

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.05 Источники загрязнения среды обитания**

**Направление подготовки (специальность) 05.03.06 Экология и природопользование  
Профиль образовательной программы Экология  
Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>3</b>
1.1.Лекция № 1 «Источники загрязнения атмосферного воздуха».....	3
1.2.Лекция № 2 «Источники загрязнения водных объектов».....	11
1.3.Лекция № 3 «Источники загрязнения литосферы».....	17
1.4.Лекция № 4-5 «Критерии оценки качества атмосферного воздуха промышленных городов, качества поверхностных вод, качества почвы».....	28
1.5.Лекция № 6 «Специфические и химические загрязнители общетоксического действия».....	35
1.6.Лекция № 7 «Влияние топливно-энергетического комплекса, гидроэнергетики на качество окружающей среды».....	39
1.7.Лекция № 8 «Загрязнение окружающей среды тепловыми станциями и предприятиями нефтяной отрасли».....	53
1.8.Лекция № 9 «Характеристика источников образования твердых отходов, методы переработки отходов».....	62
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.</b>	
Не предусмотрено РУП.....	71
<b>3.Методические указания по проведению практических занятий.....</b>	<b>71</b>
3.1. Практическое занятие № 1-2 (ПЗ 1-2) «Естественные, антропогенные и физические источники загрязнения атмосферы».....	71
3.2. Практическое занятие №3-4 (ПЗ 3-4) «Основные источники загрязнения гидросферы».....	72
3.3.Практическое занятие № 5-6 (ПЗ 5-6) «Факторы эрозионной деградации почв».....	74
3.4. Практическое занятие № 7-8-9 (ПЗ 7-8-9) «Критерии оценки качества атмосферного воздуха промышленных городов, качества поверхностных вод, качества почвы».....	76
3.5.Практическое занятие №10-11 (ПЗ 10-11) «Специфические и химические загрязнители общетоксического действия».....	81
3.6. Практическое занятие №17-18 (ПЗ 17-18) «Технология складирования ТБО на полигонах».....	91

## 1. Конспект лекций. 1.1.Лекция № 1 (2 часа)

### Тема: «Источники загрязнения атмосферного воздуха»

#### **1.1.1.Вопросы лекции:**

1. Источники образования загрязняющих веществ.
2. Виды источников загрязнения.
3. Организация наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.
4. Прогноз загрязнения атмосферы.

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1.Источники образования загрязняющих веществ.**

Загрязнение – это процесс привнесения в среду или возникновение в среде новых, не характерных для нее физических, химических, биологических агентов или превышение естественного среднемноголетнего уровня этих агентов в природной среде, оказывающих негативное воздействие на биоту, в том числе человека. Загрязненность – это уровень концентраций загрязняющих веществ или уровень физических или каких-либо других воздействий на окружающую среду.

По характеру поступающих в окружающую среду агентов выделяют следующие основные виды загрязнения: физическое (шум, электромагнитное излучение, ионизирующее излучение и т.д.), химическое (летучие органические вещества, тяжелые металлы, нефтепродукты и т.д.), биологическое (отходы микробиологической промышленности, бактериальное загрязнение и т.д.).

При анализе загрязнения находят его источник, который может быть как природным, так и антропогенным. К природным источникам загрязнения относятся вулканы, гейзеры, лесные пожары, пыльные бури. Антропогенными источниками загрязнения являются различные промышленные предприятия, предприятия теплоэнергетического комплекса, коммунально-бытовое хозяйство, транспорт, сельское хозяйство и т.д. Таким образом, антропогенное загрязнение возникает в результате производственной деятельности и повседневной жизни людей, на порядок превосходит естественное, и масштабы его постоянно растут.

Кроме того, загрязняющие агенты, выделяющиеся вследствие хозяйственной деятельности человека, гораздо опаснее биологически.

