

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО  
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

## РЕФЕРАТ

Тема "Цифровая революция в медицине"

Обучающийся: Зулюков.М.А  
Группа: 121  
Руководитель: Витт А. М.

2023 г.  
СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Почвенный покров и его использование
2. Эрозия почв (водная и ветреная) и методы борьбы с нею
3. Промышленное загрязнение почвы
  - 3.1 Кислотные дожди
  - 3.2 Тяжелые металлы
  - 3.3 Свинцовая интоксикация
4. Удаление радиоактивных отходов

Заключение

Список использованных источников

## Введение.

Определенная часть почв, как в России, так и во всем мире с каждым годом выходит из сельскохозяйственного обращения в силу разных причин, подробно рассмотренных в УИР. Тысячи и более гектаров земли страдают от эрозии, кислотных дождей, неправильной обработки и токсичных отходов. Чтобы избежать этого, нужно ознакомиться с наиболее продуктивными и недорогими мелиоративными мероприятиями (Определение мелиорации см. в основной части работы), повышающими плодородие почвенного покрова, а прежде всего с самим негативным воздействием на почву, и как его избежать.

Эти исследования дают представление о вредном воздействии на почву и проводились по ряду книг, статей и научных журналов, посвященных проблемам почвы и защите окружающей среды.

Сама проблема загрязнения и деградации почв была актуальна всегда. Сейчас к сказанному можно еще добавить, что в наше время антропогенное влияние сильно сказывается на природе и только растет, а почва является для нас одним из главных источником пищи и одежды, не говоря уже о том, что мы по ней ходим и всегда будем находиться в тесном контакте с ней.

### 1. Почвенный покров и его использование.

Почвенный покров является важнейшим природным образованием. Его значение для жизни общества определяется тем, что почва является основным источником продовольствия, обеспечивающим 97—98% продовольственных ресурсов населения планеты. Вместе с тем, почвенный покров является местом деятельности человека, на

котором размещается промышленное и сельскохозяйственное производство.

Выделяя особую роль продовольствия в жизни общества, еще В. И. Ленин указывал: “Настоящие основы хозяйства — это продовольственный фонд”.

Важнейшее свойство почвенного покрова — его плодородие, под которым понимается совокупность свойств почвы, обеспечивающих урожай сельскохозяйственных культур. Естественное плодородие почвы регулируется запасом питательных веществ в почве и ее водным, воздушным и тепловым режимами. Велика роль почвенного покрова в продуктивности наземных экологических систем, так как почва питает сухопутные растения водой и многими соединениями и является важнейшим компонентом фотосинтетической деятельности растений. Плодородие почвы зависит и от аккумулированной в ней величины солнечной энергии. Живые организмы, растения и животные, населяющие Землю, фиксируют солнечную энергию в форме фито- или зоомассы. Продуктивность наземных экологических систем зависит от теплового и водного баланса земной поверхности, которым определяется многообразие форм обмена материей и веществом в пределах географической оболочки планеты.

Анализируя значение земли для общественного производства, К. Маркс выделял два понятия: земля-материя и земля-капитал. Под первым из них следует понимать землю, возникшую в процессе ее эволюционного развития помимо воли и сознания людей и являющуюся местом поселения человека и источником его пищи. С того момента, когда земля в процессе развития человеческого общества становится средством производства, она выступает в новом качестве—капитала, без которого немислим процесс труда, “...потому что она дает рабочему... место, на котором он стоит..., а его процессу

—сферу действия...”. Именно по этой причине земля является универсальным фактором любой человеческой деятельности.

Роль и место земли неодинаковы в различных сферах материального производства, прежде всего в промышленности и сельском хозяйстве. В обрабатывающей промышленности, в строительстве, на транспорте земля является местом, где совершаются процессы труда независимо от естественного плодородия почвы. В ином качестве выступает земля в сельском хозяйстве. Под воздействием человеческого труда естественное плодородие из потенциального превращается в экономическое. Специфика использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве приводит к тому, что они выступают в двух различных качествах, как предмет труда и как средство производства. К. Маркс отмечал: “Одним только новым вложением капиталов в участки земли... люди увеличивали землю-капитал без всякого увеличения материи земли, т. е. пространства земли”.

Земля в сельском хозяйстве выступает в качестве производительной силы благодаря своему естественному плодородию, которое не остается постоянным. При рациональном использовании земли такое плодородие может быть повышено за счет улучшения ее водного, воздушного и теплового режима посредством проведения мелиоративных мероприятий и увеличения содержания в почве питательных веществ. Напротив, при нерациональном использовании земельных ресурсов их плодородие падает, вследствие чего происходит снижение урожайности сельскохозяйственных культур. В некоторых местах возделывание культур становится вовсе невозможным, особенно на засоленных и эродированных почвах.

При низком уровне развития производительных сил общества расширение производства продуктов питания происходит за счет вовлечения в сельское хозяйство новых земель, что соответствует

экстенсивному развитию сельского хозяйства. Этому способствуют два условия: наличие свободных земель и возможность ведения хозяйства на доступном среднем уровне затрат капитала на единицу площади. Такое использование земельных ресурсов и ведение сельского хозяйства типичны для многих развивающихся стран современного мира.

В эпоху НТР произошло резкое разграничение системы ведения земледелия в промышленно развитых и развивающихся странах. Для первых характерна интенсификация земледелия с использованием достижений НТР, при которой сельское хозяйство развивается не за счет увеличения площади обрабатываемой земли, а благодаря увеличению размеров капитала, вкладываемого в землю. Известная ограниченность земельных ресурсов для большинства промышленно развитых капиталистических стран, увеличение спроса на продукты земледелия во всем мире в связи с высокими темпами роста населения, более высокая культура земледелия способствовали переводу сельского хозяйства этих стран еще в 50-е годы на путь интенсивного развития. Ускорение процесса интенсификации сельского хозяйства в промышленно развитых капиталистических странах связано не только с достижениями НТР, но главным образом с выгодностью вложения капитала в сельское хозяйство, что сконцентрировало сельскохозяйственное производство в руках крупных землевладельцев и разорило мелких фермеров.

Иными путями развивалось сельское хозяйство в развивающихся странах. Среди острых естественно-ресурсных проблем этих стран можно выделить следующие: низкую культуру земледелия, вызвавшую деградацию почв (повышенную эрозию, засоление, снижение плодородия) и естественной растительности (например, тропических лесов), истощение водных ресурсов, опустынивание

земель, особенно отчетливо проявившееся на африканском континенте. Все эти факторы, связанные с социально-экономическими проблемами развивающихся стран, привели к хронической нехватке в этих странах продовольствия. Так, на начало 80-х годов по обеспеченности на одного человека зерном (222 кг) и мясом (14 кг) развивающиеся страны уступали промышленно развитым капиталистическим странам соответственно в несколько раз. Решение продовольственной проблемы в развивающихся странах немыслимо без крупных социально-экономических преобразований.

В нашей стране основу земельных отношений составляет общегосударственная (общенародная) собственность на землю, возникшая в результате национализации всей земли. Аграрные отношения строятся на основе планов, по которым должно развиваться сельское хозяйство в будущем, при финансово-кредитной помощи государства и поставок необходимого количества машин и удобрений. Оплата работников сельского хозяйства по количеству и качеству труда стимулирует постоянное повышение их жизненного уровня.

Использование земельного фонда как единого целого осуществляется на основах долговременных государственных планов. Примером таких планов явилось освоение целинных и залежных земель на востоке страны (середина 50-х годов), благодаря которому стало возможным за короткий срок ввести в состав пахотных земель более 41 млн. га новых площадей. Еще пример — комплекс мероприятий, связанных с выполнением Продовольственной программы, предусматривающей ускорение развития сельскохозяйственного производства на основе повышения культуры земледелия, широкого проведения мелиоративных мероприятий, а также осуществления широкой программы социально-экономического переустройства

сельскохозяйственных районов.

Земельные ресурсы мира в целом позволяют обеспечить продуктами питания большее количество людей, чем имеется в настоящее время и чем оно будет в ближайшем будущем. Вместе с тем, в связи с ростом населения, особенно в развивающихся странах, количество пашни на душу населения сокращается.

В земледельческих районах в направлении с севера на юг наблюдается закономерное уменьшение площади слабокультуренных угодий и возрастание площади пашни, которая достигает максимума в лесостепной и степной зонах. Если в северных областях Нечерноземной зоны РСФСР площадь пашни составляет 5—6% общей площади, то в лесостепной и степной зонах площадь пашни увеличивается более чем в 10 раз, достигая 60—70%. Севернее и южнее этих зон земледельческая территория резко сокращается. На севере граница устойчивого земледелия определяется суммой положительных температур  $1000^{\circ}$  за вегетационный период, на юге — годовой суммой осадков в 200—300 мм. Исключение составляют лучше увлажненные предгорные и горные районы юга Европейской части страны и Средней Азии, где земледельческая освоенность территории составляет 20%. На севере Русской равнины в лесотундровой и тундровой зонах площадь пашни составляет лишь 75 тыс. га (менее 0,1% территории).

Для ускорения развития сельского хозяйства страны требуется осуществление ряда крупномасштабных мероприятий:

- ✓ внедрение научно обоснованной системы земледелия для каждой природной зоны и ее отдельных регионов;
- ✓ осуществление широкой программы мелиорации земель в различных природных зонах;
- ✓ ликвидация процессов вторичного засоления и

заболачивания мелиоративных массивов;

- ✓ применение комплексов мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией на площадях, измеряемых миллионами гектаров;
  - ✓ создание сети культурных пастбищ в различных природных зонах с применением их орошения, обводнения и внесения удобрений;
  - ✓ проведение широкого комплекса мероприятий по окультуриванию освоенных почв с созданием глубокого оструктуренного горизонта;
  - ✓ модернизация машинно-тракторного парка и почвообрабатывающих орудий;
  - ✓ применение полноценной дозы удобрений под все виды сельскохозяйственных культур, в том числе малорастворимых в защитной оболочке;
  - ✓ осуществление комплекса мероприятий по социальному переустройству земельных территорий (строительство дорог, жилищ, складов, школ, больниц и т. д.);
- ✓ всемерное сохранение существующего земельного фонда. Эта программа может быть рассчитана на продолжительное время.

