета-излучатель со средней энергией частиц 250,5 КэВ. При его распаде образуется гамма-излучение с энергией 514 КэВ.

Углерод-14 (^{14}C). Он имеет период полураспада 5730 лет (встречается цифра и 5570 лет).

Собственно углерод-14 является одним из природных радиоактивных изотопов.

Антропогенный углерод образуется при ядерных взрывах в результате захвата избыточных нейтронов ядрами присутствующего в воздухе азота. Ядра углерода-14, распадаясь, испускают электрон и вновь превращаются в ядра азота. В атмосферном углероде в каждом биллионе молекул CO_2 есть один атом углерода-14. Эти атомы вместе с обычными усваиваются растениями, а оттуда попадают в организм животных и человека. В любом живом организме есть радиоуглерод, который постоянно распадается и обновляется

3.1. Влияние на организм ионизирующих излучений.

Каждому биологическому виду свойственна своя мера чувствительности к действию радиации, но, несмотря на существующие боль-

шие различия в чувствительности к ионизирующим излучениям отдельных биологических объектов, облучение в 1000 рад смертельно почти для всех млекопитающих. Если же эту дозу выразить в тепловых единицах, то она эквивалентна нагреву организма человека лишь на 0.001 °С, то есть меньше, чем от выпитого стакана горячего чая.

Высокая энергия ионизирующих излучений, значительно превышающая энергию химических связей, дает основание полагать, что для начальных изменений в любых структурах организма на молекулярном уровне не существует порога действия ионизирующих излучений.

Несоответствие между ничтожной величиной поглощенной энергии и крайней степенью выраженности реакций биологического объекта вплоть до летального исхода получило название «радиобиологического парадокса».

Другим универсальным положением радиобиологии является кислородный эффект, согласно которому повышение концентрации кислорода в облученном организме усиливает лучевое поражение и, наоборот, при снижении концентрации кислорода в облучаемом объекте лучевой процесс ослабляется.

При передаче энергии излучения веществу каждый вид изменения в организме имеет свои особенности.

На первом этапе образуются возбужденные молекулы (физико-химический этап).

На втором этапе идут изменения на уровне клеток (клеточный этап).

На третьем этапе происходят изменения на уровне всего организма.

Косвенное действие облучения связано с ионизацией воды в организме:



Образующиеся HO_2 и H_2O_2 реагируют с ферментами клеток и происходит паталогическая реакция. Под их воздействием происходит подавление ферментов, изменение химических процес-

сов в клетках, повреждается механизм деления и восстановления клетки, нарушается наследственная информация.

Генетические воздействия опасны для будущего потомства.

При воздействии на человека ионизирующего излучения и радионуклидов происходит их избирательное накопление в отдельных органах и тканях. Характер накопления радионуклидов в организме и его отдельных органах зависит от скорости их поступления с пищевыми продуктами, водой и воздухом, скорости их усвоения организмом, распределением в органах и тканях, времени удержания в организме и пр.

При внутреннем облучении радий и стронций откладываются в костях, цезий и литий - в мягких тканях, но они хорошо выводятся через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожу. Наиболее уязвимы гонады, красный костный мозг, легкие, молочные железы, поверхность костей, печень, щитовидная железа, стенки кишечника.

Острые лучевые поражения, в основном, обусловлены воздействием внешнего гамма - и нейтронного облучения. Внутреннее облучение, вследствие поступления в организм радиоактивных веществ, как правило, не приводит к острым поражениям, за исключением случаев, когда люди находятся в замкнутых ограниченных пространствах. Но всегда скорее происходит комбинированное внешнее и внутреннее облучение с аппликацией радиоактивных веществ на коже и открытых участках слизистых (глаза).

При кратковременном внешнем облучении можно выделить следующие виды воздействия и формы лучевой болезни:

- общее внешнее облучение с различной степенью равномерности распределения дозы в объеме всего тела, приводящее к острой лучевой болезни;
- локальное лучевое поражение;
- сочетанное лучевое поражение, возникающее в результате воздействия нескольких радиационных факторов;
- комбинированное поражение.

Выделяют четыре основных фазы формирования острой лучевой болезни:

- первичная общая реакция на облучение;
- латентный период, когда отмечается видимое клиническое благополучие;
- период разгара острой лучевой болезни или выраженных клинических проявлений.
- период восстановления.

При получении поглощенной дозы до 0,25 Гр (25 Р) общего облучения клинически выраженных симптомов нет. Наблюдаются небольшие изменения в крови.

При общем облучении до 1 Гр (100 Р) наблюдаются изменения в крови, которые быстро исчезают.

Доза 1 - 1,5 Гр - начало лучевой болезни.

До 2,5 Гр - лучевая болезнь первой степени тяжести.

2,5 - 4,0 Гр - лучевая болезнь второй степени тяжести.

4 - 10 Гр - лучевая болезнь третьей степени тяжести.

При получении дозы от 1 до 10 Гр проявляется гематологическая форма, которая излечима при условии раннего лечения в специализированной клинике.

10 - 20 Гр - клиническая форма]	
20 - 50 Гр - токсическая форма]	не излечиваются
> 50 Гр - нервная форма]	

3.2. Оценка радиационной обстановки территории Кыргызской Республики.

3.2.1. Карта дозовых нагрузок.

Радиометрическое изучение территории Кыргызстана было начато в конце сороковых годов и продолжается по настоящее время. Накоплены большой фактический материал и банк данных.

В начале девяностых годов, в связи с проведением в Кыргызстане геоэкологических работ, возникла необходимость составления среднемасштабной радиоэкологической карты, так как главная цель геолого-радиоэкологических исследований состоит в количественной оценке радиационной нагрузки и прогноза ее изменений.

Для территории Кыргызстана составлена «Карта дозовых нагрузок естественного гамма-излучения» масштаба 1:500000. Рис. 8.

В бывшем СССР использовался критерий оценки степени воздействия, основанный на санитарно-гигиенических принципах. Для загрязнения это принцип предельно допустимых концентраций (ПДК). Некоторыми странами СНГ используются более жесткие критерии оценки воздействия на среду, основанные на экологических принципах, где верхним пределом экологических критериев принимается такой условно безопасный фактор, который не превышает так называемую «недействующую дозу», равную половине ПДК, ПДД.

В настоящее время в Кыргызской республике действуют союзные «Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87» и «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87».

В 1996 году в Российской Федерации приняты «Нормы радиационной безопасности НРБ-96», на которые, скорее всего, будет опираться не только Кыргызстан, но и все страны СНГ.

Облучаемые лица делятся на персонал (группа А) и все население.

В НРБ-96 отмечено, что «допустимое значение эффективной дозы, обусловленной суммарным воздействием природных источников ионизирующего излучения, для населения не регламентируется» и даются дозовые пределы для отдельных лиц из населения.

Этот дозовый предел составляет 5 мЗв/год, или физически равен 57 мкР/ч. ($5 \text{ мЗв/год} = 0,5 \text{ Р/год} = 500000 \text{ мкР/год}$. $500000 \text{ мкР/год} : 365 : 24 = 57 \text{ мкР/ч}$) Но, как указывалось выше, человек живет в радиоактивной среде и более логично распространить эту дозу на все население.

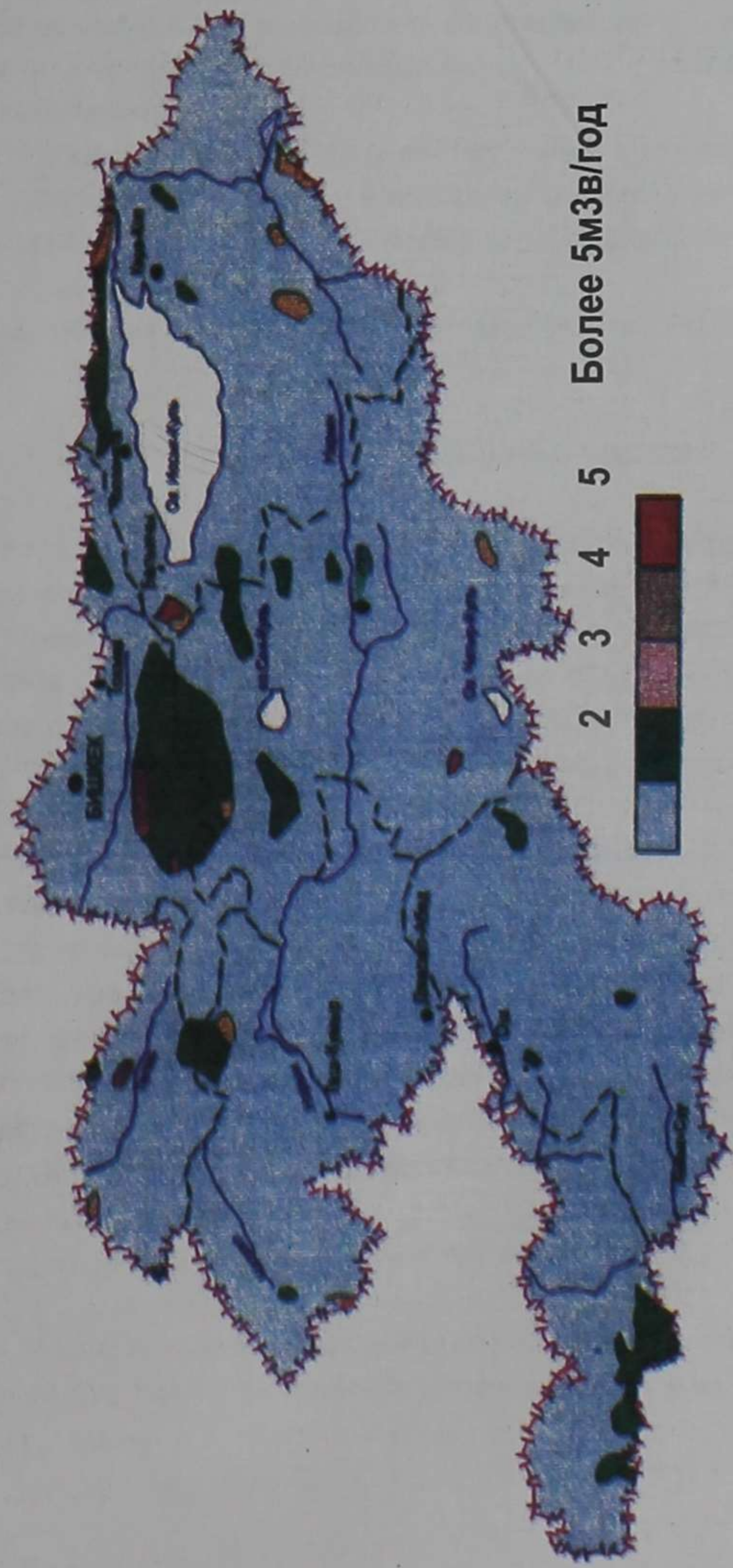


Рис 8. Карта дозовых нагрузок естественного гамма-излучения

Доза эффективная – это величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности.

Следовательно, согласно экологическому критерию, будем считать удовлетворительными в радиационном отношении площади с гамма-активностью до 29 мкР/ч (с эффективной дозой до 2,5 миллиЗиверт в год).

Рассмотрим радиационную обстановку по отдельным областям.

3.2.2. Джалал-Абадская область

Территория области в радиационном отношении сравнительно удовлетворительная. Имеются отдельные участки с повышенной гамма-активностью в среднем течении р. Гава-Сай, которые связаны с комплексами магматических пород, имеющими естественную радиоактивность до 36 мкР/ч, достигая местами до 50 мкР/ч. Все эти отдельные площади находятся на высотах свыше 3500 м.

Местами возможного естественного радиоактивного загрязнения являются город Кок-Янгах и район города Джалал-Абад, где выявлено большое количество родников с повышенным содержанием урана.

Реальную угрозу для Джалал-Абадской области представляют места техногенного радиоактивного загрязнения (хвостохранилища Майлуу-Сууйской группы отработанных урановых месторождений), где гамма-активность местами превышает 60 мкР/ч.

3.2.3. Ошская область

В этой области получаемая доза, в основном, не превышает 2 мЗв/год, т.е. гамма-активность не превышает 24 мкР/ч.

3.2.4. Баткенская область

На юге Баткенского и Ляйлякского районов возможно получение дозы до 3 мЗв/год. Это области развития интрузивных пород в пределах Туркестанского хребта на высоте свыше 4000 метров.

3.2.5. Таласская область

Около 95 % площади этой области имеют сравнительно спокойный естественный радиационный фон. Эквивалентная (эффективная) доза здесь не превышает 2 мЗв/год.

Такое же значение дозы и в местах компактного проживания.

Имеются отдельные участки с возможной дозой более 4 мЗв/год. На западе области в районе горы Манас доза может превысить 5 мЗв/год.

В пределах гор Караджилга, северо-восточнее города Талас, доза повышается до 4 мЗв/год.

На указанных площадях нет крупных населенных пунктов, но могут находиться отдельные стоянки чабанов, летники и сезонные работники.

3.2.6. Чуйская область

На территории Чуйской области колебания радиационного фона более изменчивы. Дозовую нагрузку до 2 мЗв/год несут, примерно 50 % площади.

Участки с повышенными дозами следующие:

- междуречье Кичи-Кемин – Чон-Кемин местами может иметь дозу до 4 мЗв/год. Это связано как с естественным повышением фона за счет магматических пород, так и за счет техногенного радиоактивного загрязнения (рудник Ак-Тюз, отвалы горного производства, авария 1964 года);

- северный склон Киргизского хребта в междуречьи Сокулук - Аламедин имеет дозу до 4 мЗв/год;

- перевал Тюз-Ашуу за счет естественного повышения фона дает дозу до 5 мЗв/год.

В местах компактного проживания в собственно Чуйской долине, наиболее густо населенной части Кыргызстана, получаемая доза не превышает 2 мЗв/год.

Места возможного техногенного загрязнения: пос. Ак-Тюз, Кашка, Норуз, город Карабалта, пгт Ивановка, г. Кант.

3.2.7. Город Бишкек

По величине естественного радиационного фона территория города разделяется на участки со средним фоном менее 20 мкР/ч и несколько повышенным (до 30 мкР/ч) в южной части города. Центральная часть города характеризуется фоном 18 -22 мкР/ч.

Минимальные значения фона (менее 15 мкР/ч) отмечены в районе Карагачевой рощи и селе Нижняя Ала-Арча. Таким образом, радиационный фон в городе не превышает естественного фона, и доза, получаемая жителями, составляет 1,6-2 мЗв/год. В отдельных местах в городе имеются повышения активности, что связано с наличием объектов, облицованных строительными материалами с повышенной активностью.*

*Допускается использование стройматериалов II класса для наружной облицовки жилых и общественных зданий (с активностью до 40 мкР/ч).

Так, например, в подземном переходе проспект Манас - проспект Чуй отмечается активность до 47 мкР/ч, сиенитовая облицовка здания Академии Наук - до 65 мкР/ч, памятник Ленину - до 85 мкР/ч, облицовка Республиканского института усовершенствования учителей - 65 мкР/ч, облицовка здания Госимущества - 52 мкР/ч и др.

3.2.8. Нарынская область

В целом по области мощность эквивалентной дозы не превышает 2 мЗв/год. Выявленные локальные площади с повышением дозы до 4 мЗв/год в районе хребта Джанги-Джер и хребта Кокшаал-Тоо, проходящего по южной государственной границе, находятся на высотах свыше 3000 метров, где нет населенных пунктов.

Повышение дозовых нагрузок до 4 - 5 мЗв/год отмечено в районе Орто-Токойского водохранилища и прилегающего к нему Кызыл-Омпульского сиенитового массива, связанного с объектами естественного и техногенного радиоактивного загрязнения.

Отдельные участки с повышением дозы до 4 мЗв/год выявлены на южных склонах Киргизского хребта, что связано с повышенным фоном, слагающих эти участки интрузивных пород.

3.2.9. Иссык-Кульская область.

Радиационная обстановка Иссык-Кульской области определяется как широким развитием магматических пород, которыми сложены хребты Кунгей-Алатоо, Терской-Алатоо, Кокшаал-Тоо, Джетим, Сарьджаз и другие, так и наличием озера Иссык-Куль.

Горные и высокогорные части хребтов сложены геологически-ми обраованиям с различной радиоактивностью. Так в западной части хребта Кунгей-Алатоо до реки Чолпон-Ата на востоке дозовая нагрузка не превышает 2 мЗв/год, а в верховьях реки Тору-Айгыр встречаются отдельные массивы с мощностью дозы до 4 мЗв/год. К востоку от реки Чолпон-Ата до пос. Кутурга дозовая нагрузка почти повсеместно составляет 4 мЗв/год, а к северу от пос. Ананьево - до 5 мЗв/год. На восточном окончании этого хребта мощность эквивалентной дозы достигает 6 мЗв/год.

Хребты Терской-Алатоо, Джетим, Сарьджаз несут дозовую нагрузку 3-4 мЗв/год.

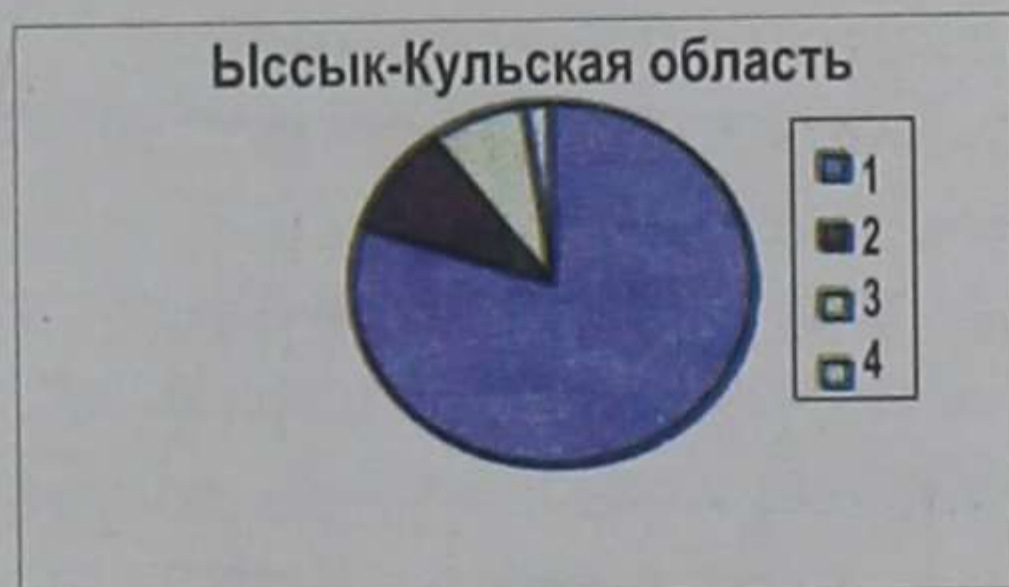
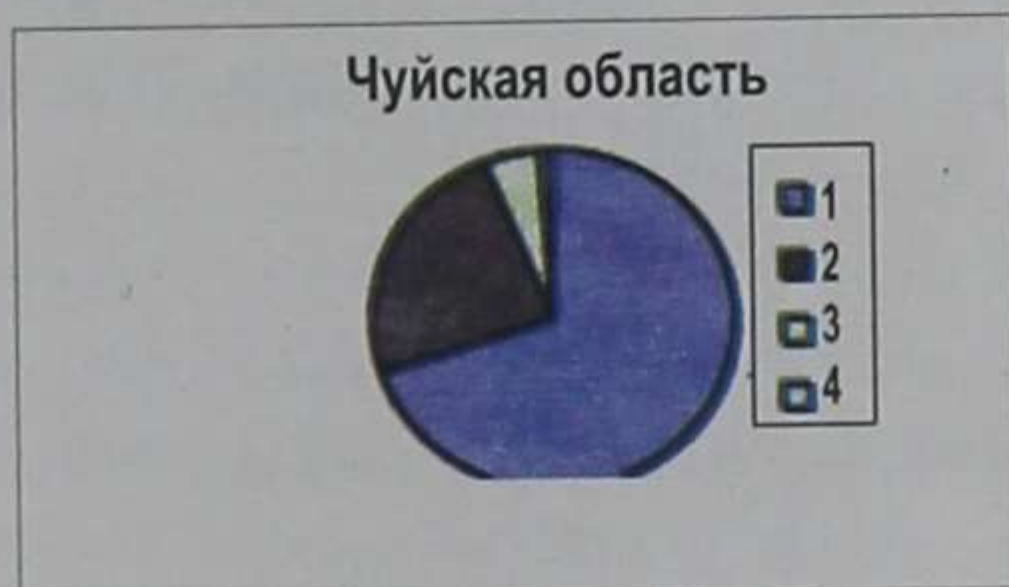
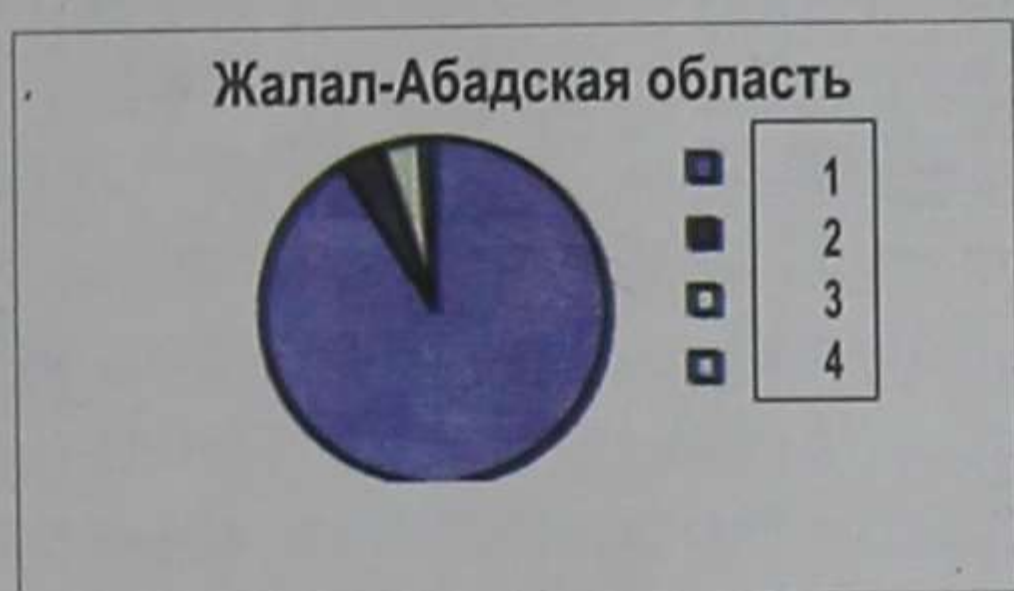
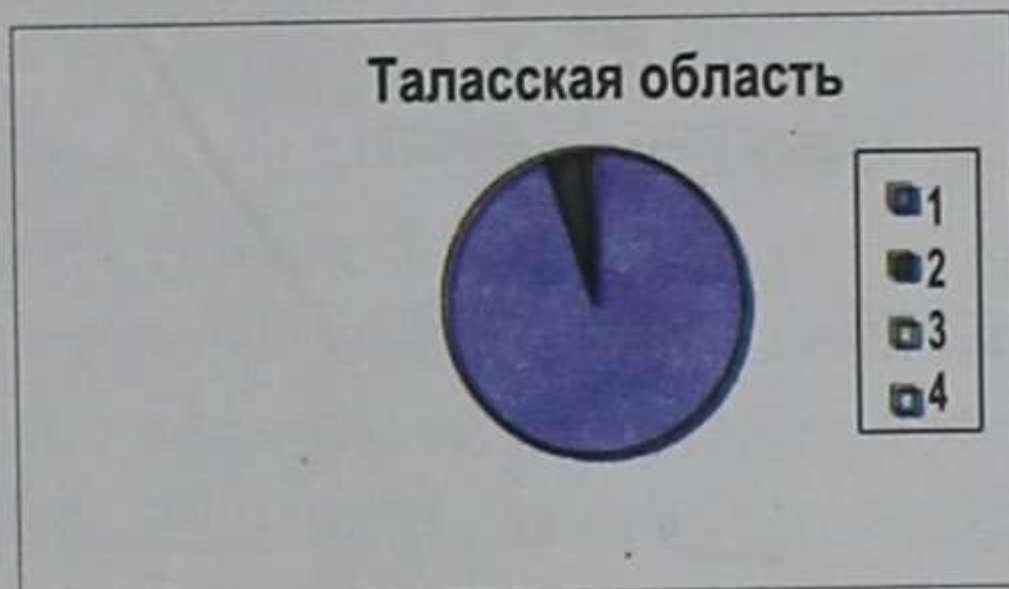


Рис 9. ДИАГРАММЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ПО ОБЛАСТЯМ (мЗв/год)

На восточном окончании Киргизского хребта Кызыл-Омпульский сиенитовый массив дает дозу свыше 5 мЗв/год.

Северная предгорная часть озера Иссык-Куль, сложенная современными четвертичными отложениями, и прибрежная зона, где сосредоточена основная часть населения, имеют мощность дозы до 2 мЗв/год.

В южной предгорной части мощность дозы такая же.

Наиболее низкая мощность дозы в прибрежной части на пляжах - до 1 мЗв/год (8-10 мкР/ч).

Вся зона компактного проживания Иссык-Кульской области в радиационном отношении является чистой.

Потенциально опасным техногенным загрязнителем является хвостохранилище рудника Каджисай на южном берегу озера.

Радиационную обстановку по областям характеризуют диаграммы (Рис.9).

3.2.10. Хвостохранилища и радиоактивные отвалы.

Существенный вклад в технологически измененный естественный радиационный фон вносят хвостохранилища радиоактивных отходов и горные отвалы, образованные при разведке и разработке месторождений радиоактивных элементов. Эта проблема является актуальной для бывшей уранодобывающей Кыргызской Республики, на территории которой в прошлом отработано несколько урановых месторождений.

3.2.11. Радиационная обстановка Иссык-Кульской котловины

Одним из главных богатств Кыргызской Республики является озеро Иссык-Куль. В последние годы тема радиационной обстановки в Иссык-Кульской котловине являлась объектом спекуляции некоторых деятелей от экологии и средств массовой информации. После последних ядерных испытаний на полигоне Лоб-Нор в июне 1996 года

были проведены радиометрические замеры на большинстве пляжей вокруг озера. Никакого повышения радиоактивности не установлено.

Иссык-Кульская область входит в состав биосферного резервата, в связи с чем радиационная обстановка в курортной зоне является объектом постоянного наблюдения. Почти ежегодно проводятся контрольные радиометрические замеры правительственными комиссиями (Министерство экологии и чрезвычайных ситуаций, Госгортехнадзор, Госагентство по геологии и минеральным ресурсам, Радиологический отдел Департамента санэпиднадзора). Проводятся замеры по побережью озера, на территории домов отдыха, санаториев. Результаты контроля публикуются в средствах массовой информации.

3.2.12. Потенциальные источники загрязнения

Несмотря на благоприятную в целом радиационную обстановку в Иссык-Кульской котловине, здесь имеются места потенциального загрязнения. Характерным примером является пос. Каджи-Сай. Как упоминалось, здесь находится отработанное урано-угольное месторождение и хвостохранилище радиоактивных отходов. В Иссык-Кульской области есть и радиоактивные горные отвалы, геохимическое влияние которых на окружающую среду не изучалось. Таким примером может служить Тамгинская группа урановых проявлений.

В кристаллических породах района развиты, в основном, трещинные, грунтовые и трещинно-жильные воды гидрокарбонатно-кальциевого и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевого состава с минерализацией 0,3 - 0,5 г/л.

Подземные воды Тамгинской группы содержат уран от 5×10^{-5} г/л до $1,3 \times 10^{-3}$ г/л и радон от 6×10^{-10} Ки/л до $2,2 \times 10^{-8}$ Ки/л. Воды с повышенными концентрациями урана (более 5×10^{-4} г/л), как показали результаты спектрального анализа, в своем составе содержат относительно повышенное содержание олова - до 0,05 мг/л. Максимальное содержание олова отмечено в штольневых водах, где концентрация урана достигает до $1,3 \times 10^{-3}$ г/л.

3.2.13. Участки с повышенным естественным радиационным фоном

Кроме хвостохранилищ и радиоактивных отвалов в Иссык-Кульской области имеются участки с повышенным естественным радиационным фоном.

При выборочном обследовании побережья у пос. Джениш и г. Каракол на участках пляжей была установлена радиоактивность до 80 мкР/ч. Были отобраны пробы песка, по которым проведен спектральный анализ на 24 элемента и анализ мономинеральной фракции флюорита.

В результате установлено, что повышение радиоактивности связано с естественным загрязнением тяжелой фракции (черные пески) радиоактивными минералами (торий-редкоземельный ортит и уран-торий-содержащий циркон), которые образуют устойчивые минеральные формы в процессе разрушения горных пород.

Западнее реки Чу расположен крупный сиенитовый массив, известный под названием гор Кызыл-Омпул, являющихся восточным окончанием Киргизского хребта. Этот массив имеет сложное геологическое строение и многофазное формирование. Восточнее его выделяется Ак-Оленский сиенитовый массив, представленный равномерно-среднезернистыми и мелкозернистыми красными и, реже, светло-серыми кварцевыми сиенитами и граносиенитами, для которых характерно наличие значительного количества (15-20% в породе) черного турмалина, образующего, так называемые, «турмалиновые солнца» до 1-3 см в поперечнике.

Ак-Оленские граносиениты и сиениты обладают гамма-активностью свыше 120 мкР/ч. Они не могут использоваться в качестве стройматериалов, несмотря на высокие декоративные качества.

Глава 4 . Охрана окружающей среды.

Охрана окружающей среды давно входит в так называемые «глобальные проблемы», затрагивающие как отдельные страны и регионы, так и мир в целом.

Благодаря достижениям науки и технического прогресса, человек получил в свои руки мощные орудия воздействия на природу, при которых ему удалось вовлечь в процесс производства почти всю приповерхностную оболочку планеты и выйти за ее пределы, в космос. Эти достижения позволяют людям вторгаться в такие области природы, как микро- и макромиры, влиять на тончайшие связи и механизмы в биосфере - области функционирования всего живого. Таким образом, по выражению основоположника учения о биосфере В.И. Вернадского, человечество стало «геологической силой», сравнимой с силами самой природы. По его же словам «Лик планеты - биосфера - химически резко меняется человеком сознательно и, главным образом, бессознательно».

Природа Кыргызской Республики, как высокогорная экологическая система, относится к системам особо уязвимым по природному и антропогенному воздействию. Из 199.9 тыс. кв. км общей площади республики по природно-климатическим условиям не более 30% пригодны для постоянного проживания и только около 20% относятся к зоне с комфортными и относительно комфортными условиями, в которых и проживает абсолютное большинство населения республики. Практически вся антропогенная нагрузка приходится на эти территории. Это обстоятельство, а также неразумная хозяйственная деятельность, явившаяся следствием ресурсно-затратной, административной экономики, серьезно ухудшили экологическое состояние республики в ряде ее районов, и по ряду индикаторов оно характеризуется кризисными явлениями, грозящими перерасти в необратимые процессы.

Неблагоприятную, в целом, экологическую обстановку в республике усугубляют экономические проблемы, провоцирующие население на интенсивное использование природных ресурсов

(вырубка лесов, браконьерство, экстенсивное использование пахотных земель, пренебрежение мелиоративными и другими мероприятиями). Все это, по принципу замкнутого круга, приводит к еще большему ухудшению экологической обстановки.

Что же такое природная среда, которая нас окружает? По законодательству, природная среда - объективная, существующая вне человека и независимо от его сознания реальность, служащая местом его обитания, условием и средством его существования. Неорганическая среда состоит из атмосферы, гидросферы и литосферы.

Атмосфера - наиболее динамичный компонент среды, по своей массе на 75,51% состоит из азота и на 23,15% из кислорода. На состояние биосферы влияют все слои атмосферы.

4.1. Проблема № 1 - Чистый воздух.

Одним из основных показателей экологического состояния окружающей среды является чистота атмосферного воздуха.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия энергетики, стройматериалов, коммунального хозяйства, горноперерабатывающей и перерабатывающей отраслей, частный сектор, а также автотранспорт.

Кыргызская Республика располагает крупными топливно-энергетическими ресурсами. В 1999 году доля в общем производстве электроэнергии составила 54,8%, в производстве нефтепродуктов - 38,9%, добыча угля - 6,3%. Структура топливно-энергетического комплекса, характеризующаяся ограниченным объемом добычи и переработки угля и нефти, преимущественной выработкой электроэнергии на гидроэлектростанциях и значительной долей использования природного газа на тепловых электростанциях, до сих пор сдерживала вредное воздействие энергетики на окружающую среду. В связи со спадом объемов производства в технологических отраслях народнохозяйственного комплекса, сократилось общее потребление органического топлива, при этом

выбросы вредных веществ в атмосферу сократились с 57,5 тыс. тонн в 1991 году до 12,3 тыс. тонн в 1999 году. С другой стороны, отсутствие в Кыргызстане достаточных запасов природного газа вынудило большинство частных домов вернуться к использованию твердого топлива местного происхождения, имеющего низкую калорийность и высокую зольность. Низкая эффективность очистки выбросов в атмосферу крупных ТЭЦ и их полное отсутствие в малых котельных и индивидуальном секторе сделало этот фактор приоритетным источником загрязнения воздуха.

За последнее десятилетие в Кыргызстане выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников уменьшились в 5,2 раза. Если ранее основным источником загрязнения атмосферного воздуха в республике, особенно в городах, были промышленные предприятия, то в настоящее время большинство из них простаивает или не работает на полную мощность. В то же время происходит быстрое увеличение количества автотранспорта, ставшего главным источником загрязнения окружающей среды. Хотя, по данным официальной статистики, выбросы от автотранспорта уменьшились в 1,8 раза, что связано с уменьшением доли транспорта занятого в промышленности, отмечается ежегодное увеличение интенсивности движения, например, только в городе Бишкеке в 1,4 раза. Процент вклада автотранспорта в общее загрязнение, начиная с 1985 года, колебался на уровне 70% (+2%), но, начиная с 1995 года, отмечается тенденция к увеличению, в среднем с 78,4 до 86,6% ориентировочно. На сегодня эксплуатируется свыше 285 тыс. единиц автотранспорта. Всего же автомобиль выбрасывает вместе с отработанными и картерными газами, испарениями топлива и смазочными маслами около 200 компонентов веществ с токсичными, канцерогенными, мутагенными, наркотическими и другими вредными для живого организма свойствами, такими как бенз(а)пирен. За последние годы резко возросло количество строящихся и действующих пунктов заправки автотранспорта, имеет место реализация бензина с передвижных АЗС на обочинах дорог. Повышенное содержание свинца,

тяжелых углеводородов в автомобильном топливе, превышающие допустимые значения в 2-5 раз отрицательно влияет на работу двигателей и ведет к загрязнению окружающей среды токсичными веществами.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах остается повышенным, так по городу Бишкек наблюдается высокая запыленность воздуха - $0,9 \text{ мг/м}^3$, что превышает ПДК (предельно-допустимая концентрация) в 6 раз, содержание диоксида азота составило $0,4 \text{ мг/м}^3$ (1,3 ПДК), оксид азота превышает ПДК в 1,7 раза, формальдегида - $0,021 \text{ мг/м}^3$, что составляет 7 ПДК. Средняя за год концентрация 3,4 бенз(а)пиреном в целом по городу составила $30,3 \text{ мг/м}^3$, что превышает допустимые нормы в 30 раз.

Анализ объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу показывает, что в Кыргызстане на долю основных примесей приходится около 98,2-99,4% всех выброшенных загрязняющих веществ, среди них наибольший удельный вес приходится на долю твердых веществ (сажа, зола, пыль), выбросы которых составляет до 44%, выбросы сернистого ангидрида составляют, в среднем, 28,2%, а оксида углерода - 11,9% всех учитываемых веществ. Среди основных загрязняющих веществ наименее значительны выбросы окислов азота - 7,7% валового объема выбросов, среди специфических веществ основное место занимают углеводороды и пыль цементного производства. Рис 10.

Одной из проблем связанных с атмосферой является разрушение озонового слоя Земли и «парниковый эффект». С 1980 по 1995 г.г. содержание озона над Кыргызстаном уменьшилось с 349 еД до 314 еД - изменение со скоростью 0,64% в год, отмечаются также локальные дыры (данные Семенова В.К., Токтомышева С.Ж.). Исследования ученых доказали, что современные концентрации углекислого газа, озона вызывают снижение урожаев: хлопка и соевых на 7%, люцерны на 30%, кукурузы - 1%.

Наличие CO_2 в атмосфере приводит к увеличению температуры приземного слоя тропосферы в результате задержки теплового излучения Земли. Углекислый газ, подобно стеклу, пропускает

видимый свет и задерживает тепловое излучение. Это явление называется «парниковым эффектом». В Кыргызстане «парниковый эффект» обусловленный ростом концентрации CO_2 на 7% за 10 лет, приведет к повышению приземной температуры воздуха на $0,28^\circ\text{C}$, что составляет 56% от общего фактического повышения (Каримов К.А., 1996 г). Среднегодовые температуры на Земле к концу XXI века поднимутся на $2,5-5,5^\circ\text{C}$.

Несмотря на снижение общего количества выбрасываемых загрязняющих веществ за период 1991-99 г.г, загрязнение атмосферы в Кыргызстане по-прежнему представляет собой экологическую опасность.

Таблица 13

Химия атмосферных смогов.