По времени действия источников, а соответственно и режиму поступления загрязняющих агентов загрязнение может быть постоянным (источник непрерывного действия), периодическим (источник работает или выбрасывает загрязняющие вещества циклически) и разовым (например, залповые или аварийные выбросы, когда в короткий промежуток времени в окружающую среду поступает большое количество загрязняющих веществ). По источникам поступления и механизму образования загрязняющих агентов различают три вида загрязнения:

- первичное загрязнение - вызванное поступлением загрязняющих веществ из источников загрязнения;
- вторичное загрязнение - развивается как следствие первичного загрязнения в результате взаимодействия загрязняющих веществ между собой или с естественными компонентами окружающей среды;
- повторное загрязнение - вызванное повторным выносом загрязняющих веществ в неизменном виде в исследуемую среду, из которой они были выведены ранее в результате относительного самоочищения.

## **2. Виды источников загрязнения.**

Для решения различных прикладных задач источники загрязнения классифицируются по характеру распространения загрязняющих агентов на:

- 1• точечные – когда удаляемые загрязняющие агенты сосредоточены в одном месте (труба, шахта и т.д.);
- линейные - имеют значительную протяженность в одном направлении (ленточный конвейер, шоссе и т.д.);
- площадные - когда удаляемые загрязняющие агенты поступают в окружающую среду с определенной территории (пыльная поверхность, сток с сельхозугодий и т.д.).

Источники загрязнения могут быть организованными, с локализованным местом поступления и устройствами для поступления загрязняющих веществ в окружающую среду (хозяйственно-бытовые, промышленные сточные воды, трубы промышленных предприятий и т.д.); неорганизованными, не имеющими локализованного места и устройств или приспособлений для поступления загрязняющих веществ в окружающую среду (лесосплавы, смыки удобрений с полей, испарение пестицидов с обработанных сельхозугодий); полуорганизованные, имеющие одно из двух перечисленных условий (буровые вышки, загрязнение атмосферы автотранспортом, неканализованные смыки с территорий предприятий и др.). Непосредственными объектами загрязнения являются абиотические составные части биосфера: атмосфера, гидросфера, литосфера. Косвенными объектами загрязнения являются биотические составляющие биосфера: микроорганизмы, растения, животные, человек. Ниже мы остановимся только на химическом загрязнении окружающей среды, как наиболее массовом и наносящем наибольший вред природной среде.

### **Загрязнение атмосферы**

Главными и наиболее опасными источниками загрязнения являются антропогенные. Мировое хозяйство ежегодно выбрасывает в атмосферу более 15 млрд. т углекислого газа, 200 млн. т оксида углерода, более 500 млн. т углеводородов, 120 млн. т золы и др. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет более 19 млрд. т.. Основными антропогенными источниками загрязнения атмосферы являются: 1) транспорт, 2) тепловые электростанции и теплоцентрали, сжигающие органическое топливо, 3) черная и цветная металлургия, 4) машиностроение, 5) химическое производство, 6) добыча и переработка минерального сырья, 7) открытые источники (сельскохозяйственные пашни, строительство). Сжигание органического топлива на ТЭС, в промышленности, сжигание отходов, а также транспорт относят к «общим» источникам загрязнения атмосферы, т.к. они имеют однотипный характер выбросов. Все промышленные производства являются «специфическими» источниками загрязнения атмосферы, т.к. каждое характеризуется специфическим набором загрязняющих веществ.

### **3.Организация наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.**

В крупных промышленных центрах степень загрязнения атмосферного воздуха может в ряде случаев превысить санитарно-гигиенические нормативы. Характер временной и пространственной изменчивости концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе определяется большим числом разнообразных факторов. Знание закономерностей формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха, тенденций их изменений является крайне необходимым для обеспечения требуемой чистоты воздушного бассейна. Основой для выявления закономерностей служат наблюдения за состоянием загрязнения воздушного бассейна.

От возможностей и качества проводимых наблюдений зависит эффективность всех воздухо-охраных мероприятий.