Нечерноземная зона РСФСР простирается от Прибалтийских равнин на западе до Уральского хребта на востоке, от побережья Северного Ледовитого океана на севере до границы лесостепи на юге. Ее площадь составляет около 2,8 км<sup>2</sup>. Нечерноземье отличается высокой концентрацией населения. Здесь проживает более 60 млн. человек (около 44% населения РСФСР), в том числе около 73% в городах. Эта зона насчитывает 47 млн. га сельскохозяйственных угодий, из них 32 млн. га — пашни. Нечерноземная зона отличается развитым сельским хозяйством, на долю которого приходится до 30% сельскохозяйственной продукции РСФСР, в том числе почти все

льноволокно, до 20% зерна, более 50 — картофеля, около 40 — молока и яиц, 43 — овощей, 30% — мяса.

Важнейшей особенностью Нечерноземной зоны является наличие большой площади естественных кормовых угодий. На каждый гектар пашни здесь приходится от 1 до 3 га кормовых сенокосов и пастбищ. Природно-климатические условия почти повсеместно благоприятствуют развитию сельского хозяйства мясомолочной специализации. Для интенсификации сельского хозяйства предполагается на болотах и заболоченных землях провести мелиоративные мероприятия и химизацию сельскохозяйственных угодий.

## 2. Эрозия почв (водная и ветреная) и методы борьбы с ней.

Широкое использование земель, особенно возросшее в эпоху НТР, привело к увеличению распространения водной и ветровой эрозий (дефляции). Под их воздействием происходит вынос (водой либо ветром) почвенных агрегатов из верхнего, наиболее ценного слоя почвы, который приводит к снижению ее плодородия. Водная и ветровая эрозии, вызывая истощение почвенных ресурсов, являются опасным экологическим фактором.

Общая площадь земель, подверженных водной и ветровой эрозии, измеряется многими миллионами гектаров. По имеющимся оценкам, водной эрозии подвержено 31% суши, а ветровой—34%. Косвенным свидетельством возросших масштабов водной и ветровой эрозии в эпоху НТР является увеличение твердого стока реками в океан, который ныне оценивается в 60 млрд. т, хотя 30 лет тому назад эта величина была почти в 2 раза меньше.

Общее сельскохозяйственное использование земель (включая пастбища и сенокосы) составляет около 1/3 суши. В результате

водной и ветровой эрозии во всем мире пострадало около 430 млн. га земли, а при сохранении нынешних масштабов эрозии к концу века эта величина может удвоиться.

Ветровой эрозии наиболее подвержены частицы почвы 0,5—0,1 мм и менее, которые при скоростях ветра у поверхности почвы 3,8—6,6 м/с приходят в движение и перемещаются на большие расстояния. Мелкие почвенные частицы (<0,1 мм) способны преодолевать расстояние в сотни (иногда тысячи километров). На основании аэрокосмических снимков выявлено, что пыльные бури в Сахаре прослеживались вплоть до Северной Америки.

Категория частиц 0,5—0,1 мм является одной из агрономически ценных, поэтому ветровая эрозия снижает почвенное плодородие. Не менее деятельным процессом является водная эрозия, так как при смыве водой возрастает размер вымываемых почвенных частиц.

Смыв почвы зависит от типа почвы, ее физико-механического состава, величины поверхностного стока и состояния поверхности почвы (агрофон). Показатели смыва почвы изменяются для различных пахотных угодий в весьма широких пределах. Для южных черноземов показатели смыва почв (т/га) меняются от 21,7 (зяблевая вспашка вдоль склона), 14,9 (то же поперек склона) до 0,2 (многолетняя залежь). Интенсивность эрозии в современную эпоху порождена прямыми либо косвенными последствиями антропогенного происхождения. К первым следует отнести широкую распашку земель в эрозионно-опасных районах, особенно в аридной либо семиаридной зонах. Такое явление типично для большинства развивающихся стран.

Однако интенсивность эрозии возросла и в развитых странах, в том числе во Франции, Италии, ФРГ, Греции. Эрозионно-опасными считаются некоторые районы Нечерноземной зоны РСФСР, поскольку серые лесные почвы очень подвержены размыву. Эрозия

имеет место и на переувлажненных орошаемых массивах.

В трудном положении оказываются районы, в которых происходит одновременное проявление водной и ветровой эрозии. В нашей стране к таким относятся лесостепные и частично степные районы Центральной черноземной области, Поволжья, Зауралья, Западной и Восточной Сибири с интенсивным сельскохозяйственным использованием. Водная и ветровая эрозии развиваются в зоне недостаточного увлажнения с чередованием влажных и засухоустойчивых лет (либо сезонов) по таким схемам: смыв — осушение почвы — выдувание, выдувание — переувлажнение почвы — смыв. Отмечается, что она может проявляться на участках со сложным рельефом неодинаково: на склонах северных экспозиций преобладает водная эрозия, на южных с ветроударным эффектом — ветровая. Одновременное развитие водной и ветровой эрозий может вызывать особенно большие нарушения почвенного покрова.

Ветровая эрозия возникает в степных районах с большими площадями пашни при скоростях ветра 10—15 м/с. (Поволжье, Северный Кавказ, юг Западной Сибири). Наибольший ущерб сельскому хозяйству наносят пыльные бури (наблюдающиеся ранней весной и летом), которые приводят к уничтожению посевов, снижению почвенного плодородия, загрязнению атмосферы, занесению полос и мелиоративных систем. Граница пыльных бурь проходит южнее линии Балта — Кременчуг — Полтава — Харьков — Балашов — Куйбышев — Уфа — Новотроицк.

Почвозащитная система земледелия, разработанная в Казахстане, нашла широкое распространение. Ее основой является переход от отвальной обработки почвы с помощью плуга к безотвальной с применением орудий плоскорезного типа, сохраняющих стерню и растительные остатки на поверхности почвы, а на почвах легкого

механического состава — введение почвозащитных севооборотов с полосным размещением однолетних культур и многолетних трав. Благодаря почвозащитной системе земледелия обеспечивается не только защита почв от ветровой эрозии, но и более эффективное использование атмосферных осадков. При плоскорезной обработке почва промерзает на меньшую глубину и весенний поверхностный сток используется для увлажнения поверхностных горизонтов почвы, в результате чего снижается губительное воздействие засух па урожаем зерновых культур в самые засушливые годы. Эрозия почвы может причинять как прямой ущерб — за счет уменьшения плодородия почвы, так и косвенный — за счет перевода одних ценных пахотных угодий в другие, менее ценные (например, лесные полосы либо луга). Только для агролесомелиоративных мероприятий защиты почв от эрозии, в которой нуждаются многие миллионы гектаров пашни, необходимо под лесопосадки использовать около 2,6% этой площади.

Для защиты почв от эрозии в настоящее время используется система научно-организационных, агролесомелиоративных и гидротехнических мероприятий. Основные виды борьбы с водной эрозией заключаются в максимальном снижении величины поверхностного стока и перевода его в подземный за счет почвозащитных севооборотов при соотношении посевов многолетних трав и однолетних культур 1:2, глубоком поперечном бороздовании склонов, лунковании почвы, внедрении лесонасаждений. Гидротехнические меры борьбы с водной эрозией включают в себя строительство прудов и водоемов для уменьшения величины талого стока. В зависимости от степени смытости почвы все сельскохозяйственные земли разделяются на девять категорий. К первой из них отнесены земли, не подверженные эрозии, к девятой —

непригодные земли для земледелия. Для каждой из категорий земель (кроме девятой) рекомендована своя противоэрозионная система земледелия.

### 3. Промышленное загрязнение почвы.

#### 3.1. Кислотные дожди

Термином "кислотные дожди" называют все виды метеорологических осадков - дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, - рН которых меньше, чем среднее значение рН дождевой воды (средний рН для дождевой воды равняется 5.6). Выделяющиеся в процессе человеческой деятельности двуокись серы ( $\text{SO}_2$ ) и окислы азота ( $\text{NO}_x$ ) трансформируются в атмосфере земли в кислотообразующие частицы [4, с. 91]. Эти частицы вступают в реакцию с водой атмосферы, превращая ее в растворы кислот, которые и понижают рН дождевой воды. Впервые термин «кислотный дождь» был введен в 1872 году английским исследователем Ангусом Смитом. Его внимание привлек викторианский смог в Манчестере. И хотя ученые того времени отвергли теорию о существовании кислотных дождей, сегодня уже никто не сомневается, что кислотные дожди являются одной из причин гибели жизни в водоемах, лесов, урожаях, и растительности. Кроме того, кислотные дожди разрушают здания и памятники культуры, трубопроводы, приводят в негодность автомобили, понижают плодородие почв и могут приводить к просачиванию токсичных металлов в водоносные слои почвы.

Вода обычного дождя тоже представляет собой слабокислый раствор. Это происходит вследствие того, что природные вещества атмосферы, такие как двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ), вступают в реакцию с дождевой водой. При этом образуется слабая угольная кислота ( $\text{CO}_2 +$

$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ ). [5, с. 423-424] Тогда как в идеале рН дождевой воды равняется 5.6-5.7, в реальной жизни показатель кислотности (рН) дождевой воды в одной местности может отличаться от показателя кислотности дождевой воды в другой местности. Это, прежде всего, зависит от состава газов, содержащихся в атмосфере той или иной местности, таких как оксид серы и оксиды азота.