Токсический смог	
Необходимые Компоненты	SO_2 , дым, H_2O , $h\nu$
Пороговая концентрация, мг/м ³	0,5 1,2
	$\text{SO}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{OH}_2 \text{SO}_3$ $\text{H}_2 \text{SO}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{h\nu, \text{дым}} 2\text{SO}_3$ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
Фотохимический смог.	
Необходимые компоненты	C_nH_{2n} $\text{NO}_1, \text{NO}_2, \text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$ $\text{O}_3, h\nu, \text{дым}$ $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
Пороговая концентрация, мг/м ³	0,2 0,3 0,4 O_3
	$\text{NO}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{NO} + \text{O}$ $\text{O}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_3$
	$\left. \begin{array}{l} \text{C}_n\text{H}_{2n+2} \\ \text{C}_n\text{H}_{2n} \\ \text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} \end{array} \right\} + \text{O}_3 + \text{NO}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O}-\text{O}-\text{NO}_2 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$



Рис. 10. Схема образования кислотных дождей

Токсиканты атмосферы

Вещество	Токсичность ПДК, мг/м ³	Токсический эффект
CO	0,05	Образование карбоксигемоглобина, гемическая гипоксия.
SO ₂	0.05	Раздражение слизистых носа, горла, глаз, отек легких.
NO	0.06	Раздражение органов дыхания
NO ₂	0,04	Образование метгемоглобина
NH ₂	0,04	Раздражающее действие на органы дыхания
H ₂ S	0.008	Раздражение, удушье, нарушение тканевого дыхания
H-C=O H	0.003	Общетоксическое, аллергенное, канцерогенное действие
Pb	0.0003	Действие на кровь (эритроциты)
Hg	0.0003	Действие на центральную нервную систему через SH - группы белков

4.2. Проблема № 2 - Чистая вода.

Вода- это жизнь. Вода самый основной экологический фактор.

Кыргызстан богат запасами водных ресурсов, которые характеризуются следующими величинами: 51,2 км³ полного речного стока, 13 км³ потенциальных запасов подземных вод, 1745 км³ озерной воды и 650 км³ ледники, осадки оставляют 104 км³, валовое увлажнение территории - 73,1 км³, испарение - 52,8 км³.

В настоящее время на нужды городов и поселков городского типа расходуется > 230 млн. м³ воды, около 15%, которой теряется безвозвратно. На нужды сельского населения расходуется 55 млн. м³. Безвозвратный расход в сельской местности из-за малого количества канализационных систем может быть оценен в 80%, что составляет 44 млн. м³.

Около 90% водопроводов питаются водой из надежно защищенных подземных источников. Вместе с тем, из-за недостаточного финансирования и неудовлетворительной эксплуатации во-

допроводов, за последние годы отмечается прогрессирующее ухудшение их санитарно-технического состояния.

С 1991 года практически не ведется новое строительство. В результате 236 водозаборных сооружений и зон санитарной охраны не отвечает санитарным нормам и правилам, 242 обеззараживающие установки по различным причинам не функционируют. непригодны для дальнейшей эксплуатации 160 из 290 скважин Бишкекского горводопровода, не работают 13 водопроводов в Нарынской области, более 20 в Ошской области. 90% сельских водопроводов в Чуйской области также содержатся неудовлетворительно. Аналогичное положение в водопроводах других областей и городов Ош, Жалал-Абада, Кызыл-Кия, Майлуу-Суу.

Кыргызская Республика использует до 20-23 % от имеющихся запасов. Главным потребителем воды является орошаемое земледелие. На орошение расходуется более 21% стока рек Кыргызстана. Значительная часть забираемых вод теряется при использовании. Причиной этому является плохое техническое состояние ирригационных и водораспределительных систем, износ оборудования, применение несовершенных методов полива, отсутствие водосберегающих технологий и бессточных систем водоснабжения.

Главная причина возникновения водно-экологических проблем - антропогенные факторы как объективные, вызванные, прежде всего, развитием орошения, так и субъективные, обусловленные нерациональным использованием водных и земельных ресурсов.

Водно-экологические проблемы, в конечном счете, находят свое отражение в ухудшении здоровья населения, которое нередко использует загрязненную воду для питьевых целей, в деградации водных и земельных ресурсов, биоты водных и наземных экосистем. Рис 11.



Рис 11. Как происходит загрязнение мирового океана

Токсиканты гидросферы

Элемент	Обычное хим. состояние	Токсичность ПДК, мг/л	Токсический эффект
Медь	Cu^{+2}	Низкая, 1,0	Нарушение деятельности печени
Железо	Fe^{2+} Fe^{3+}	Низкая, 0,3	Повышение восприимчивости к инфекции
Хром	CrO_4^{2+}	Низкая, 0,05	Возможный канцероген
Мышьяк	AsO_2^-	Низкая, 0,05	Почечная недостаточность, умственные расстройства
Кадмий	Cd^{2+}	Низкая, 0,01	Гипертония, заболевания почек, уменьшение гемоглобина в крови
Свинец	Pb^{2+}	Низкая, 0,05	Анемия, почечная недостаточность, умственная отсталость, судороги
Ртуть	Hg^{2+} Hg_2^{2+}	Низкая, 0,002	Нервные расстройства, паралич, сумасшествие, слепота.
Селен	SeO_3^{2-} SeO_4^{2-}	Низкая, 0,01	Нарушение деятельности печени

В Кыргызстане присутствует весь спектр водно-экологических проблем по их остроте. Если в горных условиях они носят, в основном, напряженный и конфликтный характер, то на равнине нередко встречаются кризисные и даже катастрофические ситуации.

По данным Государственного предприятия по гидрометеорологии, наиболее загрязненными реками являются Ак-Буура, Каракол, Аламедин, Жазы, Майлуу-Суу, Исфайрам-Сай, Тюп, Чу. На химический состав этих рек существенное влияние оказывают загрязненные сточные воды, промышленных и сельскохозяйственных объектов, сбросные воды с орошаемых полей, насыщенные продуктами распада минеральных удобрений и ядохимикатов, а также хозяйственная деятельность людей.

Централизованные системы канализации с очистными сооружениями имеют только 56% общего числа городов, поселков городского типа и райцентров.

Многочисленные отвалы и хвостохранилища отходов горнодобывающих предприятий, где утилизированы радиоактивные

вещества, соли тяжелых металлов, цианосодержащие вещества, вызывают серьезные опасения. Они находятся в межгорных впадинах и ложбинах, конусах выноса и поймах рек. С активизацией в последнее время техногенных и природных катастрофических явлений, угроза загрязнения поверхностных и подземных вод возрастает.

Таким образом, увеличение объемов сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, неудовлетворительное хранение, обработка, утилизация промышленных и бытовых отходов, низкая культура сельскохозяйственного производства, привели к локальным загрязнением открытых водоемов и подземных вод республики.

С целью регулирования стока транснациональных рек Чу, Талас, Нарын, Ак-Буура, Карадарья в интересах ирригации на территории республики построены более 10 крупных водохранилищ.

В целях решения проблем, существующих в водном секторе, необходимо осуществление комплекса мер:

- по сокращению загрязненных сточных вод в водные объекты,
- обеспечению строгого соблюдения регламентированных режимов водоохраных зон и прибрежных полос,
- упорядочению сбросов коллекторно-дренажных вод и разработке методов обработки и утилизации сельскохозяйственных стоков,
- снижению удельного водопотребления в сельском хозяйстве и промышленном производстве за счет реконструкции оросительных систем,
- внедрения прогрессивных технологий полива и оборотного водоснабжения,
- по внедрению автоматизированных систем управления водными ресурсами.

4.3. Проблема № 3 - Твердые отходы.

Современное крупномасштабное техногенное воздействие на окружающую среду горных территорий республики в процессах

добычи и переработки полезных ископаемых и освоения гидро-энергетических ресурсов стало одной из причин ряда опасных геологических процессов и явлений. К таковым можно отнести повышенную сейсмичность в районах высокогорных водохранилищ, массовую активизацию оползневых процессов и селевых явлений в малых городах республики (Майлу-Суу, Сулюкта, Кок-Жангак, Таш-Кумыр, Кызыл-Кия).

Отмеченные процессы и явления, стимулированные интенсивной и нерациональной хозяйственной деятельностью, нередко осуществляющейся без учета специфики легкоранимых горных экосистем, оказывают ощутимое экологическое влияние на атмосферу, гидросферу, биосферу и, в целом, на всю окружающую среду и жизнь общества. Об этом свидетельствует сложная экологическая и социально-экономическая ситуация, сложившаяся в малых городах и поселках Майлуу-Суу, Сумсар, Шекафтар, Хайдаркан, Кадамжай.

В комплексе экологических проблем как доставшихся по «наследству» от советской горнорудной и металлургической промышленности, так и «приобретенных» в последние годы после развала СССР, на первое место выдвигается проблема безопасного хранения большого количества отходов горного производства.

В результате всех видов деятельности, связанных с разработкой полезных ископаемых (разведка, добыча, переработка и др.), на земную поверхность выносятся огромное количество горных пород, значительная часть которых в виде отходов остается в районах разработок. Например, при добыче 1 т руды цветных металлов образуется 100÷150 т отходов и при ее переработке - 50÷60 т; при добыче 1 т руды благородных и радиоактивных металлов образуется 5÷10 тыс. т отходов и при ее переработке дополнительно 10÷100 тыс. т. Следовательно, одна из экологических особенностей горнопромышленного комплекса состоит в том, что в биосферу зводится значительное количество соединений, многие из которых являются экотоксикантами и оказывают негативное воздействие на состояние природной среды.

В настоящее время на территории республики в 49 хвостохранилищах и шламонакопителях заскладировано около 75 млн. куб. м. отходов, а общее количество отходов горнодобывающей промышленности расположено в более, чем 130 объектах, составляет 620 млн. куб. м, которые, в зависимости от вида перерабатываемых руд, содержат радионуклиды, вредные для здоровья соли тяжелых металлов (кадмий, свинец, цинк), а также токсичные вещества, используемые в качестве реагентов при переработке и обогащении руд. К числу последних относятся цианиды, кислоты, силикаты, нитраты, сульфаты и т.п.

Занимая значительные площади (более 754 га), хвостохранилища оказывают отрицательное влияние на окружающую среду как на стадии эксплуатации, так и после консервации.

Радиоактивное загрязнение на территории республики явилось следствием производственной деятельности горнодобывающих и рудоперерабатывающих предприятий урановой промышленности, ведущейся с конца 40-х годов. В результате этой деятельности общая площадь территорий, подвергшихся в той или иной степени радиоактивному загрязнению составляет около 6 тыс. га, на которой находятся 145 млн. т радиоактивных отходов.

В наиболее неблагоприятном состоянии находится группа законсервированных хвостохранилищ в районе п. Майлуу-Суу, где расположено 23 хвостохранилища (общим объемом 1960 тыс. куб. м.) и 13 горных отвалов вскрышных пород и забалансовых руд (объемом 755 тыс. куб. м). Все хвостохранилища расположены вдоль реки и центральной дороги. Из них непосредственно в черте города находятся 14 хвостохранилищ и 12 отвалов.

Угроза экологической катастрофы в п. Майлуу-Суу и на прилегающей территории усугубляется возможностью разрушения хвостохранилищ и отвалов вследствие активизации оползневых процессов и высокой сейсмичности района. Часть хвостохранилищ находится в пойме р. Майлуу-Суу и размывается ее водами. Размеры возможных экокатастроф огромны, с охватом территорий Узбекистана, Таджикистана и бассейна Аральского моря.

В районе п. Шекафтар расположено 8 отвалов радиоактивных забалансовых руд и вскрышных пород объемом 0,682 млн.м³. Часть отвалов расположена в жилой зоне поселка, но особое опасение вызывают отвалы, размываемые рекой Сумсар, воды которой также попадают в реку Сырдарью.

На территории и в ближайших окрестностях п. Сумсар производилась разработка полиметаллических руд. Непосредственно у поселка намыты три хвостохранилища общим объемом около 4,5 млн.т. Все это создает угрозу для населения поселка Сумсар и сел, расположенных в пойме р. Сумсар ниже по течению. Содержание кадмия в водах реки превышает ПДК в 320 раз. Необходимо отметить, что р. Сумсар впадает в р. Сырдарья, загрязняя территории, прилегающие к Кыргызстану.

Серьезную озабоченность вызывает состояние мест захоронений хвостов и демонтированного оборудования завода по первичной переработке урановых руд в районе п. Каджи-Сай, расположенного вблизи оз. Иссык-Куль. Участились случаи раскопок цветных металлов. В результате нарушения поверхностного защитного слоя хвостохранилища гамма-фон повысился и составляет 80-440 мкР/час. Ложе хвостохранилища не экранировано, поэтому не исключена возможность фильтрации загрязненных вод в почву. Необходимы срочные меры по предотвращению радиоактивного заражения акватории озера.

В районе п. Мин-Куш расположено 4 законсервированных хвостохранилища уранового производства. Особое опасение вызывает одно из них «Туюк-Суу» расположенное в пойме одноименной реки, объем хвостохранилища – 450 тыс.м³. Имеются предложения о переносе его в хвостохранилища «Д» и «К», которые заполнены на 10% и их надежность не вызывает сомнений.

Хайдарканским ртутным комбинатом не решены вопросы очистки и нейтрализации промстоков с обогатительной фабрики и металлургических заводов, что ведет к дальнейшему загрязнению территории промплощадок и жилых поселков ртутью и сурьмой.

Экологически неблагоприятную обстановку создают хранилища бытовых отходов. В настоящее время в республике (по данным Кыргызжилкоммунсоюза) имеются 52 полигона отходов общей площадью 210 га, на которых вывозится более 1.2 млн. куб. м отходов (не считая отходов по г. Бишкек), переработка которых практически отсутствует.

В республике насчитывается более 50 объектов, использующих в производстве сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ), из них 18 промышленных объектов отнесены к разряду химически опасных, в пределах которых проживает население, а так же расположение хозяйственных субъектов сопряжено с риском поражения в случае аварии на объектах. Особенно сложная химическая обстановка может сложиться в результате аварий на Кара-Балтинском, Кыргызском (пгт. Орловка) горнометаллургических комбинатах, горно-обогачительных фабриках и других крупных объектах, использующих СДЯВ.

Наряду с хвостохранилищами, на территории республики накоплено огромное количество отвалов механически раздробленных горных пород и некондиционных руд, в разной степени подверженных перемещению ветром, водой и гравитационными силами. Общий объем отвалов предприятий уранового производства составляет 1269 тыс. куб. м, занимаемая площадь - 230.4 тыс. м², мощность экспозиционной дозы гамма-излучения колеблется от 30 до 350 мкР/час. Объем отвалов предприятий цветной и угольной промышленности составляет 534 млн. куб. м, площадь - 14170 тыс. м². В этих отвалах захоронены такие загрязняющие вещества, как ртуть, сурьма, флюорит, свинец, мышьяк, цианиды, соли тяжелых металлов. Многие отвалы не рекультивированы.

Общая площадь территорий, подлежащих реабилитации, составляет 1200 га (промплощадки, шламохранилища, отвалы).

Таковы вкратце основные проблемы, связанные с загрязнением биосферы - среды обитания человека. Решение этих проблем требует адекватных мер и разработку региональной экологической политики.

4.4. Проблема № 4 - Экология и здоровье.

Каков образ жизни, каковы экологические условия - таково и здоровье. Это мы должны иметь в виду при перестройке всего жизненного уклада нашего народа и его оздоровления.

Здоровье прямо зависит от решения этой важнейшей государственной задачи, которое невозможно без крупных капитальных вложений в научные исследования и четкой организации системного подхода к делу охраны природы на основе уже известных данных науки.

На сохранение общечеловеческого дома и человека в нем направлены исследования науки, возникшей в последние десятилетия, - экологии.

Согласно данным исследований медиков, экологов, социологов, в нашей стране и за рубежом, здоровье обусловлено более чем на 50% образом жизни, на 20% - экологическими условиями, 20% - наследственностью. Лишь на 10% оно зависит от здравоохранения и его служб.

Нарастающие масштабы загрязнения окружающей среды вызывают обоснованную тревогу общественности Кыргызстана. Такие города республики, как Бишкек, Ош, среди других городов страны, характеризуются высоким уровнем загрязнения воздуха. В зоне их интенсивного загрязнения заболеваемость органов дыхания, сердечно-сосудистой системы среди населения, в том числе и детей, в три раза выше, чем в других районах. В последние годы в республике, а так же в ее столице делается много по решению экологических проблем. Принята экологическая программа города Бишкека. Она предусматривает совершенствование методов контроля за загрязнением воздушной среды, почвы, грунтовых и поверхностных вод, пищевых продуктов, углубленное изучение влияния сложившихся экологических условий на состояние здоровья. За черту города вынесен аэропорт, из жилой застройки убраны асфальтобетонный завод, нефтебаза, убойный цех мясокомбината, автобаза и некоторые другие объекты. И все же

сегодня еще 65 промышленных предприятий и организаций загрязняют атмосферный воздух столицы. Принимаемые меры слишком медленно и незначительно сокращают загрязнение окружающей среды.

Химизация сельского хозяйства породила проблему загрязнения не только почв, но, что особенно опасно - поражения сельскохозяйственных продуктов питания пестицидами и нитратами.

Проведенное углубленное медицинское обследование 888 детей в зонах применения пестицидов показало, что у детей, проживающих в этом районе, чаще встречались заболевания органов дыхания воспалительного и аллергического генеза. У них также были снижены показатели специфических и неспецифических факторов защиты, наибольший риск патологического воздействия пестицидов установлен для детей старшей возрастной группы (9-14 лет), привлекаемых к сельхозработам.

По результатам исследований запрещено привлечение учащихся к вспомогательным сельскохозяйственным работам на полях с интенсивной химической обработкой. Проведены дополнительные токсикологические исследования продуктов питания, питьевой воды, а также организовано диспансерное наблюдение за детьми, проживающими в зоне интенсивного использования пестицидов. Полученные данные положены в основу планирования мероприятий по оздоровлению детей в сельской местности.

Исследования состояния здоровья женщин-работниц основных производственных цехов текстильных предприятий показали высокую распространенность аллергических заболеваний - от 29,8 до 42,3%, в структуре которых преобладают аллергодерматозы и респираторные аллергии. Обследование детей этих работниц выявило среди них более высокую распространенность среди них аллергических заболеваний.

Изменение иммунного статуса ребенка, провоцируемого различными факторами внешней среды, являются фоном и предпосылкой для развития хронической патологии. Респираторные аллергии занимают в педиатрической практике значительное мес-

то. Изучение и анализ аллергических анамнезов, а также роста бронхолегочных заболеваний по городу Бишкеку на базе 3 детской клинической больницы показало, что до 40% детей с легочной патологией подвержены аллергии. Из 350 пациентов аллергия встречается у 142, на долю пищевой приходится 62 случая, лекарственной - 76, бытовой - 4. При этом необходимо отметить, что у детей, проживающих в старой части города, частота и тяжесть патологии превалирует над таковой у жителей новых микрорайонов.

Сложный комплекс природных условий Кыргызстана (высокогорье, жаркий климат), специфика производственной занятости (животноводство, хлопководство, табаководство, промышленность), высокий удельный вес многодетных семей (35%), высокая рождаемость (32,6) и плотность родов (рождение детей происходит через 1-1,5 года в 40%), особенности семейного уклада, местные традиции - все это определяет приоритетные направления медицинских исследований в республике и деятельность органов практического здравоохранения.

Человечество годами и десятилетиями, не ожидая «милостей от природы», бездумно брало у нее все, что можно было взять. В итоге, человек в полной мере испытывает на себе «мечь» природы.

Общеизвестны отрицательные последствия производственной и иной деятельности человека: это высохшие водоемы и вырубленные леса, Чернобыль, города из «Черной книги», исчезающие виды животных и растений. Нитраты, обнаруживающиеся не только в овощах, но и в водоемах, воздухе и нашем быту - губительная химия поразила даже молоко кормящей матери.

Часть 2

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ СОЕДИНЕНИЙ В МЕДИЦИНЕ.

«Медик без довольного познания химии совершенен быть не может»

М.В. Ломоносов.

Глава 1. Биологическая роль S – элементов и применение их соединений в медицине.

1.1. Общая характеристика S-элементов.

К элементам S-блока относятся элементы IA и IIA групп ПСЭ Д. И. Менделеева, а также водород и гелий. Элементы IA группы – литий, натрий, калий, рубидий, цезий, франций – щелочные металлы.

У атомов этих элементов на внешнем энергетическом уровне имеется по одному S-электрону, находящемуся на сравнительно большом удалении от ядра (кроме лития), поэтому они его легко теряют, превращаясь в однозарядные положительные ионы. Эти ионы имеют устойчивую электронную структуру соответствующего благородного газа. Характерная степень окисления для них в соединениях равна $1+$. Атомы элементов IA группы характеризуются низкой энергией ионизации, которая от лития к францию уменьшается, в связи с увеличением числа энергетических уровней и удаленностью от ядра валентных электронов.

Во втором снаружи электронном уровне у атомов щелочных металлов содержится по восемь электронов, за исключением лития (у него два электрона). В связи с малым размером иона Li^+ он способен образовывать комплексные соединения. Координационное число лития в соединениях, в отличие от остальных эле-

ментов второго периода, больше 4-х. Для всех щелочных металлов наиболее характерно образование соединений с ионной связью. Но, поскольку ион лития обладает высокой энергией сольватации, для литийорганических соединений характерна ковалентная связь. Незначительное поляризующее действие ионов Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , Fr^+ (малый заряд, большие размеры, устойчивость электронной структуры) объясняет невозможность образования ими комплексных соединений. Их аквакомплексы мало устойчивы, кристаллогидраты почти неизвестны (табл. 16).

В состав IА группы входят бериллий, магний, кальций, стронций, барий и радий. На наружном электронном слое атомы этих элементов имеют по два *s*-электрона, которые сравнительно легко отдают, превращаясь в положительные двухзарядные ионы. По своей химической активности эти элементы уступают только щелочным металлам. Степень окисления во всех устойчивых соединениях у них равна 2+. Второй снаружи электронный слой атомов содержит по восемь электронов, кроме бериллия – у него их два.

Таблица 16

Некоторые свойства элементов IА группы.

Строение и свойства	<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Rb</i>	<i>Cs</i>	<i>Fr</i>
Строение внешнего электронного слоя	$[\text{He}]2s^1$	$[\text{Ne}]3s^1$	$[\text{Ar}]4s^1$	$[\text{Kr}]5s^1$	$[\text{Xe}]6s^1$	$[\text{Rn}]7s^1$
Радиус атома, нм	0,155	0,189	0,236	0,248	0,268	0,280
Энергия ионизации Э – Э ⁺ , ЭВ	5,39	5,14	4,34	4,18	3,89	
Радиус иона Э ⁺ , нм	0,068	0,098	0,133	0,149	0,165	0,178
Стандартная энтальпия атомизации металла при 25°C, кДж/моль атомов	150,8	91,7	90,3	82,0	78,1	
Температура кипения, °С	1350	883	776	705	690	620
Температура плавления, °С	179	97,8	63,55	38,8	28,5	около 20

Поэтому в сравнении с другими элементами группы атом и ион бериллия очень малы, его атом обладает более высокими энергиями ионизации (Таблица 17). Связь атомов бериллия с атомами других элементов скорее ковалентная, чем ионная. По многим своим свойствам бериллий в значительной степени сходен с алюминием, находящимся в третьем периоде. Это явление носит название диагонального сходства. Бериллий в обычных условиях простых ионов не образует; для него характерны комплексные ионы как катионного, так и анионного типа. Координационное число равно 4 — $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$.

Увеличение радиусов атома и иона у магния уменьшает у него способность к образованию ковалентных связей (интерметаллические соединения) и увеличивает способность к образованию соединений ионного типа (MgCl_2).

Кальций, стронций, барий и радий являются полными электронными аналогами и имеют большие радиусы атомов и низкие энергии ионизации, очень легко теряют валентные S-электроны, образуют простые ионы Э^{2+} , размеры которых также велики. Последние обладают слабой поляризационной способностью. Комплексные ионы этих элементов неустойчивы. В отличие от элементов IA группы, структура кристаллических решеток элементов IIA группы неодинакова, поэтому физические их свойства изменяются немонотонно (табл. 16).

Таблица 17

Некоторые свойства элементов IIA группы

Строение и свойства	<i>Be</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca</i>	<i>Sr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ra</i>
Строение внешнего электронного слоя	$[\text{He}]2\text{S}^2$	$[\text{Ne}]3\text{S}^2$	$[\text{Ar}]4\text{S}^2$	$[\text{Kr}]5\text{S}^2$	$[\text{Xe}]6\text{S}^2$	$[\text{Rn}]7\text{S}^2$
Радиус атома, нм	0,113	0,160	0,197	0,215	0,221	0,235
Энергия ионизации						
Э — Э ⁺ , ЭВ	9,32	7,65	6,11	5,69	5,21	5,28
Э ⁺ — Э ²⁺ , ЭВ	18,21	15,03	11,87	11,03	10,00	10,15
Радиус иона Э ⁺ , нм	0,034	0,074	0,104	0,120	0,138	0,144
Стандартная энтальпия атомизации металла кДж/моль	320,5	150,2	192,5	164,0	175,7	130

Температура кипения, °С	2970	1107	1480	1380	1640	1140
Температура плавления, °С	1285	651	350	770	710	960

Примечание: физико-химические свойства простых веществ, важнейших соединений элементов IA и IIA групп, водорода, гелия подробно изложены в рекомендуемой литературе по общей и неорганической химии. Аналитические реакции на ионы, образованные S-элементами, сведения о применении и использовании важнейших соединений S-элементов изложены в практике К. А. Селезнева «Аналитическая химия», М., 1963, 1966 г, в учебнике Н. Л. Глинка «Общая химия», «Химия», 1983 г.

1.2. Биологическая роль элементов I A группы и применение их соединений в медицине.

Литий (Li) содержится в растительных организмах (бурые и красные водоросли, табак, лютик). Из почвы его извлекают свекла и табак. Он входит в состав стимуляторов роста и инсектицидов, служит микроудобрением. В животных организмах содержание лития составляет $1 \cdot 10^{-4}\%$ (масс). Он концентрируется в печени и легких, особенно много его в мышцах. Для человека соли лития в больших концентрациях опасны, а пылевые частицы, содержащие его соединения, при вдыхании могут стать причиной образования злокачественных опухолей.

Недостаток лития в организме человека способствует заболеваемости маниакально-депрессивными психозами, шизофренией и другими психическими заболеваниями. Существует обратная корреляция между этими болезнями и его содержанием в питьевой воде. Объясняется это тем, что литий регулирует активность ряда ферментов, которые участвуют в переносе в клетки мозга из межклеточной жидкости ионов натрия и калия. Ионы лития также выравнивают ионный (натриево-калие-

вый) баланс клетки, что является положительным фактором, так как избыток натрия в клетках вызывает депрессию, а недостаток — маниакальный синдром. Соли лития в медицине используются для лечения болезней, связанных с отложением солей мочевой кислоты, так как они (кроме фторида, карбоната и фосфата) хорошо растворимы и способствуют рассасыванию отложений, но необходимо соблюдать строгую дозировку, ибо они могут оказать и токсическое действие. Литий входит в состав уродана, витамина А, препаратов для лечения нервных заболеваний, шизофрении.

Растворы литиевых солей галогенводородных кислот, кроме LiF , способны поглощать из воздуха аммиак, амины и другие примеси и, кроме того, при изменении температуры — пары воды. Это свойство позволило применить LiCl и LiBr в установках для кондиционирования воздуха.

Натрий (Na) содержится в плазме крови, лимфе, пищеварительных соках. Его общее содержание в организме человека составляет 0,25% (масс.). Суточная потребность человека в натрии 4 — 7 г. В организме человека натрий содержится в виде растворимых солей — хлорида, фосфата и бикарбоната. В крови человека ионы Na^+ составляют 0,32%, в костях — 0,6%, в мышечной ткани — 0,6 — 1,5%. Натрий — важнейший катион внеклеточного пространства, он ответственен за поддержание на необходимом уровне осмотического давления внеклеточной жидкости в организме. В кровяных клетках и тканях организма содержатся высокие концентрации ионов калия и низкие — ионов натрия, тогда как в омывающих эти клетки и ткани жидкостях отмечается обратная ситуация. Поэтому в организме Na^+ диффундирует преимущественно внутрь клеток, а калий — наружу. Этот механизм носит название натриево-калиевого-ионного или просто натриевого насоса. Даже незначительный дефицит натрия приводит к изменению осмотического давления и объема внеклеточной жидкости и не восполняется никакими другими катионами.

Таким образом, натрий регулирует объем жидкости во внеклеточном пространстве. Увеличение его концентрации во внекле-

точной жидкости приводит к выводу воды из клеток, а уменьшение осмолярности внеклеточной жидкости – к перемещению воды в клетки. Ионы Na^+ и K^+ задерживаются почками. Они выводятся из организма с мочой в виде солей фосфорной, серной и органических кислот (мочевой и молочной). Натриевая соль мочевой кислоты малорастворима и откладывается в хрящевых тканях, тем самым вызывая подагру.

Хлорид натрия (Natrii chloridum) известен с давних времен как вещество, необходимое в рационе человека и животных. В организм человека натрий, как и калий, попадает с растительной пищей. Хотя распространенность этих элементов в земной коре почти одинакова, растения содержат калия примерно в 10 раз больше, чем натрия. Из-за дефицита натрия в растительной пище поваренная соль является необходимой частью питания. Полное исключение NaCl из рациона может привести к гибели организма, а его избыток – расстройству деятельности почек и гипертензии.

Большое количество натрия в виде NaCl выводится с потом. При больших потерях солей (например, при работе в горячем цехе, в жаркой сухой местности) необходимо пить подсоленную воду для восстановления солевого равновесия в организме.

В медицине широко используется 0,85% раствор NaCl – физиологический раствор, который изотоничен крови. Хлорид натрия входит в состав кровезаменителей для обеспечения изотоничности инъекционных растворов. Его применяют при больших потерях жидкости организмом. Растворы более высокой концентрации (3%, 5% и 10%) применяются наружно при воспалительных процессах.

Натрия бромид (Natrii bromidum) NaBr способствует восстановлению равновесия между процессами возбуждения и торможения при нарушении их соотношений, то есть регулирует деятельность нервной системы.

Натрия йодид (Natrii iodidum) NaI принимается внутрь при нарушении работы щитовидной железы для восстановления недостатка йода в организме.

Натрия гидрокарбонат (Natrii hydrocarbonas) NaHCO_3 служит для нейтрализации повышенной кислотности желудочного сока, является буферной солью, поддерживающей кислотно-основное состояние в жидкостях организма человека и при переносе CO_2 . Вводится в состав кровезамещающих растворов, ряда лекарств для регуляции рН. Применяется также для полосканий, промываний, ингаляции (0,5 – 2% растворы).

Глауберова соль (Natrii sulfas) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ используется при лечении желудочных заболеваний.

Натрия нитрат (Natrii nitris) NaNO_3 применяется как сосудорасширяющее средство при стенокардии, а также как противоядие при отравлениях цианидами.

Кроме того, натрий входит в состав целого ряда органических лекарственных препаратов (барбитал – натрий, кофеин – бензоат натрия, натрия салицилат, натрия бензоат и др.).

Оксид Na – основной оксид, бурно реагирует с H_2O_2 — $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{NaOH}$ Na_2O_2 – своеобразная соль, H_2O_2 – сильнейший окислитель (многие органические вещества при соприкосновении с ним воспламеняются). На реакции $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ основано применение пероксида натрия для очистки воздуха на подводных лодках, для регенерации воздуха в закрытых помещениях. Na_2O_2 применяется, кроме того, для отбеливания тканей, волос. Изотоп ^{24}Na с периодом полураспада около 15 часов применяют для диагностики и лечения некоторых форм лейкемии.

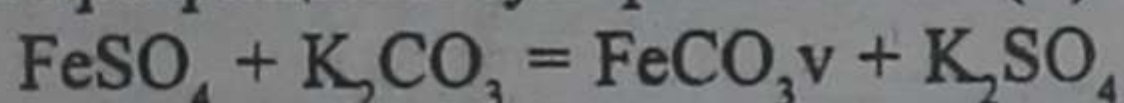
Калий (К) содержится во всех тканях организма человека. Соли калия находятся в организме в виде растворимых соединений. В организм он поступает, главным образом, с растительной пищей. Суточная потребность в нем взрослого человека в среднем составляет 2 – 3 мг/кг, детей – 12 – 13 мг/кг. В больших количествах калий для высших животных ядовит. Смертельная доза для взрослого человека 80 г KCl . Установлено, что соли калия не могут быть заменены в организме человека никакими другими солями. В основном он содержится в крови и протоплазме клеток, а также

в печени и селезенке. Соли калия быстро всасываются при попадании в желудок и относительно быстро выделяются почками.

Калий – внутриклеточный ион. Большая его часть (98%) находится внутри клеток в виде непрочных соединений с белками, углеводами, креатинином и фосфором. Взаимодействие этих ионов играет важную роль в поддержании жизнедеятельности клеток. Шок при тяжелых ожогах обусловлен потерей ионов калия из клеток. Ионы Na^+ и K^+ ответственны за поддержание постоянного осмотического давления по обеим сторонам клеточных мембран. Кроме того, от них зависит чувствительность нервов и состояние мышц. Сердечная мышца реагирует на повышение его содержания уменьшением возбудимости и проводимости. Определенная концентрация калия в крови необходима для нормальной работы сердца. Он участвует также в процессе проведения нервных импульсов, в регулировании деятельности ферментов. Его недостаток сказывается на разных системах и органах, а также на обмене веществ.

Из солей калия наибольшее значение для медицины имеют следующие соединения.

Карбонат калия (поташ) K_2CO_3 применяется как составная часть пилюль Бло для превращения сульфата железа (II) в карбонат:



Калия хлорид (Kalii chloridum) KCl применяется при аритмии и тахикардии, при тяжелых интоксикациях, угрожающих жизни больного или при упорной рвоте – внутривенно 0,4 – 0,5 % раствор в 5% растворе глюкозы.

Кислый виннокислый калий $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – белый кристаллический порошок, растворим в горячей воде. Назначают в микстурах и порошках как легкое слабительное.

Калия бромид (Kalii bromidum) KBr способен концентрировать и усиливать процессы торможения в коре головного мозга. Применяется для лечения нервных заболеваний.

Калия йодид (Kalii iodidum) KI применяется при гипертиреозе, эндемическом зобе, воспалительных заболеваниях дыхательных

путей, глазных заболеваниях, бронхиальной астме. Как вспомогательное средство KI назначают больным сифилисом.

Калия ацетат (Kalii acetat) CH_3COOK – кристаллический порошок белого цвета, легко расплывается на воздухе, является мочегонным средством, хорошо действует при сердечных и почечных отеках.

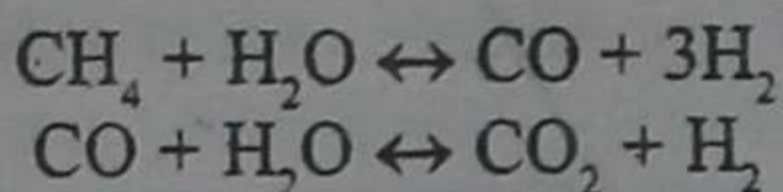
Калия перманганат (Kalii permanganas), $KMnO_4$ широко применяется в медицине как антисептическое средство.

1.2.1. Водород и его соединения.

Водород (H) занимает особое место в периодической системе элементов. Его атом обладает одним электроном на единственном энергетическом уровне и подобен атому щелочных металлов, в то же время, предшествуя атому инертного газа гелия, он сходен с галогенами. Ионизационный потенциал водорода гораздо ближе к значениям ионизационных потенциалов галогенов. Водород может образовывать и отрицательный ион при образовании гидридов с активными металлами (NaH). Водород открыт Парацельсом. Свойства и отличия от других газов изучены в 1776 г. Г. Кавендишем. Название водороду дано в 1783 г. А.Л. Лавуазье, исходя из того, что вода есть химическое соединение водорода с кислородом, т.е. водород – газ «воду рождающий».

При нормальных условиях один литр водорода весит 0,09 г. Имеется 4 изотопа с массовым числом 1, 2, 3 и 4. Тяжелый изотоп называется дейтерием и обозначается Д, тритий 3H и 4H – радиоактивные изотопы. Обычная форма существования водорода в свободном состоянии – двухатомная молекула. В форме соединений водород является одним из наиболее распространенных элементов во вселенной и составляет около 1% массы земной коры.

Водород составляет примерно половину массы Солнца и большинства звезд. Известны его соединения со всеми элементами, кроме инертных газов. В промышленности водород получают из природного газа:



Также его получают электролизом воды в лабораторных условиях взаимодействием цинка с соляной кислотой. Водород - бесцветный газ, не имеющий запаха, самый легкий из всех газов. Он очень мало растворяется в воде, но в некоторых металлах (никель, платина, палладий) растворяется в значительных количествах.

Химия водорода проявляется, главным образом, в трех электронных процессах:

1. Потеря валентного электрона, с образованием иона водорода H^+ . Этот ион - протон. Он никогда не существует как таковой, а соединяется с другими атомами или молекулами. Например: ион оксония $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{O}^+$
2. Приобретение электрона, с образованием гидрид иона H^- . Существует в солеобразующих гидридах (KH , CaH_2).
3. Образование связи при возникновении общей электронной пары.

Народнохозяйственное и биологическое значение водорода.

Водород широко применяется в народном хозяйстве - для синтеза аммиака, метанола, хлороводорода, для гидрогенизации твердого и жидкого топлива, жиров и т.д. Он используется в атомной энергетике для осуществления ядерных реакций, при изучении механизмов химических реакций, в биологии, биохимии и медицине.