Служба наблюдений и контроля за состоянием атмосферного воздуха, как следует из названия, состоит из двух частей, или систем: наблюдений (мониторинга) и контроля. Первая система обеспечивает наблюдение за качеством атмосферного воздуха в городах, населенных пунктах и территориях, расположенных вне зоны влияния конкретных

источников загрязнения. Вторая система обеспечивает контроль источников загрязнения и регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в районах интенсивного антропогенного воздействия (в городах, промышленных и агропромышленных центрах и т.д.) и в районах, удаленных от источников загрязнения (в фоновых районах).

Наблюдения в районах, значительно удаленных от источников загрязнения, позволяют выявить особенности отклика биоты на воздействие фоновых концентраций загрязняющих веществ.

Как правило, фоновые наблюдения по специальной программе фонового экологического мониторинга проводятся в биосферных заповедниках и заповедных территориях. Ранее биосферные заповедники были расположены по всей территории СССР. В биосферных заповедниках осуществляется оценка и прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха путем анализа содержания в нем взвешенных частиц, свинца, кадмия, мышьяка, ртути, бенз(а)пирена, сульфатов, диоксида серы, оксида азота, диоксида углерода, озона, ДДТ и других хлорорганических соединений. Программа фонового экологического мониторинга включает также определение фонового уровня загрязняющих веществ антропогенного происхождения во всех средах, включая биоты. Кроме измерения состояния загрязнения атмосферного воздуха, на фоновых станциях производятся также метеорологические измерения.

Сеть фоновых станций, расположенная на территории нашей страны, включена в Глобальную систему мониторинга окружающей среды (ГСМОС), функционирующую в соответствии с программой ООН по проблемам окружающей среды (ЮНЕП) под эгидой ЮНЕП. Информация, получаемая с фоновых станций, позволяет оценивать состояние и тенденции глобальных изменений загрязнения атмосферного воздуха. Фоновые наблюдения проводятся также с помощью научно-исследовательских судов в морях и океанах.

При наблюдении за фоновыми уровнями загрязнения атмосферного воздуха разрабатываются модели переноса примесей, и определяется роль в процессах переноса гидрометеорологических и техногенных факторов. На фоновых станциях исследуются и уточняются: критерии создания сети наблюдений, перечни контролируемых примесей, методики контроля и обработки данных измерений, способы обмена информацией и приборами, методы международного сотрудничества. Так, например, по международным соглашениям станция базисного и регионального мониторинга должна размещаться на расстоянии 40-60 км от крупных источников загрязнения с подветренной стороны. На территориях, примыкающих к станции, в радиусе 40-400 км не должен изменяться характер деятельности человека. Было также установлено, что пробы воздуха должны отбираться на высоте не менее 10 м над поверхностью растительности.

На станциях фонового мониторинга наблюдение за качеством атмосферного воздуха осуществляется по физическим, химическим и биологическим показателям.

Необходимость организации контроля загрязнения атмосферного воздуха в зоне интенсивного антропогенного воздействия определяется предварительными экспериментальными (в течение 1-2 лет) и теоретическими исследованиями с использованием методов математического и физического моделирования. Такой подход позволяет оценить степень загрязнения той или иной примесью атмосферного воздуха в городе или любом другом населенном пункте, где имеются стационарные и передвижные источники выбросов вредных веществ.

Обычно расположение источников выбросов и их параметры известны или их можно определить. Зная метеорологические параметры, в том числе "розу ветров" можно с использованием математических и физических моделей рассчитать поля концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для любой ситуации. Но адекватность принятых моделей реальным ситуациям все равно должна проверяться экспериментально.

Для получения репрезентативной информации о пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха, нужно предварительно провести обследование метеорологических условий и характера пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха с помощью передвижных средств. Для этого чаще всего используется передвижная лаборатория, производящая отбор, а иногда и анализ проб воздуха во время остановок. Такой метод обследования называется рекогносцировочным. Он находит достаточно широкое применение за рубежом.