В 1883 году шведский ученый Сванте Аррениус ввел в обращение два термина - кислота и основание. Он назвал кислотами вещества, которые при растворении в воде образуют свободные положительно заряженные ионы водорода ( $\text{H}^+$ ). Основаниями он назвал вещества, которые при растворении в воде образуют свободные отрицательно заряженные гидроксид-ионы ( $\text{OH}^-$ ). Термин рН используют в качестве показателя кислотности воды. "Термин рН значит в переводе с английского "показатель степени концентрации ионов водорода". [5, с. 428]

Значение рН измеряется на шкале от 0 до 14. В воде и водных растворах присутствуют как ионы водорода( $\text{H}^+$ ), так и гидроксид-ионы ( $\text{OH}^-$ ). Когда концентрация ионов водорода ( $\text{H}^+$ ) в воде или растворе равна концентрации гидроксид-ионов ( $\text{OH}^-$ ) в том же растворе, то такой раствор является нейтральным. Значение рН нейтрального раствора равняется 7 (на шкале от 0 до 14). Как вы уже знаете, при растворении кислот в воде повышается концентрация свободных ионов водорода ( $\text{H}^+$ ). Они то и повышают кислотность воды или, иными словами, рН воды. При этом, с повышением концентрации ионов водорода ( $\text{H}^+$ ) понижается концентрация гидроксид-ионов ( $\text{OH}^-$ ). Те растворы, значение рН которых на приведенной шкале находится в пределах от 0 до  $<7$ , называются кислыми. Когда в воду попадают щелочи, то в воде повышается концентрация гидроксид-ионов ( $\text{OH}^-$ ). При этом в растворе

понижается концентрация ионов водорода ( $H^+$ ). Растворы, значение рН которых находится в пределах от  $>7$  до 14, называются щелочными.

Следует обратить внимание еще на одну особенность шкалы рН. Каждая последующая ступенька на шкале рН говорит о десятикратном уменьшении концентрации ионов водорода ( $H^+$ ) (и, соответственно, кислотности) в растворе и увеличении концентрации гидроксид-ионов ( $OH^-$ ). Например, кислотность вещества со значением рН4 в десять раз выше кислотности вещества со значением рН5, в сто раз выше, чем кислотность вещества со значением рН6 и в сто тысяч раз выше, чем кислотность вещества со значением рН9.

Кислотный дождь образуется в результате реакции между водой и такими загрязняющими веществами, как оксид серы ( $SO_2$ ) и различными оксидами азота ( $NO_x$ ). Эти вещества выбрасываются в атмосферу автомобильным транспортом, в результате деятельности металлургических предприятий и электростанций, а также при сжигании угля и древесины. Вступая в реакцию с водой атмосферы, они превращаются в растворы кислот - серной, сернистой, азотистой и азотной. Затем, вместе со снегом или дождем, они выпадают на землю.

Последствия выпадения кислотных дождей наблюдаются в США, Германии, Чехии, Словакии, Нидерландах, Швейцарии, Австралии, республиках бывшей Югославии и еще во многих странах земного шара.

Кислотный дождь оказывает отрицательное воздействие на водоемы - озера, реки, заливы, пруды - повышая их кислотность до такого уровня, что в них погибает флора и фауна. Водяные растения лучше всего растут в воде со значениями рН между 7 и 9.2. С увеличением кислотности (показатели рН удаляются влево от точки

отсчета 7) водяные растения начинают погибать, лишая других животных водоема пищи. При кислотности рН6 погибают пресноводные креветки. Когда кислотность повышается до рН5.5, погибают донные бактерии, которые разлагают органические вещества и листья, и органический мусор начинает скапливаться на дне. Затем гибнет планктон - крошечное животное, которое составляет основу пищевой цепи водоема и питается веществами, образующимися при разложении бактериями органических веществ. Когда кислотность достигает рН 4.5, погибает вся рыба, большинство лягушек и насекомых.

По мере накопления органических веществ на дне водоемов из них начинают выщелачиваться токсичные металлы. Повышенная кислотность воды способствует более высокой растворимости таких опасных металлов, как алюминий, кадмий, ртуть и свинец из донных отложений и почв.

Эти токсичные металлы представляют опасность для здоровья человека. Люди, пьющие воду с высоким содержанием свинца или принимающие в пищу рыбу с высоким содержанием ртути, могут приобрести серьезные заболевания.

Кислотный дождь наносит вред не только водной флоре и фауне. Он также уничтожает растительность на суше. Ученые считают, что хотя до сегодняшнего дня механизм до конца еще не изучен, "сложная смесь загрязняющих веществ, включающая кислотные осадки, озон, и тяжелые металлы...в совокупности приводят к деградации лесов.

Экономические потери от кислотных дождей в США, по оценкам одного исследования, составляют ежегодно на восточном побережье 13 миллионов долларов и к концу века убытки достигнут 1.750 миллиардов долларов от потери лесов; 8.300 миллиардов долларов от потери урожаев (только в бассейне реки Огайо) и только в штате

Миннесота 40 миллионов долларов на медицинские расходы. Единственный способ изменить ситуацию к лучшему, по мнению многих специалистов, - это уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу.

### 3.2. Тяжелые металлы

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

Термин тяжелые металлы, характеризующий широкую группу загрязняющих веществ, получил в последнее время значительное распространение. В различных научных и прикладных работах авторы по-разному трактуют значение этого понятия. В связи с этим количество элементов, относимых к группе тяжелых металлов, изменяется в широких пределах. В качестве критериев принадлежности используются многочисленные характеристики: атомная масса, плотность, токсичность, распространенность в природной среде, степень вовлеченности в природные и техногенные циклы. В некоторых случаях под определение тяжелых металлов попадают элементы, относящиеся к хрупким (например, висмут) или металлоидам (например, мышьяк).

В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей природной среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 металлов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. При этом немаловажную роль в категорировании тяжелых металлов играют следующие условия: их высокая токсичность для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способность к биоаккумуляции и биомагнификации. Практически все

металлы, попадающие под это определение (за исключением свинца, ртути, кадмия и висмута, биологическая роль которых на настоящий момент не ясна), активно участвуют в биологических процессах, входят в состав многих ферментов. По классификации Н.Реймерса, тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см<sup>3</sup>. Таким образом, к тяжелым металлам относятся Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg.

Формально определению тяжелые металлы соответствует большое количество элементов. Однако, по мнению исследователей, занятых практической деятельностью, связанной с организацией наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды, соединения этих элементов далеко не равнозначны как загрязняющие вещества. Поэтому во многих работах происходит сужение рамок группы тяжелых металлов, в соответствии с критериями приоритетности, обусловленными направлением и спецификой работ. Так, в ставших уже классическими работах Ю.А. Израэля в перечне химических веществ, подлежащих определению в природных средах на фоновых станциях в биосферных заповедниках, в разделе тяжелые металлы поименованы Pb, Hg, Cd, As. С другой стороны, согласно решению Целевой группы по выбросам тяжелых металлов, работающей под эгидой Европейской Экономической Комиссии ООН и занимающейся сбором и анализом информации о выбросах загрязняющих веществ в европейских странах, только Zn, As, Se и Sb были отнесены к тяжелым металлам. По определению Н. Реймерса отдельно от тяжелых металлов стоят благородные и редкие металлы, соответственно, остаются только Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg. В прикладных работах к числу тяжелых металлов чаще всего добавляют Pt, Ag, W, Fe, Au, Mn.

Ионы металлов являются непреходящими компонентами природных водоемов. В зависимости от условий среды (рН, окислительно-восстановительный потенциал, наличие лигандов) они существуют в разных степенях окисления и входят в состав разнообразных неорганических и металлоорганических соединений, которые могут быть истинно растворенными, коллоидно-дисперсными или входить в состав минеральных и органических взвесей.

Истинно растворенные формы металлов, в свою очередь, весьма разнообразны, что связано с процессами гидролиза, гидролитической полимеризации (образованием полиядерных гидроксокомплексов) и комплексообразования с различными лигандами. Соответственно, как каталитические свойства металлов, так и доступность для водных микроорганизмов зависят от форм существования их в водной экосистеме.

Многие металлы образуют довольно прочные комплексы с органикой; эти комплексы являются одной из важнейших форм миграции элементов в природных водах. Большинство органических комплексов образуются по хелатному циклу и являются устойчивыми. Комплексы, образуемые почвенными кислотами с солями железа, алюминия, титана, урана, ванадия, меди, молибдена и других тяжелых металлов, относительно хорошо растворимы в условиях нейтральной, слабокислой и слабощелочной сред. Поэтому металлоорганические комплексы способны мигрировать в природных водах на весьма значительные расстояния. Особенно важно это для маломинерализованных и в первую очередь поверхностных вод, в которых образование других комплексов невозможно.

Для понимания факторов, которые регулируют концентрацию металла в природных водах, их химическую реакцию

способность, биологическую доступность и токсичность, необходимо знать не только валовое содержание, но и долю свободных и связанных форм металла.

Переход металлов в водной среде в металлокомплексную форму имеет три следствия:

1. Может происходить увеличение суммарной концентрации ионов металла за счет перехода его в раствор из донных отложений;
2. Мембранная проницаемость комплексных ионов может существенно отличаться от проницаемости гидратированных ионов;
3. Токсичность металла в результате комплексообразования может сильно измениться.

Так, хелатные формы Cu, Cd, Hg менее токсичны, нежели свободные ионы. Для понимания факторов, которые регулируют концентрацию металла в природных водах, их химическую реакционную способность, биологическую доступность и токсичность, необходимо знать не только валовое содержание, но и долю связанных и свободных форм [34].

Источниками загрязнения вод тяжелыми металлами служат сточные воды гальванических цехов, предприятий горнодобывающей, черной и цветной металлургии, машиностроительных заводов. Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий.

Повышение концентрации тяжелых металлов в природных водах часто связано с другими видами загрязнения, например, с закислением. Выпадение кислотных осадков способствует снижению значения рН и переходу металлов из сорбированного на минеральных и органических веществах состояния в свободное.