Водород является одним из шести элементов - органоногенов. В организме человека содержится около 10% (масс) водорода. Он входит в состав важнейших органических (например, от 6,5 до 7,3% в белках) и неорганических веществ, играющих большую биологическую роль в организме человека. Водород - составная часть таких биологически важных веществ как витамины, гормоны, ферменты, вода и т.д. Постоянство концентрации водородных ионов является одной из существенных констант внутренней среды организмов. Активность разнообразных биокатализаторов (ферментов), а нередко и специфика происходящих в тканях био-

химических процессов, связаны с ограниченными зонами значительной концентрации водородных ионов.

В организме человека водород является обязательным элементом белков, жиров, углеводов и др. важных веществ. Известно около 100 его соединений. Водородные связи необходимы для построения молекул белков, нуклеиновых кислот. Ионы H^+ создают кислую среду в желудочном соке, рН чистого желудочного сока составляет 0,9-1,5, что играет важную роль в пищеварении. Подвижность иона водорода и его способность присоединяться к другим атомам по типу водородной связи обуславливают важнейшую роль, которую играет водород в биологических процессах. Значение водорода для жизни любого организма так же велико, как и значение водорода для всего хода химической эволюции космоса.

Как только молекула углевода жира или белка попадает в клетку, начинаются химические процессы, активизирующие молекулу и подготавливающие отщепление от нее атомов водорода. После ряда реакций атомы водорода отдают свои электроны, переходя в ионное состояние. Электроны перемещаются по железосодержащим ферментам цитохромам, при этом выделяется порционно энергия, которая запасается в микроаргических связях АТФ. Вся энергетика организма в значительной мере основана на использовании разности уровней энергии между водородом в молекуле пищевого вещества и водородом в молекуле H_2O .

1.2.2. Важнейшие соединения водорода.

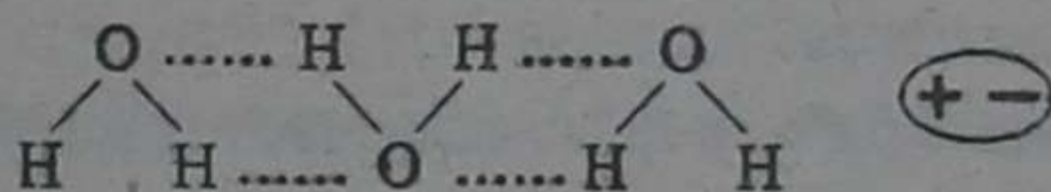
Вода. Главнейшим соединением водорода является вода. Химический состав воды 11,2% водорода и 88,8% кислорода.

Вода очень распространена в природе. Где вода – там и жизнь. Общее количество воды на земном шаре 2^{10} тонн. Из них 60% составляют океаны и моря, 40% - ледники, снега, реки, озера. Почвы, твердые породы земной коры содержат воду в составе кристаллогидратов, минералов и т.д.

В животных и растительных организмах вода составляет 65-70% от их общего веса, в некоторых случаях эта величина достигает 95-98%. Исключительно важная роль воды в процессах жизнедеятельности обусловлена особенностями структуры и свойства этого соединения.

Свойства атомов кислорода и водорода, составляющих воду, не обеспечивают симметричное строение молекулы. При расстоянии между центрами кислорода и водорода в 0,99? валентный угол равен 109°HNOH . Связь Н и О высокополярна. Длина диполя воды 0,39?. Поэтому вода является хорошим растворителем высокой полярности.

В жидком и твердом состоянии молекулы воды связаны — ассоциированы. Ассоциация молекулы воды происходит в результате возникновения водородной связи.



Дипольный характер молекулы воды хорошо объясняет растворимость в ней полярных веществ, плохую растворимость неполярных и поведение веществ с дифильной структурой. Водородная связь обеспечивает структурирование воды не только в твердой, но и в жидкой фазе, объясняет многие свойства ее, в частности, подвижность иона водорода.

При электролизе обычной воды, содержащей незначительное количество молекул D_2O , разложению подвергаются преимущественно молекула H_2O , поэтому остаток постепенно обогащается молекулами D_2O . Из такого остатка после многократного повторения электролиза в 1933 году выделена тяжелая вода со 100% содержанием D_2O . По своим свойствам тяжелая вода заметно отличается от обычной воды. Реакции с тяжелой водой идут медленнее, чем с обычной. Тяжелая вода обладает сильным биологическим действием на некоторые организмы. В настоящее время тяжелую воду применяют в качестве заменителя нейтронов в ядерных реакторах.

Значение воды для биосферы и жизнедеятельности организмов.

Вода является универсальным растворителем твердых, жидких и газообразных веществ. Она участвует в качестве среды в большинстве химических реакций в природе.

Биосфера - многоуровневая система, включающая область распространения организмов в атмосфере, гидросфере и литосфере.

Вода является важной составной частью всех этих компонентов биосферы и одним из необходимых факторов существования живых организмов. Живое вещество, являясь наиболее активным компонентом биосферы, составляет по массе 0,01 – 0,02% от косного вещества биосферы. Оно играет ведущую роль в биогеохимических процессах, благодаря совершающемуся в живых организмах обмену веществ.

Главная функция биосферы заключается в обеспечении круговоротов химических элементов. Круговорот заключается в циркуляции вещества между почвой, атмосферой, гидросферой и живыми организмами.

Важная роль в глобальном круговороте веществ принадлежит циркуляции воды между океаном, атмосферой и верхними слоями литосферы. Вода испаряется и воздушными течениями переносится на многие километры. Выпадая на поверхность суши в виде осадков, она способствует разрушению горных пород, делая их доступными для растений и микроорганизмов, размывает верхний почвенный слой и уходит вместе с растворенными в ней химическими соединениями и взвешенными органическими частицами в океаны и моря. Подсчитано, что с поверхности земли за 1 мин. испаряется около 1 млрд. тонн воды. Циркуляция воды между мировым океаном и сушей представляет собой важнейшее звено в поддержании жизни на земле и основное условие взаимодействия растений и животных с неживой природой. Благодаря этому процессу происходит постепенное разрушение литосферы, перенос его компонентов в глубины морей и океанов.

Общее содержание воды в теле млекопитающих составляет 60% массы тела. Однако эта величина непостоянна. Она зависит от возраста, пола, физиологического состояния организма и других факторов. У взрослого человека содержание воды около 70% массы, у новорожденного – 86,3%, у стариков (старше 80 лет) снижается до 49,8%. В человеческом теле, в крови и почках около 83%, в легких и сердце – 79%, в мышце, селезенке, мозговой ткани – 75%, в костях – 20%, жировой ткани – 10% (Pitts N.F. 1958)

Вода обеспечивает всасывание и механическое передвижение питательных веществ, продуктов обмена в организме. Вода, участвуя в процессах набухания, осмоса и др. создает определенную величину осмотического давления в крови и тканях. Вода обыкновенная является раствором солей, пользоваться им в медицине для приготовления лекарственных средств нельзя. Содержащиеся в такой воде соли могут быть небезразличны для многих фармацевтических препаратов, а органические примеси создают благоприятные условия для развития в воде болезнетворных микроорганизмов. Поэтому в медицинской и фармацевтической практике применяется вода, освобожденная путем перегонки содержащихся в ней органических и неорганических примесей. Применяется перегонная вода, – дистиллированная, если дважды перегнанная – бидистиллированная вода. Дистиллированная вода предназначена для инъекций, проверяется на пирогенность, т.е. наличие различных микроорганизмов. Дистиллированная вода, не содержащая пирогенных веществ, называется «апирогенной» водой.

С медицинской целью широко применяются *минеральные воды*.

В зависимости от состава и количества преобладающего вещества, минеральные воды делятся на:

1. углекислые (Нарзан-Кисловодск);
2. щелочные углекислые (Боржоми) и щелочно-соляные (Ессентуки);
3. железистые (Минск, Франценсбад);
4. сернистые (Пятигорск, Маусста);

- 1) карбонатные (Балтийский источник на Кавказе);
- 2) искусственные минеральные воды.

Минеральные воды Кыргызстана.

Кыргызская Республика - одно из наиболее богатых водными минеральными ресурсами государств Центральной Азии. Общее число проявлений и месторождений минеральных вод более 100. Это около 30 участков развития углекислых вод, более 50 проявлений теплых и горячих вод, имеются радоновые, сульфидные, железистые и др. т.е. все основные бальнеологически ценные группы вод, которые используются в современной практике курортного лечения.

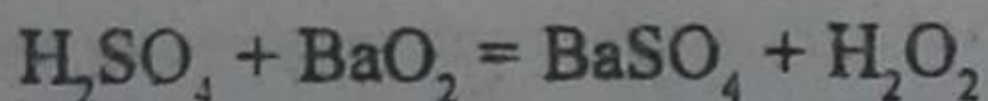
На четырех месторождениях термально-минеральных вод (Джалал-Абад, Иссык-Ата, Ак-Суу, Теплоключенка, Джергалан) и одном радоновом термальном (Джеты-Огуз) базируются курорты. Лечебно-столовые воды восьми месторождений (углекислые воды: Ак-Суу, Кара-Шоро, Чатыр-Куль; азотные термальные воды: Барбулак, Джалал-Абад Иссык-Ата, Фурмановское и Аламедин) используются для розлива. На некоторых месторождениях (Алтын-Арашан, Аламедин, Джилису, Чолпон-Ата, Курское и др.) существуют местные базы отдыха и санаторного лечения.

Из наиболее широко используемых проявлений термально-минеральных вод на сегодняшний день являются маломинерализованные термальные воды. Особенно это касается прибрежной зоны озера Иссык-Куль, где расположены многочисленные термальные источники и лечебные грязи.

Наибольшие перспективы расширения лечебного применения йодо-бромных вод связано с Кочкор-Атинским месторождением термальных йодо-бромных рассолов, на базе которого сегодня функционирует бальнеолечебница в пгт. Кочкор-Ата.

Применяются в медицине и другие соединения водорода.

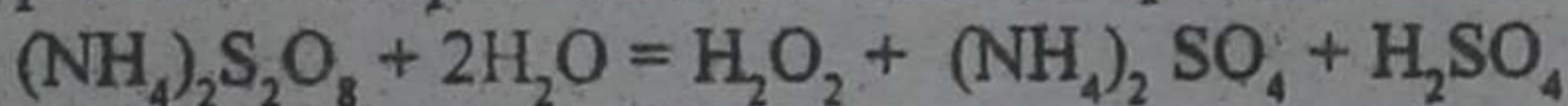
Перекись (пероксид) водорода H_2O_2 , открыта в 1818 г. Тенаром. Получают его по следующей реакции:



С медицинской целью пероксид водорода получают синтетически различными методами. Наиболее удобным и современным является электролитический способ. При электролизе концентрированной серной кислоты на катоде выделяется водород, а на аноде — остатки серной кислоты, отдавая 2 электрона, образуют надсерную кислоту. При более высоких температурах в присутствии воды она разлагается, образуя:



В промышленности пероксид водорода получают электролизом кислых растворов сульфата аммония. Образующийся при этом персульфат аммония разлагается водой с образованием:



Круговорот воды в природе исключительно разнообразен. На рис. 12 показаны лишь некоторые его звенья. В левой части рисунка изображен подводный вулкан, который поставляет водяные пары и горячую воду в Мировой океан (1). В правой части подземный вулкан (2) извергает водяные пары в атмосферу, где они включаются в грандиозный круговорот воды земной поверхности. На склоне вулкана фонтанируют горячие источники — гейзеры (3).

Огромные массы воды испаряются с поверхности океана (4) и дают начало облакам, которые переносятся ветрами на сотни и тысячи километров. Облака, частично, снова отдают свою воду океану (5), другие облака несут влагу на материк (6).

Человек вмешался в круговорот воды, изменил его. Он построил водохранилища на реках (7,8), оросил сухую степь. На правом берегу реки вы видите зеленый орошенный оазис, на левом — желтую выгоревшую степь.

Велика роль подземных вод на Земле, все горные породы пронизаны водой (она показана голубыми точками и черточками). Поток подземных вод направлен с материков в сторону океана (9). Растворяя карбонатные породы, подземные воды образовали пещеры с замысловатыми подземными залами, озерами и уз-

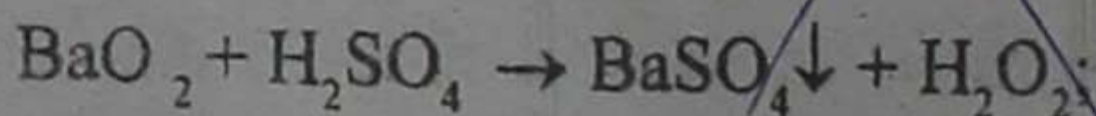
кими переходами между ними; такая пещера показана в центре рисунка (10). Несут свои воды в океан реки (11).

В полярных районах (12), на вершинах высочайших гор (13) вода находится в твердом состоянии: льды на сотни и тысячи лет изымают воду из общего круговорота. Если бы растаяли льды Антарктики и Антарктиды, уровень Мирового океана поднялся бы на 50 метров, были бы затоплены многие приморские низменности, и тот город, который изображен на берегу океана...

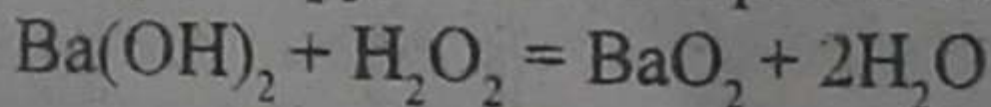
Таким способом получают слабые растворы пероксида водорода. Из них, путем перегонки в вакууме, извлекают концентрированные растворы.

Структурная формула $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ показывает, что два атома кислорода непосредственно соединены друг с другом. Связь эта непрочна и обуславливает неустойчивость молекулы. Разложение происходит с выделением кислорода: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. Свет, нагревание, щелочная среда и соприкосновение с окисляющими или восстанавливающими веществами ускоряют процесс разложения пероксида водорода. Особенно активными катализаторами разложения являются соли некоторых тяжелых металлов (медь, марганец и др.). Пероксид водорода проявляет как окислительные, так и восстановительные свойства. Окислительные свойства проявляются значительно сильнее, чем восстановительные. Кислая среда более благоприятствует распаду с выделением кислорода, чем щелочная. Восстановительный распад происходит реже и только под влиянием сильных окислителей.

Пероксид водорода можно получать из пероксидов, действуя на них сильной кислотой:



Пероксид водорода реагирует с некоторыми основаниями:



В пероксиде водорода связь $\text{O}-\text{H}$ ковалентная, молекула полярна $M=2,13\text{Д}$, валентный угол θ близок к 100° , угол γ к 95° , структурная формула $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$.

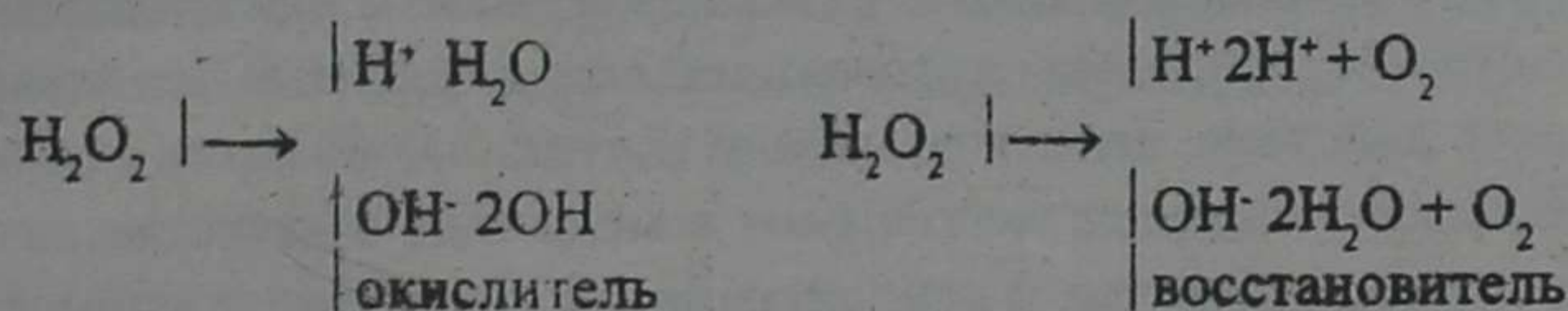


Рис.12. Кругооборот воды в природе (по Н.А. Доброхотову)

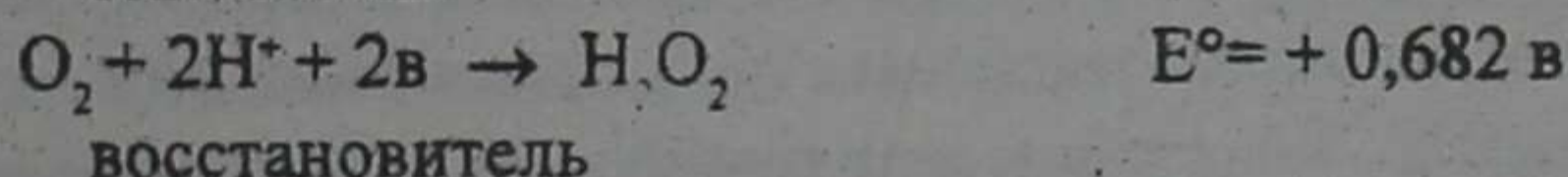
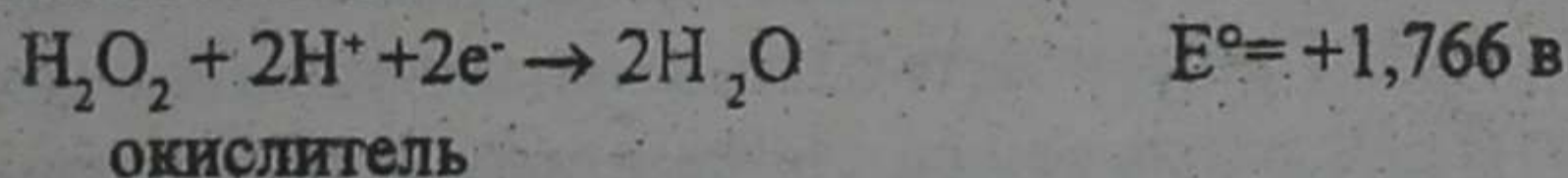
Степень окисления кислорода в $\text{H}_2\text{O}_2 = -1$, т.е. имеет промежуточное значение между $\text{CO}=\text{O}(\text{O}_2)$ и $-2(\text{H}_2\text{O})$.

Поэтому H_2O_2 обладает свойствами как окислителя, так и восстановителя, т.е. проявляет окислительно-восстановительные свойства.

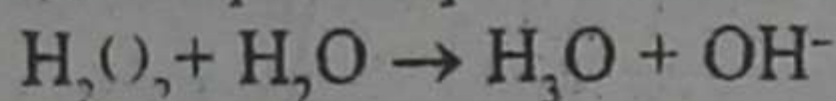
Схема участия H_2O_2 в ОВ реакциях:



H_2O_2 может восстанавливать вещества (а их больше), E° которых не превышает 1,776 В. Это связано с величиной E° электрохимических систем:



Пероксид водорода обладает слабо выраженными кислотными свойствами. В водном растворе он диссоциирует:



При рН 12.0 концентрация недиссоциированных молекул H_2O_2 и ионов определяется поведением H_2O_2 в щелочных растворах. Ион OH^- , вследствие того, что он легко теряет атом кислорода, является энергичным окислителем.

Чистый H_2O_2 как окислитель применяется в современной ракетной технике, кроме того, H_2O_2 иногда служит источником кислорода для дыхания в закрытых помещениях, например, в условиях работы под водой. H_2O_2 широко применяется для отбеливания шерсти, шелка, меха, хлопчатобумажных тканей и т.д. H_2O_2 не ядовит. Он и его производные образуются при многих биохимических реакциях.

Пероксид водорода и другие пероксиды играют большую роль в жизнедеятельности организма, т.к. являются первичными продуктами неферментативного окисления органических соединений (перекисное окисление).

Интенсивность перекисного окисления в норме невелика, но при действии ионизирующей радиации на организм происходят нарушения обмена веществ, резко возрастают и накапливаются токсические продукты этого окисления, которые и оказывают вредное действие, вплоть до гибели клеток.

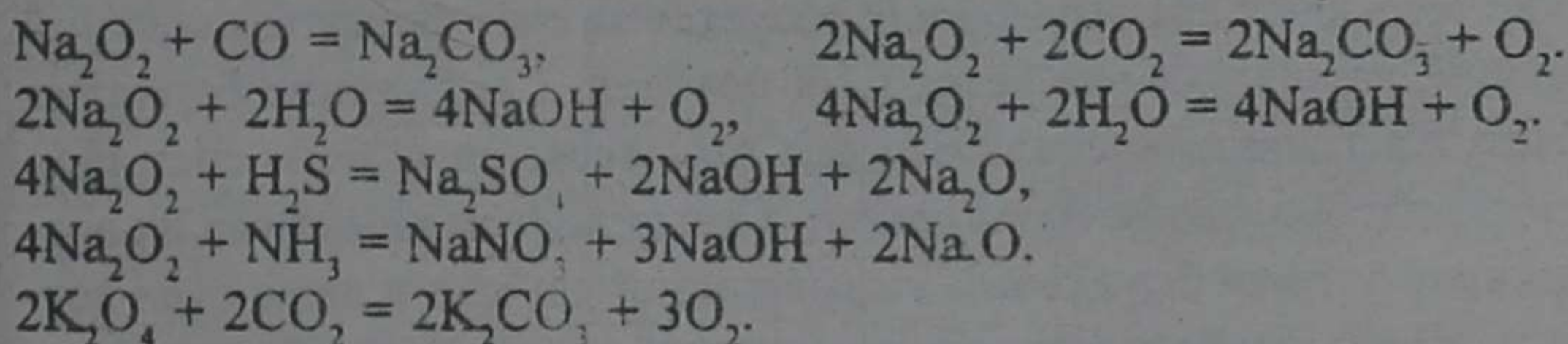
Пероксид водорода используют в медицине в качестве антисептического средства в концентрации 0,2-3%. На способности H_2O_2 выделять активный «атомарный» кислород при разложении основано дезинфицирующее действие.

При высоких концентрациях (30% и выше) H_2O_2 обладает местораздражающим действием и вызывает депигментацию кожи и слизистых оболочек. При контакте с тканями под влиянием фермента катализы H_2O_2 разлагается с выделением молекулярного кислорода, окисляющего различные органические компоненты микробных клеток. Энергичное выделение кислорода при разложении H_2O_2 сопровождается вспениванием, что способствует очищению ран, образованию сгустка фибрина, т.е. остановке кровотечения.

Растворы пероксида водорода применяются в хирургии, гинекологии, ЛОР-практике (ангине, носовых и др. кровотечениях), стоматологии, косметологии. Водные растворы H_2O_2 устойчивы и в прохладном месте могут храниться длительное время. Нагревание, свет, катализаторы (MnO_2) ускоряют процесс разложения H_2O_2 . Для предохранения от разложения к пероксиду добавляют стабилизаторы (например, смесь салициловой кислоты и пирофосфата натрия).

Применение пероксидов для регенерации кислорода в помещениях.

Перекисные соединения разлагают вредные продукты дыхания и улучшают воздушную среду в закрытых пространствах, в производственных помещениях, на космических кораблях, подводных лодках в дыхательных приборах, используемых пожарниками и водолазами. Для этой цели обычно используют перекисные соединения натрия и калия:



Аппараты для регенерации воздуха с участием пероксидов и супероксидов компактны, но довольно сложны.

Свойство пероксидов обменивать углекислый газ на кислород используется в противогазах. В качестве поглотителя используют эквимолекулярную смесь пероксидов калия и натрия, так как при избытке Na_2O_2 (при поглощении двух объемов CO_2 выделяется один объем O_2) поглотится больше газа, чем выделится, и давление в замкнутом пространстве снизится. При избытке и давление в замкнутом пространстве снизится, а при избытке пероксида калия (при поглощении двух объемов CO_2 выделяется три объема O_2) выделится больше газа, чем поглотится, и давление повысится.

В случае же эквимолекулярной смеси ($\text{Na}_2\text{O}_2 : \text{K}_2\text{O}_2 = 1 : 1$) поглощение четырех объемов CO_2 дает 4 объема O_2 , то есть объемы выделяемого и поглощаемого газов будут равны, и давление в системе не изменится.

1.3. Биологическая роль элементов II A группы, применение их соединений в медицине.

Бериллий (Be). Чистый бериллий светло-серый, хрупкий материал, наиболее твердый и тугоплавкий из всех металлов II A группы. Его роль в организме человека выяснена недостаточно.

Бериллий и его соединения ядовиты. Он попадает в организм через растительную пищу из почвы, проникает через дыхательные пути из воздуха. Отравление им может привести к смерти. Бериллий, попадая в организм, вызывает бериллиевый рахит, так как соль фосфата бериллия образуется за счет фосфатов костной ткани, которая ослабляется с их потерей. Соединения бериллия могут вызывать воспалительные процессы на коже и специфическое заболевание «бериллиоз». При недолгом вдыхании их возникает острый бериллиоз, вызывающий удушье и даже отек легких; при постоянном вдыхании — хроническая форма бериллиоза, приводящая к нарушениям функций всего организма. Между контактом человека с бериллием и началом заболевания может пройти до 10 лет, то есть бериллиоз развивается постепенно. Выводят бериллий из организма с помощью химических соединений, связывающих его ионы.

Допустимая концентрация бериллия в воздухе — $0,001 \text{ мг/м}^3$. Поэтому необходимо осуществлять тщательный контроль за чистотой воздуха и при работе с ним строго соблюдать правила техники безопасности.

Оксид бериллия применяется для получения специальных стекол, обладающих большой прозрачностью для ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Тонкие пластинки бериллия хорошо пропускают рентгеновские лучи и служат неизменным материалом для изготовления окошек рентгеновских трубок. Благодаря малому атомному весу, он пропускает в 17 раз больше мягких рентгеновских лучей, чем алюминий такой же толщины.

Бериллий найден в составе целебного средства «мумие-асиль».

Бериллий входит в состав многих сплавов. Сплавы бериллия с никелем применяют для изготовления некорродирующих хирургических инструментов, игл для подкожных инъекций, литых металлических зубов. Биологи используют изотоп ^7Be в качестве радиоактивного индикатора для изучения борьбы с токсичностью самого бериллия.

Магний (Mg) достаточно распространен в природе. Исключительно велика роль магния для растений. Он содержится в хлорофилле — около 2% (масс), а это значит, что в растениях Земли связано примерно 100 млрд. тонн магния. Без него не было бы хлорофилла, не было бы жизни, так как в процессе фотосинтеза магний поглощает солнечную энергию и с ее помощью превращает углекислый газ и воду в сложные органические вещества — углеводы.

Необходимое количество солей магния в организме создается за счет фруктов и овощей. Особенно богаты магнием абрикосы, персики, и цветная капуста. Есть он и в обычной капусте, картофеле, помидорах. В организме высших животных и человека его сравнительно немного. У человека массой 60 кг содержится около 25 г магния. Но существуют некоторые виды моллюсков, у которых концентрация магния значительно больше. Он участвует в образовании при распаде углеводов и жиров, в превращениях фосфорных соединений. Наличие ионов магния в клетках и комплексах с нуклеиновыми кислотами необходимо для передачи нервного импульса, сокращения мышц и метаболизма углеводов. Активность всех ферментов переноса фосфора (трансфераз) зависит от его наличия.

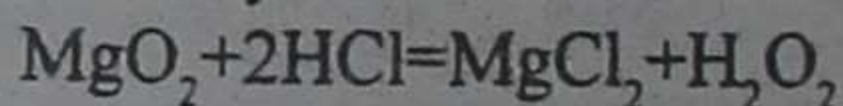
Магний — один из основных активаторов ферментативных процессов. В частности, он активирует ферменты синтеза и распада аденозинтрифосфорной, гуанинтрифосфорной кислот, участвует в процессах переноса фосфатных групп. Субъединицы рибосом (клеточных органоидов, на которых происходит синтез белка) связаны с ионами Mg^{2+} . Его избыток играет роль депрессора нервного возбуждения. Организм обычно усваивает не более 40% маг-

ния, находящегося в пище, так как соединения этого элемента плохо всасываются кишечником. Усвоенный магний накапливается в печени, а затем переходит в мышцы и кости. В мышцах он усиливает процессы обмена углеводов, а в костях вместе с кальцием является одним из важнейших веществ. При нарушении магниево-кальциевого равновесия весь магний переходит в кости, вытесняет из них кальций и вызывает рахит. Ткани нервной системы также содержат магний, причем в спинном мозге его больше, чем в головном, то есть он играет большую роль в деятельности мозга. Его недостаток вызывает тетанию – судорожные приступы в результате повышенной возбудимости двигательных и чувствительных нервов, повышает предрасположенность к инфарктам (доказано венгерскими учеными на собаках), то есть с обменом магния связана деятельность сердечно-сосудистой системы.

В крови устранных людей содержится меньше магния, чем у здоровых. У часто раздражающихся людей магний, содержащийся в организме, «сгорает», потому у легко возбудимых людей значительно чаще наблюдается нарушение работы сердечных мышц.

В качестве лекарственных средств успешно применяют следующие соли магния.

Магния оксид (Magnesii oxydum) $MgO + MgO_2$ – смесь оксида магния (85%) с пероксидом магния (15%) – используют при желудочно-кишечных заболеваниях. Реагируя с соляной кислотой желудочного сока, она образует H_2O_2 , которая препятствует брожению при заболеваниях желудка и кишечника:



Магния пероксид используют как дезинфицирующее средство при желудочных расстройствах. Кроме того, его добавляют в зубной порошок и зубную пасту как антимикробное и адсорбирующее средство.

Магния сульфат (Magnesii sulfas) $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – горькая соль (английская соль) в виде 25% раствора используется как успокаивающее спазматическое средство. В виде 1% раствора применяется для промывания желудка при отравлении и как быстроедей-

ствующее слабительное средство. Слабительное действие соли основано на почти полной непроницаемости стенок кишечника для ионов Mg^{2+} . В результате происходит осмотический перенос воды в кишечник через его стенки.

Магния карбонат основной (Magnesii subcarbonas) $Mg(OH)_2 \cdot 4MgCO_3 \cdot H_2O$, магнезия белая, применяется в качестве антацидного и послабляющего средства при повышенной кислотности желудочного сока внутрь и в виде присыпок наружно. Входит в состав зубного порошка.

Магния трисиликат (Magnesii trisilicas) $Mg_7Si_3O_8 \cdot (H_2O)_n$ или $2MgO \cdot 3SiO_2 \cdot (H_2O)_n$, нейтрализует соляную кислоту желудочного сока при повышенной кислотности.

Магния тиосульфат (Magnesii thiosulfas) $MgS_2O_3 \cdot 6H_2O$ применяется при гипертонической болезни, атеросклерозе как средство, действующее на центральную нервную систему, для лечения желудочно-кишечного тракта. Его водные растворы – при ожогах и других заболеваниях кожи.

Тальк (Talcum) $4SiO_2 \cdot 3MgO \cdot H_2O$ используется в качестве детской присыпки, входит в состав таблеток, мазей, паст.

Кальций (Ca). Этот необходимый всему живому элемент находится в организме в виде ионов и в связанном состоянии (с белками и липоидами). Ионы Ca^{2+} попадают в организм с растительной пищей и молоком. Движение кальция в процессе обмена веществ непрерывно. Моллюски, раки, рыбы и простейшие организмы используют соединения кальция для создания покровов своего тела. Самый напряженный обмен кальция у птиц, особенно у кур, в период яйценоскости.

Кальций составляет около 2% от массы тела человека (около 1400 г на 70 кг массы тела), причем 99% находится в костной и зубной тканях. Ионы Ca^{2+} совместно с ионами Mg^{2+} , K^+ и Na^+ – незаменимые элементы жизнедеятельности любой клетки. Их соотношение в организме должно быть строго определенными. Повышение содержания кальция улучшает усвоение пищи. Он возбуждает и регулирует работу сердца. Его ионы играют важную роль

при свертывании крови, при их отсутствии малые кровеносные сосуды становятся проницаемыми. Ионы кальция необходимы для осуществления процесса передачи нервных импульсов, сокращения скелетных мышц и мышцы сердца, формирования костной ткани, регуляции деятельности ферментов и нормальной жизнедеятельности других органов и систем, а также течения биохимических процессов.

Ежедневная доза кальция, необходимая организму, составляет примерно 1 г. При понижении содержания кальция в крови он начинает вымываться кровью из костной ткани, что приводит к размягчению и искривлению костей скелета. Недостаток кальция в плазме крови может вызвать судороги мышц и даже конвульсии (сильные судороги всех мышц). Лечение гормонов тиреокальцитонином, регулирующим содержание Ca^{2+} в крови, предупреждает остеопороз. Образование камней в желчных и мочевыводящих путях, склеротические изменения кровеносных сосудов также связаны с отложением в организме солей кальция в результате нарушения нормальной его жизнедеятельности.

Ионы Ca^{2+} ($r_{Ca^{2+}}=0,106$ нм) могут замещать сходными по размерам ионами стронция ($r_{Sr^{2+}}=0,122$ нм). Замещение ионов Ca^{2+} в организме ионами элементов кадмия, марганца и особенно стронция приводит к тяжелым профессиональным заболеваниям.

В медицине широко применяются следующие соединения кальция. Кальция оксид (*Calcii oxidum*) CaO в гашеном виде используется для дезинфекции выгребных ям. Является составной частью силикатного цемента «Силицин», применяемого в стоматологии. Гидроксид кальция (гашеная известь) $Ca(OH)_2$ используется для дезинфекции и пр. Кроме того, в форме известковой воды [насыщенный водный раствор $Ca(OH)_2$] применяется наружно и внутрь в качестве противовоспалительного, вяжущего и дезинфицирующего средства. При наружном употреблении известковую воду обычно смешивают с каким-нибудь маслом, используют в виде эмульсий от ожогов, а также при некоторых кожных заболеваниях.

в виде жидких мазей. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ входит в состав цементов и паст, используемых в стоматологии.

Кальция хлорид (*Calcii chloridum*) $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ содержит 27% кальция. Широко применяется как кровоостанавливающее средство при кровотечениях, кожных, воспалительных и аллергических заболеваниях, для стимулирования родовой деятельности, при спазмах сердечно-сосудистой системы, отеках.

Противовоспалительное, противоаллергическое и противоотечное действие кальция обусловлено тем, что он понижает проницаемость стенок сосудов и капилляров. Используется в качестве противоядия при отравлении солями магния, щавелевой кислоты и ее растворимыми солями, а также растворимыми солями фтористо-водородной кислоты.

Кальция карбонат осажденный (*Calcii carbonas praecipitatus*) CaCO_3 входит в состав зубных порошков, обладает выраженной антиацидной активностью и адсорбирующим действием, назначается при повышенной кислотности желудочного сока. Употребляется при ожогах и мокнущих сыпях.

Кальция сульфат (*Calcii sulfas*) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — типс — применяется для наложения твердых повязок, при изготовлении зубных порошков.

Хлорная известь CaOCl_2 используется в качестве дезинфицирующего средства и антисептика.

Кальция глюконат (*Calcii gluconas*) $\text{Ca}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — кальциевая соль глюконовой кислоты, содержит 9% кальция. Применяется в тех же случаях, что и кальция хлорид.

Кальция лактат (*Calcii lactas*) $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ — кальций молочнокислый содержит 13% кальция. Используется при аллергических заболеваниях и как кровоостанавливающее средство.

Радиоактивный изотоп ^{45}Ca используется для изучения роли кальция в организме.

Стронций (Sr) в очень малых количествах — $1 \cdot 10^{-30}\%$ (масс) — содержится в различных тканях живого организма, в основном, в костях и зубах. Избыточное его содержание вызывает стронцие-

вый рахит. В костной ткани он откладывается вместе с кальцием и как его аналог участвует в обмене веществ. Концентрация стронция в плазме крови при лейкозах уменьшается, а в эритроцитах увеличивается, что используется для диагностики лейкозов.

Соли стронция обладают мочегонными свойствами, они входят в состав лекарств для лечения некоторых форм рахита, мазей — для лечения кожных заболеваний. Роль стронция в организме до конца не выяснена.

Барий (Ba) входит в состав живого вещества как спутник кальция. Общее его содержание в организме $1 \cdot 10^{-50}\%$ (масс). Установлено, что он концентрируется в сетчатке глаза, в крови увеличивается его количество при лейкозах.

Все растворимые в воде соединения бария очень ядовиты. Симптомами отравления растворимыми солями бария являются потеря сознания, резкое повышение кровяного давления, сердечная аритмия, боли в области сердца, рвота, понос, сильные боли в животе, мышечные дрожания. При отравлении назначают внутрь сульфаты натрия или магния, которые переводят барий в нерастворимую сернокислую соль:



Нерастворимый сульфат бария сильно поглощает рентгеновские лучи и применяется в качестве рентгеноконтрастного вещества.

Литературные данные о биологической роли бария очень незначительны. Известно, что наибольшее его количество содержится в гипофизе, яичниках, щитовидной железе, мозговом слое надпочечников, радужной оболочке глаз, хрусталике. Барий угнетает функцию щитовидной железы и усиливает активность коры надпочечников. Все соли бария, кроме сульфата, ядовиты.

Барий встречается в стеблях морских водорослей, в известковом покрове морских животных, в золе деревьев и растений.