На карту-схему города (населенного пункта, района) наносится регулярная сетка с шагом 0,1; 0,5 или 1,0 км. На местности по специально разработанной программе случайного отбора проб отбираются и анализируются пробы в точках, совпадающих с узлами сетки, наложенной на карту-схему. Для получения статистически достоверных средних значений измеренных концентраций проводится анализ комбинаций точек на сетке, объединенных в квадраты, например, площадью (2-4) км<sup>2</sup>, с учетом направлений ветра по направлениям. Такой метод позволяет выявить как границы промышленных комплексов и узлов, так и зоны их влияния. При этом обеспечивается возможность сравнения полученных результатов с расчетными данными математических моделей. Использование методов моделирования в этих работах является обязательным.

Если обнаруживается, что существует вероятность роста концентрации примеси выше установленных нормативов, то за содержанием такой примеси в выявленной зоне следует установить наблюдение. Если же такой вероятности нет и отсутствуют перспективы развития промышленности, энергетики и автотранспорта, установление стационарных постов наблюдений за состоянием атмосферного воздуха нецелесообразно. Такой вывод не распространяется на организацию наблюдений за фоновым уровнем загрязнения воздуха вне населенных пунктов.

Установив степень загрязнения атмосферного воздуха всеми примесями выбрасываемыми существующими и намечаемыми к строительству и пуску источниками, а также характер изменения полей концентрации примесей по территории и во времени с учетом карт загрязнения воздуха, построенных по результатам математического и физического моделирования, можно приступить к разработке схемы размещения стационарных постов наблюдений на территории города и программы их работ. Программа разрабатывается исходя из задач каждого измерительного пункта и особенностей изменчивости концентрации каждой примеси в атмосферном воздухе. Пост наблюдений может давать информацию об общем состоянии воздушного бассейна, если пост находится вне зоны влияния отдельных источников выбросов и осуществлять контроль за источниками выбросов, если пост находится в зоне влияния источников выбросов.

При размещении постов наблюдений предпочтение отдается районам жилой застройки с наибольшей плотностью населения, где возможны случаи превышения установленных пороговых значений гигиенических показателей ПДК. Наблюдения должны проводиться за всеми примесями, уровни которых превышают ПДК.

В обязательном порядке измеряются основные, наиболее часто встречающиеся загрязняющие воздух вещества: пыль, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота. Выбор других веществ, требующих контроля, определяется спецификой производства и выбросов в данной местности, частотой превышения ПДК.

Контроль за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха осуществляется как на фоновом уровне, так и в зонах влияния атомных электростанций и других источников возможных выделений или выбросов радиоактивных веществ. При контроле радиоактивного загрязнения на фоновом уровне используются существующие фоновые станции или специальные станции, установленные на расстоянии 50-100 км от возможного источника радиоактивного загрязнения. При контроле в радиусе до 25 км от возможных источников выбросов радиоактивных веществ используется как существующая сеть контроля, так и специальные посты наблюдений, где устанавливаются датчики гамма-излучения и приборы для отбора проб и анализа воздуха. Рекомендуется в

зоне до 25 км иметь 10-15 специализированных пунктов контроля, оснащенных дистанционными системами и высокопроизводительными фильтрующими воздух установками, а также около 30 дополнительных стационарных пунктов контроля радиационной обстановки, оснащенных интегрирующими термolumинесцентными дозиметрами. При этом в пределах санитарно-защитной зоны создаются посты дистанционного контроля радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха. Подсистемы дистанционного контроля оборудуются каналами связи. Для повышения достоверности информации в каждом пункте устанавливается несколько датчиков. В 80-е годы на базе сетевых снегомерных съемок была создана новая сеть контроля переноса загрязняющих веществ воздушными массами. Мониторинг загрязнения территории на основе снегомерной съемки позволяет контролировать уровни загрязнения атмосферного воздуха как в незагрязненных (фоновых) районах, так и в городах, и других населенных пунктах.