Прежде всего представляют интерес те металлы, которые в наибольшей степени загрязняют атмосферу ввиду использования их в значительных объемах в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. К ним относят свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, олово, сурьму, ванадий, марганец, хром, молибден и мышьяк.

#### Биогеохимические свойства тяжелых металлов

Свойство	.Cd.	.Co.	.Cu.	.Hg.	.Ni.	.Pb.	.Zn .
Биохимическая активность	В	В	В	В	В	В	В
Токсичность	В	У	У	В	У	В	У
Канцерогенность	—	В	—	—	В	—	—
Обогащение аэрозолей	В	Н	В	В	Н	В	В
Минеральная форма распространения	В	В	Н	В	Н	В	Н
Органическая форма распространения	В	В	В	В	В	В	В
Подвижность	В	Н	У	В	Н	В	У
Тенденция к биоконцентрированию	В	В	У	В	В	В	У
Эффективность накопления	В	У	В	В	У	В	В
Комплексообразующая способность	У	Н	В	У	Н	Н	В
Склонность к гидролизу	У	Н	В	У	У	У	В

Растворимость соединений	В	Н	В	В	Н	В	В
Время жизни	В	В	В	Н	В	Н	В

В — высокая, У — умеренная, Н — низкая

### Ванадий.

Ванадий находится преимущественно в рассеянном состоянии и обнаруживается в железных рудах, нефти, асфальтах, битумах, горючих сланцах, углях и др. Одним из главных источников загрязнения природных вод ванадием являются нефть и продукты ее переработки.

В природных водах встречается в очень малой концентрации: в воде рек 0.2 - 4.5 мкг/дм<sup>3</sup>, в морской воде - в среднем 2 мкг/дм<sup>3</sup>

В воде образует устойчивые анионные комплексы (V<sub>4</sub>O<sub>12</sub>)<sup>4-</sup> и (V<sub>10</sub>O<sub>26</sub>)<sup>6-</sup>. В миграции ванадия существенна роль растворенных комплексных соединений его с органическими веществами, особенно с гумусовыми кислотами.

Повышенные концентрации ванадия вредны для здоровья человека. ПДК<sub>в</sub> ванадия составляет 0.1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности — санитарно-токсикологический), ПДК<sub>вр</sub> - 0.001 мг/дм<sup>3</sup>.

### Висмут

Естественными источниками поступления висмута в природные воды являются процессы выщелачивания висмутсодержащих минералов. Источником поступления в природные воды могут быть также сточные воды фармацевтических и парфюмерных производств, некоторых предприятий стекольной промышленности.

В незагрязненных поверхностных водах содержится в субмикrogramмовых концентрациях. Наиболее высокая концентрация

обнаружена в подземных водах и составляет 20 мкг/дм<sup>3</sup>, в морских водах - 0.02 мкг/дм<sup>3</sup>. ПДКв составляет 0.1 мг/дм<sup>3</sup>

### Железо

Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками.

Фазовые равновесия зависят от химического состава вод, pH, Eh и в некоторой степени от температуры. В рутинном анализе во взвешенную форму выделяют частицы с размером более 0.45 мк. Она представляет собой преимущественно железосодержащие минералы, гидрат оксида железа и соединения железа, сорбированные на взвесьях. Истинно растворенную и коллоидную форму обычно рассматривают совместно. Растворенное железо представлено соединениями, находящимися в ионной форме, в виде гидроксокомплекса и комплексов с растворенными неорганическими и органическими веществами природных вод. В ионной форме мигрирует главным образом Fe(II), а Fe(III) в отсутствие комплексообразующих веществ не может в значительных количествах находиться в растворенном состоянии.

Железо обнаруживается в основном в водах с низкими значениями Eh.

В результате химического и биохимического (при участии железобактерий) окисления Fe(II) переходит в Fe(III), который, гидролизуясь, выпадает в осадок в виде Fe(OH)<sub>3</sub>. Как для Fe(II), так и для Fe(III) характерна склонность к образованию гидроксокомплексов типа [Fe(OH)<sub>2</sub>]<sup>+</sup>, [Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>]<sup>4+</sup>, [Fe(OH)<sub>3</sub>]<sup>+</sup>, [Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>3</sub>]<sup>3+</sup>, [Fe(OH)<sub>3</sub>]<sup>-</sup> и других, сосуществующих в растворе в разных концентрациях в зависимости от pH и в целом определяющих состояние системы железо-гидроксил. Основной формой нахождения Fe(III) в поверхностных водах являются комплексные соединения его с растворенными неорганическими и органическими соединениями, главным образом гумусовыми веществами. При pH = 8.0 основной формой является Fe(OH)<sub>3</sub>. Коллоидная форма железа наименее изучена, она представляет собой гидрат оксида железа Fe(OH)<sub>3</sub> и комплексы с органическими веществами.

Содержание железа в поверхностных водах суши составляет десятые доли миллиграмма, вблизи болот - единицы миллиграммов. Повышенное содержание железа наблюдается в болотных водах, в которых оно находится в виде комплексов с солями гуминовых кислот - гуматами. Наибольшие концентрации железа (до нескольких десятков и сотен миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup>) наблюдаются в подземных водах с низкими значениями pH.

Являясь биологически активным элементом, железо в определенной степени влияет на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоеме.

Концентрация железа подвержена заметным сезонным колебаниям. Обычно в водоемах с высокой биологической продуктивностью в период летней и зимней стагнации заметно увеличение концентрации железа в придонных слоях воды. Осенне-

весеннее перемешивание водных масс (гомותרмия) сопровождается окислением Fe(II) в Fe(III) и выпадением последнего в виде Fe(OH)<sub>3</sub>.

Содержание железа в воде выше 1-2 мг Fe/л значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус, и делает воду малопригодной для использования в технических целях. ПДК<sub>в</sub> железа составляет 0.3 мг Fe/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности — органолептический), ПДК<sub>вр</sub> для железа - 0.1 мг/дм<sup>3</sup>

### Кадмий

В природные воды поступает при выщелачивании почв, полиметаллических и медных руд, в результате разложения водных организмов, способных его накапливать. Соединения кадмия выносятся в поверхностные воды со сточными водами свинцово-цинковых заводов, рудообогатительных фабрик, ряда химических предприятий (производство серной кислоты), гальванического производства, а также с шахтными водами. Понижение концентрации растворенных соединений кадмия происходит за счет процессов сорбции, выпадения в осадок гидроксида и карбоната кадмия и потребления их водными организмами.

Растворенные формы кадмия в природных водах представляют собой главным образом минеральные и органо-минеральные комплексы. Основной взвешенной формой кадмия являются его сорбированные соединения. Значительная часть кадмия может мигрировать в составе клеток гидробионтов.

В речных незагрязненных и слабозагрязненных водах кадмий содержится в субмикrogramмовых концентрациях, в загрязненных и сточных водах концентрация кадмия может достигать десятков микrogramмов в 1 дм<sup>3</sup>.

Соединения кадмия играют важную роль в процессе жизнедеятельности животных и человека. В повышенных концентрациях токсичен, особенно в сочетании с другими токсичными веществами.

ПДКв составляет 0.001 мг/дм<sup>3</sup>, ПДКвр — 0.0005 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий признак вредности — токсикологический).

#### Кобальт

В природные воды соединения кобальта попадают в результате процессов выщелачивания их из медноколчедановых и других руд, из почв при разложении организмов и растений, а также со сточными водами металлургических, металлообрабатывающих и химических заводов. Некоторые количества кобальта поступают из почв в результате разложения растительных и животных организмов.

Соединения кобальта в природных водах находятся в растворенном и взвешенном состоянии, количественное соотношение между которыми определяется химическим составом воды, температурой и значениями рН. Растворенные формы представлены в основном комплексными соединениями, в т.ч. с органическими веществами природных вод. Соединения двухвалентного кобальта наиболее характерны для поверхностных вод. В присутствии окислителей возможно существование в заметных концентрациях трехвалентного кобальта.

Кобальт относится к числу биологически активных элементов и всегда содержится в организме животных и в растениях. С недостаточным содержанием его в почвах связано недостаточное содержание кобальта в растениях, что способствует развитию малокровия у животных (таежно-лесная нечерноземная зона). Входя в состав витамина В12, кобальт весьма активно влияет на поступление азотистых веществ, увеличение содержания хлорофилла и

аскорбиновой кислоты, активизирует биосинтез и повышает содержание белкового азота в растениях. Вместе с тем повышенные концентрации соединений кобальта являются токсичными.

В речных незагрязненных и слабозагрязненных водах его содержание колеблется от десятых до тысячных долей миллиграмма в 1 дм<sup>3</sup>, среднее содержание в морской воде 0.5 мкг/дм<sup>3</sup>. ПДКв составляет 0.1 мг/дм<sup>3</sup>, ПДКвр 0.01 мг/дм<sup>3</sup>.

### Марганец

В поверхностные воды марганец поступает в результате выщелачивания железомарганцевых руд и других минералов, содержащих марганец (пиролюзит, псиломелан, браунит, манганит, черная охра). Значительные количества марганца поступают в процессе разложения водных животных и растительных организмов, особенно сине-зеленых, диатомовых водорослей и высших водных растений. Соединения марганца выносятся в водоемы со сточными водами марганцевых обогатительных фабрик, металлургических заводов, предприятий химической промышленности и с шахтными водами.

Понижение концентрации ионов марганца в природных водах происходит в результате окисления Mn(II) до MnO<sub>2</sub> и других высоковалентных оксидов, выпадающих в осадок. Основные параметры, определяющие реакцию окисления, - концентрация растворенного кислорода, величина pH и температура. Концентрация растворенных соединений марганца понижается вследствие утилизации их водорослями.