Токсичность растворимых солей бария и пыли, содержащей барий, определяет профессиональную вредность бария и его соединений. Они действуют как сердечные яды.

В медицине применяются следующие соли бария.

Бария сульфат для рентгеноскопии (Barii sulfas pro roentgeno) $BaSO_4$ используется для рентгеноскопических исследований желудочно-кишечного тракта.

Во-первых, $BaSO_4$ - мало растворим в соляной кислоте, содержащейся в желудочном соке, что позволяет избежать отравляющего действия.

Во-вторых, как и все элементы с высокими атомными номерами, обладает большой поглощающей способностью по отношению к рентгеновским лучам. Этим и объясняется его применение в виде жидковатой «бариевой каши» в качестве контрастного средства при рентгенологических исследованиях.

Бария сульфид (Barii sulfas) BaS (сильнейший яд) применяется как кожное средство для удаления волос. Гидроксид бария $Ba(OH)_2$ в качестве катализатора входит в состав цемента и паст, используемых в стоматологической практике.

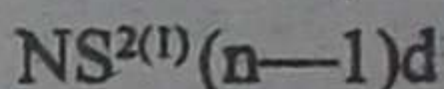
Глава 2. Биологическая роль d – элементов и применение их соединений в медицине.

2.1 Общая характеристика d – элементов.

Из общего числа 104 элементов 32 являются d-элементами. Они входят в состав только больших периодов. В IV и V периодах они занимают по 10 мест между s и p - элементами. В VI и VII периодах между первым и вторым d-элементами вклиниваются по 14 f-элементов: в VI — лантаноиды, в VII — актиноиды, что накладывает существенный отпечаток на строение и свойства следующих за ними d-элементов.

Так как d-элементы занимают среднее положение в периодах между s и p-элементами, они называются *переходными элементами*. Эти элементы имеют на внешнем уровне два s-электрона, исключая хром, молибден, медь, серебро и золото, у атомов которых на внешнем уровне имеется только один s-электрон, а второй «провалился» на d-слой предвнешнего уровня. Строение после-

днего уровня и предпоследнего d-подуровня можно изобразить формулой:



В периодах, по мере увеличения порядкового номера, у d-элементов происходит заполнение электронами уровня соседнего с внешним, которые размещаются на 5 орбиталях d-подуровня. От этого они и получили свое название. Почему у d-элементов нарушается плановое заполнение электронами энергетических уровней?

1) Характер заполнения атомных орбиталей элементов малых и больших периодов показывает, что энергия электронов зависит не только от заряда ядра, но и от взаимодействия между электронами.

2) С увеличением порядкового номера элемента энергия электронов его атома уменьшается. Например, у скандия энергия 3d-электрона меньше, чем 4p-электрона, поэтому один электрон (после $4s^2$) становится на 3d-орбиталь. Это энергетически выгоднее. То же самое происходит и в атомах последующих d-элементов, пока все 5d-орбиталей не заполнятся 10-ю электронами.

3) После заполнения всех d-орбиталей (на внешнем s^2 ПВ группы) начинает заполняться p-подслой внешнего уровня. Вот почему за d-элементами стоят p-элементы.

4) Более раннее заполнение s-орбитали внешнего уровня в сравнении с d-орбиталью предвнешнего уровня обуславливается экранированием ядра плотным электронным слоем $(n-1)s^2(n-1)p^6$ предвнешнего уровня и последние 2 электрона слабее притягиваются ядром, отталкиваются дальше предшествующими электронами и энергетически им более выгодным становится S-состояние внешнего уровня.

В свободном состоянии у d-элементов много свободных p и d-орбиталей, что и определяет их металлические свойства и склонность к комплексообразованию. Число валентных (неспаренных) электронов велико, прочность связей в кристаллах велика, так как у них металлическая связь, поэтому d-элементы твердые (кроме ртути), с высокой температурой кипения и плавления.

d-элементы проявляют переменную степень окисления — низшая равна числу внешних электронов $1+$ или $2+$, а высшая отвечает номеру группы ПСЭ, в которой они находятся. Исключение составляют элементы IIIВ группы $3+$; IVВ группы $2+$; IV — $3+$. Вследствие разнообразия степени окисления для d-элементов характерны окислительно-восстановительные реакции, а соединения одного из d-элементов резко отличаются по своим кислотно-основным свойствам, например, MnO и Mn_2O_3 — основные; MnO_2 — амфотерен; Mn_2O_7 и Mn_2O_7 — кислотные оксиды.

По химической активности d-элементы могут резко отличаться друг от друга, например, цинк и кадмий — очень активны, а золото, серебро и платина — инертны. Но наблюдаются и общие закономерности.

В периодах — с увеличением заряда ядра:

- 1) Радиус атомов и ионов d-элементов уменьшается, но более плавно, чем у s- и p-элементов.
- 2) Ионизационный потенциал увеличивается.
- 3) Химическая активность, восстановительные свойства уменьшаются.

В группах (сверху вниз).

Радиусы атомов и ионов d-элементов изменяются своеобразно. Только в группе IIIВ (скандия) радиусы атомов и ионов возрастают сравнительно плавно (как у s и p-элементов) и, соответственно, возрастают восстановительные свойства. Причина здесь в том, что элементы IIIВ группы стоят до лантана и у них нет лантаноидного сжатия. В остальных 9-ти группах d-элементов радиусы атомов изменяются немонотонно:

1) От элементов IV периода к элементам V радиусы атомов и ионов увеличиваются, что ведет к понижению ионизационного потенциала.

2) От элементов V к VI периоду радиусы атомов и ионов примерно одинаковы, потому что d-элементы VI периода стоят за лантаноидами, у атомов которых идет заполнение $4f$ подслоя, вследствие чего радиус атома сжимается (лантаноидное сжатие).

3) Ионизационный потенциал закономерно от элементов V периода к VI увеличивается, химическая активность уменьшается, восстановительные свойства снижаются.

4) Устойчивость высших степеней окисления возрастает. Все d-элементы в пределах периодов объединены в семейства: первое семейство – скандий – цинк; второе семейство – иттрий – кадмий; третье семейство – лантан–ртуть.

По характеру заполнения d-орбиталей электронами (по одному или два) семейства делятся на подсемейства. В семействах наблюдаются свойства, подчиняющиеся вторичной периодичности. Семейство скандия состоит из подсемейств скандия и железа.

Подсемейство скандия

Подсемейство железа

	3d	4s	4p		3d	4s	4p
Sc	↑	↓↑		Fe	↓↑ ↑ ↑ ↑	↓↑	
Ti	↑ ↑	↓↑		Co	↓↑ ↓↑ ↑ ↑ ↑	↓↑	
V	↑ ↑ ↑	↓↑		Ni	↓↑ ↓↑ ↓↑ ↑ ↑	↓↑	
Cr	↑ ↑ ↑ ↑	↑		Cu	↓↑ ↓↑ ↓↑ ↓↑ ↓↑	↑	
Mn	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↓↑		Zn	↓↑ ↓↑ ↓↑ ↓↑ ↓↑	↓↑	

На примерах этих подсемейств хорошо видна вторичная периодичность, связанная с заполнением d-орбиталей: у подсемейства скандия по одному d-электрону, а у подсемейства железа по второму d-электрону. Это и служит основной причиной вторичной периодичности свойств элементов в периодах на фоне общей периодичности.

Известно, что в подгруппах d-элементов с увеличением заряда ядра изменение атомных, ионных радиусов, ионизационных потенциалов, восстановительных свойств носит немонотонный характер (имеются внутренние максимумы и минимумы). Как следствие этого немонотонный характер проявляется и в изменении других свойств у d-элементов, например, теплоты образования соединений, энтропии, энтальпии, изобарного потенциала образования, температуры плавления, кипения и др.

Явление немонотонности свойств обусловлено характером проникновения внешних s-электронов и других к ядру.

1) Эффект проникновения электронов к ядру, согласно квантовой механике, заключается в том, что все электроны (даже внешние) определенное время находятся в области близкой к ядру. Степень проникновения электронов наибольшая у s, а потом у p, и только потом d-электроны: $s > p > d$. Следовательно, s-электроны в большей степени экранируют (заслоняют) ядро, способствуют уменьшению радиуса атома и повышению ионизационного потенциала.

2) Экранирование s-электронов внешнего уровня играет существенную роль в проникновении их к ядру. Чем больше электронов на предыдущих уровнях, тем больше ослабляется влияние ядра на последние электроны, они становятся более подвижными и быстрее будут проникать к ядру. Влияние на прочность связи электронов с ядром оказывает также взаимное отталкивание электронов одного и того же слоя и особенно одной и той же орбитами.

Для d-элементов характерной особенностью является окрашенность их соединений. Эта особенность связана с тем, что возбуждение d-элементов при образовании соединений в основном происходит благодаря поглощению квантов света видимой области спектра.

Многие d-элементы обнаружены в организме человека. Это, в основном, микро- и ультрамикроэлементы. Биологическая роль некоторых из них изучена достаточно хорошо: Zn, Fe, Cu, Mn, Mo, Co, Cr. Данные о биологической роли других - Ag, Ti, Hg, Pb, Au отсутствуют или неполны.

Микробиогенные элементы входят в состав ферментов, гормонов, витаминов и оказывают влияние на фундаментальные жизненные процессы: кровотоечение, размножение, рост и развитие, тканевое дыхание, углеводный и липидный обмен, окислительно-восстановительные и энергетические процессы.

Чрезвычайно важна роль d-элементов как активных центров ферментов, где их ионы связаны с белками (металлоферменты). Так, ион Fe²⁺ является комплексообразователем в гемоглобине,

миоглобине, Fe^{3+} - в цитохромах, ферридоксине, Cu^{2+} - составная часть нескольких ферментов – участников биохимического окисления; Zn^{2+} специфично активирует многие ферменты, оказывает значительное влияние на синтез нуклеиновых кислот, участвует в процессе зрения, I - металлоферменты относятся к комплексным соединениям молибдена, марганца, кобальта.

Многие соединения d - элементов токсичны для организма человека. Наиболее ядовитыми являются соединения ртути, кадмия, платины, ванадия, меди, цинка, никеля, хрома. С ростом атомной массы элемента наблюдается увеличение токсичности его соединений. Для большинства из них токсичность связана с инактивирующим действием на ферменты. Так, например, ионы меди, ртути, серебра ингибируют ферменты, реагируя с сульфо-гидрильными группами. Отдельные представители (никель II, хром VI) относят к канцерогенам.

1.2. Элементы VI В группы.

В эту группу входят хром, молибден и вольфрам (Таблица 18).

Данные элементы – серовато-белые блестящие металлы, восстановители. Максимальная степень окисления $6+$, отрицательных ионов не образуют. С ростом порядкового номера в ряду Cr—Mo—W химическая активность понижается.

Таблица 18

Характеристика элементов VI В группы.

	$_{24}\text{Cr}$	$_{42}\text{Mo}$	$_{74}\text{W}$
1. Валентные электроны	$3d^5 4s^1$	$4d^5 5s^1$	$5d^5 6s^2$
2. Атомный радиус, нм	1,27	1,37	1,40
3. Условный радиус иона Э^{6+} , нм	0,35	0,65	0,65
4. Энергия ионизации $\text{Э}^0 - \text{Э}^+$, эв	6,67	7,10	7,98
5. Содержание в земной коре, ат. %	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$

Наличие свободных орбиталей у атомов d-элементов дает возможность атомам и ионам быть акцепторами электронных пар, чем и объясняется склонность к образованию комплексных соединений, адсорбции, позволяющей использовать их в качестве катализаторов (гетерогенный катализ).

2.3. Элементы VII В группы.

Сюда входят элементы марганец, технеций и рений (таблица 19). Наиболее важным, в практическом отношении, является марганец. Рений - сравнительно редкий элемент. Технеций получен искусственным путем с помощью ядерных реакций (1937 г.).

Эти металлы могут быть только восстановителями. Для марганца характерны степени окисления 2+, 4+ и 7+. Существуют соединения марганца, в которых он проявляет степени окисления 0, 3+, 5+ и 6+. Для него наиболее типичны координационные числа 6 и 4.

Таблица 19

Характеристика элементов VII В группы.

	${}_{25}\text{Mn}$	${}_{42}\text{Tc}$	${}_{74}\text{Re}$
1. Валентные электроны	$3d^5 4s^2$	$4d^5 5s^2$	$5d^5 6s^2$
2. Атомный радиус, нм	1,30	1,36	1,37
3. Условный радиус иона Э^{6+} , нм	0,52	-	0,72
4. Энергия ионизации $\text{Э}^0 - \text{Э}^+$, эВ	7,43	7,28	7,87
5. Содержание в земной коре, ат. %	$3 \cdot 10^{-2}$	следы	$9 \cdot 10^{-9}$

Для химии марганца очень характерны окислительно-восстановительные реакции. При этом кислая среда способствует образованию катионных комплексов Mn (II), а сильно щелочная среда — анионных комплексов Mn (VI). В нейтральной среде (а также слабоскислой или слабощелочной) при окислительно-восстановительных процессах образуются производные Mn (IV) (чаще всего MnO_2).

2.4. Элементы VIII Б группы.

В эту группу входят железо, кобальт и никель (Таблица 20). Элементы триады железа очень сходны между собой как по физическим свойствам, так и по химическим. Д. И. Менделеев установил, что в химическом отношении железо и другие элементы его семейства обладают свойствами, переходными между свойствами элементов четного и нечетного рядов IV-го периода системы элементов. Поэтому он выделил триаду железа, кобальта, никеля и аналогичные две триады платиновых металлов в особую VIII группу периодической системы. Переходные элементы одного ряда характеризуются близостью размеров атомных радиусов, малым различием потенциалов ионизации, а отсюда и сходством химических свойств.

Таблица 20

Характеристика элементов VIII Б группы.

	${}_{26}\text{Fe}$	${}_{27}\text{Co}$	${}_{28}\text{Ni}$
1. Валентные электроны	$3d^64s^2$	$3d^74s^2$	$3d^84s^2$
2. Атомный радиус, нм	1,20	1,25	1,24
3. Условный радиус иона Э^{2+} , нм	0,35	0,65	0,65
4. Энергия ионизации $\text{Э}^0-\text{Э}^+$, Эв	7,87	7,86	7,64
5. Содержание в земной коре, ат. %	1,5	0,001	0,003

2.5. Элементы I В группы (подгруппы меди).

Медь, серебро и золото (Таблица 21), каждый в своем периоде, являются предпоследними d-элементами. Следовательно, в атомах элементов подгруппы меди в $(n-1)$ d-состоянии должны находиться по девять электронов. Однако, вследствие устойчивости d^{10} конфигурации, энергетически оказывается более выгодным переход одного из s-электронов в $(n-1)$ d-состояние. Поэтому медь, серебро и золото в s-состоянии внешнего слоя имеют по одному, а в предпоследнем слое – по 18 ($s^2p^6d^{10}$) электронов

Характеристика элементов I В группы.

	$_{26}\text{Cu}$	$_{47}\text{Ag}$	$_{79}\text{Au}$
1. Валентные электроны	$3^{10}4^1$	$4^{10}5^1$	$5^{10}6^1$
2. Атомный радиус, нм	1,28	1,44	1,44
3. Условный радиус иона Э^+ , нм	0,96	1,16	1,37
4. Энергия ионизации $\text{Э}^0-\text{Э}^+$, Эв	7,72	7,57	9,29
5. Содержание в земной коре, ат. %	0,003	$2 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$
6. Степени окисления	1+,2+,3+	1+,2+,3+	1+,2+,3+
7. Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$	1083	960,5	1063
8. Температура кипения, $^{\circ}\text{C}$	2582	2177	2707
9. Цвет	медно-красный	серебристо-белый	золотистый

Элементы подгруппы меди проявляют степень окисления 1+, 2+ и 3+. Для меди наиболее характерна 2+, для золота 3+, а для серебра 1+. Особая устойчивость степени 1+ у серебра объясняется большой прочностью конфигурации $4d^{10}$.

Интересно отметить, что сродство к электрону у меди, серебра и золота значительно больше не только сродства к электрону s-элементов I группы, но даже кислорода и серы. Этот факт, по видимому, связан также с «провалом»

одного из s-электронов внешнего уровня. Особенность электронной структуры атомов элементов подгруппы меди обуславливает относительно большую устойчивость двухатомных молекул Cu_2 , Ag_2 , Au_2 за счет дополнительных рр-связей, образуемых свободными и p-орбиталями и $(n-1)d$ -электронными парами. Элементы данной подгруппы образуют как катионные, так и анионные комплексы. По мере повышения степени окисления тенденция к образованию анионных комплексов возрастает. Химическая активность в ряду $\text{Cu}-\text{Ag}-\text{Au}$ убывает.

2.6. Элементы II В группы.

Эти элементы (Таблица 22) являются последними d-элементами каждый в своем периоде. У них завершена d^{10} -электронная конфигурация. В этом отношении цинк и его аналоги отличаются от остальных d-элементов и, наоборот, проявляют сходство с P-элементами больших периодов. Высшая степень окисления у них равна 2+. Ионы $\text{Э}^{2+}(d^{10})$ проявляют ярко выраженную тенденцию к образованию комплексных соединений.

Таблица 22

Характеристика элементов II В группы.

	$_{30}\text{Zn}$	$_{48}\text{Cd}$	$_{80}\text{Hg}$
1. Валентные электроны	$3^{10}4^2$	$4^{10}5^2$	$5^{10}6^2$
2. Атомный радиус, нм	1,39	1,56	1,60
3. Условный радиус иона Э^{2+} , нм	0,83	0,99	1,12
4. Энергия ионизации Э^{2+} , Эв	17,96	16,99	18,75
5. Содержание в земной коре, ат. %	0,001	$8 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-1}$

Высокая устойчивость $6s$ -электронной пары ртути накладывает отпечаток на все ее свойства и обуславливает ее существенное отличие от цинка и кадмия. В отличие от соединений цинка и кадмия большинство соединений ртути мало устойчивы. Для ртути характерны радикалы Hg^{2+} , где атомы ртути связаны между собой ковалентной связью — $\text{Hg}-\text{Hg}$, т. е. снова возникает конфигурация $6s^2$. В Hg^{2+} , степень окисления ртути принимают равной 1+.

Химическая активность в ряду $\text{Zn}-\text{Cd}-\text{Hg}$ (как и в других подгруппах d-элементов) понижается.

Свойства простых веществ изучаемых групп d-элементов и их соединений изложены в рекомендуемой литературе; следует обратить внимание на отличительные свойства их от S и P-элементов, как:

- 1) способность к комплексообразованию;
- 2) устойчивость соответствующих ионов в определенной среде.

2.7. Биологическая роль элементов I Б группы и применение их соединений в медицине.

Медь (Cu). В организме содержится 1-10 %, (масс.) меди, в основном, в печени и крови, она входит в состав многих ферментов. Суточная потребность взрослого человека в меди -2-3 мг. Она имеется в составе ряда ферментов, обеспечивающих перенос электронов в окислительно-восстановительных процессах, в них она также выступает в качестве катализаторов. Медьсодержащие ферменты составляют значительную часть металлоэнзимов. В ферментах медь выступает, в основном, в качестве незаменимого активатора, но, иногда, и в роли ингибитора. Повышая интенсивность окислительно-восстановительных процессов, она стимулирует фотосинтез, углеводный обмен, синтез жиров, образование некоторых витаминов. Медь оказывает значительное влияние на тканевое дыхание, пигментацию, принимает участие в синтезе гемоглобина, в процессах кроветворения, обеспечивает лучшее всасывание железа в кишечнике, продлевая тем самым жизнь эритроцитов.

При недостаточном поступлении меди в организм уменьшается образование гемоглобина и развивается анемия. Введение в пищевой рацион продуктов, богатых медью (молока, дрожжей и др.) улучшает состояние больных анемией. Избыток меди, накапливающейся в печени, мозге и почках, вызывает болезнь Вильсона.

Все соли меди ядовиты. Например, медный купорос в дозах, превышающих 1-2 г, вызывает тяжелые отравления. Приготовление пищи с повышенной кислотностью в плохо луженой медной посуде (лужение-покрытие меди оловом) и хранение ее там длительный срок приводят к окислению поверхности и растворению оксида меди, что обуславливает отравление.

Препараты, содержащие медь, назначаются, в основном, наружно.

Меди сульфат (Cupri sulfas) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – медный купорос-применяют как антисептическое и вяжущее средство в глазной, кожной, урологической и гинекологической практике. При ожогах

кожи фосфором производят обильное смачивание обожженного участка 5% раствором $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. При этом происходит образование нерастворимой фосфористой меди и частичное восстановление сульфата меди в металлическую медь, образующую на поверхности частицы белого фосфора - пленку.

При отравлениях белым фосфором, принятым внутрь, медный купорос в виде 2% раствора употребляется как противоядие. Иногда CuSO_4 принимают внутрь как рвотное средство.

Медь входит в состав фосфатных бактерицидных цементах (в виде Cu_2O и CuO) и сплавов, применяемых в стоматологии для пломбирования зубов.

Серебро (Ag). В организме содержится (10^{-6} % (масс.) серебра. Это биологически активный элемент, но роль его в организме мало изучена. Из пищевых продуктов больше всего его содержится в желтке куриных яиц. В человеческом организме серебро обнаружено в печени, почках, костной ткани, железах внутренней секреции, клетках мозга.

Серебро в виде ионов активно взаимодействует с различными другими ионами и молекулами организма. Ионы Ag^+ , прочно соединяясь с белками, при определенной концентрации вызывают свертывание белков и выпадение в осадок. В малых концентрациях они повышают общую сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям. В микроорганизмах серебро инактивирует определенные участки молекул ферментов, то есть является ферментным ядом.

Ионы серебра обладают свойствами сильного антисептика. Если хранить воду в серебряных сосудах, то она стерилизуется и не портится длительное время, так как в результате контакта воды со стенками сосуда образуются ионы Ag^+ . Туристы и путешественники, вынужденные пользоваться некипяченой водой, профильтровывают воду через посеребренный песок и она почти полностью обеззараживается. Сильные бактерицидные свойства серебра используются на океанских кораблях, на которых имеется ионатор с серебряными электродами в виде пластинок. Если пропус-

кать переменный ток через воду, то за час в раствор переходит до 10 г серебра. Этим количеством можно дезинфицировать около 50 м³ питьевой воды. Но надо строго следить за насыщением воды ионами Ag⁺, так как их избыток может привести к отравлению. При длительном поступлении избытка серебра в организм развивается *аргирия* - хроническое отравление.

В клинической медицине применяют многочисленные препараты, содержащие серебро. Это органические соединения, преимущественно белковые, в которые введено серебро.

Коллоидное серебро является катализатором и обладает сильными бактерицидными свойствами (до появления антибиотиков применялось для обработки слизистых оболочек) и используется при некоторых трудно поддающихся лечению кожных заболеваниях. В коллоидных препаратах серебро прочно связано с органической молекулой. В них сохраняются его антисептические свойства, но пропадает прижигающее действие.

Колларгол (Collargolum) – серебро коллоидальное, содержит 70-78% серебра и применяется для промывания гнойных ран (0,2-1% раствор), мочевого пузыря при хронических циститах, уретритах (1-2% раствор), для глазных капель (2%, 3% и 5% растворы), при инфекционных заболеваниях желудка и кишечника.

Протаргол (Protargolum) – комплексное соединение белка с серебром содержит 7,8–8,3% серебра (порошок). Применяется как вяжущее, антисептическое и противовоспалительное средство в виде 1–5% раствора в глазной практике, урологии, оториноларингологии, дерматологии.

Серебра нитрат (Argenti nit. ras) AgNO₃ – ляпис – в небольших количествах оказывает вяжущее и противовоспалительное действие, в более крепких растворах прижигает ткани. При взаимодействии с белками тканей способствует образованию нерастворимых белковых солей альбуминатов. Карандаши твердого AgNO₃ состоят из 1 части AgNO₃ и 2 частей KNO₃ и служат для прижигания, оказывают бактерицидное действие.

Перевязочный материал (вата, марля, бумага), пропитанный нитратом и хлоридом серебра, применяют для обеззараживания при небольших ранах, ссадинах и ожогах, при различных кожных заболеваниях.

Золото (Au). В организме содержится $1 \cdot 10^{-6}\%$ (масс.) золота. Роль его в организме выяснена недостаточно. Известно, что золото и его соединения обладают бактерицидными свойствами.

Препарат золота *кризонал* $(Au - S - CH_2 - CHON - CH_2SO_3)_2$ применяется при кожных заболеваниях и костном туберкулезе.

Тиосульфат золота и натрия $AuNaS_2O_3$ применяется при волчанке. Соли золота используются для повышения сопротивляемости организма туберкулезу.

Хлорное золото показано при некоторых специфических заболеваниях.

^{198}Au используется в виде золотого золя в мелкодисперсном состоянии как лекарственный препарат. Оно применяется для получения радиограмм органов человеческого тела и при раковых опухолях (впрыскивают в соответствующие ткани). Каждый атом золота действует как маленькая рентгеновская трубка и убивает раковые клетки в строго ограниченной области. Такая терапия целесообразнее, чем облучение больших поверхностей. Радиоактивное золото менее вредно, чем рентгеновские лучи.

2.8. Биологическая роль элементов II Б группы и применение их соединений в медицине.

Цинк (Zn). Он обнаружен во всех клетках и органах высших животных и человека. В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-3}\%$ (масс.) цинка. Суточная потребность организма в нем 10-15 мг. Цинк, поступающий в организм с пищей, всасывается в верхних отделах тонкой кишки. Затем он поступает в печень, там депонируется и расходуется по необходимости. Наибольшее его количество обнаруживается в сетчатой оболочке глаза, в железах внутренней секреции, печени, мышцах. В органах и тканях цинк нахо-

дится, главным образом, в связанном с белками виде. Будучи связанным с ферментами, гормонами и витаминами, он оказывает влияние на фундаментальные жизненные процессы: кроветворение, размножение, рост и развитие организма, обмен углеводов, белков, жиров, окислительно-восстановительные процессы.

Цинк участвует в белковом обмене, входит в состав инсулина, оказывает влияние на минеральный обмен, является незаменимым металлокомпонентом более 40 ферментов (активизирует пероксидазу, аминопептидазу, аргиназу и другие, ингибирует протеазу, фосфатазу, рибонуклеазу и др.), участвует в переносе электронов, что важно для дыхания.

Механизм биологической роли цинка может быть объяснен его значительными связями с регуляторами биохимических процессов. Содержание его в ферментах позволяет предположить, что он играет значительную роль в процессах клеточного дыхания, окисления углеводов и в порфириновом обмене. Доказано, что он необходим для поддержания нормальной концентрации витамина А в плазме.

Недостаточность цинка в организме приводит к уменьшению синтеза белка и нарушению белкового баланса. У животных наблюдается прекращение роста и уменьшение массы тела, нарушение кожного и волосяного покрова, расстройства половой функции.

Недостаточность цинка обусловлена трудностью его всасывания в пищеварительном тракте.

Согласно последним данным, цинк оказывает значительное влияние на синтез нуклеиновых кислот и активно участвует в хранении и передаче генетической информации, играет роль своеобразного биологического переключателя. Повышенное его содержание отмечено в злокачественных опухолях. Он способствует делению раковых клеток.

Соединения цинка - весьма важные лечебные препараты. Они применяются в медицине как рвотные, вяжущие и дезинфицирующие средства. В больших концентрациях очень ядовиты!

Цинка оксид (*Zinc oxidum*) ZnO используется как вяжущее, подсушивающее и антисептическое средство в дерматологии. Входит в состав ряда мазей и паст (мазь цинковая, мазь цинконафталиновая, паста цинковая, паста цинконафталиновая, присыпка детская и др.), используемых при заболеваниях кожи (экзема, рожистые воспаления, фурункулы и др.). ZnO —составная часть цинк-фосфатных цементов, применяемых в качестве пломбировочных материалов.

Цинка хлорид (*Zinci chloridum*) $ZnCl_2$ назначают как вяжущее, прижигающее, антисептическое средство при язвах, свищах и т. д.

Цинка сульфат (*Zinci sulfas*) $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ —цинковый купорос употребляется с древних времен наружно как вяжущее и антисептическое средство в глазной практике и при гонорее; весьма редко, как рвотное, но он менее эффективен, чем медные соли. $ZnSO_4$ применяется в виде 0,1%, 0,25% и 0,5% растворов при конъюнктивитах, хронических катаральных ларингитах, уретритах и как рвотное средство. $ZnSO_4 \cdot H_2O$ (обезвоженный, одноводный) входит в состав временных пломбировочных материалов, используемых в стоматологии.

Изотоп ^{65}Zn применяется при изучении распределения цинка в организме и при лечении злокачественных опухолей.

Сульфид и оксид цинка способны люминесцировать. Это их свойство используется в люминесцентном анализе, проводимом в судебной медицине, криминалистике. С его помощью устанавливают природу различных пятен, обнаруживают фальсификацию документов, тайнописей.

Кадмий (Cd). В организме человека содержится $[1 \cdot 10^{-4}\%$ (масс.) кадмия. Он входит в состав суперфосфата и целого ряда фунгицидов, пластмасс и красителей и при использовании их рассеивается в окружающей среде. Опасность заключается в том, что кадмий, попадая, например, в почву, накапливается и надолго в ней удерживается. Если содержание кадмия в почве достигает 3 мг/кг, то его концентрация в биомассе растений будет не менее 0,4 мг/кг, что может вызвать токсический эффект у животных и человека. Он накапливается, главным образом, в печени и почках. В тече-

ние жизни человека его содержание в почках может увеличиться в 1000 раз. Хотя функции его недостаточно изучены, доказано, что он является, несмотря на токсичность, микроэлементом, необходимым для развития живых организмов. Кадмий - ингибитор многих ферментов, улучшает защитные реакции организма, влияет на углеводный обмен, регулирует содержание сахара в крови.

По данным Всемирной организации здравоохранения, предельно допустимая концентрация кадмия для организма составляет 70 мкг. Его избыток может повышать кровяное давление, приводить к искривлению и деформации костей, сопровождающейся необычайной хрупкостью и ломкостью так как ионы Cd^{2+} , также как ионы Sr^{2+} , Hg^{2+} , вытесняют ионы биометаллов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+}) из менее прочных комплексов, образуя более прочные связи с серо- и азотсодержащими лигандами белков. Он обладает также канцерогенными свойствами. Кадмий особенно опасен для курильщиков. В период роста табак жадно аккумулирует кадмий из почвы. В результате в одной сигарете его содержится 1,2-2,5 мкг. Из этого количества в легкие курящего человека попадает 0,1-0,2 мкг, а остальное рассеивается вместе с дымом и пеплом. «Коэффициент вредного действия» табачного кадмия очень высок.

Вследствие токсичности его соединений, кадмиевые покрытия недопустимы для контакта с пищевыми продуктами. По токсичности соединения кадмия не уступают ртутным и мышьяковистым. Очень токсичны растворимые в воде и разбавленных кислотах соединения. Опасно также вдыхать воздух, содержащий оксид кадмия. Предельно допустимая концентрация оксида кадмия в воздухе промышленных предприятий - 0,1 мг/м³. Большие концентрации приводят к отравлению и даже смерти. Его соединения очень медленно выводятся из организма. Механизм токсического действия заключается, по-видимому, в угнетении активности ферментных систем. Соединения кадмия поражают дыхательные пути, расстраивают нервную систему.

Кадмий используется в стоматологии. Амальгамы, содержащие его, применяются для пломбирования зубов.

Ртуть (Hg). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-6}$ % (масс.) ртути. Ежедневно в организм поступает с пищей, в среднем, 0,02 - 0,05 мг ртути. В ничтожно малых количествах она входит в состав различных органов и тканей человека и животных. В организме она скапливается, главным образом, в печени, почках, селезенке и легких. При вдыхании паров ртути они концентрируются в мозге. В организме человека массой тела 70 кг ее содержится около 34 мг.

Хотя биологическая роль ртути до конца не выяснена, известно, что она влияет на процессы кроветворения, фагоцитарную активность лейкоцитов, повышает иммунобиологическую устойчивость организма к явлениям внешней среды. При взаимодействии с белками микробной клетки она образует нерастворимые соединения с альбуминами, поэтому оказывает противомикробное действие. По современным представлениям, ртуть и ртуть-органические соединения считаются ферментными ядами, вызывающими существенные нервно-психические нарушения и отравления. Пары ртути, попадая в кровь, циркулируют в организме сначала в виде атомной ртути, а затем, подвергаясь ферментному окислению, вступают во взаимодействие с SH-группами молекулы белка, а при большой концентрации ртути - с аминными и карбоксильными группами белков тканей. Таким образом, токсичность ртути обусловлена взаимодействием с группами - SH клеточных протеинов.

Из организма ртуть, в основном, выводится с мочой, частично - кишечником, очень медленно выводится со слюной и потом.

Металлическая ртуть, ее пары и соли очень ядовиты! Ее соли обладают разной способностью к электролитической диссоциации. Растворимые соли ядовиты и тем сильнее, чем больше они диссоциированы. Например, сулема HgCl_2 гораздо токсичнее, чем салициловоротутная соль. Этим можно объяснить различие в токсических свойствах разных солей, так как носителем токсичности являются ионы. Нитрат ртути $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ - хорошо диссоциирующая и наиболее ядовитая соль; у слабо диссоциирующей соли HgCl_2

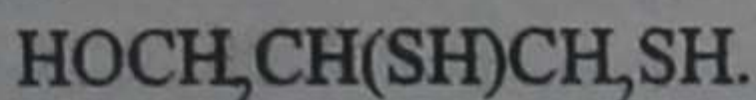
токсические свойства выражены не столь сильно, а, практически, не диссоциирующий цианид ртути $\text{Hg}(\text{CN})_2$ не ядовит, поскольку цианид ртути в водных растворах не образует ни ртути, ни цианид-ионов и не проявляет токсических свойств. В соответствии с этим, сравнительно невелика и ядовитость солей ртути (I), мало-растворимых в воде. При попадании ее соединений в организм сначала они оказывают местное разрушающее действие, а затем общее токсическое.

Ион ртути прочно соединяется с белками. Образуются нерастворимые соединения ртути с альбуминами, которые вызывают расстройство деятельности кишечника и ткани почек. В результате почки теряют способность удалять из крови продукты распада, что может привести к смерти. В связи с тем, что слюнные железы начинают выделять ртуть, наблюдается воспаление слизистой оболочки полости рта. Общее токсическое действие оказывает влияние на сердце.

При длительном поступлении малых доз ртути наступает хроническое отравление при котором поражается нервная система, слизистые оболочки, наблюдаются изменения в крови.

При повышенном содержании ртути в окружающей среде увеличивается распространенность зоба, а также инфекционных болезней, болезней органов дыхания и кровообращения, мочевых органов, уха, горла и носа. Содержание ртути в воздухе промышленных предприятий строго контролируется: допустимая концентрация ее паров — $1 \cdot 10^{-5}$ мг/л.

При отравлении ртутью и ее соединениями необходимо употреблять яичный белок и молоко, так как содержащиеся в них белки осаждают ее в области желудка. Эффективны также инъекции димеркаптопропанола



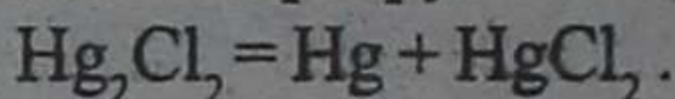
Для дезинфекции раньше использовались растворы ртутных неорганических солей, а теперь применяются различные органические соединения ртути, которые меньше раздражают слизистые оболочки.

Ртуть и ее соединения широко используются в медицине. Ртутным термометром измеряют температуру тела, ртутными манометрами - кровяное давление. Ртутно-кварцевые лампы дают ультрафиолетовые лучи, которые глубоко прогревают ткани, помогают лечить катары, воспаления, даже туберкулез. В стоматологии используются амальгамы ртути для пломбирования зубов.

Препараты ртути применяются в медицине в качестве антисептического, противопаразитарного и противосифилитического средства. Как у органических, так и у неорганических ртутных препаратов отмечается различная растворимость в воде. Чем лучше они растворимы, тем быстрее всасываются через слизистые оболочки и кожу, и тем больше их лечебный эффект.

Ртуть осадочная желтая (Hydrargyri oxydum flavum) HgO - наружное антисептическое средство, включается в состав глазных мазей и применяется при кожных заболеваниях.

Ртутный монохлорид (Hydrargyrum chloratum) каломель Hg_2Cl_2 - порошок, который медленно разрушается на свету:



В настоящее время назначается только наружно в виде мази при заболевании роговицы глаза, при бленорее, заболеваниях желудка.

Ртутный дихлорид (Hydrargyri dichloridum) HgCl - сулема, впервые приготовленная в VIII веке, но, как одно из первых наружных антисептических средств, применяется с XVIII века. Очень ядовита! В настоящее время используется в разведении 1:1000 для дезинфекции белья, одежды, стен и т. д.

Ртутный амидохлорид (Hydrargyri amidochloridum) $HgNH_2Cl$ применяется как наружное антисептическое средство в мазях (3-10%) при различных поражениях кожи (сифилис, экзема и т. д.), нередко в косметических мазях. Препарат очень токсичен!

Ртутный оксицианид (Hydrargyri oxycyanidum) $Hg(CN)_2$ используется как наружное антисептическое средство. Очень ядовит! Применяется в производстве антисептического мыла, в растворах для промывания при ряде глазных и урологических заболеваний.

2.9. Биологическая роль элементов III Б группы и применение их соединений в медицине.