Важными методами контроля так называемого трансграничного переноса глобальных потоков примесей, переносимых на большие расстояния от места выброса, является система наземных и самолетных станций, сопряженных с математическими моделями распространения примесей. Сеть станций трансграничного переноса оборудуется системами отбора газа и аэрозолей, сбора сухих и мокрых выпадений анализа содержания примесей в отобранных пробах. Информация поступает в метеорологические синтезирующие центры, которые осуществляют:

- сбор, анализ и хранение информации о трансграничном переносе примесей в атмосфере;
- прогнозирование переноса примесей на основе метеорологических данных;
- идентификацию районов выбросов и источников;
- регистрацию и расчет выпадений примесей из атмосферного воздуха на подстилающую поверхность и другие работы.

В целях сопоставимости результатов наблюдений, полученных в разных географических и временных условиях, используются единые унифицированные методы отбора и анализа проб, обработки и передачи информации. Информация, получаемая на сети наблюдений, по степени срочности подразделяется на три категории: экстренная, оперативная и режимная. Экстренная информация содержит сведения о резких изменениях уровней загрязнения атмосферного воздуха и передается в соответствующие (контролирующие, хозяйствственные) организации незамедлительно. Оперативная информация содержит обобщенные результаты наблюдений за месяц, а режимная - за год. Информация по последним двум категориям передается заинтересованным и контролирующим организациям в сроки их накопления: ежемесячно и ежегодно. Режимная информация, содержащая данные о среднем и наибольшем уровнях загрязнения воздуха за длительный период, используется при планировании мероприятий по охране атмосферы, установлении нормативов выбросов, оценках ущерба, наносимого народному хозяйству загрязнением атмосферного воздуха.

Для того чтобы воздухо-охраные мероприятия были эффективными, информация должна быть полной и достоверной. Полнота информации определяется числом контролируемых ингредиентов, сроками наблюдений, размещением сети наблюдений. Достоверность информации достигается строгим соблюдением нормативных требований, обеспечивающих получение репрезентативных данных, однородность информации, полноту наблюдений, правильность статистической обработки и санитарно-гигиенической оценки по данным наблюдений загрязнения атмосферного воздуха, корректность объяснения причин повышенных уровней загрязнения и тенденций (или их отсутствие) изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха во времени и по территории, учет метеорологических условий переноса и рассеяния примесей режима выбросов в данном районе.

Достоверность информации в значительной степени зависит от ее однородности. Необходимо иметь однородный ряд наблюдений за период, для которого средние характеристики оказываются достаточно устойчивыми и слабо зависящими от новых результатов измерений. В городах в результате застройки и реконструкции происходят изменения микроклиматических и метеорологических условий, поэтому получение среднего значения концентрации примеси для периода, в который меняется характер воздействия источников выбросов на атмосферу, является проблемной задачей. Средние годовые концентрации из-за погрешностей измерений, неоднородности рядов наблюдений, изменения метеоусловий и структуры городской застройки, могут значительно варьировать. В связи с этим для повышения качества воздухо-охраных рекомендаций необходимо использовать данные наблюдений за более длительные сроки (5 лет).

Существующая в нашей стране сеть наблюдений загрязнения атмосферного воздуха включает посты ручного отбора проб воздуха и автоматизированные системы наблюдений и контроля окружающей среды (АНКОС). Посты наблюдений загрязнения (ПНЗ) могут быть стационарными, маршрутными и передвижными (подфакельными). С постов ручного отбора пробы для анализа доставляются в химические лаборатории. Системы АНКОС являются стационарными, они оснащены устройствами непрерывного отбора и анализа проб воздуха и передачи информации по каналам связи в центр управления и регулирования состоянием атмосферного воздуха в заданном режиме