Главная форма миграции соединений марганца в поверхностных водах - взвеси, состав которых определяется в свою очередь составом пород, дренируемых водами, а также коллоидные гидроксиды тяжелых металлов и сорбированные соединения марганца.

Существенное значение в миграции марганца в растворенной и коллоидной формах имеют органические вещества и процессы комплексообразования марганца с неорганическими и органическими лигандами. Mn(II) образует растворимые комплексы с бикарбонатами и сульфатами. Комплексы марганца с ионом хлора встречаются редко. Комплексные соединения Mn(II) с органическими веществами обычно менее прочны, чем с другими переходными металлами. К ним относятся соединения с аминами, органическими кислотами, аминокислотами и гумусовыми веществами. Mn(III) в повышенных концентрациях может находиться в растворенном состоянии только в присутствии сильных комплексообразователей, Mn(VII) в природных водах не встречается.

В речных водах содержание марганца колеблется обычно от 1 до 160 мкг/дм<sup>3</sup>, среднее содержание в морских водах составляет 2 мкг/дм<sup>3</sup>, в подземных - п.102 - п.103 мкг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация марганца в поверхностных водах подвержена сезонным колебаниям.

Факторами, определяющими изменения концентраций марганца, являются соотношение между поверхностным и подземным стоком, интенсивность потребления его при фотосинтезе, разложение фитопланктона, микроорганизмов и высшей водной растительности, а также процессы осаждения его на дно водных объектов.

Роль марганца в жизни высших растений и водорослей водоемов весьма велика. Марганец способствует утилизации CO<sub>2</sub> растениями, чем повышает интенсивность фотосинтеза, участвует в процессах восстановления нитратов и ассимиляции азота растениями. Марганец способствует переходу активного Fe(II) в Fe(III), что предохраняет клетку от отравления, ускоряет рост организмов и т.д. Важная экологическая и физиологическая роль марганца вызывает

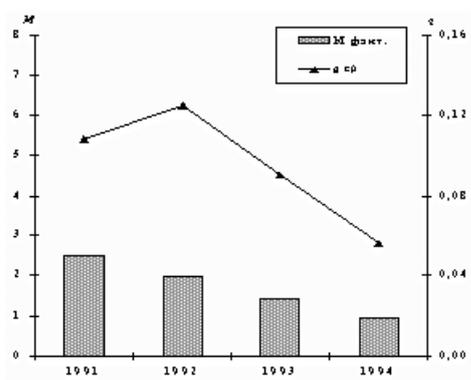
необходимость изучения и распределения марганца в природных водах.

Для водоемов санитарно-бытового использования установлена ПДКв (по иону марганца), равная 0.1 мг/дм<sup>3</sup>.

Ниже представлены карты распределения средних концентраций металлов: марганца, меди, никеля и свинца, построенные по данным наблюдений за 1989 - 1993 гг. в 123 городах. Использование более поздних данных предполагается нецелесообразным, поскольку в связи с сокращением производства значительно снизились концентрации взвешенных веществ и соответственно, металлов.

Влияние на здоровье. Многие металлы являются составляющей пыли и оказывают существенное влияние на здоровье.

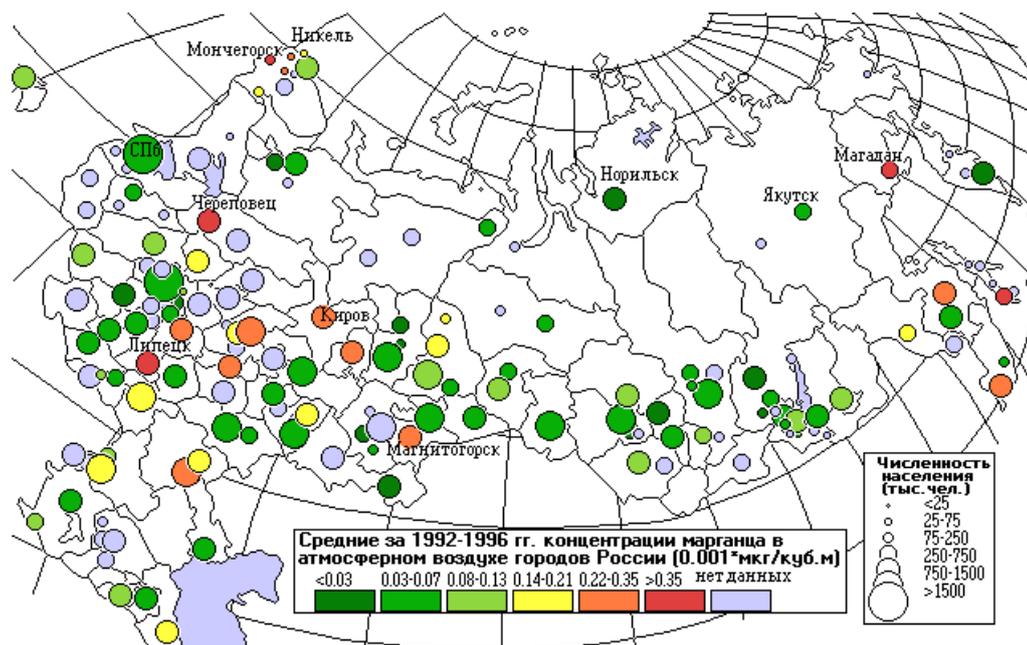
Марганец поступает в атмосферу от выбросов предприятий черной металлургии (60% всех выбросов марганца), машиностроения и металлообработки (23%), цветной металлургии (9%), многочисленных мелких источников, например, от сварочных работ.



Высокие концентрации марганца приводят к появлению нейротоксических эффектов, прогрессирующего поражения центральной нервной системы, пневмонии. Самые высокие концентрации марганца (0,57 - 0,66

мкг/м<sup>3</sup>) наблюдаются в крупных центрах металлургии: в Липецке и Череповце, а также в Магадане. Больше всего городов с высокими концентрациями Mn (0,23 - 0,69 мкг/м<sup>3</sup>) сосредоточено на Кольском полуострове: Заполярный, Кандалакша, Мончегорск, Оленегорск (см. карту).

За 1991 - 1994 гг. выбросы марганца от промышленных источников снизились на 62%, средние концентрации – на 48%.



## Медь

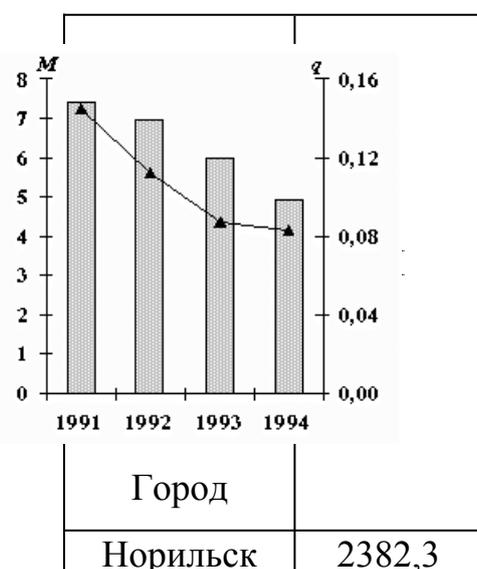
Медь - один из важнейших микроэлементов. Физиологическая активность меди связана главным образом с включением ее в состав активных центров окислительно-восстановительных ферментов. Недостаточное содержание меди в почвах отрицательно влияет на синтез белков, жиров и витаминов и способствует бесплодию растительных организмов. Медь участвует в процессе фотосинтеза и влияет на усвоение азота растениями. Вместе с тем, избыточные концентрации меди оказывают неблагоприятное воздействие на растительные и животные организмы.

Содержание меди в пресных природных водах колеблется от 2 до 30  $\text{мкг/дм}^3$ , в морских водах - от 0.5 до 3.5  $\text{мкг/дм}^3$ . Повышенные концентрации меди (до нескольких граммов в литре) характерны для кислых рудничных вод.

В природных водах наиболее часто встречаются соединения Cu(II). Из соединений Cu(I) наиболее распространены трудно растворимые в воде  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{CuCl}$ . При наличии в водной среде лигандов наряду с равновесием диссоциации гидроксида необходимо учитывать образование различных комплексных форм, находящихся в равновесии с акваионами металла.

Основным источником поступления меди в природные воды являются сточные воды предприятий химической, металлургической промышленности, шахтные воды, альдегидные реагенты, используемые для уничтожения водорослей. Медь может появляться в результате коррозии медных трубопроводов и других сооружений, используемых в системах водоснабжения. В подземных водах содержание меди обусловлено взаимодействием воды с горными породами, содержащими ее (халькопирит, халькозин, ковеллин, борнит, малахит, азурит, хризаколла, бротантин).

Предельно допустимая концентрация меди в воде водоемов санитарно-бытового водопользования составляет 0.1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий признак вредности — общесанитарный), в воде рыбохозяйственных водоемов - 0.001 мг/дм<sup>3</sup>.