Роль большинства элементов этой группы в организме не выяснена. Нет также данных о содержании их в организме человека. Однако, некоторые данные представляют интерес. Среднее содержание редкоземельных элементов в костной ткани животных составляет 0,49 мкг/г, человека - 0,5 мкг/г. Они выводятся из организма с желчью. Лантан, церий, самарий и иттрий найдены в селезенке, очень малые количества лантаноидов обнаружены в дентине и эмали зубов. Оказалось, что содержание иттрия и лантана в скелете в 100-10000 раз, а урана в скелете и мягких тканях в 3-10 раз выше, чем в морской воде, но значительно ниже, чем в почве. Самая высокая концентрация актиния обнаружена в печени, костях, почках, надпочечниках, селезенке, костном мозге и щитовидной железе. Уран попадает в организм человека (кости, легкие, кожная ткань, кровь) с продуктами питания, с питьевой водой и с пылевыми частицами воздуха. Например, поступление урана через органы дыхания составляет $3,7 \cdot 10^{-5}$ Бк в сутки, с пищевыми продуктами ежегодно - 360 мкг, а с водой - 40 мкг. Плутоний проникает в организм человека при вдыхании загрязненного воздуха при испытаниях ядерного оружия в атмосфере. Поступление ^{239}Pu с пищевыми продуктами в 800 раз меньше, чем через органы дыхания и т. д.

Ввиду сходства химических свойств редкоземельных элементов с ионами Ca^{2+} , они могут заменять его во многих молекулах биополимеров. Редкоземельные элементы образуют комплексные соединения с ДНК, влияют на активность ряда ферментов нуклеинового обмена. Например, они оказывают ингибирующее действие на активность нуклеаз. Кроме того, они являются антикоагулянтами, влияют на различные стадии свертывания крови - ингибируют синтез протромбина. Лантаноиды замедляют рост опухоли, то есть оказывают противоопухолевое действие.

В биологических и медицинских исследованиях широко используются радиоактивные изотопы многих элементов этой группы.

В медицине применяется радиоактивный изотоп ^{90}Y для лечения радиационным разрушением некоторых видов злокачественных опухолей. Радиоактивные изотопы ^{144}Ce используются в лучевой терапии, ^{170}Tm - для изготовления портативных генераторов рентгеновских установок и в медицинской радиографии.

2.10. Биологическая роль элементов IV Б группы и применение их соединений в медицине.

Титан (Ti) безвреден для людей и животных. Он содержится в животной (сливочное масло, свинина, креветки) и растительной (кукурузное масло, пшеничная мука, черный перец) пище. Кроме того, титан поступает в организм человека с питьевой водой (2 мкг в сутки), с воздухом (0,7 мкг в сутки). Титан концентрируется в коже, селезенке, надпочечниках, легких, накапливается преимущественно в эпителиальных образованиях. Общее содержание его в организме человека примерно 14 мг. Он ускоряет регенерацию белков сыворотки крови и способствует увеличению числа эритроцитов. Содержание титана в крови снижается при остром лейкозе, раке и язвенной болезни желудка.

Безвредность соединений титана позволяет использовать их для приготовления косметических мазей и мазей для лечения кожных заболеваний. Титан входит в состав хромо-никелевой стали, применяемой для изготовления искусственных зубов и коронок.

Цирконий (Zr) поступает в организм с пищей (3,5 мг в сутки), с водой (0,65 мг в сутки), но данные о его биологических функциях отсутствуют. Сплавы, содержащие цирконий, устойчивы к окисляющему и растворяющему действию биологических жидкостей, являются нетоксичными, не вызывают воспалительной реакции и, вследствие этого, применяются в хирургии для фиксации обломков костей, костного вытяжения и т. д.

Гафний (Hf). О нем известно только то, что он не оказывает на организм токсического действия

2.11. Биологическая роль элементов V Б группы и применение их соединений в медицине

Ванадий (V). Он содержится в почве и воде. Организмами-концентраторами ванадия являются морские беспозвоночные. У асцидий в водорослях, он активизирует фотосинтез, стимулирует фиксацию атмосферного азота и рост ряда азотобактерий. Ванадий присутствует в пищевых продуктах, особенно в морских, овощах, молоке, растительных маслах, табаке. В организм человека он поступает с пищей, водой и из загрязненного воздуха, и содержание его в теле взрослого человека составляет 10-25 мг. Он сосредотачивается в костях, зубах, жировой ткани, крови, почках, печени, легких. Выводится из организма с мочой и калом. Органические соединения этого металла в крови асцидий выполняют те же функции, что и соединения железа в крови высших животных. У асцидий почти весь ванадий сосредоточен в кровяных тельцах «ванадоцитах», содержащих до 15% V на золу. Из-за высокой биохимической активности он катализирует окисление гидроксильных соединений (адреналина, гидрокситирозина, гидроксииндола, гидрокситриптофана и др.). Наличие его в организме способствует осаждению солей кальция и увеличению устойчивости зубов к кариесу. Предполагают, что ванадий оказывает антианемическое действие, влияет на углеводный и жировой обмен. Он входит в состав золотованадиевых сплавов, используемых в ортопедической стоматологии.

Соли ванадия ядовиты. Пыль, содержащая ванадий, легко образует аэрозоль, проникает в организм и оказывает токсическое действие, причем токсичность повышается с увеличением степени окисления ванадия.

Ниобий (Nb). Он имеется практически во всех пищевых продуктах: крупе, мясе, молочных продуктах, овощах, фруктах и рыбе. В организме человека ниобий накапливается в крови, мышцах, скелете, печени, почках, легких, селезенке, костном мозге.

Изделия из ниобия широко используются в костной и пластической хирургии, благодаря его высокой коррозионной стойкости.

Тантал (Ta). В организме он обнаружен в печени, почках, скелете, мягких тканях - всего содержится $1 \cdot 10^{-5} \%$ (масс.). Роль его не выяснена. Благодаря тому, что тантал не взаимодействует с живыми тканями организма человека, не вредит им и биологически совместим с ними, он широко используется в медицине, главным образом, в восстановительной хирургии: пластинки из этого металла при повреждениях черепа - ими закрывают переломы черепной коробки. Танталовой пряжей иногда возмещают потери мускульной ткани. С помощью тонких танталовых пластин хирурги укрепляют после операции стенки брюшной полости. Танталовыми скрепками надежно соединяют кровеносные сосуды. Сетки из тантала применяют для изготовления глазных протезов. Нитями из этого металла заменяют сухожилия и даже сшивают нервные волокна (танталовая проволока). Смесь пентоксида тантала Ta_2O_5 с небольшим количеством оксида железа (III) используется для ускорения свертывания крови.

2.12. Биологическая роль элементов VI Б группы и применение их соединений в медицине.

Хром (Cr). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-5} \%$ (масс.) хрома.

Биологическая активность хрома объясняется его способностью образовывать многочисленные комплексные соединения. Попадая в организм, его ионы связываются с фосфатными группами нуклеиновых кислот или функциональными центрами белков. Имеются данные о том, что в организме свободный хром может оказывать канцерогенное действие. Обнаружена определенная корреляция между содержанием хрома в почве и частотой заболевания раком желудка у населения в данном районе. Полагают, что причиной этого может быть изменение активностей металлоферментов в результате обмена с проникающим в организм

хромом. Изменение активностей некоторых ферментов крови в настоящее время положено в основу диагностики раковых заболеваний.

Изотоп ^{51}Cr используется для внутритканевой терапии, для диагностики заболеваний крови и желудочно-кишечных кровотечений. Он широко применяется при исследовании продолжительности жизни эритроцитов, важном в диагностике анемий, сканировании селезенки и других гематологических исследованиях.

Хром и молибден входят в состав кобальтохромовых сплавов, нержавеющей хромоникелевых сталей, а Cr_2O_3 - полировочных паст, широко используемых в ортопедической стоматологии.

Хотя металлический хром не токсичен, все хромовые кислоты и их соли, а также оксид хрома (VI) ядовиты: они поражают кожу, дыхательные пути, вызывают воспаление глаз. Смертельная доза $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - 0,25 - 0,3 г.

Молибден (Mo). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-5} \%$ (масс.) молибдена. В биологических системах он обнаружен в виде Mo^{+5} , Mo^{+6} и реже - Mo^{+3} , Mo^{+4} . Возможно, это разнообразие форм существования и явилось причиной того, что этот самый тяжелый биометалл используется наряду с легкими элементами для построения живых организмов. Физиологическая и патологическая роль молибдена в настоящее время еще только изучается. Однако, его влияние на различные процессы в организме (рост, развитие, воспроизводство, болезни) несомненно.

Молибден входит в состав ряда ферментов, например, ксантинооксидазы. Если в пище мало молибдена, то этот фермент образуется в недостаточном количестве, на что болезненно реагирует организм. При его избытке в пище также нарушается обмен веществ. Ксантинооксидаза ускоряет азотистый обмен в организме, в частности, пуриновый. В результате распада пуринов образуется молочная кислота. Если этой кислоты очень много, то почки не успевают выводить ее из организма и в суставах и мышечных сухожилиях скапливаются растворимые в ней соли. Появляется боль в суставах, начинается так называемая молибденовая подагра.

На примере молибдена можно проследить связь и взаимовлияние металлической активности микроэлементов. Повышенная его концентрация приводит к уменьшению концентрации меди и кобальта. Он совместно с медью участвует в обмене гормонов. Непосредственное взаимодействие молибдена с медью может приводить к образованию в желудочно-кишечном тракте нерастворимого соединения CuMoO_4 . Антагонизм молибдена и меди используется и в терапевтической практике: его токсическое действие снимается введением препаратов меди. Избыток молибдена в пище приводит к тому, что он начинает вытеснять медь из печени и фосфор из костей. С физиологической точки зрения органические соединения молибдена играют роль катализаторов во многих реакциях живых клеток.

Вольфрам (W). В организме человека содержится $10^{-6} - 10^{-7} \%$ (масс.) вольфрама. Наиболее велико его содержание в головном мозге. Кроме того, он концентрируется в печени и костях. Роль его в организме изучена недостаточно.

2.13. Биологическая роль элементов VII Б группы и применение их соединений в медицине.

Марганец (Mn). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-3} \%$ (масс.) марганца.

Больше всего марганца содержится в мышцах, головном мозге, почках, селезенке, костях и т. д. Суточная потребность человека в нем около 6 мг. Дети нуждаются в больших количествах этого элемента, так как он способствует нормальному развитию и росту.

Из пищевых продуктов особенно богаты им красная свекла, помидоры, соя, горох, картофель.

Марганец принадлежит к числу немногих элементов, способных существовать в восьми различных состояниях окисления, однако в биологических системах реализуются только два: Mn^{2+} и Mn^{3+} , иногда Mn^{4+} . Вероятность образования и существования в организме анионных форм марганца практически незначительна из-за очень

ярко выраженных их окислительных свойств. Mn^{2+} предпочитает в качестве лигандов сравнительно слабые доноры, например карбоксильную и фосфатную группы. Mn^{2+} ввиду сходства с Mg^{2+} может заменять его в комплексах с ДНК. Многие комплексы Mn^{3+} , например $[Mn(C_2O_4)]_3^{3-}$ - оксалатный, вполне устойчивы.

Важнейшие соединения марганца и их характеристика представлены в таблице 23.

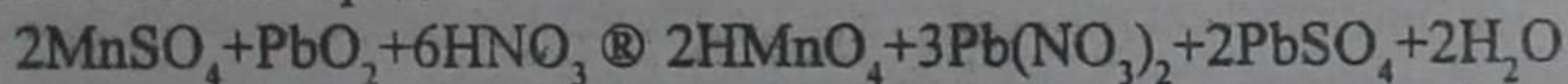
Таблица 23

Характеристика соединений марганца.

Степень окисления	Оксиды	Гидроксиды	Соли
+2	MnO – основной оксид.	$Mn(OH)_2$ – основание, слабое, малорастворимое, неустойчивое.	$MnCl_2$, $MnSO_4$ в ОВ реакциях, восстановители.
+4	MnO_2 – амфотерный оксид в ОВ реакциях чаще окислитель.	$Mn(OH)_4(H_2MnO_3)$ амфотерный гидроксид.	$CaMnO_3$
+6	—	H_2MnO_4 – нестойкая кислота.	K_2MnO_4 – окислитель.
+7	Mn_2O_7 – кислотный оксид.	$HMnO_4$ – кислота.	$KMnO_4$ – сильный окислитель.

По мере роста СО у соединений марганца усиливаются кислотные и окислительные свойства.

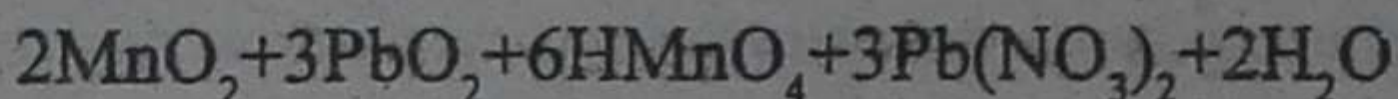
Соли Mn^{+2} имеют светлорозовую окраску, образует кристаллогидраты, $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ при диссоциации образует аквакомплексы: $(Mn(H_2O)_6)$. Большинство солей растворимы в воде. В окислительно-восстановительных реакциях ионы Mn^{+2} выступают в роли восстановителя, окисляясь до перманганат-иона в кислой среде:



Данная реакция используется в аналитической практике как качественная на ион Mn^{+2} так как сопровождается появлением малиновой окраски MnO_4^- - иона. Диоксид марганца MnO_2 нерастворим в воде. Обладает амфотерными свойствами, однако, и основная и кислотная функции выражены у него слабо. Этот оксид проявляет не только кислотно-основную, но и окислительно-

восстановительную двойственность. В кислой среде он выступает в роли сильного окислителя: $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

При взаимодействии с более сильными окислителями он выступает в роли восстановителя, окисляясь до Mn^{+6} или Mn^{+7} . Например,



Соединения Mn^{+7} – сильные окислители, например KMnO_4 . В зависимости от среды возможны следующие направления восстановления MnO_4^- (Таблица 24).

Таблица 24

Восстановление MnO_4^- в зависимости от среды.

Среда	Реакция	$E^\circ, \text{В}$
Кислая	$\text{MnO}_4^- + \text{OH}^+ + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ малиновый бесцветный.	1,58
Нейтральная и слабо-щелочная	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ малиновый бурый.	1,23
Сильно щелочная	$\text{MnO}_4^- + e^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$ малиновый зеленый.	0,56

На способности перманганат-иона в кислой среде изменить малиновую окраску до бесцветной в присутствии восстановителя, основан метод объемного анализа - перманганатометрия.

В медицине перманганат калия применяется как антисептическое средство в водных растворах различных концентраций: от 0,01 до 0,5 % для промывания ран, в стоматологической и гинекологической практике, 2,5 % раствора как прижигающее, подсушивающее средство. Соли марганца используют при нарушении процессов кроветворения, а также для лечения атеросклероза.

По биологическим свойствам марганец жизненно необходимый микроэлемент. Он накапливается в трубчатых костях, печени, в легких, мышцах, нервной ткани, в крови. В организме человека он встречается в двух составах: Mn^{+2} и Mn^{+3} . Координационное число его в биологических комплексных соединениях равно 6. В организм марганец попадает с растительной пищей. Суточная потребность 3-6 мг. Доказано участие марганца в важных физиологических процессах: кроветворении, окостенении, росте и разви-

тии, в белковом и жировом обмене, тканевом дыхании, иммунитете. Mn тормозит развитие атеросклероза. Свое влияние на эти функции организма марганец проявляет через связи с ферментами, гормонами и витаминами. Так, марганец входит в состав ферментов, либо служит их активатором. Доказано влияние марганца на функцию мозгового вещества надпочечников. Установлено его влияние на синтез витамина B₁ и аскорбиновой кислоты. Изучается влияние марганца на регуляцию артериального давления. Он снижает уровень сахара и липидов в крови. Избыточное поступление марганца в организм вызывает профессиональные заболевания, например марганцевые нейроинтоксикации. Вдыхание пыли марганца вызывает поражение легких, он накапливается также в печени, поджелудочной железе.

Этот элемент благотворно влияет на рост и развитие, процессы размножения и клеточное деление, окислительное фосфорилирование в тканях печени, усиливает действие гормонов (инсулина и др.). Фотосинтез во многих растениях невозможен в его отсутствии. В крови человека и большинства животных содержится около 0,02 мг/л марганца. Он, в сочетании с железом, медью и кобальтом влияет на процессы кроветворения, ускоряет образование антител, нейтрализующих вредное действие чужеродных белков. Марганец снижает содержание сахара в крови и благоприятно влияет на состояние больных диабетом. Кроме того, он оказывает липотропное действие и тормозит развитие атеросклероза, необходим для активации ряда ферментов, например дегидрогеназ и декарбоксилазы.

Без ферментов, содержащих марганец, невозможны специфические метаболические процессы, например, образование мочи. Марганец входит в состав таких ферментов, как аргиназы, фосфотрансферазы, в качестве незаменимого металлокомпонента. Металлоферменты, содержащие марганец, катализируют как гидролитические, так и окислительно-восстановительные процессы.

При его участии в организме синтезируется аскорбиновая кислота (витамин С).

Марганец играет значительную роль в обмене веществ. Он влияет на обмен витаминов В₁ и Е. Принимает участие в белковом (повышает распад тканевых белков, понижает отложение жира в организме) и минеральном (способствует усвоению фосфора, кальция, йода) обмену. Его недостаток в рационе может вызвать патологическое ожирение и нарушение процесса окостенения, способствует возникновению эндемического зоба, так как участвует в синтезе гормонов щитовидной железы.

Избыточное количество марганца действует как яд, вызывая различные расстройства нервной системы.

В медицине применяются следующие соли марганца.

Калия перманганат $KMnO_4$ (*Kalii permanganas*) - наиболее важное соединение марганца.

Он образует пурпурно-красные призматические кристаллы, легко растворимые в воде. Его применяют в качестве дезинфицирующего средства в виде 2-5% раствора для смазывания и примочек язвенных и обожженных мест, как кровоостанавливающее средство. Более слабые растворы его используются для полоскания рта и горла, для спринцеваний при гинекологических и урологических заболеваниях, а также для промывания желудка при отравлениях опиумом, морфином, фосфором. Дезинфицирующие свойства раствора $KMnO_4$ обусловлены его высокой окислительной способностью, которая сильно зависит от рН среды. На применении $KMnO_4$ в качестве рабочего раствора основан метод перманганатометрии, широко применяемый в медицине для количественного определения лекарственных препаратов (например, перекиси водорода, сульфата железа и др.), а также в лабораторно-клиническом анализе для определения кальция в крови и желчи. Имеются сведения о защитном действии внутривенного введения перманганата калия при укусе паука каракурта.

Марганца сульфат $MnSO_4$ применяется для лечения атеросклероза. Оказалось, что у больных уменьшились явления атероск-

лероза сосудов и нормализовалось содержание холестерина в крови. Используется также для лечения анемии, связанной с беременностью и родами.

Марганца хлорид $MnCl_2$ оказывает влияние на состояние центральной нервной системы, в зависимости от концентрации он возбуждает или угнетает ее. Совместно с $CuSO_4$ и $CoSO_4$ используется при функциональных маточных кровотечениях.

Технеций и рений – их биологическая роль в настоящее время не выяснена.

2.14. Биологическая роль элементов VIII Б группы и применение их соединений в медицине.

Железо (Fe). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-5} \%$ (масс.) железа. Это – жизненно важный и наиболее распространенный в организмах элемент из группы переходных металлов. В организме человека содержится не более 5 г железа, суточная потребность составляет 15-20 мг. Оно входит в состав многих металлопротеинов, которые переносят его в организме, катализируют многочисленные окислительно-восстановительные процессы, образуют системы, обратимо присоединяющие молекулярный кислород. Железосодержащими металлоферментами являются различные дыхательные ферменты: цитохромы, пероксидаза и каталаза.

Цитохромы содержат в восстановленном состоянии двухвалентное, а в окисленном – трехвалентное железо. На переходе от одной степени окисления к другой и основана каталитическая функция этих веществ в процессе окисления составных частей пищи в организме.

Пероксидаза катализирует реакции окисления различных субстратов перекисью водорода.

Каталаза катализирует реакцию распада перекиси водорода с выделением молекулярного кислорода.

В организме человека железо встречается в виде двух катионов: Fe^{2+} и Fe^{3+} . Оно, в основном, входит в состав гемоглобина,

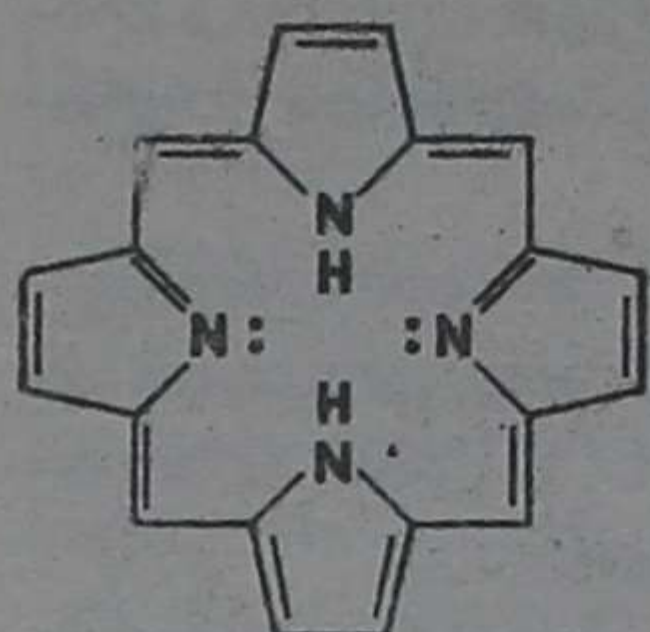


Рис. 13. Структура молекулы порфина.
Эта молекула, теряя два протона, связанные с атомом азота, образует тетраден-
татный комплексный ион.

содержащегося в эритроцитах (80% от общего количества). Кроме того, в организме существует депонированное (запасное) железо в виде высокомолекулярного железосодержащего белка (ферритина), находящегося в клетках печени и селезенки. Клеточный фонд железа представляет железо клеточных ферментов дыхания, а в мышцах - железо гемоглобина.

Обмен железа между плазмой крови и лимфой происходит при помощи транспортного белка (трансферрина). Одна его молекула связывает два атома железа. Основной путь его таков: железо плазмы - железо эритроцитов - гемолиз - железо плазмы.

Гемоглобиновый фонд железа в организме высших животных приближается к содержанию основных катионов. В живых организмах оно не встречается в свободном ионном состоянии, всегда входит в состав различных комплексных соединений.

Ионы железа имеют небольшие размеры: Fe^{2+} - 0,083 нм и Fe^{3+} - 0,067 нм. Поэтому они легко входят в «окна» порфириновых макроциклов, разнообразных протеиновых систем.

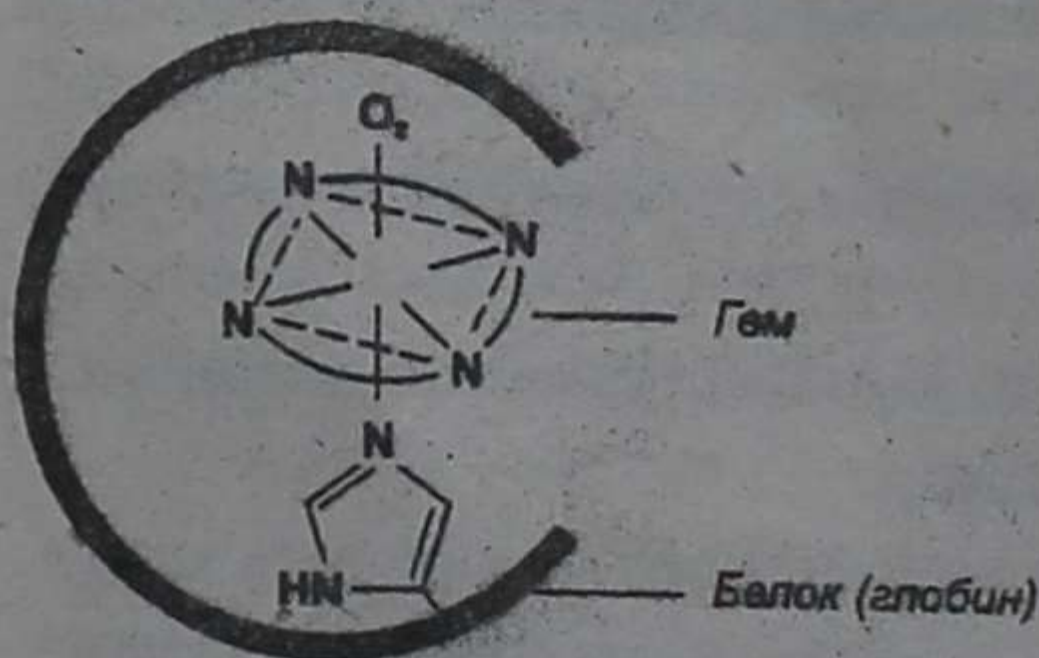


Рис. 14. Схема молекулы
оксигемоглобина.

Показана одна из четырех гемовых структурных единиц этой молекулы. Атом железа связан с четверью атомами азота, порфиринового цикла с атомом азота, принадлежащим окружающей белковой структуре, а также с молекулой кислорода.

Замещенные порфины или порфирины, образуют разнообразные биологически важные комплексы. Молекула порфина схематически изображена на рис. 12. Порфин может образовывать координационные связи с ионом металла, роль доноров выполняют четыре атома азота. При комплексообразовании с металлом происходит замещение двух указанных на рисунке протонов, которые связаны с атомами азота. Комплексы, полученные с участием порфина, называются *порфиринами*. Из них наиболее важным является гем, который содержит атом Fe (II).

Молекула железосодержащего белка гемоглобина, переносчика кислорода в крови, состоит из четырех белковых цепей, свернутых в неплотный клубок. В складках каждой цепи имеется молекула гема. Особенность его в том, что атом железа в нем находится в центре плоскости координированных вокруг него атомов азота. При реакции молекулы кислорода с атомом железа гем образует *оксигемоглобин* (рис. 13). В благоприятных условиях кислород отделяется от железа. В легких гемоглобин захватывает кислород, а в тканях его высвобождает и он участвует в химических процессах, протекающих в клетках.

Недостаточное количество железа в пище человека приводит к снижению содержания гемоглобина в крови и к заболеваниям, вызванным обеднением крови железом – анемиям. Недостаток гемоглобина затрудняет перенос кислорода кровью, появляются слабость и сонливость, так как клетки организма лишаются возможности выделять энергию.

При анемии резко снижается количество эритроцитов и гемоглобина в единице объема крови, что проявляется повышенной утомляемостью, выпадением волос, ломкостью ногтей, сердечной недостаточностью, расстройством пищеварения.

При потере крови потребность в железе превышает его поступление в организм с пищей. При внутривенных инъекциях железо вводят в виде аскорбата, цитрата или коллоидных комплексов с углеводами, то есть в виде слабо ионизированных соединений.

Необходимо отметить, что концентрация железа в организме зависит не только от его содержания, но и от способности организма связывать железо. Избыток железа (не связанного в организме в биоконплексы) в ежедневном рационе может привести к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы, печени, легких.

В медицине широко применяются соли железа (II).

Железа сульфат (Ferrosi sulfas) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - кристаллы бледно-зеленого цвета, желтеющие при длительном хранении на воздухе. Он используется при лечении анемии, зависящей от дефицита железа в организме, а также при слабости и истощении организма. Для этой же цели употребляются *восстановленное железо Fe (Ferrum reductum)* и *железа карбонат FeCO_3* .

Из солей железа (III) широко используется *Железа хлорид $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$* . Это соединение бурого цвета, хорошо растворимо в воде и легко гидролизуется. Железа (III) хлорид-довольно сильный окислитель. Он применяется в медицине как дезинфицирующее и кровоостанавливающее средство. Используется также раствор железа хлорида, содержащий 20% железа, или сироп алоэ с железом (*Sigurus Aloes cum ferro*), который назначается при гипохромных анемиях.

Ряд солей железа применяют при анализе лекарств.

Кобальт (Co). В земной коре его очень мало. В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-5} \%$ (масс.) кобальта.

Катион Co^{2+} входит в состав важных белковых молекул, активирует действие ряда ферментов (карбоангидраза, карбоксипептидаза и др.). Ферменты, содержащие кобальт, участвуют в синтезе ДНК и метаболизме аминокислот.

Соединения кобальта (и меди) занимают второе место, после соединений железа, по значению в качестве катализаторов окислительно-восстановительных процессов в организме. Они принимают участие в синтезе гемоглобина.

Комплексные соединения кобальта в организме значительно повышают активность основного обмена, активизируют синтез мышечных белков и увеличивают количество гемоглобина и форменных элементов крови, а в органах и тканях — количество витами-

нов и железа. Доказано, что при злокачественном малокровии резко уменьшается число эритроцитов, снижается гемоглобин, развивается болезнь со смертельным исходом. Установлено, что употребление в пищу сырой печени задерживает развитие малокровия. После многолетних поисков из печени было выделено вещество, способствующее появлению красных кровяных шариков. Это витамин B_{12} . Кобальт в степени окисления +3 является центральным атомом витамина B_{12} и играет в нем важную биохимическую роль, которая связана с кроветворением.

Суточная потребность организма в кобальте составляет около 0,001 мг. В витамине B_{12} его содержится 4,0%. Значительный недостаток этого витамина в организме вызывает злокачественную анемию. Полагают, что дефицит кобальта в тканях снижает способность организма защищаться от различных инфекций.

Считают, что организм человека реагирует на недостаток кобальта в меньшей степени, чем на недостаток других элементов. Эффективная концентрация кобальта, как и других элементов, зависит от того, в каком виде этот элемент содержится в организме — в виде соли или комплексного соединения. Так, для создания необходимой для организма его концентрации путем введения в него вместо витамина B_{12} , скажем, соли хлорида кобальта ($CoCl_2$), потребовалось бы последнего в 50 000 раз больше.

Повышенная концентрация кобальта токсична.

Кобальт в виде комплексных соединений — препаратов «Коамид» ($Coamidum$) и «Цианокобаламин» ($Cyanocobalaminum$), или витамин B_{12} , используется для лечения заболеваний крови — анемий, для улучшения синтеза гемоглобина и усвоения препаратов железа. Препарат «Коамид» — комплексное соединение хлорида кобальта (II) с амидом никотиновой кислоты — способствует более быстрому заживанию закрытых переломов, тормозит рост саркомы. В виде глюконата кобальт входит в состав железосодержащего препарата «Ферковен» ($Fercovenum$). Препарат Co-30, содержащий Co^{2+} с координированными молекулами аминокислоты (ме-

тионин), рекомендуется при лучевых поражениях, как эффективное средство, стимулирующее костномозговое кроветворение.

В ортопедической стоматологии кобальт применяется в виде хромокобальтовых сплавов (до 64% Co), так как они имеют высокие противокоррозионные свойства. Они обладают хорошей текучестью, дают малую усадку, хорошо куются и штампуются.

Радиоактивный изотоп ^{60}Co получают бомбардировкой изотопа ^{59}Co тепловыми нейтронами. Он используется в качестве гамма-лучей, так как дает наиболее однородное излучение. Широко используется в области радиохимических исследований и в медицине.

Кобальт применяется для радиационной очистки дезинфекции воды, стерилизации без нагревания ряда медикаментов, перевязочных материалов, пищевых продуктов и других объектов, не допускающих повышения их температуры. Сейчас для облучения пораженных раком тканей применяют радиоактивный изотоп ^{60}Co . Используемое количество ^{60}Co соответствует по своей активности 400 г радия. Именно высокая активность позволяет лечить опухоли, расположенные в глубине организма больного. Кроме того, неопасны длительные вредные воздействия, так как в организме изотоп ^{60}Co подвергается быстрому распаду.

В качестве излучателей применяются радиоактивные аппликаторы и иглы, с помощью которых успешно лечат рак кожи, катаракты (помутнение хрусталика) и другие заболевания. Введенные в пораженные ткани иглы, создавая необходимую дозу облучения, убивают злокачественные клетки, не затрагивая здоровые. Иглы могут быть достаточно длинными, а радиоактивный препарат размещаться только у острия. Таким способом может быть достигнуто местное облучение тканей, расположенных не только у поверхности, но и на достаточной глубине.

Изотоп ^{60}Co используется для контроля уровня растворов в аппаратах, работающих при высоких температурах и давлениях.

Никель (Ni). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-6} \%$ (масс.) никеля. Он концентрируется в печени, почках, поджелудочной

железе и гипофизе. Никель входит в состав некоторых ферментов, например, аргиназы. Имеются сведения о стимулировании солями никеля синтеза аминокислот, содержащих серу. Доказано благоприятное влияние соединений никеля на образование гемоглобина. У инфекционных больных он нормализует содержание гемоглобина. Соли никеля у здоровых людей ускоряют регенерацию белков плазмы крови. Содержание его в крови человека зависит от возраста. У альбиносов количество никеля в организме повышено.

Доказано, что никель совместно с марганцем, кобальтом, железом и другими участвует в малоспецифическом активировании ферментативных реакций гидролиза, реакций с участием карбоксильной группы.

В медицинской практике никелем покрывают хирургические инструменты. Различные сорта нержавеющей стали содержат 10 - 30% никеля, они обладают высокими противокоррозионными свойствами и хорошими механическими качествами. Нержавеющая сталь, используемая для зубных протезов, содержит 8-24% никеля. Этот элемент, введенный в состав золотого сплава (5-10%), заменяет платину.

Соли никеля являются антисептиками, они не токсичны для человека и животных.

Платина (Pt). Роль платиновых металлов в организме изучена недостаточно, хотя известно, что некоторые комплексные соединения металлов этой группы обладают противораковой активностью. В качестве противораковых препаратов можно использовать только электронейтральные частицы (молекулы). Катионные комплексы высокотоксичны (отравляют почечную систему). Анионные же комплексы легко реагируют со многими типами белков, поэтому малоэффективны. Противораковой активностью к некоторым формам рака обладают комплексы платины (II).

Синтез и клинические испытания нового класса противораковых препаратов на основе координационных соединений платины начались с открытия в 1969 г. противораковой активности цисдихлорида платины (II). В настоящее время широко

развиваются исследования по изучению взаимосвязей между структурой комплексных соединений платины и их противораковой активностью. Изучен механизм противоопухолевого действия комплексных соединений платины. С помощью меченых атомов было показано, что в основе противоопухолевой активности платинового препарата лежит взаимодействие этого соединения с нуклеиновыми кислотами, приводящее к замедлению (ингибированию) синтеза ДНК, содержащих «раковые последовательности нуклеинов» (раковые гены), ответственные за синтез опухолевых клеток.

Из платины и ее сплавов изготавливают хирургические инструменты, которые не окисляясь, стерилизуются в пламени спиртовой горелки; это преимущество особенно ценно при работе в полевых условиях.

В зубопротезной технике из платины изготавливают кламмеры, штифты, коронки, мостовидные протезы различных конструкций, вкладки, дуговые протезы. Широко используются также золото-платиновые сплавы (например, Au-75%, Pt-4,15%, Ag-8,35%, Cu-12,5%; Au-60%, Pt-20%, Ag-5%, Cu-15%).

Из платиноиридиевых сплавов изготавливают электрические стимуляторы сердечной деятельности. Электроды с платиноиридиевыми зажимами вживляют в сердце больного стенокардией. В теле больного находится приемник, с которым соединены электроды. Снаружи, например в кармане больного, находится генератор с кольцевой антенной, которая крепится на теле напротив приемника. При наступлении приступа стенокардии больной включает генератор. В кольцевую антенну поступают импульсы, которые передаются в приемник, а от него — на платиноиридиевые электроды. Они передают импульсы на нервы и заставляют сердце биться активнее. При остановке сердца делают надрез ключичной вены, вводят в нее соединенный с генератором электрод и через несколько минут сердце вновь начинает работать.

В медицине используются изотопы палладия (^{103}Pd), иридия (^{192}Ir) для терапии злокачественных опухолей.

Глава 3. Биологическая роль р-элементов и применение их соединений в медицине.

3.1. Общие характеристика р - элементов.

К р-блоку относятся элементы главных подгрупп III–VIII групп периодической системы. У элементов III группы появляется первый р-электрон и начинается последовательное заполнение р-подуровня, заканчивающееся у элементов VIII группы - инертных газов.

Свойства р-элементов, если их рассмотреть как вдоль периода, так и вниз по подгруппе, изменяются часто неравномерно. Это вызвано строением электронных уровней и подуровней этих элементов. По периоду заметно стремление р-подуровня быть незаполненным, или заполненным наполовину, или же заполненным полностью. Так, у таллия в водных растворах известно одновалентное состояние. Наполовину законченный р-подуровень у азота и нижестоящих элементов приводит к заметному различию в свойствах, по сравнению с кислородом и нижестоящими элементами, имеющими уже одну пару спаренных электронов на р-подуровне. У инертных газов р-подуровень полностью заполнен; это согласуется с их чрезвычайно высокой устойчивостью.

При переходе вниз по подгруппам на свойства элементов и их соединений оказывает влияние как появление новых подуровней на одном уровне, так и заполнение внутренних подуровней. Элементы 2-го периода резко отличаются от нижележащих элементов. Причина этого заключена в том, что у элементов 3-го периода имеется свободный d-подуровень, способный принимать электроны с р-подуровня при их распаривании. У элементов 4-го периода на предвнешнем 3-м уровне появляется заполненный 3d-подуровень, что приводит к их заметному отличию от элементов 3-го периода. Точно так же сказывается наличие заполненного 4f-подуровня на 3-м снаружи уровне у элементов 6 периода. Заполнение 3d и 4f-подуровней приводит к немонотонному измене-

нию радиусов атомов и энергий ионизации в группах р-элементов (см. табл. 24), которое получило название вторичной периодичности.