Стационарный пост наблюдений - это специально оборудованный павильон, в котором размещена аппаратура, необходимая для регистрации концентраций загрязняющих веществ и метеорологических параметров по установленной программе. Из числа стационарных постов выделяются опорные стационарные посты, которые предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных или наиболее распространенных загрязняющих веществ. Место для установки стационарного поста выбирается, как правило, с учетом метеорологических условий формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха. При этом заранее определяется круг задач: оценка средней месячной, сезонной, годовой и максимальной разовой концентраций, вероятности возникновения концентраций, превышающих ПДК и др.

Перед установкой поста следует проанализировать: расчетные поля концентраций по всем ингредиентам от совокупности выбросов всех стационарных и передвижных источников; особенности застройки и рельефа местности: перспективы развития жилой застройки и расширения предприятий промышленности, энергетики, коммунального хозяйства; транспорта и других отраслей городского хозяйства, функциональные особенности выбранной зоны; плотность населения; метеорологические условия данной местности и др. Пост должен находиться вне аэродинамической тени зданий и зоны зеленых насаждений, его территория должна хорошо проветриваться, не подвергаться влиянию близкорасположенных низких источников (стоянок автомашин, мелких предприятий с низкими выбросами т.п.). Количество стационарных постов в каком-либо городе (населенном пункте) определяется численностью населения, рельефом местности, особенностями промышленности, функциональной структурой (жилая, промышленная, зеленая зона и т.д.), пространственной и временной изменчивостью полей концентраций вредных веществ

#### **4.Прогноз загрязнения атмосферы**

В связи с высокой насыщенностью городов источниками загрязнения, уровень загрязнения атмосферного воздуха в них, как правило, существенно выше, чем в пригородах и тем более в сельской местности. В отдельные периоды, неблагоприятные для рассеяния выбросов, концентрации вредных веществ могут сильно возрасти относительно среднего и фонового городского загрязнения. Частота и продолжительность периодов высокого загрязнения атмосферного воздуха будут зависеть от режима выбросов вредных веществ (разовых,

аварийных и др.), а также от характера и продолжительности метеоусловий, способствующих повышению концентрации примесей в приземном слое воздуха.

Во избежание повышения уровней загрязнения атмосферного воздуха при неблагоприятных для рассеяния вредных веществ метеорологических условиях необходимо прогнозировать и учитывать эти условия. В настоящее время установлены факторы, определяющие изменение концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе при изменении метеорологических условий.

Прогнозы неблагоприятных метеорологических условий могут составляться как для города в целом, так и для групп источников или отдельных источников. Обычно выделяются три основных типа источников: высокие с горячими (теплыми) выбросами, высокие с холодными выбросами и низкие. Для указанных источников выбросов аномально неблагоприятные условия рассеяния примесей приведены в таблице 2.3.

**Комплексы неблагоприятных метеорологических условий для источников разных типов**

Источники	Термическая стратификация нижнего слоя атмосферы	Скорость ветра (м/с)		Вид инверсии, высота над источником выброса, м
		на уровне флюгера	на уровне выброса	
Высокие с горячими выбросами	Неустойчивая	3-7	7-12	Приподнятая, 100-200
Высокие с холодными выбросами	Неустойчивая	Штиль	3-5	Приподнятая, 10-200
Низкие	Устойчивая	Штиль	Штиль	Приземная, 2-50

В дополнение к комплексам неблагоприятных метеоусловий, приведенным в таблице 2.3. можно добавить следующее:

для высоких источников с горячими (теплыми) выбросами:

- высота слоя перемешивания меньше 500 м, но больше эффективной высоты источника;
- скорость ветра на высоте источника близка к опасной скорости ветра;
- наличие тумана и скорость ветра больше 2 м/с.

Для высоких источников с холодными выбросами: наличие тумана и штиль.

Для низких источников выбросов: сочетание штиля и приземной инверсии.