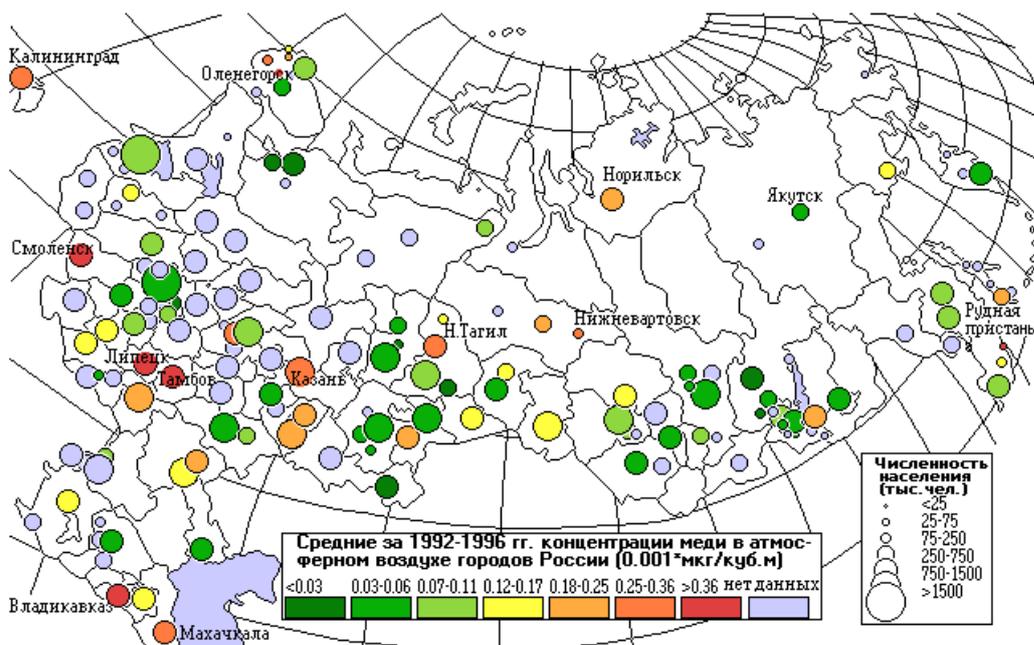


Ревда	1162,9
Мончегорск	933,7
Красноуральск	653,0
Кольчугино	140,1
Никель	81,8
Заполярный	81,0

Выбросы  $M$  (тыс.т/год) оксида меди и среднегодовые концентрации  $q$  (мкг/м<sup>3</sup>) меди.

Медь поступает в воздух с выбросами металлургических производств. В выбросах твердых веществ она содержится в основном в виде соединений, преимущественно оксида меди.

На долю предприятий цветной металлургии приходится 98,7 % всех антропогенных выбросов этого металла, из них 71% осуществляется предприятиями концерна “Норильский никель”, расположенными в Заполярном и Никеле, Мончегорске и Норильске, а еще примерно 25% выбросов меди осуществляются в Ревде, Красноуральске, Кольчугино и в других.



Высокие концентрации меди приводят к интоксикации, анемии и заболеванию гепатитом.

Как видно из карты, самые высокие концентрации меди отмечены в городах Липецк и Рудная Пристань. Повышены также концентрации меди в городах Кольского полуострова, в Заполярном, Мончегорске, Никеле, Оленегорске, а также в Норильске.

Выбросы меди от промышленных источников снизились на 34%, средние концентрации – на 42%.

### Молибден

Соединения молибдена попадают в поверхностные воды в результате выщелачивания их из экзогенных минералов, содержащих молибден. Молибден попадает в водоемы также со сточными водами обогатительных фабрик, предприятий цветной металлургии. Понижение концентраций соединений молибдена происходит в результате выпадения в осадок труднорастворимых соединений, процессов адсорбции минеральными взвесями и потребления растительными водными организмами.

Молибден в поверхностных водах находится в основном в форме  $MoO_4^{2-}$ . Весьма вероятно существование его в виде

органоминеральных комплексов. Возможность некоторого накопления в коллоидном состоянии вытекает из того факта, что продукты окисления молибденита представляют рыхлые тонкодисперсные вещества.

В речных водах молибден обнаружен в концентрациях от 2.1 до 10.6 мкг/дм<sup>3</sup>. В морской воде содержится в среднем 10 мкг/дм<sup>3</sup> молибдена.

В малых количествах молибден необходим для нормального развития растительных и животных организмов. Молибден входит в состав фермента ксантинооксидазы. При дефиците молибдена фермент образуется в недостаточном количестве, что вызывает отрицательные реакции организма. В повышенных концентрациях молибден вреден. При избытке молибдена нарушается обмен веществ.

Предельно допустимая концентрация молибдена в водоемах санитарно-бытового использования составляет 0.25 мг/дм<sup>3</sup>.

#### Мышьяк

В природные воды мышьяк поступает из минеральных источников, районов мышьяковистого оруднения (мышьяковый колчедан, реальгар, аурипигмент), а также из зон окисления пород полиметаллического, медно-кобальтового и вольфрамового типов. Некоторое количество мышьяка поступает из почв, а также в результате разложения растительных и животных организмов. Потребление мышьяка водными организмами является одной из причин понижения концентрации его в воде, наиболее отчетливо проявляющегося в период интенсивного развития планктона.

Значительные количества мышьяка поступают в водные объекты со сточными водами обогатительных фабрик, отходами производства красителей, кожевенных заводов и предприятий, производящих

пестициды, а также с сельскохозяйственных угодий, на которых применяются пестициды.

В природных водах соединения мышьяка находятся в растворенном и взвешенном состоянии, соотношение между которыми определяется химическим составом воды и значениями рН. В растворенной форме мышьяк встречается в трех- и пентавалентной форме, главным образом в виде анионов.

В речных незагрязненных водах мышьяк находится обычно в микрограммовых концентрациях. В минеральных водах его концентрация может достигать нескольких миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup>, в морских водах в среднем содержится 3 мкг/дм<sup>3</sup>, в подземных - встречается в концентрациях п.105 мкг/дм<sup>3</sup>. Соединения мышьяка в повышенных концентрациях являются токсичными для организма животных и человека: они тормозят окислительные процессы, угнетают снабжение кислородом органов и тканей.

ПДК<sub>в</sub> мышьяка составляет 0.05 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности — санитарно-токсикологический) и ПДК<sub>вр</sub> - 0.05 мг/дм<sup>3</sup>.

### Никель

Присутствие никеля в природных водах обусловлено составом пород, через которые проходит вода: он обнаруживается в местах месторождений сульфидных медно-никелевых руд и железоникелевых руд. В воду попадает из почв и из растительных и животных организмов при их распаде. Повышенное по сравнению с другими типами водорослей содержание никеля обнаружено в сине-зеленых водорослях. Соединения никеля в водные объекты поступают также со сточными водами цехов никелирования, заводов синтетического каучука, никелевых обогатительных фабрик.

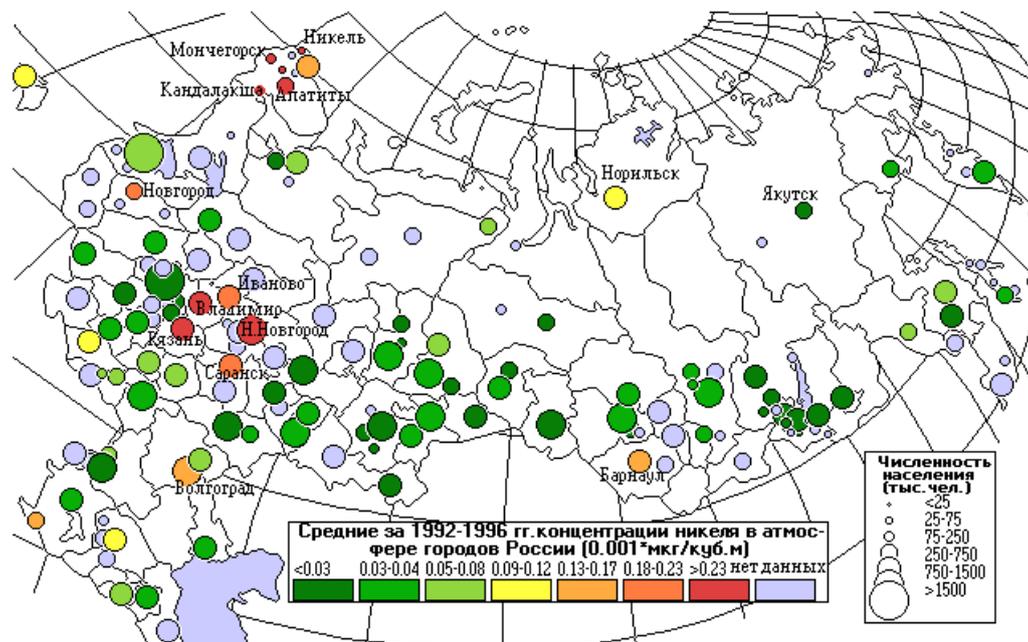
Огромные выбросы никеля сопровождают сжигание ископаемого топлива.

Концентрация его может понижаться в результате выпадения в осадок таких соединений, как цианиды, сульфиды, карбонаты или гидроксиды (при повышении значений pH), за счет потребления его водными организмами и процессов адсорбции.

В поверхностных водах соединения никеля находятся в растворенном, взвешенном и коллоидном состоянии, количественное соотношение между которыми зависит от состава воды, температуры и значений pH. Сорбентами соединений никеля могут быть гидроксид железа, органические вещества, высокодисперсный карбонат кальция, глины. Растворенные формы представляют собой главным образом комплексные ионы, наиболее часто с аминокислотами, гуминовыми и фульвокислотами, а также в виде прочного цианидного комплекса. Наиболее распространены в природных водах соединения никеля, в которых он находится в степени окисления +2. Соединения Ni<sup>3+</sup> образуются обычно в щелочной среде.

Соединения никеля играют важную роль в кроветворных процессах, являясь катализаторами. Повышенное его содержание оказывает специфическое действие на сердечно-сосудистую систему. Никель принадлежит к числу канцерогенных элементов. Он способен вызывать респираторные заболевания. Считается, что свободные ионы никеля (Ni<sup>2+</sup>) примерно в 2 раза более токсичны, чем его комплексные соединения.