В подгруппах р-элементов с увеличением порядкового номера неметаллические свойства уменьшаются, а металлические увеличиваются. В периодах с увеличением порядкового номера эти свойства изменяются в обратном порядке.

Если в ПСЭ Д. И. Менделеева провести диагональ от бора к астату, то она условно разделит р-блок элементов на металлы, лежащие ниже и левее, и неметаллы, лежащие выше и правее диагонали. Элементы, лежащие на диагонали, а также прилегающие к ней - германий, селен и полоний сочетают в себе как неметаллические свойства, так и свойства металлов.

Все р-элементы – металлы, кроме висмута, а также германий, мышьяк, сурьма и теллур являются амфотерными. Их гидроксиды проявляют как основные, так и кислотные свойства.

Диагональное сходство элементов обусловлено увеличением энергии ионизации по периоду слева направо; а в группе снизу вверх. Это приводит к тому, что в диагональном направлении в периодической системе будут находиться атомы с примерно близкими энергиями ионизации, что, в свою очередь, приводит к сходству элементов и их соединений по физическим и химическим свойствам.

Из таблицы 24 хорошо видна вторичная периодичность в изменении радиуса атома и потенциала ионизации. Для всех элементов, кроме таллия, характерна степень окисления $3+$. Координационное число бора (III) равно 4 или 3, что соответствует Sp^3 или Sp^2 -гибридизации его валентных орбиталей. Атомы алюминия в большинстве своих соединений находятся в состоянии Sp^3 и Sp^3d^2 -гибридизации. Координационные числа алюминия равны 6 и 4.

Физические константы элементов III A группы

Показатель	${}_5B$ 10,81	${}_{13}Al$ 26,98	${}_{31}Ga$ 69,72	${}_{49}In$ 114,82	${}_{81}Te$ 204,37
Валентные электроны	$2S^2 2p^1$	$3S^2 3p^1$	$4S^2 4p^1$	$5S^2 5p^1$	$6S^2 6p^1$
Радиус атома, нм	0,089	0,143	0,139	0,166	0,170
Радиус иона E^{3+} , нм	0,020	0,057	0,062	0,092	0,105
Потенциал ионизации В, эВ.	8,296	5,984	6,00	5,785	6,106
Стандартный электронный потенциал, В	-	-1,66	0,52	-0,32	-0,34
Относительная электроотрицательность, ЭО.	2,0	1,5	1,6	1,5	1,4

Как видно из данных таблицы 25, вторичная периодичность не оказывает влияния на монотонный характер изменения атомных радиусов в группе, d-сжатие проявляется лишь в сближении потенциалов ионизации галлия и кремния, а f-сжатие все же приводит к некоторому увеличению потенциала ионизации.

В группе убывает устойчивость соединений со степенью окисления 4+ и растет устойчивость соединений, в которых степень окисления равна 2+. Координационное число углерода равно 4 при Sp^3 , 3 – при Sp^2 и 2 – при

Sp -гибридизации валентных орбиталей. Максимальное координационное число кремния равно 6 (Sp^3d^2 -гибридизация), наиболее характерное координационное число – 4 (Sp^3 -гибридизация).

Физические константы элементов IV A группы

Показатель	${}_6C$ 12,011	${}_{14}Si$ 28,086	${}_{32}Ge$ 72,59	${}_{50}Sn$ 118,69	${}_{82}Pb$ 207,19
Валентные электроны	$2S^2 2p^2$	$3S^2 3p^2$	$4S^2 4p^2$	$5S^2 5p^2$	$6S^2 6p^2$
Радиус атома, нм	0,077	0,117	0,139	0,158	0,174
Радиус иона E^{4+} , нм	(0,019)	0,039	0,044	0,067	0,076
Потенциал ионизации В, эВ.	11,26	8,15	8,13	7,34	7,41
Стандартный электронный потенциал, В	-	-	+0,25	-0,14	-0,13
Относительная электроотрицательность, ЭО.	2,5	1,8	1,7	1,7	1,6

Физические константы элементов V A группы

Показатель	${}^6\text{C}$ 12,011	${}^{14}\text{Si}$ 28,086	${}^{32}\text{Ge}$ 72,59	${}^{50}\text{Sn}$ 118,69	${}^{82}\text{Pb}$ 207,19
Валентные электроны	$2S^2 2p^2$	$3S^2 3p^2$	$4S^2 4p^2$	$5S^2 5p^2$	$6S^2 6p^2$
Радиус атома, нм	0,077	0,117	0,139	0,158	0,174
Радиус иона Э^{4+} , нм	(0,019)	0,039	0,044	0,067	0,076
Потенциал ионизации В, эВ.	11,26	8,15	8,13	7,34	7,41
Стандартный электронный потенциал, В	-	-	+0,25	-0,14	-0,13
Относительная электроотрицательность, ЭО.	2,5	1,8	1,7	1,7	1,6

Начиная с VA группы d и f-сжатие не оказывает влияния на характер изменения как атомных радиусов, так и потенциалов ионизации. В группе убывает устойчивость соединений со степенью окисления 5+ и растет устойчивость соединений, в которых степень окисления равна 3+. Кроме того, атомы азота, фосфора и мышьяка могут проявлять степень окисления 3. Атом азота может находиться в состоянии Sp^3 , Sp^2 и Sp -гибридизации, для атома фосфора возможны Sp^3d^2 , Sp^3 и sp^2 -гибридизации валентных орбиталей.

Физические константы элементов VI A группы

Показатель	${}^8\text{O}$ 15,9994	${}^{16}\text{S}$ 32,064	${}^{34}\text{Se}$ 78,96	${}^{52}\text{Te}$ 127,60	${}^{84}\text{Po}$ 210
Валентные электроны	$2S^2 2p^4$	$3S^2 3p^4$	$4S^2 4p^4$	$5S^2 5p^4$	$6S^2 6p^4$
Радиус атома, нм	0,073	0,104	0,116	0,141	-
Радиус иона Э^{6+} , нм	(0,009)	(0,029)	0,035	0,065	
Потенциал ионизации В, эВ.	13,614	10,357	9,75	9,01	8,43
Относительная электроотрицательность, ЭО.	3,5	2,5	2,0	1,9	1,9

Физические константы элементов VII A группы

Показатель	9F 12,011	${}^{17}Cl$ 28,086	${}^{35}Br$ 72,59	${}^{53}I$ 118,69	${}^{85}At$ 207,19
Валентные электроны	$2S^2 2p^5$	$3S^2 3p^5$	$4S^2 4p^5$	$5S^2 5p^5$	$6S^2 6p^5$
Радиус атома, нм	0,072	0,099	0,114	0,136	—
Радиус иона $Э^{7+}$, нм	(0,007)	(0,026)	0,039	0,050	—
Потенциал ионизации В, эВ.	17,42	13,01	11,84	10,44	—
Стандартный электронный потенциал, В.	+2,87	+1,36	+1,07	+0,54	—
Относительная электроотрицательность, ЭО.	4,0	3,0	2,8	2,4	

Первыми элементами VIA и VIIA групп являются кислород и фтор, имеющие наибольшую электроотрицательность из всех известных элементов. Фтор в своих соединениях всегда находится в степени окисления -1 , кислород почти во всех своих соединениях имеет степень окисления 2 , исключения составляют фториды кислорода и пероксиды различных элементов. Вследствие весьма высокой электроотрицательности, в кислородных соединениях халкогены проявляют степени окисления $2+$, $4+$, $6+$, а галогены, кроме фтора, $-1+$, $3+$, $5+$, $7+$.

3.2. Биологическая роль элементов III A группы и применение их соединений в медицине.

Бор (В). Он содержится в почве (в солончаках юга может достигать токсических концентраций), а также в речной и морской воде. В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-5}\%$ (масс.) бора, преимущественно в костях (50%) и меньше в мягких тканях.

Биологическая роль бора в организме изучена недостаточно. Известно, что его соединения оказывают влияние на процессы обмена веществ, угнетают активность некоторых ферментов, витаминов и гормонов, содержащих углеводные компоненты или гидроксильные группы. Бор выводится из организма через кишечник, и лишь незначительное количество выходит с мочой. Он в

тканях связан, преимущественно, с углеводной фракцией, меньше - с жировой.

Избыток бора в организме может вызывать тяжелое отравление. Например, опасная доза борной кислоты для детей 3 г, для взрослых - 15-20 грамм. При отравлении ею отмечаются явления гастроэнтерита, воспаление почек, печени, отек мозга.

Для медицинских целей используются следующие соединения бора.

Кислота борная (Acidum boricum) H_3BO_3 - наружное антисептическое средство (мазь и присыпка). Для полосканий, промывания, а также в виде глазных капель используются 1-2% растворы. Спиртовые растворы (0,5%, 1%, 2%, 3%) применяют при ушных заболеваниях.

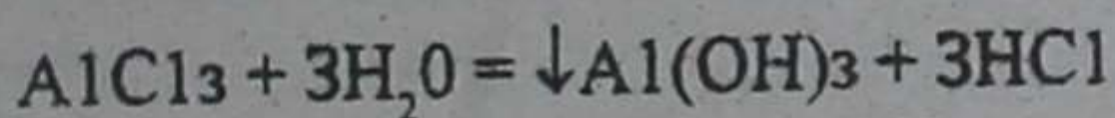
Натрия тетраборат, или бора (Natrii tetraboras, Borax) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ - слабый антисептик. 1% и 2% растворы применяются для различных полосканий, промываний носа и т. д.

Мазь борная (Unguentum borici), или вазелин борный, назначают наружно как антисептическое средство. Линимент борно-цинковый, паста борно-цинко-нафталанная, паста Теймурова применяются наружно как дезинфицирующие, подсушивающие средства.

Алюминий (Al). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-5}$ % (масс.) алюминия. Он является составной частью органов и тканей человека, принимает участие в построении эпителиальной и соединительной ткани. Наибольшее его количество содержится в головном мозге, легких, печени, селезенке, почках, костях. С возрастом увеличивается его содержание в легких и крови. Суточная потребность человека в алюминии - около 35-40 мг. В организме он содержится, в основном, в связанном с белками виде. Алюминий, поступая в организм, образует в желудке нерастворимые комплексы с фосфатами, вследствие чего в скелет поступает недостаточное количество фосфора. При его избытке наблюдаются изменения в скелете, подобные рахиту. В зависимости от дозы алюминий оказывает активирующее или ингибирующее воздействие на активность пищеварительных ферментов, на некоторые ферменты крови. При инфекционном артрите содержание алюминия в

крови увеличивается в 5 раз; при эпилепсии повышается содержание меди и алюминия и снижается уровень серебра и марганца; при тяжелом течении вирусного гепатита увеличивается количество алюминия в крови; при нефропатии и токсикозе беременных оно уменьшается. У рабочих цветной металлургии, у лиц, занятых изготовлением металлических красок, производством алюминиевой пудры, добычей и плавкой бокситов и т. д., возникает заболевание *алюминоз*. При этом в легких из частиц алюминиевой пыли под влиянием тканевой жидкости, содержащей NaCl, образуются ионы Al^{3+} , которые взаимодействуют с белками тканей. Возникают прочные, недиссоциирующие алюминиево-белковые соединения. Обмен клеток при этом резко нарушается. Поэтому предельно допустимая концентрация алюминия в воздухе рабочих помещений равна 2 мг/м^3 .

Алюминий и его соединения малодействительны фармакологически, так как растворимые его соли легко гидролизуются в водных растворах:



В зависимости от условий среды $Al(OH)_3$ выпадает в осадок или остается в виде коллоидного раствора, имеющего амфотерные свойства: он может быть электроположителен или электроотрицателен, поэтому способен в зависимости от условий среды адсорбировать те или иные ионизированные и коллоидальные вещества. На этом основано антисептическое и коагулирующее действие соединений алюминия.

Сильные концентрации препаратов алюминия оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки или раны, небольшие - типичное вяжущее, подсушивающее и дезинфицирующее. При приеме внутрь препараты алюминия всасываются ограниченно, выделяются почками и кишечником.

В медицине нашли применение следующие соединения алюминия. Алюминия оксид Al_2O_3 , калия алюмосиликат $K_2 * Al_2O_3 * 6SiO_2$, каолин $Al_2O_3 * 2SiO_2 * 2H_2O$ входят в состав различных цементов, паст для полировки, широко применяемых в стоматологической практике.

Алюмокалиевые квасцы $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Благодаря вяжущим свойствам еще в древности их применяли в Китае и на Ближнем Востоке в качестве лекарственного средства, в настоящее время — вяжущего, противовоспалительного и кровоостанавливающего. Водный раствор квасцов употребляется при катарах слизистых оболочек, для ингаляций, спринцеваний, полосканий и т. д. Квасцы в смеси с танином в виде порошка применяются для вдувания в нос, гортань, в виде карандаша — при трахоме.

Алюминия сульфат $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ используют для очистки воды, так как он дает при растворении в воде желатинообразный осадок $Al(OH)_3$. Он адсорбирует растворенные и суспендированные в воде загрязнения, которые удаляют после их оседания на дно резервуара.

Алюминия гидроксид (*Aluminii hydroxidum, Aluminium hydroxidatum*) $Al(OH)_3$ применяется внутрь как антацидное средство при повышенной кислотности желудочного сока, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, острых и хронических гиперацидных гастритах и при пищевых отравлениях. Используется наружно как адсорбирующее и высушивающее средство при воспалительных заболеваниях кожи.

Белая глина, или каолин (*Bolus alba, Kaolinum*) — это силикат алюминия $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Каолином называют особо чистый сорт глины. Применяется только в стерилизованном виде как абсорбирующее средство внутрь, наружно при ожогах, экземах и язвах.

Основной уксуснокислый алюминий $Al(OH)(CH_3COOH)_2$, 8% (раствор которого называется жидкостью Бурова), применяется при ушибах в качестве примочек, для компрессов и т. д.

Галлий (Ga), индий (In), таллий (Tl). Биологическая роль этих элементов в организме не изучена. Имеются лишь некоторые данные о том, что соединения галлия оказывают профилактическое и терапевтическое действие при инфекционных заболеваниях, что галлий обладает инертностью по отношению к живым организмам. Для большего терапевтического эффекта ртутных ламп их катод изготавливают из алюминиево-галлиевого сплава, что дает

возможность получать излучение, более богатое голубым и красным светом. Радиоактивный изотоп галлия ^{72}Ga довольно устойчив (период полураспада - 14,2 ч), поэтому он применяется для диагностики раковых заболеваний. Хорошо поглощается опухолью ми хлорид галлия. Вводя в хлорид изотоп ^{72}Ga и фиксируя его излучение после введения в организм, можно судить о формах опухоли, ее размерах и изменениях. В сплавах для пломбирования зубов (40 - 80% Bi, 20-60% Sn, 0,5-8% Ga или 61,5% Bi, 37,2% Sn и 1,5% Ga) галлий заменяет ртуть. Сплавы Ga - Ag, Ga - Sn и Ga - Au можно применять для пломбирования зубов вместо амальгамы, так как они не токсичны.

Хотя индий и не токсичен для человека, не разрешено его применять в пищевой и фармацевтической промышленности. В малых дозах соединения индия стимулируют рост волос. Его сплавы применяются в зубоврачебной технике. Золотые и платиновые сплавы в стоматологии содержат 0,5-5% индия. Для зубных пломб применяют амальгаму, содержащую 5% индия. Легкоплавкие сплавы индия и галлия используются для неподвижных повязок при сложных переломах.

Таллий способен концентрироваться в растительных и животных организмах: табаке, винограде, свекле, в морских звездах; медузах и актиниях. В организме человека он накапливается в мозге и печени, меньше - в мышцах, коже, семенниках и суставах. Дольше всего он задерживается в костях. Симптомами отравления таллием являются выпадение волос, потеря зрения, повышенная ломкость костей, расстройство пищеварения, нарушения психики. Он из организма выводится с мочой (72%) и калом (14%). Таллий и его соединения очень токсичны, особенно сульфаты Tl_2SO_4 , $\text{Tl}_2(\text{SO}_4)$. Таллия (I) сульфат поражает нервную систему и желудочно-кишечный тракт. Токсичность сульфата таллия используется для временного удаления волос при грибковых заболеваниях.

Радиоактивный изотоп таллия ^{204}Tl используется для изготовления различных аппликаторов, металлический таллий - в люминесцентных лампах эритемального действия (получение зага-

ра с помощью ультрафиолетовых лучей, но не всего спектра, а некоторой его части). Эти лучи оказывают не только общеукрепляющее, но и бактерицидное действие, поэтому для физиотерапии очень важны устройства, в которых ультрафиолетовое излучение преобразуется в излучение эритермального действия.

3.3. Биологическая роль элементов IV A группы и применение их соединений в медицине.

Углерод (С). В организм человека углерод поступает с продуктами питания растительного происхождения, а также с питьевой водой в виде карбонатов и бикарбонатов. Из организма он выделяется, в основном, с выдыхаемым воздухом (около 90% углерода, поступающего в организм ежедневно с естественными продуктами питания). Углерод - один из важнейших макробиогенных элементов. В организме человека содержится 20,2% (масс.) углерода. Он входит в состав белков (около 52%), в молекулы ДНК и РНК (около 37%), ферментов, гормонов, витаминов. В то же время при длительном поступлении в легкие угольной пыли возникает заболевание антракоз. При выраженном антракозе происходит раздражение ткани, а также блокада пылевыми частицами лимфатической системы легких с нарушением тока лимфы.

Рассмотрим действие на организм человека оксидов углерода CO и CO_2 . За сутки взрослый человек выдыхает около $0,5 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$. Содержание CO_2 в воздухе до 3% не оказывает вредного влияния, однако уже при 10% концентрации CO_2 наступает смерть. Диоксид углерода вместе с парами воды в атмосфере сильно поглощают инфракрасное излучение и оказывают влияние на климат всей планеты.

Молекулы CO имеют невысокую реакционную способность. Гемоглобин, являющийся переносчиком кислорода в организме человека, при связывании с CO утрачивает способность соединяться с кислородом и быть его переносчиком. Кроме того, CO может прочно связываться с атомом железа в молекуле гемогло-

бина, образуя карбоксигемоглобин (СОНЬ), причем способность СО связываться с гемоглобином крови человека в 210 раз выше, чем у O_2 . В связи с этим, даже небольшое количество СО лишает активности значительную часть гемоглобина крови, которая перестает обеспечивать организм кислородом. Если человек дышит в течение нескольких часов воздухом, содержащим 0,1% СО, то поглощаемое им количество СО превращает 60% гемоглобина в СОНЬ, то есть при этом на 60% снижается нормальная способность крови переносить кислород. Это вызывает более интенсивную работу сердца для обеспечения организма достаточным количеством кислорода. Поэтому постоянное вдыхание СО часто приводит к возникновению различных сердечно-сосудистых расстройств. Табачный дым содержит 0,5–1% СО и оказывает вредное воздействие на организм курильщика. Предельно допустимая концентрация СО в воздухе – 0,02 мг/л. При отравлении СО рекомендуется вдыхание чистого воздуха, а также согревание тела и искусственное дыхание, то есть ускорение окисления СО до практически инертного и менее вредного CO_2 .

Рис. 15. *Круговорот углерода в природе. Решающую роль в судьбе углерода на нашей планете играют живые организмы. Они - и могучие двигатели круговорота углерода, и составное звено этого круговорота. Растения моря (1) и суши (2) в результате фотосинтеза связывают двуокись углерода CO_2 , находящуюся в атмосфере и растворенную в водах океана. В кружке (3) как бы под мощным увеличительным стеклом показаны микроскопические зеленые водоросли-фитопланктон. Они поглощают примерно столько же CO_2 , сколько вся растительность суши (не правда ли, в это трудно поверить?). Животные, питаясь растениями, тоже включаются в круговорот углерода. В кружке (3) нарисованы мелкие морские животные — зоопланктон, пищей которых служат водоросли. Планктон поддерживает существование более крупных обитателей океана. Некоторые морские животные строят скелет из карбоната кальция. После их отмирания образуются целые острова и архипелаги, состоящие из $CaCO_3$.*

Так живые колонии кораллов постепенно превращаются в коралловые острова (4).

Огромные залежи известняков на суше когда-то, миллионы лет назад, тоже образовались из скелетов морских животных (геологи даже целую эпоху в истории Земли называют меловым периодом). Этот процесс (5) надолго выводит углерод из оборота, и запасы такого «малоподвижного» углерода в миллионы раз превышает количество углерода, находящегося в атмосфере и растворенного в водах Земли (в форме CO_2). Отмирая, животные организмы дают начало залежам угля (6), нефти (7), гумуса и торфа. Это тоже малоподвижные формы углерода. В них, как и в залежах известняка, как бы «законсервирована» двуокись углерода.

Но круговорот не был бы круговоротом, если бы такому «консервированию» не противостояли обратные процессы - выделение CO_2 в результате тех или иных превращений в живой и неживой природе. При дыхании растения и животные выделяют CO_2 в атмосферу (8) и воды океана. (Заметим попутно, что одни только люди выделяют в атмосферу 1 млрд. т CO_2 в год.) Содержат CO_2 и вулканические газы (9), пополняя его запасы в атмосфере. Разложение органических веществ в почве и водах, происходящее с участием микроорганизмов, также возвращает CO_2 в оборот (10). Интересно отметить, что содержание CO_2 в воздухе, находящемся между частицами почвы, иногда в десятки и сотни раз выше, чем в атмосфере. В кружке (II) показаны микроорганизмы и другие обитатели почвы, участвующие в выделении CO_2 .

На рисунке вы видите костер. От примитивного костра до самой современной автомашины или топки ТЭС любой процесс горения - сжигание угля, бензина, древесины - пополняет запасы CO_2 в атмосфере. С каждым годом возрастает количество топлива используемого человеком. Растет и содержание CO_2 в атмосфере (12). Это вызывает определенное беспокойство из-за возможных последствий - нагревания нашей планеты. Однако океан, растворяя «лишнюю» CO_2 , замедляет ее накопление в ат-

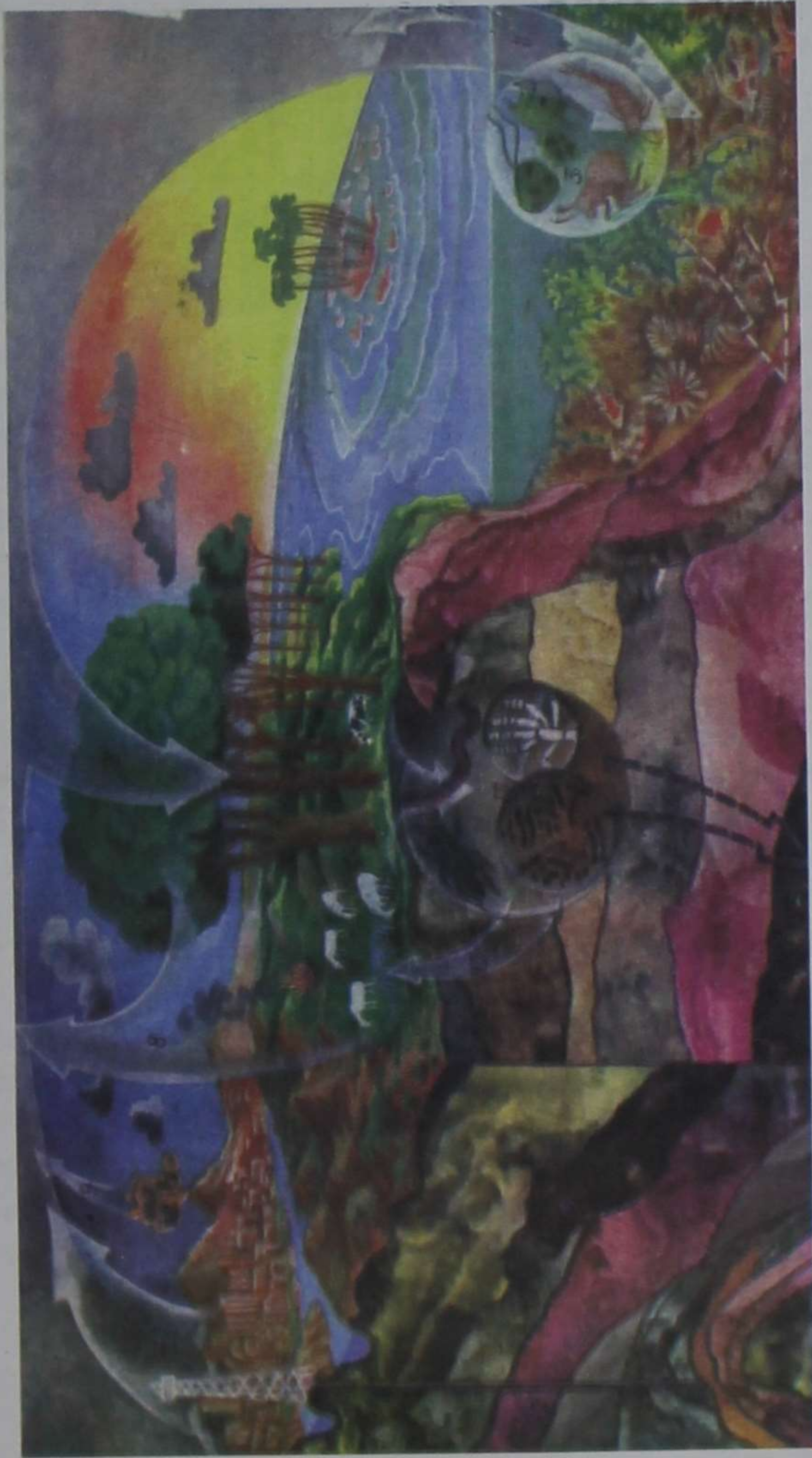
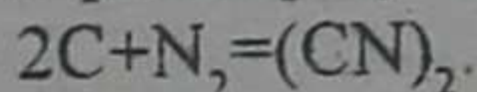


Рис.15. Кругооборот углерода в природе (по Н.А. Доброхотову)

мосфере. Заметим, что процесс растворения двуокиси углерода в водах Земли обратим. Стрелкой (13) символически показано, что растворенная в океане CO_2 находится в равновесии с атмосферной.

Соединяясь с азотом, углерод образует соединение дициан $(\text{CN})_2$:



Дициан - сильно ядовитый газ. Если реакция протекает в присутствии аммиака, то образуется цианисто-водородная (синильная) кислота HCN - один из самых сильных ядов. Она взаимодействует с дыхательным ферментом, содержащим трехвалентное железо, с которым образует прочное комплексное соединение. В результате тканевое дыхание останавливается, несмотря на то, что кровь, омывающая ткани, содержит большое количество кислорода. Клетки мозга, управляющие дыханием, исключительно чувствительны к этому эффекту. Смерть наступает мгновенно в результате паралича этого нервного центра. Отмечается профессиональное отравление синильной кислотой (симптомы: головная боль, рвота, сердцебиение и судороги).

Роданид-ион SCN входит в состав крови и, прежде всего, слюны. Его ионы угнетают способность щитовидной железы вырабатывать гормоны и снижают желудочную секрецию.

Углерод в виде активированного угля (порошка и таблетки) применяется внутрь при желудочно-кишечных заболеваниях, метеоризме, как противоядие при отравлениях алкалоидами, животными ядами, солями тяжелых металлов, бактериальными токсинами и т. д.

Кремний (Si). Несмотря на большую распространенность в земной коре, в живых организмах он встречается в ничтожных количествах, в основном, в виде кремниевой кислоты. В организм человека с пищей в сутки поступает около 3,5 мг, причем его больше в вегетарианском рационе. Кроме того, около 15 мг кремния в сутки поступает через легкие с воздухом, содержащим кремниевую пыль.

Кремний найден в крови, костях, волосах, тканях кожи, хрусталике глаза и др. Он влияет на образование соединительноткан-

ных и эпителиальных образований в организме. С возрастом его количество в крови увеличивается. При хроническом отравлении фтором резко уменьшается его содержание в костях.

Кремний, ближайший аналог углерода, вызывает ряд профессиональных заболеваний. У лиц, работающих в горнорудной, керамической промышленности, у каменотесов, шлифовальщиков, рабочих литейных цехов, при формовочных работах и т. д. в результате постоянного вдыхания пыли, содержащей SiO_2 , развивается тяжелое заболевание силикоз.

Кристаллический SiO_2 - очень устойчив и химически не активен, но в результате механического разрушения происходит разрыв многих кислородных мостиков между атомами кремния и образуются свободные, активные радикалы. В организме человека кварцевая пылинка взаимодействует с водой, теряет свободные радикалы на изломах цепи, так как ненасыщенные атомы кислорода, соединяясь с водородными ионами, превращаются в гидроксид-ионы. Образовавшиеся на поверхности кристалликов SiO_2 силанольные группы (SiOH) могут обладать как слабокислыми, так и слабоосновными свойствами. Кварцевая пылинка приобретает свойства, близкие к биологическим полиэлектролитам - белкам. Гидратированный кремний, возникающий на пылевой частице, реагирует с аминокруппами белков (чаще с глобулинами). Это приводит к деструкции тканевых белков и появляется начальная фаза развития силикоза, затем поражаются бронхи, изменяется плевра, сосуды легких, активность ряда ферментных систем, в лимфатических узлах лимфоидная ткань постепенно замещается соединительной, что приводит к постепенному выключению и далее к гибели основного защитного аппарата легких.

Кварцевое стекло получают из расплавленного кремнезема. Оно пропускает ультрафиолетовые лучи, которые обычное стекло задерживает. Поэтому его используют в ртутных лампах для облучения больных ультрафиолетовыми лучами.

Германий (Ge). Он содержится в почве, каменном угле, природных водах, в организмах растений и животных.

В большинстве растений его концентрация составляет 0,0015 - 0,002%, а в трубчатых грибах - в 50-100 раз больше; в женьшене, чайном листе, алоэ, бамбуке, хлорелле, чесноке - 0,02-0,07%. Эти растения употребляются в пищу, используются как лекарственное сырье. Они издавна применяются в китайской и тибетской медицине. В тех местах, где население употребляет в пищу много чеснока, особенно на Востоке, раковые заболевания встречаются несколько реже. Поэтому растения, богатые германием (трубчатые грибы, лишайник и др.), народная медицина использует как противораковые средства.

Германий найден во всех тканях человека. В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-6}\%$ (масс.) германия. С пищей в организм человека его поступает около 1,5 мг в сутки. В живых организмах он образует водорастворимые и нетоксичные комплексные соединения.

В 1967 г. японским профессором К. Асаи с сотрудниками получено биологически активное водорастворимое органическое соединение германия $[\text{Ge}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH})_{1,5}]_n$, в котором каждый его атом связан с атомами кислорода и остатками пропионовой кислоты. Этот препарат задерживает развитие некоторых злокачественных образований, препятствует появлению метастазов, понижает кровяное давление, действует как обезбаливающее средство и, в какой-то степени, защищает от радиоактивного излучения.

Уникальная способность германия улавливать электроны и другие отрицательно заряженные частицы, понижая тем самым электрический потенциал больных клеток, позволила использовать его при радиационном лечении злокачественных образований. Механизм радиозащитного действия заключается в том, что органические соединения германия прилипают к клеткам крови и эффективно нейтрализуют приближающиеся электроны и отрицательно заряженные ионы, защищая клетки крови от повреждений. Несколько позже такие противоопухолевые препараты получены в бывшем СССР и США.

Хотя с физиологической точки зрения соединения германия - очень слабые яды, однако, доза 10 мг GeO_2 является токсичной.

Некоторые соединения германия, например GeO_2 , применяются для лечения прогрессирующей анемии.

Олово (Sn). Оно содержится во многих пищевых продуктах как животного, так и растительного происхождения. С пищей человек получает около 1 мг олова в сутки, при преобладании в пище консервированных продуктов это количество увеличивается до 38 мг. Олово, попавшее в организм, концентрируется в печени, почках, скелете и мышцах, крови, легких. В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-4} \%$ (масс.) олова.

Растворимые соединения олова малотоксичны для человека, за исключением очень ядовитых для нервной системы $\text{Sn}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$, $\text{Sn}(\text{CH}_3)_4$ и SnH_4 . Благодаря большой ковкости и пластичности, низкой температуре плавления, малой твердости, невысокой химической активности (устойчивости к атмосферной коррозии) и очень незначительной токсичности, металлическое олово применяют в производстве станиоля (для упаковки пищевых продуктов, фармацевтических препаратов и т. д.), при изготовлении труб, коробок для фармацевтических препаратов.

Сплавы олова с серебром и золотом используют в зубоврачебной технике. В стоматологии олово также применяют для изготовления амальгам для металлических пломб. Оно входит в состав цемента и жидкостей для получения металлических пломб без ртути. Из него получают оловоорганические стекла, которые надежно защищают от рентгеновского облучения.

Свинец (Pb). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-6} \%$ (масс.) свинца, в основном, в скелете. Ежедневно с пищей человек потребляет 0,29 мг свинца. При попадании в пищеварительный тракт он и его соединения вызывают тяжелые отравления. Свинец даже в очень малых дозах накапливается в организме и его токсическое действие постепенно усиливается. Выделяется он очень медленно, поэтому при работе с ним следует строго соблюдать меры предосторожности.

Свинец образует очень прочные связи с серой в белках, что часто приводит к отравлению ферментов. При отравлении им на

деснах появляются серые пятна, нарушаются функции нервной системы, ощущается боль во внутренних органах. Острое отравление приводит к тяжелым поражениям пищевода. У лиц, работающих со свинцом, его сплавами или соединениями, пылью, содержащей свинец, поражаются кожа и слизистые оболочки дыхательных путей, и вызывается хроническое отравление.

Свинец - яд для протоплазмы всех клеток организма. Симптомы отравления - слабость, малокровие, перерождение тканей печени и почек, головокружение, обморок, паралич, судороги. Возможна смерть. При попадании свинца в легкие происходит быстрое его всасывание на всем протяжении дыхательных путей, откуда он поступает в кровь. Из нее он быстро поглощается тканями и постепенно депонируется в печени, почках, мышцах, отчасти в селезенке, мозговой и костной ткани. В организме свинец значительно влияет на обменные процессы.

Огромную группу белковых веществ делят на протеины (простые белки) и протеиды (сложные). К протеинам относятся альбумины и глобулины. Альбумины - белки, хорошо растворимые в воде. Они содержатся в белке яйца (яичный альбумин), молоке (молочный), сыворотке крови (сывороточный). В крови и лимфатической системе свинец циркулирует в виде высокодисперсных коллоидальных альбуминатов или фосфатов.

Свинец по токсикологическим особенностям относится к группе тиоловых ядов, обладающих выраженным сродством к сульфгидрильным группам. Вступая во взаимодействие с серосодержащими белками, он образует альбуминат свинца. Реакция образования альбумината свинца обуславливает инактивацию иона свинца, однако блокада свинцом - SH-групп (в большинстве своем тиоферментов) существенно нарушает течение ряда обменных процессов.

Опасная доза свинца для взрослого человека - 30 - 60 г в пересчете на $Pb(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$. Предельно допустимая концентрация свинца в воздухе промышленных помещений - 0,01 мг/м³.

Из металлического свинца изготавливают экранирующие устройства для поглощения излучений в радиохимии и рентгенотех-

нике, а также контейнеры, в которых перевозят и хранят радиоактивные вещества.

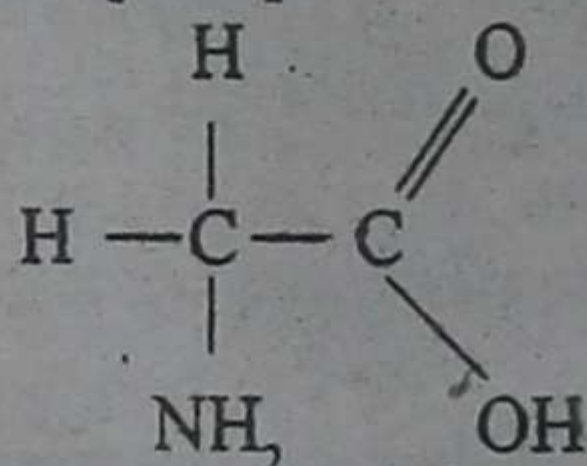
PbO (свинцовый глет) применяется в виде свинцового пластыря при гнойно-воспалительных заболеваниях кожи, фурункулах, карбункулах и др.; в растворах — при экземах, ожогах.

Свинца ацетат (*Plumbi acetat*) $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ (свинцовый сахар) используется наружно при воспалительных заболеваниях кожи и слизистых оболочек, редко — внутрь при поносах, а также при легочном кровохаркании.

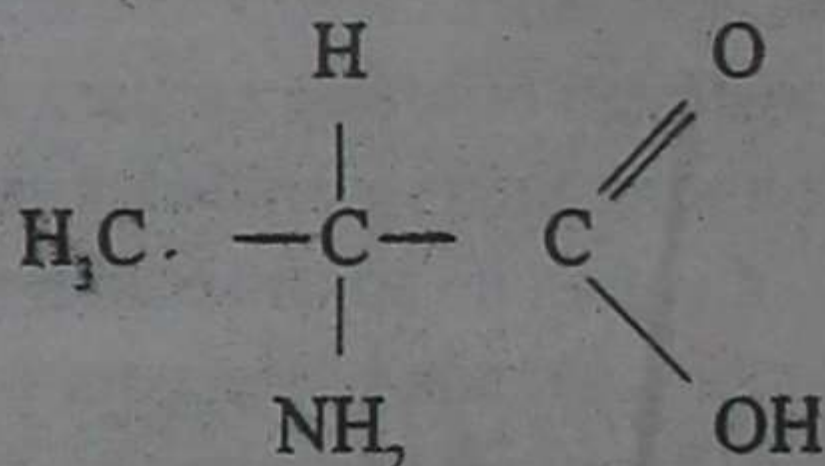
3.4. Биологическая роль элементов V А группы и применение их соединений в медицине.