Следует также иметь в виду, что при переносе примесей в районы плотной застройки или в условиях сложного рельефа, концентрации могут повышаться в несколько раз.

Для характеристики загрязнения атмосферного воздуха по городу в целом, т.е. для фоновой характеристики, в качестве обобщенного показателя используется параметр  $P$ :

$$P = \frac{M}{N} \quad (2.4)$$

где  $N$ -число наблюдений за концентрацией примеси в городе в течение одного дня на всех стационарных постах:  $M$  - количество наблюдений в течении того же дня с повышенной концентрацией примеси ( $q$ ), превышающей среднее сезонное значение ( $q_{cc}$ ), более чем в 1,5 раза ( $q > 1,5 q_{cc}$ ).

Параметр  $P$  рассчитывается для каждого дня, как по отдельным примесям, так и по всем вместе. Этот параметр является относительной характеристикой, и его значение определяется главным образом метеорологическими факторами,

оказывающими влияние на состояние атмосферного воздуха по всей территории города.

Использование при прогнозе параметра  $P$  в качестве характеристики загрязнения воздуха по городу в целом (предиктанта) предусматривает выделение трех групп загрязнения воздуха, определяемых характеристиками, приведенными в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Группа загрязнения	Градация параметра $P$	Уровень загрязнения атмосферного воздуха	Повторяемость, %
1	$>0,35$	Относительно высокий	10
2	0,21-0,35	Повышенный	40
3	$=<20$	Пониженный	50

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Если повторяемость градации  $P>0,35$  меньше 5%, то к первой группе загрязнения следует относить градации параметра  $P>0,30$ , ко второй -  $P$  от 0,21 до 0,30.

В целях предотвращения чрезвычайно высоких уровней загрязнения, из первой группы выделяется подгруппа градаций с  $P > 0,5$ , повторяемость которой составляет 1 - 2%.

Методика предсказания вероятного роста концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе города предусматривает использование прогностической схемы загрязнения воздуха, которая разрабатывается для каждого города на основании опыта многолетних наблюдений за состоянием его атмосферы. Рассмотрим общие принципы построения прогностических схем.

Прогностические схемы загрязнения воздуха в городе должны разрабатываться для каждого сезона года и каждой половины дня отдельно. При скользящем графике отбора проб воздуха к первой половине дня относятся сроки отбора проб в 7, 10 и 13 ч. а ко второй - в 15, 18 и 21 ч. При трехразовом отборе проб к первой половине дня относят сроки отбора проб в 7 и 13 ч, а ко второй - в 13 и 19 ч.

Метеорологические предикторы для первой половины дня берутся за срок 6 ч. а данные радиозондирования - за срок 3 ч. Для второй половины дня в качестве предикторов принимаются метеоэлементы за срок 15 ч. Характеристики метеорологических условий и предикторов, а также их порядок использования в прогнозах детально изложены в "Методических указаниях по прогнозу загрязнения воздуха в городах".

Оперативное прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха проводится с целью кратковременного сокращения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий.

Обычно составляются два вида прогноза загрязнения атмосферного воздуха по городу: предварительный (на сутки вперед) и уточненный (на 6 - 8 ч вперед, в том числе утром на текущий день, днем на вечер и на ночь).

## 1.2.Лекция № 2 (2 часа)

### Тема: «Источники загрязнения водных объектов»

#### **1.2.1.Вопросы лекции:**

1. Водные ресурсы.
2. Источники загрязнения водных объектов.
3. Последствия попадания сточных вод в водоемы.
4. Меры по борьбе с загрязнением водных ресурсов

#### **1.2.1. Краткое содержание вопросов.**

##### **1.Водные ресурсы.**

Водные ресурсы - воды в жидким, твердом и газообразном состоянии и их распределение на Земле. Они находятся в естественных водоемах на поверхности (в океанах, реках, озерах и болотах); в недрах (подземные воды); во всех растениях и животных; а также в искусственных водоемах (водохранилищах, каналах и пр.).