В речных незагрязненных и слабозагрязненных водах концентрация никеля колеблется обычно от 0.8 до 10 мкг/дм<sup>3</sup>; в загрязненных она составляет несколько десятков микрограммов в 1

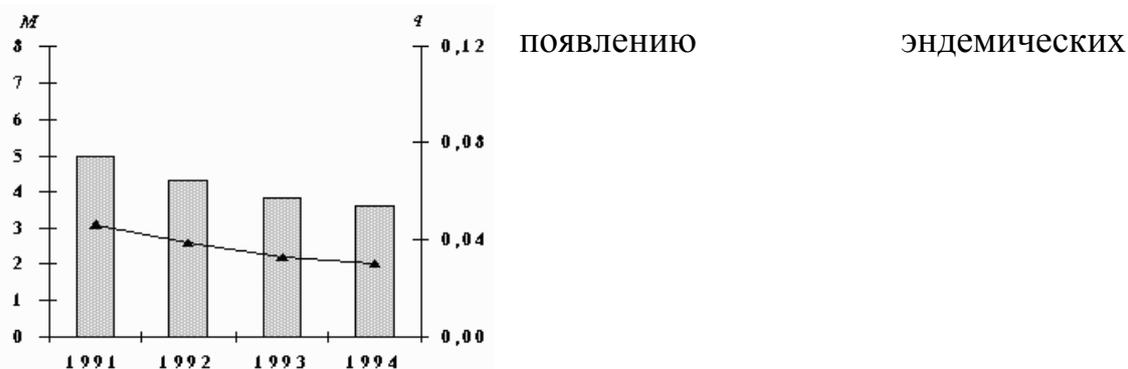


дм<sup>3</sup>. Средняя концентрация никеля в морской воде 2 мкг/дм<sup>3</sup>, в подземных водах - п.103 мкг/дм<sup>3</sup>. В подземных водах, омывающих никельсодержащие горные породы, концентрация никеля иногда возрастает до 20 мг/дм<sup>3</sup>.

Содержание никеля в водных объектах лимитируется: ПДКв составляет 0.1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий признак вредности — общесанитарный), ПДКвр — 0.01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий признак вредности — токсикологический).

Никель поступает в атмосферу от предприятий цветной металлургии, на долю которых приходится 97% всех выбросов никеля, из них 89% на долю предприятий концерна “Норильский никель”, расположенных в Заполярном и Никеле, Мончегорске и Норильске.

Повышенное содержание никеля в окружающей среде приводит к



заболеваний, бронхиального рака. Соединения никеля относят к 1 группе канцерогенов.

На карте видно несколько точек с высокими средними концентрациями никеля в местах расположения концерна Норильский никель: Апатиты, Кандалакша, Мончегорск, Оленегорск.

Выбросы никеля от промышленных предприятий снизились на 28%, средние концентрации – на 35%.

Выбросы  $M$  (тыс.т/год) и среднегодовые концентрации  $q$  (мкг/м<sup>3</sup>) никеля.

### Олово

В природные воды поступает в результате процессов выщелачивания оловосодержащих минералов (касситерит, станнин), а также со сточными водами различных производств (крашение тканей, синтез органических красок, производство сплавов с добавкой олова и др.).

Токсическое действие олова невелико.

В незагрязненных поверхностных водах олово содержится в субмикrogramмовых концентрациях. В подземных водах его концентрация достигает единиц микrogramмов в 1 дм<sup>3</sup>. ПДКв составляет 2 мг/дм<sup>3</sup>.

### Ртуть

В поверхностные воды соединения ртути могут поступать в результате выщелачивания пород в районе ртутных месторождений (киноварь, метациннабарит, ливингстонит), в процессе разложения водных организмов, накапливающих ртуть. Значительные количества поступают в водные объекты со сточными водами предприятий, производящих красители, пестициды, фармацевтические препараты, некоторые взрывчатые вещества. Тепловые электростанции,

работающие на угле, выбрасывают в атмосферу значительные количества соединений ртути, которые в результате мокрых и сухих выпадений попадают в водные объекты.

Понижение концентрации растворенных соединений ртути происходит в результате извлечения их многими морскими и пресноводными организмами, обладающими способностью накапливать ее в концентрациях, во много раз превышающих содержание ее в воде, а также процессов адсорбции взвешенными веществами и донными отложениями.

В поверхностных водах соединения ртути находятся в растворенном и взвешенном состоянии. Соотношение между ними зависит от химического состава воды и значений pH. Взвешенная ртуть представляет собой сорбированные соединения ртути. Растворенными формами являются недиссоциированные молекулы, комплексные органические и минеральные соединения. В воде водных объектов ртуть может находиться в виде метилртутных соединений.

Содержание ртути в речных незагрязненных, слабозагрязненных водах составляет несколько десятых долей микрограмма в 1 дм<sup>3</sup>, средняя концентрация в морской воде 0.03 мкг/дм<sup>3</sup>, в подземных водах 1-3 мкг/дм<sup>3</sup>.

Соединения ртути высоко токсичны, они поражают нервную систему человека, вызывают изменения со стороны слизистой оболочки, нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта, изменения в крови и др. Бактериальные процессы метилирования направлены на образование метилртутных соединений, которые во много раз токсичнее минеральных солей ртути. Метилртутные соединения накапливаются в рыбе и могут попадать в организм человека.

ПДКв ртути составляет 0.0005 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий признак вредности — санитарно-токсикологический), ПДКвр 0.0001 мг/дм<sup>3</sup>.

### Свинец

Естественными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных (галенит) и экзогенных (англезит, церуссит и др.) минералов. Значительное повышение содержания свинца в окружающей среде (в т.ч. и в поверхностных водах) связано со сжиганием углей, применением тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в моторном топливе, с выносом в водные объекты со сточными водами рудообогатительных фабрик, некоторых металлургических заводов, химических производств, шахт и т.д. Существенными факторами понижения концентрации свинца в воде является адсорбция его взвешенными веществами и осаждение с ними в донные отложения. В числе других металлов свинец извлекается и накапливается гидробионтами.

Свинец находится в природных водах в растворенном и взвешенном (сорбированном) состоянии. В растворенной форме встречается в виде минеральных и органоминеральных комплексов, а также простых ионов, в нерастворимой - главным образом в виде сульфидов, сульфатов и карбонатов.

В речных водах концентрация свинца колеблется от десятых долей до единиц микрограммов в 1 дм<sup>3</sup>. Даже в воде водных объектов, прилегающих к районам полиметаллических руд, концентрация его редко достигает десятков миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup>. Лишь в хлоридных термальных водах концентрация свинца иногда достигает нескольких миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup>.

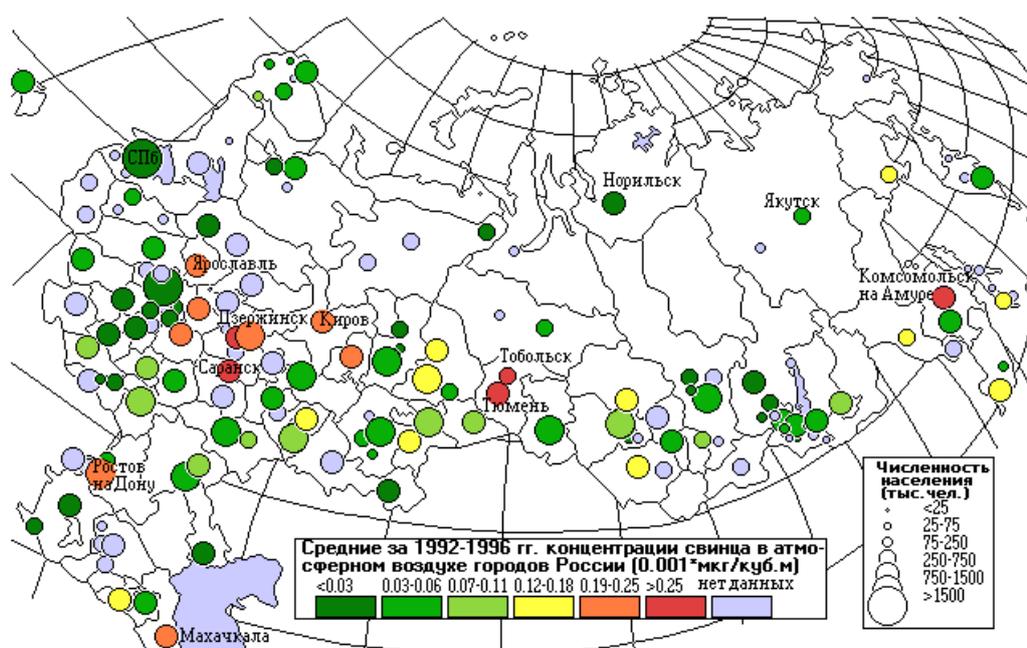
Лимитирующий показатель вредности свинца - санитарно-токсикологический. ПДКв свинца составляет 0.03 мг/дм<sup>3</sup>, ПДКвр - 0.1 мг/дм<sup>3</sup>.

Свинец содержится в выбросах предприятиями металлургии, металлообработки, электротехники, нефтехимии и автотранспорта.

Влияние свинца на здоровье происходит при вдыхании воздуха, содержащего свинец, и поступлении свинца с пищей, водой, на пылевых частицах. Свинец накапливается в теле, в костях и поверхностных тканях. Свинец влияет на почки, печень, нервную систему и органы кроветворения. Пожилые и дети особенно чувствительны даже к низким дозам свинца.

Выбросы М (тыс.т/год) и среднегодовые концентрации  $q$  (мкг/м<sup>3</sup>) свинца.

За семь лет выбросы свинца от промышленных источников снизились на 60% вследствие сокращения производства и закрытия многих предприятий. Резкое снижение промышленных выбросов не сопровождается снижением выбросов автотранспорта. Средние



концентрации свинца снизились только на 41%. Различие в степени снижения выбросов и концентраций свинца можно объяснить

неполным учетом выбросов от автомобилей в предыдущие годы; в настоящее время увеличилось количество автомобилей и интенсивность их движения.

#### Тетраэтилсвинец

Поступает в природные воды в связи с использованием в качестве антидетонатора в моторном топливе водных транспортных средств, а также с поверхностным стоком с городских территорий.

Данное вещество характеризуется высокой токсичностью, обладает кумулятивными свойствами.