Азот (N) — один из основных биогенных макроэлементов. Такие важные части клеток, как протоплазма и ядро, построены из белковых веществ. Белок не может существовать без азота, а без белка нет жизни. Первичными же структурными элементами белков являются аминокислоты, само название которых говорит о том, что это азотсодержащие соединения.

Например:



Аминоуксусная кислота,
или гликоль



Амиопропионовая кислота,
или аланин

В состав белков в среднем входит 15 - 17% азота. Катализаторы жизненных процессов — ферменты, а также большинство гормонов и витаминов содержат азот. В живом организме постоянно одновременно происходит и разрушение клеток, и воспроизводство их (непрекращающийся распад и синтез белков). Азот составляет приблизительно 3% массы тела человека. Человек получает азот не из воздуха, а из азотсодержащей пищи. Длительное

безбелковое питание неизбежно приводит к смерти. Потребность в белке взрослого человека, занимающегося умственным трудом, составляет около 100 г, физическим—около 130–150 г. Это количество человек получает с пищей при нормальном питании. Белки пищи, прежде чем используются организмом, расщепляются до составляющих их аминокислот. Фонд аминокислот расходуется на биосинтез белков и многих других соединений, на энергетические затраты и образование конечных продуктов обмена, подлежащих выведению. Функциональные группы аминокислот широко вовлекаются в различные реакции обмена веществ.

Атомы азота, а также фосфора, способны образовывать кратные связи и это объясняет ту исключительную роль, которую играют азот и фосфор в биологических системах (Рис. 16).

Синтез белка и передача наследственных признаков осуществляются с помощью нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты—это органические соединения азота и фосфора, в которых органические азотные основания связаны с углеводами и остатками фосфорной кислоты. Сочетания основания—углевод—фосфорная кислота имеются и в составе активных групп некоторых ферментов, в молекуле АТФ, играющей важную роль в энергетике клетки и организме в целом.

Азот входит в состав аминокислот, простейшей из которых является аминуксусная кислота—глицин $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$. Амино- и карбоксильные группы большинства аминокислот, растворенных в жидкостях организма, внутренне ионизированы так, что карбоксильные и аминогруппы образуются в одной и той же молекуле и от них отщепляется молекула воды:

$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} = \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_2 -$ возникает пептидная связь— $\text{CO} - \text{NH}-$ и образуются пептиды. По числу таких группировок они называются дипептидами, трипептидами... полипептидами. Полипептиды—белки, которые состоят из сотен и даже тысяч остатков аминокислот, соединенных друг с другом пептидной связью, а белки—носители жизни.

Все антибиотики – природные соединения, способные убивать микроорганизм или подавлять их развитие, также содержат азот. Например, стрептомицин – трехкислотное основание, обладает широким антимикробным действием (например, подавляет туберкулезную палочку). В нем семь атомов образуют несколько видов групп с основными свойствами: две $=NH$, две $-NH_2$ и три $-NH$.

Р и с. 16. *Круговорот азота в природе. Весь воздушный океан, на котором мы живем, - это изобилие свободного азота N_2 (78.09 % по объему в атмосфере). Однако, и соединения азота встречаются всюду - в воздухе, воде, почве. На рисунке на фоне голубого неба и зеленых растений выделяются оранжевые пятна. Разумеется, таких пятен в природе нет. Художник условно изобразил оранжевым цветом соединения азота. Такой азот называют связанным, или фиксированным. Оранжевыми стрелками показан путь соединения азота, а белыми - движения свободного азота.*

Рядом с грозовым фиолетовым облаком вы видите символическое - оранжевое (1). Здесь как бы сконцентрированы окислы азота, образующиеся в атмосфере при грозовых разрядах и действиях ультрафиолетовых лучей. Сюда же при извержении вулканов поступает аммиак NH_3 (2). Оранжевые стрелки 3 и 4, протянувшиеся от облака к почве и воде, показывают путь, который проходят эти соединения вместе с атмосферными осадками. Итак, почва и вода частично обогащаются связанным азотом, идущим прямо из атмосферы

Слева из общей картины «вырезано окно» в микромир почвы. Заглянем в него через гигантское увеличительное стекло. Неумолимо трудятся здесь азотфиксирующие бактерии (5). Они переводят в соединения азот воздуха, проникающего через взрыхленную почву. Связанный азот в виде ионов NH_4^+ и NO_3^- идет на питание растений, всасывается через корки (5). Растения же, в свою очередь, служат единственным источником азотного питания для животных. В живых организмах происходят химические превращения, в результате которых азот оказывается в составе сложных органических соединений.

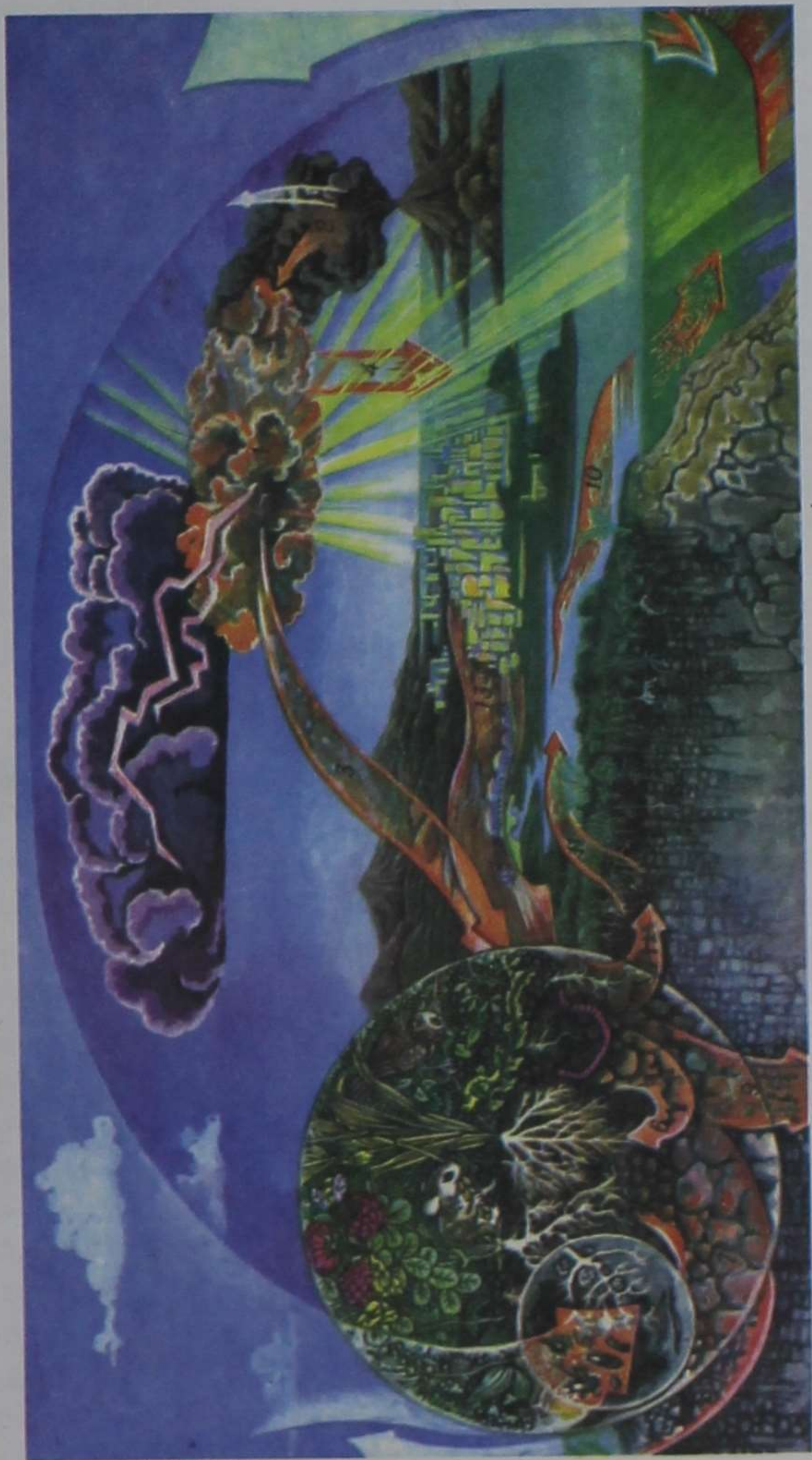


Рис.16. Кругооборот азота в природе (по Н.А. Доброхотову)

После отмирания растений и животных азотосодержащие органические соединения возвращаются в почву, где работают и другие микроорганизмы - денитрифицирующие бактерии. Они разлагают азотистые соединения и возвращают в атмосферу свободный азот. Посмотрите, как оранжевый цвет стрелки, идущей вверх, переходит в белки (7,8). Часть же соединений азота «запасается в природе на сравнительно долгое время, отлагаясь в составе торфяников и углей (9).

А вот оранжевый островок в воде (10). Здесь связывают азот некоторые водоросли, например, сине-зеленые). Сюда же, в Мировой океан, ручьи и реки переносят из почвы нитраты и другие растворимые соединения азота (II). И тут, как и в почве, денитрификаторы, возвращающие свободный N_2 в атмосферу (12).

В центре рисунка вы видите город. Чтобы повысить урожайность поля люди вносят в почву миллионы тонн азотных удобрений; на больших площадях выращивают азотфиксирующие бобовые культуры (оранжевая стрелка протянулась из громады домов на поля).

Итак, в каждой из сфер Земли - атмосфере, гидросфере, литосфере - присутствует и свободный, и связанный азот. Равновесие между ними поддерживается процессами, о которых мы рассказали. Все они вместе и составляют круговорот азота в природе.

Рассмотрим действие соединений азота на организм человека. Например, пары NO_2 ядовиты. Вдыхание их вызывает сильное раздражение дыхательных путей и может привести к отравлению. Оксиды азота – опаснейшие промышленные яды. При хроническом отравлении ими наблюдается повышенное сердцебиение, кровохарканье, катар дыхательных путей и разрушение зубов. Максимальная допустимая концентрация оксидов азота в воздухе – 0,005 мг/л.

Азотная кислота быстро разрушает животные и растительные ткани. Она очень опасное вещество. Ее пары сильно ядовиты и подобно оксидам азота имеют «замедленное действие». При по-

падании концентрированной HNO_3 на кожу появляются тяжелые ожоги.

Аммиак раздражает слизистые оболочки и кожу. Концентрированные его растворы вызывают раздражение слизистой оболочки с отечными явлениями, попавший внутрь водный раствор аммиака – рвоту и понос, при этом даже может наступить смерть от отека гортани.

При отравлении необходимо промывать желудок, пить большое количество подкисленной воды, затем принять стакан растительного масла, молока и лимонного сока. Попадание аммиака в глаза может вызвать полную слепоту, так как NH_3 быстро проникает в глубокие части глаза. Поэтому при попадании брызг NH_4OH в глаза необходимо немедленное обильное промывание глаз водой.

В медицине используются следующие соединения азота.

Раствор аммиака (*Solutio ammonii caustici*) NH_4OH – летучая жидкость с резким запахом, содержащая 9,5 - 10,5% аммиака. Применяется для возбуждения дыхания и выведения человека из обморочного состояния. Иногда назначают внутрь как возбуждающее средство по 5 - 10 капель на 100 мл воды. Используют в хирургической практике для мытья рук, так как раствор оказывает антимикробное действие, и хорошо очищает кожу.

Азота закись (*Nitrogenium oxydulatum*) N_2O обычно применяется для наркоза в сочетании с другими более мощными средствами.

Натрия нитрит (*Natrii nitris*) NaNO_2 назначают внутрь как сосудорасширяющее средство при стенокардии, иногда при спазмах сосудов мозга, а также как противоядие при отравлении цианидами.

Аммония хлорид (*Ammonii chloridum*), или нашатырь, NH_4Cl применяют при отеках сердечного происхождения, как отхаркивающее средство при бронхите, пневмонии.

Мочевина (*Urea pura*). Она используется, в основном, в качестве дегидратирующего средства для предупреждения и уменьшения отека легких, а также мозга, для понижения внутриглазного давления.

Серебра нитрат (Argent nitras) AgNO₃, или ляпис (см. Серебро).

Фосфор (P). Он, как и азот, - необходимый элемент в живых организмах. Больше его количество находится в почве, из нее он попадает в растения, из них переходит в организм человека и животных.

В организме человека содержится около 1,16% фосфора (~86%) находится в виде труднорастворимого фосфата кальция в костях и зубах). Кости человека состоят, в основном, из гидроксилапатита, эмаль зубов содержит гидроксилапатит с примесью фторапатита. Часть фосфора находится в мягких тканях.

Фосфорная кислота и ее соединения принимают участие почти во всех физиологических процессах. Фосфат-ион играет важную роль в образовании высокоэнергетических соединений (например, АТФ), в углеводном обмене, входит в состав РНК, фосфолипидов, является предшественником в синтезе генетически важных соединений (например, ДНК), принимает участие в создании буферной емкости жидкостей и клеток организма.

Суточная потребность организма в фосфоре ? 2,94 г. Большое его количество поступает в организм с такими продуктами, как молоко, мясо, птица, рыба, мука, хлеб, овощи и т. д. Обычно всасывается около 70% потребляемого с пищей фосфора.

В медицине применяются следующие соединения, имеющие в своем составе фосфор.

Кальция глицерофосфат (Calcii glycerophosphas) используется как общеукрепляющее и тонизирующее средство.

Натрия фосфат Na₃PO₄, меченный ³²P, в растворе применяется для инъекций при хроническом лейкозе, для диагностики злокачественных опухолей.

Фосфат аммония (NH₄)₃PO₄ используется в ортопедической стоматологии.

Фосфорная кислота и ее соли применяются в стоматологической практике для приготовления пломбирующих жидкостей.

Мышьяк(As), сурьма (Sb) и висмут(Bi) ядовиты для человека и живых организмов. Работать с ними и их соединениями сле-

дует очень осторожно. Мышьяк попадает в атмосферу в результате загрязнения выбросами промышленных предприятий. Он содержится в составе тонких частиц золы, а также в газовых отходах, получающихся при переработке сульфидных руд. Он обнаружен во всех живых организмах. В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-6}\%$ (масс.) мышьяка. Особенно им богата морская и речная рыба.

С пищей в организм человека поступает около 1 мг мышьяка в сутки. В основном он концентрируется в эритроцитах и селезенке. В моче здорового человека содержится 0,01 мг As в 1 л; в крови - около 0,002 г, причем в эритроцитах его в 6,4 раза больше, чем в плазме. Кроме того, он содержится в белках тканей, участвует в окислительно-восстановительных реакциях.

В значительных количествах мышьяк и многие его соединения токсичны. Связано это с тем, что As (III), а также Sb (III) взаимодействуют с SH-группами важнейших ферментов и легко проникают через стенки кишечника.

Смертельная доза для взрослого человека составляет 0,1 - 0,3 г. Особенно опасны As, AsH₃ и As₂O₃. Соединения пятивалентного мышьяка с кислородом менее ядовиты, но они легко восстанавливаются в кислой среде до соединений трехвалентного мышьяка. Например, As₂O₅, попадая в организм, вызывает изменения в почках (кровь и сахар появляются в моче), в печени (жировые отложения), а также в кровеносных сосудах, глазах, сердце, мозге и т. д. Предельная доза соединений мышьяка в воздухе - 0,0003 мг/л, в водоемах - 0,05 мг/л.

Будучи в больших дозах сильнейшим ядом, мышьяк в малых дозах является ценным лекарственным средством. Именно ему и его соединениям приписывают целебное действие некоторых минеральных вод. Небольшие его количества усиливают деятельность сердечно-сосудистой системы, кроветворных органов, повышают усвоение азота и фосфора, влияют на общий тонус организма. Поэтому мышьяк входит в состав лекарственных веществ.

Мышьяковистый ангидрид, или белый мышьяк (*Acidium arsenicosum anhydricum*), As₂O₃, в виде пасты применяется наруж-

но, как некротизирующее средство при кожных заболеваниях, в стоматологии - для некротизации пульпы.

Натрия арсенат (*Natrii arsenas*) $Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$ назначается в качестве общеукрепляющего и тонизирующего средства при неврозах, анемии, псориазе, лейкозе.

Калия арсенит в растворе (*Liquor Kalii arsenitis*) $KAsO_2$ применяется при малокровии, лейкозе, истощении, неврастении.

Препарат *сальварсан*, содержащий мышьяк, сыграл огромную роль в борьбе с тяжелым мутагенным заболеванием - сифилисом, а также малярией и тифом. Сейчас вместо сальварсана применяют более эффективные и менее токсичные мышьяковистые препараты, такие, как новарсенол, миарсенол и др. Например, неосальварсан - 914 назначают при сифилисе и возвратном тифе.

Соединения мышьяка входят в состав всех известных боевых отравляющих веществ (ОВ). Среди них самым ядовитым является газ *арсин* AsH_3 . При концентрации AsH_3 в воздухе 0,005 г/л человек умирает мгновенно, а если подышать воздухом, содержащим 0,00005 г/л арсина, 30 мин, то через несколько дней наступает смерть. Обычный противогаз не помогает, так как активированный уголь почти не сорбирует арсин. Кроме того, мышьяк входит в состав ряда ОВ раздражающего кожно-нарывного действия и др.

Радиоактивные изотопы мышьяка ^{71}As и ^{74}As используются при заболеваниях крови и в диагностике для уточнения локализации опухоли мозга.

По свойствам и фармакологическому эффекту сурьма очень похожа на мышьяк, но ее соединения менее токсичны, что обусловлено малой растворимостью продуктов гидролиза (солей стибила) и вследствие этого невозможностью поглощения стенками пищеварительного тракта. Смертельной дозой для человека является 0,12 г сурьмы. В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-6}$ % (масс.) сурьмы. Она, в основном, концентрируется в скелете, печени, почках и селезенке. Роль ее в организме изучена недостаточно.

Еще в XV—XVI вв. некоторые препараты сурьмы применяли как лекарственные средства (отхаркивающие, рвотные). Одно из соединений сурьмы $K_2Sb_2O_7 \cdot H_2O$ так и называется «рвотным камнем», которое используется, кроме того, для лечения гельминтоза и кожных заболеваний.

Висмут обнаружен в организмах животных и человека. В связи с тем, что он содержится в питьевой воде, в организм человека с водой и пищей поступает около 20 мкг висмута в сутки.

В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-6}$ % (масс.) висмута. Небольшие его количества найдены в мягких тканях, почках, костях, печени, легких, спинномозговой жидкости, мозге, железах внутренней секреции. Легкорастворимые соединения висмута обладают ядовитыми свойствами. Однако, при попадании в пищеварительный тракт соединения висмута не усваиваются и не оказывают вредного действия даже в больших дозах, поскольку они нерастворимы.

Нитрат висмутила $BiONO \cdot H_2O$ и карбонат висмутила $(BiO)_2CO_3 \cdot 0,5H_2O$ используют для лечения гастрита.

Висмутила нитрат основной (*Bismuthil Subnitras*) $BiONO_3 \cdot BiOOH$ применяется при лечении катаральных и язвенных процессов в желудке и кишечнике, язв и ран кожи, при ожогах, сифилисе.

Коллоидный висмут и некоторые его соединения, такие, как основная соль галловой кислоты (дерматол), основной салицилат висмута, трибромфенолят висмута, йодовисмутат хинина и другие, применяются как фармацевтические препараты. Соединения висмута гораздо менее токсичны, чем соединения ртути.

3.5. Биологическая роль элементов VI А группы и применение их соединений в медицине.

Кислород (O). С его участием совершается один из важнейших жизненных процессов - дыхание. Оно обеспечивает поступление в организм кислорода, используемого для биологического

окисления органических веществ, и удаление из организма углекислого газа. В тканях кислород участвует в процессах медленного окисления. При этом разрушаются ненужные вещества в клетках и освобождается энергия, идущая на обеспечение жизнедеятельности организма, то есть кислород связан с физиологическими превращениями в организме, особенно с мышечной деятельностью.

Химическая сущность процесса дыхания заключается в соединении углерода и водорода органических веществ с кислородом воздуха. У растений и животных он происходит в химическом смысле одинаково. Но у растений параллельно протекает процесс питания: растения с помощью энергии солнца синтезируют необходимые им органические вещества из CO_2 и H_2O и в атмосферу возвращается свободный кислород, общее количество которого примерно в 6 раз больше потребляемого ими при дыхании. Отсутствие кислорода в течение нескольких минут приводит к смерти теплокровных животных. Менее чувствительны к нему животные с холодной кровью, но они не могут обойтись без него. Только низшие организмы (дрожжи и некоторые бактерии), называемые анаэробными, существуют без кислорода.

В человеческом организме содержится около 65% (масс.) кислорода. Он является важной составной частью углеводов, жиров, белков, всех органов, тканей, биологических жидкостей и т.д. Взрослый человек в состоянии покоя использует для дыхания около $0,5 \text{ м}^3$ воздуха в час, и только пятая часть кислорода, содержащаяся в этом количестве воздуха, удерживается в организме. Остальное количество кислорода необходимо для поддержания парциального давления, способствующего диффузии через легочные альвеолы. О роли гемоглобина в его транспорте от легких к тканям (см. железо).

Снижение содержания кислорода в организме уменьшает его защитные свойства. Кислород с угольной кислотой (карbogen) возбуждает дыхательный и сосудодвигательный центры. Он при-

меняется в аппаратах различной конструкции для обеспечения дыхания водолазов, пожарных в горнорудном (в частности, спасательном деле).

Кислород необходимой концентрации получают больные с легочными и сердечными заболеваниями в специально оборудованных палатах. Его вводят подкожно при лечении таких заболеваний, как гангрена, тромбофлебит, болезни суставов, слоновость, трофические язвы. Кроме того, баллонами с кислородом пользуются летчики на больших высотах, например, на высоте 10 км, когда давление воздуха снижается до 217 мм рт. ст, содержание кислорода в воздухе уменьшается в 4 раза. Оставшегося количества кислорода в воздухе недостаточно для нормального процесса дыхания и наступает «кислородное голодание».

Последние годы широко применяется оксигено- и оксигенобаротерапия. Кислород применяется при отравлениях угарным газом CO и синильной кислотой. Радиоактивный изотоп ^{15}O используется для определения содержания кислорода в различных органах, он позволяет наблюдать за фармакологическим действием в организме различных лекарственных препаратов.

Озон обладает сильным бактерицидным действием и поэтому раньше его использовали для обеззараживания питьевой воды и воздуха.

Сера (S). В организме человека содержится 0,16% (масс.) серы. Это незаменимый компонент живых организмов, который входит в состав многих белков и важных аминокислот, являющихся составной частью белковых молекул. Сера входит также в состав гормонов и витаминов. В организме она окисляется до H_2SO_4 , которая играет важную роль в обезвреживании образующихся в кишечнике ядовитых соединений (фенол, крезол, индол), а также поступающих лекарственных препаратов. Аминокислоты и белки в организме – информационные молекулы, так как они носители наследственных свойств клетки. Существенные нарушения в их структуре и свойствах могут быть вызваны изменением последо-

эластин упругой соединительной ткани. В кератиновых структурах имеются сульфидные связи между отдельными полипептидными волокнами, что придает кератину повышенную прочность.

При заболевании оспой у человека возникают нарушения, которые вызывают вирус оспы, размножающийся в клетках организма. Если человек выживает, то организм приобретает иммунитет против оспы, который сохраняется до конца жизни. Этот иммунитет обеспечивается специфическими белковыми молекулами - антителами, которые вырабатываются в организме в ответ на инъекцию определенных молекул. Молекулы, стимулирующие образование антител в организме, называются антигенами. Молекулы антител в плазме крови человека состоят из четырех полипептидных цепей, связанных вместе S - S-связями цистина.

В двух длинных цепях каждая содержит по 446 аминокислотных остатков, а каждая из двух коротких - по 214. В настоящее время определена природа и последовательность всех 660 остатков в цепях. У разных антител последовательности первых 108 аминокислотных остатков в каждой цепи различны и именно эти переменные участки молекулы позволяют антителам избирательно связывать гомологичный антиген.

Главный источник низкомолекулярных предшественников для синтеза белков, жиров и углеводов - цикл трикарбоновых кислот, или цикл Кребса. Продукты распада углеводов и жиров поступают в цикл Кребса в виде активированного остатка уксусной кислоты, которая образует тиоэфирную связь с концевой - SH-группой кофермента А (КоА). Поскольку реакционноспособным участком молекулы КоА в биохимических реакциях является - SH-группа, было принято сокращенное обозначение КоА в виде КоASH. Он играет огромную роль в обмене веществ в таких процессах, как окисление, биосинтез высших жирных кислот и нейтральных жиров, фосфолипидов и др.

Известно, что - SH-группы в белках плазмалеммы обуславливают её механическую прочность. При их блокировании сулемой

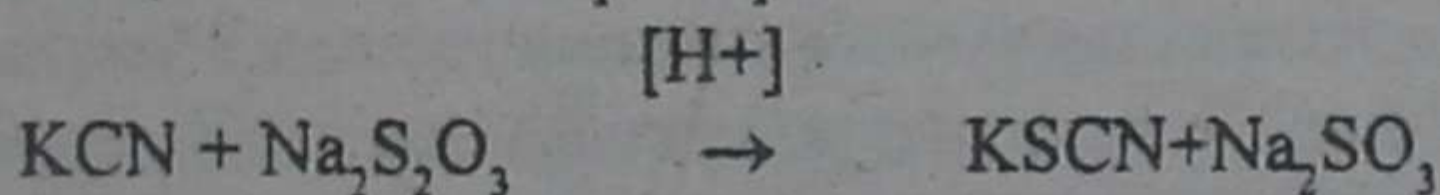
или другой солью тяжелого металла активность этих групп снижается, при этом поверхность клеток, не сдавленных соседними клетками, вздувается в виде пузырей. Это же наблюдается при блокаде - SH-групп у клеток, вышедших из подчинения организма и образующих опухоль, так как плазмалемма, лишенная свободных -SH-групп, не может регулировать поступление воды в клетку.

В медицине широко используются элементарная сера и ее соединения. Мелкодисперсная сера - основа мазей, применяемых для лечения различных грибковых заболеваний кожи.

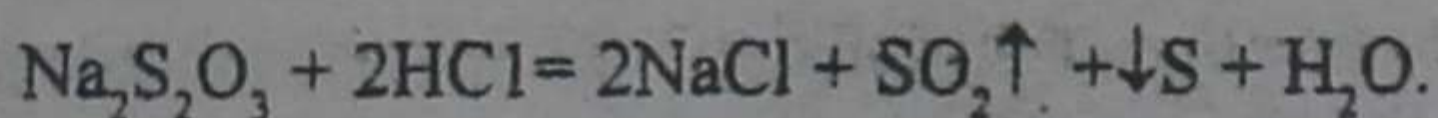
Сера осажденная (Sulfur praecipitatum) - аморфный порошок бледно-желтого цвета, назначается как антимикробное средство в виде 5%, 10%, 20% мазей при кожных заболеваниях.

Сера очищенная (Sulfur depuratum) используется как легкое слабительное и противоглистное средство, при сифилисе, в виде мазей при кожных заболеваниях.

Натрия тиосульфат (Natrii thiosulfas) $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ используется в качестве противоядия при отравлениях галогенами, цианом, цианистоводородной кислотой и ее солями. Применение основано на способности тиосульфата натрия выделять менее ядовитые соединения. Например:



Выделившееся соединение KSCN менее ядовито, чем KCN. При отравлениях соединениями мышьяка, ртути, свинца тиосульфат натрия образует неядовитые сульфиды. Для лечения чесотки также используется тиосульфат натрия с HCl:



Образующиеся мелкодисперсная сера и SO_2 обладают противовоспалительным действием и прекращают зуд. Тиосульфат натрия применяется и при аллергических заболеваниях, артритах, невралгии.

Сернистый ангидрид SO_2 - бесцветный газ с острым запахом, легко растворимый в воде. Используется как дезинфицирующее средство. Попадая в организм через органы дыхания, окисляется в серную кислоту. Серный ангидрид SO_3 обладает раздражающим действием. При высоких концентрациях могут наблюдаться тяжелые воспалительные заболевания дыхательных путей.

Серная кислота H_2SO_4 , разведенная применяется для подкисления микстур.

Соли серной кислоты используются в качестве лекарственных препаратов: *сульфат магния* и *сульфат натрия* - слабительные и гипотензивные средства, *сульфат бария* - рентгеноконтрастное вещество, *сульфат натрия* - слабительное и желчегонное средство. Некоторые органические основания (атропин и др.) применяются в медицине в виде солей серной кислоты.

Сероводород H_2S - газ, имеющий запах тухлых яиц, тяжелее воздуха, легко растворим в воде. Природные сероводородные источники широко используются для лечения ревматизма, различных кожных заболеваний.

Сульфиды K_2S , CaS , BaS применяются в качестве противопаразитарных и размягчающих кожу препаратов для ванн, а также входят в состав лекарственных средств для удаления волос.

В медицине широко применяются сульфаниламидные препараты (стрептоцид, норсульфазол, сульфазин, сульфадимезин, этазол и др.), являющиеся активными противомикробными средствами.

Селен (Se) и теллур (Te). Селен в организме человека концентрируется в тканях, печени, почках, сердце, гипофизе, скелетных мышцах, сетчатке глаза, влияет на функции половых желез.

В настоящее время интенсивно исследуется влияние концентрации селена на возникновение раковых заболеваний. Отмечено, что в странах (США, ФРГ), где его содержание в пищевых продуктах значительно снижено, наблюдается повышенная смертность от рака грудной железы у женщин. Так, если в США на 100 тыс. населения от этого заболевания умирает 22 женщины, то в

Японии, где традиционная пища из продуктов моря содержит в два раза больше селена, лишь 4.

Уменьшение количества селена в сельскохозяйственных культурах в промышленно развитых странах обусловлено способностью серы вытеснять родственный ей элемент селен. Серосодержащие газы, образующиеся в результате сгорания нефти и угля, являются, очевидно, главной причиной уменьшения количества селена в сельскохозяйственных культурах. В ежедневном рационе американца (очевидно, и европейца) содержится 0,1–0,2 мг селена, в то время как у японцев – 0,3–0,5 мг. Для увеличения количества селена в рацион следует включать рыбу, пшеничный хлеб грубого помола, печень, почки и ограничивать потребление сахара и жиров.

Селен, несмотря на токсичность, назначается при заболеваниях сальных желез в виде сульфенового мыла, содержащего серу и селен. При его избытке появляется алкалоз.

Селен, благодаря внутреннему фотоэффекту, применяется в электрорентгенографии. Заряженная селеновая пластина в электрорентгенографии заменяет рентгеновскую пленку, так как после рентгеновского просвечивания на пластине остается электрический заряд. Обработав ее электрически заряженным порошком, проявляют электростатическое изображение, которое повторяет плотность и рельеф снимаемого объекта. Этот «порошковый» рисунок переносят на лист писчей бумаги и с помощью закрепителя порошок прочно склеивается с бумагой. Эти электрорентгенограммы снимают в течение 2 мин. Кроме того, преимуществом ее является детализирование изображения не только костей, но и мягких тканей, работа на свету (без фотолаборатории), экономия бромида серебра и фотожелатина.

Биологическая роль теллура не ясна, хотя он и обнаружен в организме человека.

3.6. Биологическая роль элементов VII А групп и применение их соединений в медицине.

Фтор (F) открыт в 1886 г. А. Муассаном (Франция). В биосфере он встречается всюду. Это распространенный элемент земной коры. Он встречается исключительно в виде соединений. Наибольшее значение имеют минералы: плавиковый шпат (флюорит) CaF_2 , криолит Na_3AlF_6 , фторапатит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{F}$. Фтор содержится в почвах (0,02%), в водах океанов (0,0001%), рек (0,00002%).

В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-5}\%$ (масс.) фтора, с пищей в организм поступает около 1 мг в сутки. Наиболее богаты им лук и чечевица. Он входит в состав всех органов и тканей организма, 99,4% его находится у человека в твердых тканях (кости, ногти, зубы, волосы).

Содержание фтора в питьевой воде влияет на состояние зубов у человека и животных. Нормой считается содержание 1 мг фтора в 1 л воды; при содержании меньше 0,5 мг/л развивается кариес, а свыше 1,2 мг/л наблюдается крапчатость эмали, то есть в обоих случаях зубы быстро разрушаются. Для прогнозирования степени опасности эндемического флюороза следует определять среднюю концентрацию фтора в моче. Фтор в организме образует комплексные соединения с кальцием, магнием и другими элементами — активаторами ферментных систем. Он угнетающе действует на многие ферменты, влияет на обмен витаминов, тормозит деятельность щитовидной железы.

Почки играют особую роль в поддержании равновесия фтора: они реагируют на повышение концентрации этого элемента в крови усиленным его выделением. Он входит в состав нейролептических препаратов. Например, фторфеназин эффективен при шизофрении с длительным течением заболевания. Фторацизин оказывает антидепрессивное действие; фторурацил, фторафур, фторбензотэф используется при злокачественных новообразованиях; фторотан — средство для снятия ингаляционного наркоза; фторо-

корт - мазь, применяемая наружно при воспалительных и аллергических кожных заболеваниях.

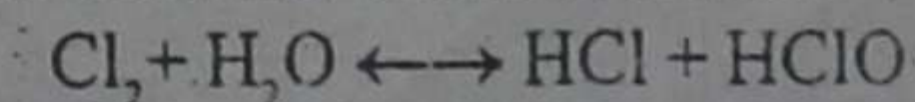
Смесью хлорида и фторида кальция в суспензии желатина фторируют воду. В небольших количествах CaF_2 используется как бактерицид и инсектицид.

Работать со фтором надо крайне осторожно. Малейшая неосторожность приводит к разрушению зубов, обезображиванию ногтей, повышению хрупкости костей, потере кровеносными сосудами эластичности.

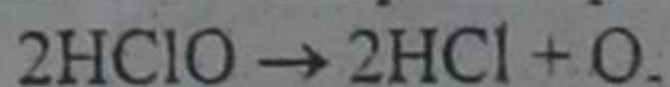
Хлор (Cl) выделен в 1774 г. К. Шееле (Швеция), но лишь в 1810 году английский химик Гэмфри Дэви установил, что он является элементом.

Хлор - активный элемент, поэтому в природе встречается только в виде соединений. Он входит в состав большинства горных пород, наиболее важными из которых являются сильвин KCl , сильвинит $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$, карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и др. Вода морей и океанов содержит до 3,5% NaCl . Хлор имеет два стабильных изотопа ^{35}Cl (75,43%) и ^{37}Cl (24,57%). Хлор - активный металлоид. Это газ желто-зеленого цвета с резким удушливым запахом. Он вызывает раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, жжение во рту и кашель, а вдыхание больших его количеств может привести к смерти от удушья, так как этот элемент, вдыхаемый вместе с воздухом, даже в малых количествах разъедает слизистую оболочку легких (она становится проницаемой для воды и плазма крови проникает через нее в альвеолы. Наступает отек легких). Поэтому предельно допустимая концентрация хлора в воздухе - 0,001 мг/л.]

При взаимодействии хлора с водой образуются хлористый водород HCl и хлорноватистая кислота HClO :



Через некоторое время HClO в растворе разлагается:



При действии рассеянного света реакция протекает медленно, а при прямом действии солнечного света начинают выделяться пузырьки кислорода. Поэтому хлорную воду необходимо хранить в темной стеклянной посуде. При длительном хранении она обесцвечивается и содержит только HCl . Хлорная вода – сильный окислитель, ввиду выделения активной формы кислорода, и широко используется для отбеливания в текстильной и бумажной промышленности. В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-2} \%$ (масс.) хлора. Преимущественно он сосредоточен во внеклеточной жидкости, участвует в образовании соляной кислоты, которая составляет 0,4 - 0,5% желудочного сока и ускоряет гидролиз белков, обеспечивает высокую активность протолитических ферментов и обладает бактерицидными свойствами. В организме человека содержится примерно 0,25 % аниона хлора. Он необходим для поддержания нормальной жизнедеятельности, так как создаёт благоприятную среду для действия протолитических ферментов желудочного сока, влияет на электропроводность клеточных мембран, принимает участие в образовании буферной системы крови, водно - солевом обмене. Содержание соляной кислоты в желудочном соке отклоняется от нормы при различных заболеваниях, поэтому с диагностической целью следует определять её количество в желудочном соке.

Хлорид натрия наряду с другими солями обеспечивает поддержание осмотического давления в клетках организма на нужном уровне. В сутки человек потребляет до 10 г NaCl . Водный баланс организма поддерживается благодаря солевому обмену. При повышенном содержании NaCl в организме вода удерживается в тканях, что может привести к развитию гипертензии и ускорению процесса склероза.

В медицине хлор применяется в виде соединений с другими элементами.

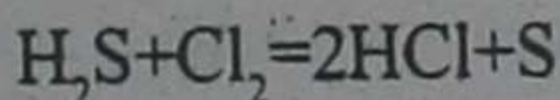
Кислота хлористоводородная (Acidum hydrochloricum) и кислота хлористоводородная разведенная (Acidum hydrochloricum dilutum) HCl , которые различаются лишь по содержанию хлоро-

водорода, и применяются при недостаточной кислотности желудочного сока в каплях или в виде микстуры внутрь.