Содержание тетраэтилсвинца в воде водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения не допускается (ПДК — полное отсутствие).

#### Серебро

Источниками поступления серебра в поверхностные воды служат подземные воды и сточные воды рудников, обогатительных фабрик, фотопредприятий. Повышенное содержание серебра бывает связано с применением бактерицидных и альгицидных препаратов.

В сточных водах серебро может присутствовать в растворенном и взвешенном виде, большей частью в форме галоидных солей.

В незагрязненных поверхностных водах серебро находится в субмикrogramмовых концентрациях. В подземных водах концентрация серебра колеблется от единиц до десятков микrogramмов в 1 дм<sup>3</sup>, в морской воде - в среднем 0.3 мкг/дм<sup>3</sup>.

Ионы серебра способны уничтожать бактерии и уже в незначительной концентрации стерилизуют воду (нижний предел бактерицидного действия ионов серебра 2.10-11 моль/дм<sup>3</sup>). Роль серебра в организме животных и человека изучена недостаточно.

ПДКв серебра составляет 0.05 мг/дм<sup>3</sup>.

## Сурьма

Сурьма поступает в поверхностные воды за счет выщелачивания минералов сурьмы (стибнит, сенармонтит, валентинит, сервантит, стибноканит) и со сточными водами резиновых, стекольных, красильных, спичечных предприятий.

В природных водах соединения сурьмы находятся в растворенном и взвешенном состоянии. В окислительно-восстановительных условиях, характерных для поверхностных вод, возможно существование как трехвалентной, так и пятивалентной сурьмы.

В незагрязненных поверхностных водах сурьма находится в субмикrogramмовых концентрациях, в морской воде ее концентрация достигает 0.5 мкг/дм<sup>3</sup>, в подземных водах - 10 мкг/дм<sup>3</sup>. ПДКв сурьмы составляет 0.05 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности — санитарно-токсикологический), ПДКвр - 0.01 мг/дм<sup>3</sup>.

## Хром

В поверхностные воды соединения трех- и шестивалентного хрома попадают в результате выщелачивания из пород (хромит, крокоит, уваровит и др.). Некоторые количества поступают в процессе разложения организмов и растений, из почв. Значительные количества могут поступать в водоемы со сточными водами гальванических цехов, красильных цехов текстильных предприятий, кожевенных заводов и предприятий химической промышленности. Понижение концентрации ионов хрома может наблюдаться в результате потребления их водными организмами и процессов адсорбции.

В поверхностных водах соединения хрома находятся в растворенном и взвешенном состояниях, соотношение между которыми зависит от состава вод, температуры, рН раствора. Взвешенные соединения хрома представляют собой в основном

сорбированные соединения хрома. Сорбентами могут быть глины, гидроксид железа, высокодисперсный оседающий карбонат кальция, остатки растительных и животных организмов. В растворенной форме хром может находиться в виде хроматов и бихроматов. При аэробных условиях Cr(VI) переходит в Cr(III), соли которого в нейтральной и щелочной средах гидролизуются с выделением гидроксида.

В речных незагрязненных и слабозагрязненных водах содержание хрома колеблется от нескольких десятых долей микрограмма в литре до нескольких микрограммов в литре, в загрязненных водоемах оно достигает нескольких десятков и сотен микрограммов в литре. Средняя концентрация в морских водах - 0.05 мкг/дм<sup>3</sup>, в подземных водах - обычно в пределах п.10 - п.102 мкг/дм<sup>3</sup>.

Соединения Cr(VI) и Cr(III) в повышенных количествах обладают канцерогенными свойствами. Соединения Cr(VI) являются более опасными.

Содержание их в водоемах санитарно-бытового использования не должно превышать ПДКв для Cr(VI) 0.05 мг/дм<sup>3</sup>, для Cr(III) 0.5 мг/дм<sup>3</sup>. ПДКвр для Cr(VI) - 0.001 мг/дм<sup>3</sup>, для Cr(III) - 0.005 мг/дм<sup>3</sup>.

### Цинк

Попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов (сфалерит, цинкит, госларит, смитсонит, каламин), а также со сточными водами рудообогатительных фабрик и гальванических цехов, производств пергаментной бумаги, минеральных красок, вискозного волокна и др.

В воде существует главным образом в ионной форме или в форме его минеральных и органических комплексов. Иногда встречается в нерастворимых формах: в виде гидроксида, карбоната, сульфида и др.

В речных водах концентрация цинка обычно колеблется от 3 до 120 мкг/дм<sup>3</sup>, в морских - от 1.5 до 10 мкг/дм<sup>3</sup>. Содержание в рудных и особенно в шахтных водах с низкими значениями рН может быть значительным.

Цинк относится к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие организмов. В то же время многие соединения цинка токсичны, прежде всего его сульфат и хлорид.

ПДКв  $Zn^{2+}$  составляет 1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности — органолептический), ПДКвр  $Zn^{2+}$  - 0.01 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий признак вредности — токсикологический).

Тяжёлые металлы уже сейчас занимают второе место по степени опасности, уступая пестицидам и значительно опережая такие широко известные загрязнители, как двуокись углерода и серы, в прогнозе же они должны стать самыми опасными, более опасными, чем отходы АЭС и твердые отходы. Загрязнение тяжёлыми металлами связано с их широким использованием в промышленном производстве вкупе со слабыми системами очистки, в результате чего тяжёлые металлы попадают в окружающую среду, в том числе и почву, загрязняя и отравляя её.

Тяжёлые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. В различных научных и прикладных работах авторы по-разному трактуют значение понятия "тяжёлые металлы". В некоторых случаях под определение тяжелых металлов попадают элементы, относящиеся к хрупким (например, висмут) или металлоидам (например, мышьяк).

Почва является основной средой, в которую попадают тяжёлые металлы, в том числе из атмосферы и водной среды. Она же служит источником вторичного загрязнения приземного воздуха и вод, попадающих из неё в Мировой океан. Из почвы тяжёлые металлы

усваиваются растениями, которые затем попадают в пищу более высокоорганизованным животным

#### 4.6. Удаление радиоактивных отходов.

Любой вид радиоактивных отходов подлежит особой обработке и обезвреживанию.

В мирное время радиоактивные отходы образуются лишь на предприятиях, вырабатывающих радиоактивные вещества и использующих их в своей работе (атомные реакторы, обслуживающие их предприятия и т.д.). Небольшое количество радиоактивных отходов образуется в лабораториях радиоактивных изотопов некоторых научно-исследовательских учреждений, в лечебных учреждениях (радиотерапевтические отделения, лаборатории радиоактивных изотопов и т. д.), а также на некоторых промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, работающих с радиоактивными веществами.

Поскольку радиоактивные вещества ионизируют то, с чем соприкасаются, в том числе и организм человека, их практически невозможно устранить, и в силу своего кумулирующего действия они намного более опасны, чем обычные отходы.

В настоящее время существуют два способа удаления радиоактивных отходов: радиоактивные вещества, обладающие невысокой активностью, многократно разбавляют и выбрасывают в окружающую среду (например, сточные воды, загрязненные низкоактивными веществами с коротким периодом полураспада, спускают в канализационную сеть; газообразные радиоактивные вещества выпускают через высокие трубы в воздух и т. д.). Для обезвреживания высокоактивных радиоизотопных отходов с длительным периодом полураспада этот способ уже не годится. Эти радиоактивные вещества сначала концентрируют, затем помещают в специальные хранилища.

При этом необходимо позаботиться, чтобы радиоактивные отходы не просачивались в окружающую среду (в почву, поверхностные водоемы, воздух и т.д.).

Радиоактивные отходы хранят в погруженных в землю специальных емкостях (контейнеры) или в глубоких железобетонных колодцах (шахты). Поскольку почву и подземные воды необходимо максимально защитить от радиоактивного загрязнения, стенки колодца должны быть абсолютно герметичными. Несмотря на все принятые меры предосторожности, надо постоянно осуществлять радиоактивный контроль за почвой и подземными водами.

Существуют нормативы, четко определяющие допустимые дозы радиоактивных отходов, спускаемых в канализацию.

### Заключение

В данной работе были получены довольно подробные сведения о многих видах загрязнения почвы. Рассмотрены их негативные воздействия на почву, а также зоны нашей страны, подверженные загрязнению. Получены также данные по мелиоративным мероприятиям, по орошению и осушению почв. Мы выяснили, что при неумеренном орошении и высоком уровне грунтовых вод появляется опасность вторичного засоления почвы.

Что касается видов загрязнения, мы узнали, как обстоит дело с кислотными дождями в России, и как они образуются (из чего и какими реакциями); какие места могут подвергнуться эрозии и подвергаются загрязнению нефтепродуктами и какие области России нужно защищать от них.

Из области сельского хозяйства были рассмотрены предельно допустимые концентрации удобрений, а также вред от

злоупотребления ими. Получены данные по различным видам пестицидов и вредным последствиям после их использования.

Что касается твердых, жидких и радиоактивных отходов, были представлены возможные способы их утилизации.

Выяснено также, что почва играет определенную роль в распространении различных заболеваний. Некоторые бактерии сохраняются в почве долгое время.

Полученная информация дает читателю разнообразные сведения о почве и о процессах, происходящих на ее поверхности. Если мы хотим содержать нашу почву в порядке, нужно соблюдать хотя бы элементарные мероприятия по ее очистке.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Разумихин Н.В. Реализация продовольственной программы СССР и охрана окружающей среды, 1986.
2. Ленин В.И. Полное собрание сочинений, т. 42, с. 150.
3. Маркс К., Энгельс Ф. Полн. собр. соч., т. 23, с.191.
4. "XX век: последние 10 лет". Москва: А/О Издательская группа "Прогресс", 1992.
5. "Химия и общество". Москва: Мир, 1995.
6. Бакач Тибор. Охрана окружающей среды, 1980.
7. "Экология и жизнь". Весна 1(9) 1999.