Натрия хлорид (Natrii chloridum) NaCl и калия хлорид (Kalii chloridum) KCl. NaCl в виде 0,9 % водного раствора (изотонический) вводится в организм для выравнивания и нормализации осмотического давления крови. KCl применяется при нарушении сердечного ритма, особенно в связи с интоксикацией сердечными гликозидами, когда происходит обеднение клеток миокарда ионами калия.

Ранее описаны другие соли ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, HgCl_2 , Hg_2Cl_2 , AgCl , ZnCl_2), содержащие хлор.

Хлор также входит в состав ряда препаратов алифатического ряда (снотворные средства). В ничтожных концентрациях он может служить противоядием. Отравившемуся сероводородом дают нюхать хлорную известь. При этом происходит реакция окисления сероводорода:



Токсичность хлора для микроорганизмов позволяет использовать его во всех городах мира для уничтожения болезнетворных бактерий в питьевой водопроводной воде. С этой целью в 1 м³ воды добавляют примерно 1,5 г хлора.

Бром (Br) открыт в 1826 году А. Балларом (Франция).

Это довольно распространенный на Земле элемент. В природе встречается в виде бромидов щелочных и щелочноземельных элементов вместе с соединениями хлора, но в меньших количествах. Кроме того, он содержится в морской воде, грунтовых и подземных водах.

Бром имеет два природных изотопа ⁷⁹Br (50, 5%) и ⁸¹Br (49, 5%). Это активный металлоид, при комнатной температуре подвижная темно – бурая жидкость, легко испаряясь, образует красно – белые пары с резким удушливым запахом, которые вызывают сильные ожоги кожи и раздражают глаза, слизистые оболочки дыхательных путей. Вдыхание его паров опасно. Органические соединения брома (бромацетон, бромбензилцианид), вызывающие

сильное слезотечение (лакриматоры), применяются как отравляющие вещества раздражающего действия.

В организм бром попадает с пищей (7,5 мг в сутки) и концентрируется в мягких тканях и крови. Главный источник брома в пище - поваренная соль (до 0,1 % бромидов). В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-4}$ % (масс.) брома. Он принимает участие в биосинтезе половых гормонов и регулировании функции половых желез. Бром целительно действует на центральную нервную систему, усиливая процессы торможения, поэтому в медицине находят применение многие соли и органические соединения брома (карбромал, бромизовал, бромурал, бромитал, бромкамфора), оказывающие успокаивающее и снотворное действие.

Натрия бромид (*Natrii bromidum*) $NaBr$ и калия бромид (*Kalii bromidum*) KBr усиливают процессы торможения в коре головного мозга и оказывают регулирующее влияние на функции центральной нервной системы.

Аммония бромид (*Natrii bromidum*) NH_4Br также применяется при нервных расстройствах как успокаивающее средство.

По токсическому действию паров бром похож на хлор. Красно-бурый раствор брома в воде называется бромной водой.

Йод (J) открыт в 1811 году Б.Куртуа (Франция). Ж. Гей - Люссак, исследуя его свойства, предложил название «йодос» (от греч. Iodos - фиолетовый, соответственно цвету его паров).

Это довольно распространенный на Земле элемент. В природе он встречается в виде йодидов натрия и кальция. До 0,3% йода содержится в виде примеси йодатов в чилийской селитре. Кроме того, йод концентрируется в различных морских организмах. Его получают из морских водорослей. Он имеет один изотоп ^{127}I .

Йод - твердое вещество со слабым металлическим блеском. При нагревании возгоняется без плавления, образуя фиолетовый пар. При охлаждении пары йода кристаллизуются, минуя жидкое состояние. Он отличается слабой растворимостью. В полевых условиях йодом пользуются для обеззараживания воды. Растворимость

его в воде составляет всего 0,3 г/л, поэтому для получения йодной воды обычно в воде растворяется небольшое количество KI.

В организме человека содержится $1 \cdot 10^{-6} \%$ (масс.) йода. Он играет важную роль в регулировании обмена веществ. В организме йод, главным образом, накапливается в щитовидной железе (15 мг общего количества – 25 мг). Йодом богаты лук и морская рыба. Он - обязательный компонент тироксина трийодтиронина - гормонов, вырабатываемых щитовидной железой. Длительное избыточное поступление йода в организм сначала тормозит функцию щитовидной железы и она резко сокращает продукцию гормонов, но затем активность её чрезмерно возрастает, что может привести к развитию тиреотоксикоза. Обычно этим заболеванием страдает население тех местностей, в которых воздух, вода и пища содержит мало йода.

В медицине нашли широкое применение следующие препараты йода.

Йод (Iodum) - элементарный йод оказывает противомикробное действие, его растворы используются для обработки ран, подготовки операционного поля и т.д. Всасываясь, он активно влияет на обмен веществ (в частности липидный и белковый), усиливает процесс диссимиляции, влияет на функцию щитовидной железы, участвуя в синтезе тироксина. Суточная потребность организма в йоде составляет около 200 - 220 мкг. Препараты йода применяются и в качестве отхаркивающих средств, наружно, как антисептические, раздражающие и отвлекающие средства при воспалительных и других заболеваниях кожи и слизистых оболочек; внутрь - при хронических воспалительных процессах дыхательных путей, для профилактики и лечения эндемического зоба, при хроническом отравлении ртутью и свинцом.

Микройод, микройод с фенобарбиталом применяют при гипертиреозе. *Растворы йода спиртовые (5%, 10%)* или йодную настойку используют наружно как антисептическое, раздражающее и отвлекающее средство при заболеваниях кожи и слизистых оболочек, внутрь для профилактики атеросклероза, лечения сифилиса.

Раствор Люголя и раствор Люголя с глицерином - наружно для смазывания слизистых оболочек глотки, гортани. Первый из них иногда назначают внутрь.

Калия йодид (Kalii iodidum) KI применяют при гипертиреозе, эндемическом зобе, воспалительных заболеваниях дыхательных путей, глазных заболеваниях, бронхиальной астме, как вспомогательное средство при сифилисе. Таблетки «Антиструмин» содержат 0,001 г KI и используются для предупреждения эндемического зоба. KI часто назначается при отравлении солями ртути.

Натрия йодид (Natrii iodidum) NaI применяют в тех случаях, что и KI. Кроме того, NaI (10% раствор) вводится внутривенно при поздних сифилитических изменениях зрительного нерва. Внутрь принимается в небольших дозах ? 0,1 мг в день при заболевании щитовидной железы.

Многие органические соединения йода (йодоформ, йодиол, сайодин) и его соли назначают при ревматизме, атеросклерозе, а также болезнях, вызванных нарушением обмена веществ. Изотоп ^{132}I используется для диагностики функционального состояния щитовидной железы.

Соли AgBr и PbI_2 в качестве аэрозолей распыляются в облаках и искусственно вызывают дождь. AgI , как и AgBr , из-за своей светочувствительности применяется в кинофотопромышленности.

Астат (At) впервые получен в 1940 г. Д. Корсоном, К. Мак-Кензи и Э. Серге (США).

В природе он не встречается и получен искусственно в малых количествах. В настоящее время известно около 20 радиоактивных изотопов астата. Большинство из них короткоживущие, наиболее долгоживущий изотоп ^{210}At имеет период полураспада всего 8,3 ч.

Астат - твердое вещество металлического вида, самый тяжелый галоген. Он несколько менее летуч, чем йод, и проявляет металлические свойства. Биологическая его роль не выяснена. Известно только, что он избирательно накапливается в щитовидной железе, селезенке, легких и оказывает действия, аналогичные йоду.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Часть I. Экология биогенных элементов.	5
Глава 1. Химические аспекты взаимодействия человека с биосферой.	5
1.1. Учение В.И. Вернадского о биосфере и биогеохимии.	5
1.2. Распространенность химических элементов в космосе.	12
1.3. Распространенность химических элементов в природе.	12
1.4. Распространенность химических элементов в земной коре.	13
1.5. Закономерности распределения биогенных элементов по s-, p-, d-, f- блокам в периодической системе элементов (ПСЭ) Д.И. Менделеева.	15
Глава 2. Макро- и микроэлементы окружающей среды и их роль в организме животных и человека.	18
2.1. Микроэлементозы человека.	27
2.2. Топография важнейших биогенных элементов в организме человека.	33
2.3. Связь эндемических заболеваний с особенностями биогеохимических провинций.	37
2.4. Эндемический зоб в Кыргызстане и Узбекистане.	41
2.5. Ртутно-сурьмяная биогеохимическая провинция в Кыргызстане.	50
Глава 3. Радиоактивные элементы и изотопы и их влияние на окружающую среду.	57
3.1. Влияние на организм ионизирующих излучений.	62
3.2. Оценка радиационно-экологического состояния территории Кыргызской Республики	65
3.2.1. Карта дозовых нагрузок.	65
3.2.2. Джалал-Абадская область.	67
3.2.3. Ошская область.	67
3.2.4. Баткенская область.	68
3.2.5. Таласская область.	68
3.2.6. Чуйская область.	68
3.2.7. Город Бишкек.	69
3.2.8. Нарынская область.	70
3.2.9. Иссык-Кульская область.	70
3.2.10. Хвостохранилища и радиоактивные отвалы.	71
3.2.11. Радиационно-экологическая обстановка Иссык-Кульской котловины.	71
3.2.12. Потенциальные источники загрязнения.	72
3.2.13. Участки с повышенным естественным радиационным фоном.	73

Глава 4. Охрана окружающей среды.	74
4.1. Проблема №1 Чистый воздух.	75
4.2. Проблема №2 Чистая вода.	79
4.3. Проблема №3 Твердые отходы.	82
4.4. Проблема №4 Экология и здоровье.	87
Часть 2. Биологическая роль химических элементов и применение их соединений в медицине.	90
Глава 1. Биологическая роль S - элементов и применение их соединений в медицине.	90
1.1. Общая характеристика s - элементов.	90
1.2. Биологическая роль элементов I A группы и применение их соединений в медицине.	93
1.2.1. Водород и его соединения.	98
1.2.2. Важнейшие соединения водорода.	100
1.3. Биологическая роль элементов II A группы и применение их соединений в медицине.	110
Глава 2. Биологическая роль d - элементов и применение их соединений в медицине.	117
2.1. Общая характеристика d - элементов.	117
2.2. Элементы VI B группы.	122
2.3. Элементы VII B группы.	123
2.4. Элементы VIII B группы.	124
2.5. Элементы I B группы (подгруппы меди).	124
2.6. Элементы II B группы.	126
2.7. Биологическая роль элементов I B группы и применение их соединений в медицине.	127
2.8. Биологическая роль элементов II B группы и применение их соединений в медицине.	130
2.9. Биологическая роль элементов III B группы и применение их соединений в медицине.	137
2.10. Биологическая роль элементов IV B группы и применение их соединений в медицине.	138
2.11. Биологическая роль элементов V B группы и применение их соединений в медицине.	139
2.12. Биологическая роль элементов VI B группы и применение их соединений в медицине.	140
2.13. Биологическая роль элементов VII B группы и применение их соединений в медицине.	142
2.14. Биологическая роль элементов VIII B группы и применение их соединений в медицине.	147

Глава 3. Биологическая роль р - элементов и применение их соединений в медицине.	155
3.1. Общая характеристика р - элементов.	155
3.2. Биологическая роль элементов III A группы и применение их соединений в медицине.	159
3.3. Биологическая роль элементов IV A группы и применение их соединений в медицине.	164
3.4. Биологическая роль элементов VA группы и применение их соединений в медицине.	172
3.5. Биологическая роль элементов VI A группы и применение их соединений в медицине.	180
3.6. Биологическая роль элементов VII A группы и применение их соединений в медицине.	188
Оглавление	195
Список использованной литературы.	198
Приложение	199

Список использованной литературы.

1. Авцын А.В., Жаваранков А.А. и др. Микроэлементозы человека. Издательство «Медицина», 1991 г.
2. Акопова В.А., Акулов В.Д. и др. Экология человека в сурьмяном биохимическом районе. Фрунзе, 1991 г.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Высшая школа, 1988, 640 с.
4. Большая медицинская энциклопедия в 30-ти, 3-е издание, «Советская энциклопедия».
5. Вернадский В.И. Избранные сочинения, I-II том.
6. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой природе. М., 1977 г.
7. Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы. Международная конференция. Значение для современности учения В.И. Вернадского о биосфере Земли. Яншин А.Л. январь 1999 г., Москва
8. Дженбаев Б.М., Мурсалиев А.М., Ермаков В.В., Аденов Ж.А. Биогенность химических элементов и селеновый статус. Бишкек, 1999 г.
9. Диева Л.А., Алексеева О.Г., Гришина Т.И. Иммунологические аспекты реагирования организма рабочих на промышленные аллергены. «Гигиена труда и профзаболеваний». - 1987 - №3-с 40-43.
10. Ершов Ю.А., Попков В.А., Бернянд А.С., Книжник А.З. Общая химия. Москва «Высшая школа» 2000 г.
11. Земсков А.М., Земсков В.М., Лоншаков Ю.И. и др. Оценка вторичной иммунологической недостаточности и эффективности иммунокорригирующей терапии по степени выраженности Т-дефицита. «Иммунология» - 1986-Х94-с. 82-85.
12. Карпачев Б.М., Менг С.В. Радиационно-экологическое исследования в Кыргызстане. Бишкек. 2000 г.
13. Касымова С.С. Биогенные элементы. Ташкент «Медицина», УзССР, 1990 г.
14. Методические разработки лекций по разделу «Биогенные элементы». Кафедра общей биоорганической химии, КТМИ, 1988 г.
15. Ленский А.С. Введение в биоэнергетическую биохимическую химию. Издательство «Высшая школа», 1989 г.
16. Сауков А.А. Геохимия. Издательство «Наука», М., 1986 г.
17. Сидоренко Г.И. Задачи окружающей среды по реализации планов социально-экономического развития страны в XII пятилетке. «Актуальные гигиенические проблемы охраны здоровья населения». - Ереван, 1987 г. -3-7.
18. Чучалин А.Г., Бабушкина В.А. Применение тактивина у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких. «Коррекция нарушений иммунитета в клинике и эксперименте». М., 1985 г. -с. 81-84.
19. Химическая энциклопедия школьника. Издательство М.
20. Хухрянский В.Т., Цыганенко А.Я., Павленко Н.В. Химия биогенных элементов. Киев, «Выща школа», 1990 г.
21. Ягодин Т.А., Раков Э.Т., Третьяков Л.Г. Химия и химическая технологии в решении глобальных проблем. Москва. «Химия», 1988 г.

Важнейшие заболевания, синдромы, признаки дефицита и избытка эссенциальных микроэлементов у человека и некоторых сельскохозяйственных животных (Из книги: Микроэлементозы человека. М. Медицина, 1991 г. Авцын А.П. и др.)

Микроэлементы	Важнейшие заболевания, синдромы и признаки дефицита микроэлементов	Важнейшие заболевания, синдромы и признаки избытка микроэлементов
Железо	<p>Гипохромная анемия. Миоглобиндефицитная миокардиопатия. Атрофический ринит. Атрофический глоссит. Дизгевзия и анорексия.</p> <p>Гингивит и хейлит. Наследственная и врожденная синдеропеническая атрофия слизистой оболочки носа, зловонный насморк (озена).</p> <p>Железодефицитная эзофагопатия (в 5-20% дисфагия). Синдром Пламмера – Винсона (в 4-16% случаев предрак и рак пищевода). Атрофический гастрит. Миоглобиндефицитная атония скелетных мышц. Койлонихия и другие трофические изменения ногтей.</p>	<p>Наследственный гемохроматоз. Миокардиопатия с гиперэластазом эндотелия (синдероз сердца). Гепатоз с пигментным циррозом. Синдероз и фиброз поджелудочной железы. Бронзовый диабет. Спленомегалия. Гипогенитализм.</p> <p>Вторичный синдероз при талассемии и других заболеваниях.</p> <p>Профессиональный синдероз легких и синдероз глаза.</p> <p>Ятрогенный трансфузионный синдероз. Аллергическая пурпура. Локальный липомиодистрофия на месте внутримышечных инъекций препаратов железа.</p>
Медь	<p>Наследственные формы гипо- и дискупреоза: болезнь Менкеса (болезнь «курчавых волос» с тяжелым поражением ЦНС); синдром Марфана (аномалии скелета, эластических и коллагеновых волокон, разрыв аневризмы аорты, арахнодактилия и др.). Болезнь Вильсона – Коновалова: размягчения в головном мозге, крупноузловой цирроз печени, гиперкупрурия; синдром Элерса – Данло (наследственная мезенхимная дисплазия, связанная с дефицитом лизилоксидазы). Первичная (идиопатическая) эмфизема легких (?)</p> <p>Медьдефицитные заболевания костного скелета и суставов.</p> <p>Медьдефицитные анемии алиментарного происхождения.</p> <p>Медьдефицитное состояние при полном парентральном питании (анемия).</p>	<p>Неспецифические гиперкупремии при острых и хронических воспалительных заболеваниях, ревматизме, бронхиальной астме, заболеваниях почек, печени, инфаркте миокарда и некоторых злокачественных новообразованиях.</p> <p>Профессиональный гиперкупроз (медная лихорадка, пневмокониоз).</p> <p>Отравление медьсодержащими препаратами.</p> <p>Гемодиализный гиперкупреоз.</p>
Цинк	<p>Эндогенный дефицит цинка: врожденные пороки развития плодов и новорожденных (гидроцефалия, микро- и анофтальмия, расщепление неба, искривление позвоночника, пороки сердца и др.)</p> <p>Наследственный энтеропатический акродерматит.</p>	<p>Отравление цинксодержащими соединениями.</p>

	<p>Нарушение клубочковой фильтрации и канальцевой реабсорбции при серповидно-клеточной анемии с цинкурией. Экзогенный дефицит цинка алиментарного происхождения и при нарушениях всасывания болезнь Прасада (тяжелая железодефицитная анемия, карликовость, половое недоразвитие).</p> <p>Идиопатическая гипогевзия и дизосмия. Дерматит, гипогевзия и гипосмия при хронических заболеваниях желудочно-кишечного тракта, после гастрэктомии и др., а также при алкогольном циррозе и других заболеваниях печени. Замедленное заживление ран.</p> <p>Цинкудефицитное атоническое кровотечение у матери, преждевременные роды и врожденные уродства плода.</p> <p>Ятрогенный дефицит цинка при парентеральном питании и длительном лечении цитостатиками, L-пеницилламином и D-гистидином.</p> <p>Снижение активности нуклеозидфосфорилазы – маркера цинкудефицита в организме.</p>	
<p>Марганец</p>	<p>Диабет у человека нечувствительный к инсулину (эффективен хлорид марганца, что подтверждено экспериментально).</p> <p>Гипохолестеринемия у человека при марганцевой недостаточности.</p> <p>У крупного рогатого скота в природно-хозяйственных условиях манганодифицита наблюдается: отсутствие либидо при нормальной овуляции у коров, снижение оплодотворяемости, повышенная частота аборт и мертворождений, преобладание потомков мужского пола, удлинение сроков стерильности, пониженная упитанность, повышенная смертность новорожденных; выраженные нарушения опорно-двигательного аппарата, особенно хрящевой ткани коленного сустава в следствии угнетения синтеза гликозамногликанов; сокращение продолжительности жизни. Атаксия новорожденных (аномальное развитие отолитов). Перозис (соскальзывающее сухожилие) у цыплят.</p>	<p>Манганозы – техногенные микроэлементозы, обусловленные избыточным поступлением марганца в условиях производства.</p> <p>Крайнее выражение профессионального манганоза – синдром паркинсонизма: расстройства двигательной активности (маскообразность лица, дизартрия, специфична «петушиная» походка); астеновегетативный синдром с угнетением функции гонад.</p>

Хром	<p>Хромдефицитные состояния у человека характеризуются снижением толерантности к глюкозе, повышение концентрации инсулина в крови, глюкозурией, гипергликемией натощак, задержкой роста, повышением концентрации триглицеридов и холестерина в сыворотке крови, увеличением атеросклеротических бляшек в аорте, периферическими невропатиями, нарушением высшей нервной деятельности, снижением оплодотворяющей способности и числа спермиев.</p>	<p>Шестивалентный хром обладает наиболее выраженным общетоксическим, нефротоксическим, гепатотоксическим, мутагенным и канцерогенным действием. Профессиональные хромовые дерматиты, изъязвление слизистой оболочки носа с перфорацией хрящевой носовой перегородки. Хромовый гепатоз.</p>
Селен	<p>Наследственные селенодефицитные ферментопатии (дефицит глутатионпероксидазы эритроцитов и тромбоцитов). Наследственный кистозный фиброз поджелудочной железы (муковисцидоз) Наследственная миотическая дистрофия. Алиментарный дефицит селена: эндемическая кардиомиопатия (болезнь Кешана) в селенодефицитном поясе Китая, в Забайкалье; - фактор патогенеза застойных кардиопатий и фактор риска коронарной болезни и инфаркта миокарда в Восточной Финляндии, в ряде штатов США и некоторых районов ФРГ - фактор риска возникновения и повышенной смертности при злокачественных новообразованиях желудка, кишечника, молочной железы, яичников, простаты, легких. У животных селенодефицит характеризуется: - алиментарной мышечной дистрофией (беломышечная болезнь сельскохозяйственных животных) - алиментарным гепатозом свиней - экссудативным диатезом домашней птицы - некрозом и фиброзом поджелудочной железы у цыплят - задержкой роста и развития - нарушением репродуктивной функции со специфической дегенерацией сперматозоидов.</p>	<p>Встречаются в обогащенных селеном регионах ряда стран: алиментарный селеновый токсикоз (селеноз) с дерматитом, повреждением эмали зубов, анемиями и нервными расстройствами; селено-токсическая дегенерация печени и увеличение селезенки; типичное поражение ногтей и волос. Профессиональный селеноз (?) Для многих видов животных характерны проявление селеноза в виде «щелочной болезни», очагового некроза и цирроза печени, а так же пороков развития у эмбрионов и плодов.</p>

Молибден	<p>Молибдендефицит характеризуется снижением активности трех молибденсодержащих ферментов: альдегидоксидазы, ксантиноксидазы и сульфитоксидазы.</p> <p>При генетическом дефекте ксантиноксидазы и нарушении реабсорбции ксантина в почечных канальцах возникает ксантинурия, при этом содержание мочевой кислоты в сыворотке крови и моче резко снижено.</p>	<p>Эпидемическая молибденовая подагра (болезнь Ковальского).</p> <p>Хронический профессиональный молибденоз характеризуется повышением содержания мочевой кислоты и молибдена в сыворотке крови, полиартралгиями, артрозами, гипотонией, анемией и лейкопенией.</p>
Йод	<p>Гипойодоз – эндемическое увеличение щитовидной железы и эндемический зоб.</p> <p>Длительно протекающий гипойодоз у детей – кретинизм, недоразвитие мозга и костной системы; Гипотиреоз, возникающий под влиянием гойтерогенных (зобогенных) веществ.</p> <p>Генетические дефекты синтеза тиреоидных гормонов и обмена йода (семейный зоб, врожденный гипотиреоз):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) неспособность железой концентрировать йод; 2) нарушение синтеза тиреоидных гормонов в результате дефекта синтеза тиройодпероксидазы; 3) неспособность к дейодированию MIT и DIT, вызванная дефектом синтеза специфической дейодазы; 4) неспособность синтеза T₄ из MIT и DIT; 5) циркулирующая в крови белка, прочно связывающего йод. <p>Аутоиммунное поражение щитовидной железы – болезнь Хашимото.</p> <p>У многих животных гипойодоз проявляется в виде эндемического зоба.</p>	<p>Профессиональные и ятрогенные интоксикации йодидами.</p> <p>Йодизм – аллергическая реакция организма на контраст и поступление йодидов. Йододерма.</p>
Кобальт	<p>Недостаточность витамина B₁₂.</p> <p>Наследственная пернициозная анемия, атрофия слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, фунгикулярный миелоз.</p> <p>Пернициозная анемия при инвазии широким лентецом.</p> <p>Акобальтоз (энзоотический маразм, кустарниковая болезнь, солевая болезнь, сухотка, болотная болезнь и др.) – эндемическое заболевание, особенно у овец, коз, крупного рогатого скота, характеризуется истощением, недостатком витамина B₁₂, анемией, стеатозом печени, остеодистрофией.</p>	<p>Профессиональные отравления с поражением органов дыхания, кроветворения, сердечно-сосудистой и нервной систем, сопровождающиеся аллергическим дерматитом, хроническим бронхитом, пневмонией и пневмосклерозом.</p> <p>Кобальтовая миокардиопатия. Алиментарно-токсическая кобальтовая миокардиопатия и гиперплазией щитовидной железы («болезнь любителей пива»)</p>

Мышьяк	Мышьякдефицитные состояния у человека не известны.	<p>Арсенозы характеризуются диспепсическими расстройствами, конъюнктивитом, помутнением стекловидного тела и роговицы, изъязвлением носовой перегородки, стоматитом, ларингитом, трахеитом, бронхитом, папулезной и пустулезной сыпью (часто между пальцами), рецидивирующей экземой, атрофическим акродерматитом, симметричным точечным ладонно-подошвенным гиперкератозом и бронзовой гиперпигментацией, ломкостью ногтей, преждевременным поседением и выпадением волос. Неврологические нарушения в виде интеллектуально-мнестических расстройств, депрессии, полиневритов с атрофическим изменением мышц, а также в виде ретробульбарного неврита, нарушения вкуса и обоняния.</p> <p>Эндемическое отравление мышьяком, поступающим с питьевой водой и пищей, - болезнь «черной стопы» (изменения периферических сосудов по типу облитерирующего эндартерита), бородавчатый кератоз ладоней и подошв, анемия расстройства сердечной деятельности, периферические невропатии. Возможно развитие рака кожи и легких у человека.</p>
Бор	<p>Признаки дефицита бора зарегистрированы только в эксперименте.</p> <p>Бор действует через парашитовидные железы на обмен кальция, фтора и особенно магния.</p> <p>Бор регулирует активность паратормона на уровне клеточной мембраны, отсутствие его расстраивает эту регуляцию.</p>	<p>Бороз - острая интоксикация соединениями бора (синдром литейной лихорадки), нейропатия, некроз и ожирение печени, повреждение почечных канальцев - гематурия.</p> <p>Хронический бороз - эндемическое заболевание желудочно-кишечного тракта людей и животных в Западной Сибири и Алтайском крае (возможно полимикро-элементное происхождение).</p>
Бром	У человека признаки дефицита брома не зарегистрированы.	<p>Острое и хроническое отравление бромом (катаральный ринит, бронхит, конъюнктивит, энтерит).</p> <p>Неврологический синдром бромизма (сонливость, атаксия, снижение болевой чувствительности, ослабление слуха, зрения и памяти, делирий с галлюцинациями).</p> <p>Бромодерма - специфическое поражение</p>

		<p>ние кожи у лиц с повышенной чувствительностью.</p> <p>Врожденная бромодерма у грудных детей, матери которых принимали бромиды во время беременности.</p>
Фтор	<p>Врожденный гипофтороз (?). Гипофтороз детей грудного и дошкольного возраста – запаздывание прорезывания зубов и специфическое поражение зубов молочного прикуса кариесом.</p> <p>Гипофтороз у детей дошкольного возраста – типичное поражение зубов кариесом; нестоматологические проявления почти не изучены.</p> <p>Гипофтороз у взрослых – типичный кариес зубов в эндемических зонах с низким содержанием фтора в питьевой воде.</p> <p>Гипофтороз в старческом возрасте – прогрессирование типичного кариеса зубов, фторзависимый остеопороз скелета, склонность к переломам, особенно у женщин.</p> <p>Гипофтороз беременных (?).</p> <p>Акклиматизационный гипофтороз у приезжих жителей Севера.</p>	<p>Эндемический флюороз зубов.</p> <p>Эндемический флюороз костей скелета, в том числе калечащие его формы в Индии и Китае. Миелорадикулопатии.</p> <p>Профессиональный флюороз: фторный ринит с носовыми кровотечениями; ринофарингит и фаринголарингит с язвенно-некротическими изменениями слизистой оболочки; остеосклероз скелета с петрификацией связочного аппарата; субатрофический и атрофический гастрит, фторный гепатоз, фторный гиперпаратиреоз, гипогонадизм, миокардиодистрофия, фторная панкреатопатия (?), фторная ретинопатия (?).</p>
Литий	<p>Признаки недостаточности лития зарегистрированы только у коз и крыс, находившихся в условиях дефицита лития. Они выражались в нарушении репродуктивной функции, повышении смертности и частоты выкидышей.</p>	<p>Отравление аэрозолями лития – трахеит, бронхит, промежуточная пневмония, пневмосклероз; ожоги кожи и слизистых оболочек.</p> <p>Неврологический синдром при хронической интоксикации (сонливость, головокружение, боль при глотании, тремор, замедление пульса, гиперестезия и гипералгезия кожи).</p> <p>Нарушение подвижности сперматозоидов. Увеличение щитовидной железы.</p> <p>Угнетение активности аденилатциклазы.</p>
Никель	<p>Никельдефицитные состояния у человека не зарегистрированы.</p> <p>У животных отмечаются задержки роста, повышенная смертность самок и их потомства, снижение уровня гемоглобина, гематокритного числа; паракератозоподобные изменения кожи на вымени лактирующих животных.</p>	<p>Профессиональные интоксикации никелем сопровождаются литейной лихорадкой, недомоганием, слабостью, головной болью, головокружением, стеснением в груди, ринитом, носовыми кровотечениями, отеком легких. Токсической пневмонией, пневмосклерозом, гепатитом, постнекротическим циррозом; никелевым дерматитом (никелевая чесот-</p>

	Нарушение репродуктивной функции у коз, атрофия семенников у козлов.	ка, никелевая экзема); изъязвлением слизистой оболочки носа. Никелевый рак слизистой оболочки носа, его придаточных полостей, бронхогенный рак легких. У животных (овец) отмечена эндемическая катаракта в биогеохимических провинциях, обогащенных никелем.
Кремний	Убедительных данных о дефиците кремния у человека не имеется. Повышенная ломкость ногтей, которые утрачивают нормальную флуоресценцию в ультрафиолетовом свете. Гипотетические силикопрививные состояния: силикопрививный дерматоз с недоразвитием придатков кожи, силикопрививная онихопатия, силикопрививная коллагенопатия, силикопрививная ангиопатия (типа синдрома Марфана?), силикопрививная аортопатия (атеросклероз?), силикопрививная остеопатия (недоразвитие скелета).	Общий гиперсклероз организма при избыточном поступлении кремния, а также при нарушении его экскреции. Локальные формы силикоза: пневмокониоз (силикоз), нефросиликоз (эндемический кремниевый нефролитиаз), силикокальциноз, лимфатических узлов корня легкого, окулосиликоз.
Ванадий	Ванадийдефицитные состояния у человека не зарегистрированы. Добавки ванадия при анемии ускоряли процессы регенерации костного мозга у человека и животных. Однако этот эффект ванадия неспецифичен. У экспериментальных животных при дефиците ванадия происходит усиление кариеса зубов.	В производственных условиях V_2O_5 оказывает выраженное токсическое действие на дыхательную, сердечно-сосудистую системы, печень и почки.
Алюминий	Алюминийдефицитные состояния у человека не зарегистрированы.	Алюминиевый пневмокониоз в профессиональной патологии. Ятрогенные формы алюминозы: алюминиевая диализная энцефалопатия, алюминиевая остеодистрофия, алюминийзависимая микроцитарная анемия, алюминиевый псевдогиперпаратиреоз при хронической почечной недостаточности, миопатический синдром, алюминиевая гастропатия, перитонеальный алюминоз. Алюминоз сердца, вызванный фосфидами алюминия.
Кадмий	Кадмийдефициты у человека не зарегистрированы.	Острое отравление в производственных условиях характеризуется раздражением воздухоносных путей, сильным кашлем,

	<p>Дефицит кадмия в эксперименте на козах вызывает задержку роста и полового созревания.</p>	<p>одышкой, болезненностью в грудной клетке при дыхании, тошнотой, рвотой, цианозом, отеком легких, бронхопневмонией. Хронические формы кадмиеза: кадмиевый ринит, кадмиевая нефропатия с типичной протеннурией, кадмиевая остеомаляция (болезнь итаи-итаи), нейро-токсический синдром. Кадмиевая кардиомиопатия, гипертония, развитие эмфиземы, легких, поражение печени и кадмиевый рак предстательной железы требуют дополнительных доказательств.</p>
Свинец	<p>Свинцдефицитные состояния (гипосатурализм) у человека не известны. В эксперименте при дефиците свинца у животных отмечено нарушение обмена железа с развитием признаков железодефицитного состояния. Это состояние корригировалось введением свинца в рацион животных.</p>	<p>Хроническое свинцовое отравление: микроцитарная анемия, морфологически не отличимая от железодефицитной анемии (ингибирование активности порфириногенсинтазы, появление в крови и моче предшественников гема, характерно повышенное выделение копропорфирина III с мочой). Неврологические расстройства – свинцовая энцефалопатия (заторможенность, беспокойство, раздражительность, головные боли, тремор, галлюцинации, потеря памяти). Периферическая свинцовая невропатия связана с нарушением проводимости нерва. Свинцовая нефропатия (аминоацидурия, гипофосфатемия с относительной гиперфосфатурией, а также глюкозурией) сопровождается медленным сморщиванием почки. Колики – ранний симптом отравления свинцом. Свинцовая кардиомиопатия. Канцерогенность свинца для человека не установлена.</p>
Ртуть	<p>Ртутьдефицитные состояния (гипомеркуриализм) у человека не известны.</p>	<p>Острые ингаляционные отравления ртутью характеризуются признаками острого, нередко язвенного бронхита, бронхолита, пневмонии. Оральные отравления ртутью: язвенно-некротический нефроз. При хроническом отравлении ртутью развиваются астеновегетативный синдром, тремор, психические нарушения, эретизм, лабильный пульс, тахикардия, гингивит,</p>

		<p>изменения клеточного состава крови, протеинурия.</p> <p>При хроническом отравлении органическими соединениями ртути развиваются болезнь Минамата, энцефалопатия, мозжечковая атаксия, нарушение зрения и слуха, парестезии.</p> <p>Врожденный меркуриализм (микроцефалия с гипопластическим и диспластическими изменениями ЦНС) в результате трансплацентарного поступления метилртути от матери, подвергавшейся хронической интоксикации.</p>
Бериллий	Бериллийдефицитные состояния (гипобериллиоз) у человека не известны.	<p>Острые профессиональные отравления бериллием: симптомы лихорадки, раздражение дыхательных путей, конъюнктивиты, острый бронхит и бронхиолит, бронхоспазмы.</p> <p>Хроническое отравление характеризуется хроническим бронхитом, бронхоэктазами, «химическими пневмониями», пневмосклерозом.</p> <p>Бериллиоз – особая форма профессиональной патологии, вызываемой нерастворимыми (малорастворимыми) соединениями бериллия. Это хронический гранулематозный пролиферативный воспалительный процесс (бериллиоз легких, бериллиоз кожи).</p>
Барий	Барийдефицитное состояние (гипобаритозы) у человека не известны.	<p>Баритозы – МТОЗы, вызываемые интоксикацией барием и его солями.</p> <p>Острый баритоз характеризуется обильным слюноотделением, жжением во рту и пищеводе, болями в животе, тошнотой, рвотой, поносом, повышением артериального давления, судорогами (возможны параличи), цианозом, «холодным» потом, расстройствами походки и речи, одышкой, нарушением зрения. Смерть в первые сутки.</p> <p>Хронический баритоз характеризуется резкой слабостью, одышкой, ринитом, конъюнктивитом, диареей, повышением артериального давления, неправильным пульсом, нарушением мочеиспускания, выпадением волос.</p> <p>Баритовый пневмокониоз с явлениями хронического бронхита и пневмонии.</p>

Висмут	Висмутдефицитные состояния (гиповисмутозы) у человека не известны.	Хронические формы висмутоза, возникающие при длительном применении препаратов висмута (бийохинол, бисмоверол, пентабисмол; викалин, викаир и др.), - энцефалопатия, висмутовый гингивит, стоматит.
Стронций	Стронцийдефицитные состояния у человека не известны.	<p>Высокие концентрации стронция угнетают процессы оссификации.</p> <p>Болезнь Кашина – Бека – страдание биогеохимической природы с окончательно не установленной экологией.</p> <p>Эндемические остеодинтрофии (стронциевый рахит) сельскохозяйственных животных. Причины: недостаток каротина, фосфата, магния, марганца, цинка, меди, йода, кобальта, а также избыток стронция.</p> <p>В условиях сурьмяных биогеохимических провинций (Узбекистан) несколько увеличены рост, объем груди и масса тела детей обоего пола, свидетельствующие об улучшении физического развития.</p>
Сурьма	Сурьмянодефицитное состояние у человека не известно.	Специфическая сурьмяная патология в субрегионе биосферы не выявлена, однако отмечено повышенное накопление сурьмы в щитовидной железе в районах распространения эндемического зоба.

Подписано в печать 20.06.2002 Формат 60 × 84/16
 Печать офсетная. Объем 13,0 п. л. Зак. 158 Тир. 100

г. Бишкек, ул. Мадерова, 68. Типография Кыргызского аграрного университета им. К. И. Скрыбинна

CHINESE UNIVERSITY OF PETROLEUM
LIBRARY
110 000