Вода — единственное вещество, которое в природе присутствует в жидким, твердом и газообразном состояниях. Значение жидкой воды существенно меняется в зависимости от местонахождения и возможностей применения. Пресная вода шире используется, чем соленая. Свыше 97% всей воды сосредоточено в океанах и внутренних морях. Еще около 2% приходится на долю пресных вод, заключенных в покровных и горных ледниках, и лишь менее 1% — на долю пресных вод озер и рек, подземных и грунтовых.

Вода - самое распространенное соединение на Земле, обладает уникальными химическими и физическими свойствами. Поскольку она легко растворяет минеральные соли, живые организмы вместе с ней поглощают питательные вещества без каких-либо существенных изменений собственного химического состава. Таким образом, вода необходима для нормальной жизнедеятельности всех живых организмов. Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Ее молекулярный вес всего 18, а точка кипения достигает 100°C при атмосферном давлении 760 мм рт. ст. На больших высотах, где давление ниже, чем на уровне моря, вода закипает при более низких температурах. Когда вода замерзает, ее объем увеличивается более чем на 11%, и расширяющийся лед может разрывать водопроводные трубы и мостовые и разрушать скальные породы, превращая их в рыхлый грунт. По плотности лед уступает жидкой воде, что и объясняет его плавучесть.

Вода также обладает уникальными термическими свойствами. Когда ее температура понижается до 0°C и она замерзает, то из каждого грамма воды высвобождается 79 кал. Приочных заморозках фермеры иногда опрыскивают сады водой для защиты бутонов от повреждения морозом. При конденсации водяного пара каждый его грамм отдает 540 кал. Эта теплота может быть использована в отопительных системах. Благодаря высокой теплоемкости вода поглощает большое количество теплоты без изменения температуры.

Молекулы воды сцепляются посредством «водородных (или межмолекулярных) связей», когда кислород одной молекулы воды соединяется с водородом другой молекулы. Вода также притягивается к другим водород- и кислородсодержащим соединениям (т.н. молекулярное притяжение). Уникальные свойства воды определяются прочностью водородных связей. Силы сцепления и молекулярного притяжения позволяют ей преодолевать силу тяжести и вследствие капиллярности подниматься вверх по мелким порам (например, в сухой почве). В природе капиллярность поддерживает жизнедеятельность растений, давая им возможность "высасывать" водные растворы из почвы. Основным источником пресной воды являются атмосферные осадки, но для потребительских нужд могут также использоваться и два других источника: подземные и поверхностные воды. Водопотребление повсюду быстро растет, однако не только из-за увеличения численности населения, а также вследствие урбанизации, индустриализации

и в особенности развития сельскохозяйственного производства, в частности орошаемого земледелия. Сегодня около 69% ирригационных вод утрачивается безвозвратно.

## **2.Источники загрязнения водных объектов.**

Под загрязнением водных объектов понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них загрязняющих веществ. Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств — снижении прозрачности, изменении окраски, запахов, вкуса, увеличении содержания солей, тяжелых металлов, уменьшении растворенного в воде кислорода, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей. Различают химические, биологические и физические загрязнители.

К наиболее распространенным химическим загрязнителям относят нефть и нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), пестициды, тяжелые металлы, диоксины и др. Очень опасными являются биологические загрязнители, например вирусы, бактерии, грибы и др. К физическим загрязнителям относятся радиоактивные вещества, тепло и др. Наиболее часто встречаются химическое и бактериальное загрязнения. Значительно реже наблюдаются радиоактивное и тепловое загрязнения.

Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей — песка, шлама, ила и др. Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели и качество вод, а также отрицательно влияют на условия обитания рыб и состояние экосистем. Тепловое загрязнение связано с повышением температуры воды в результате смещивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами, в результате чего происходит изменение газового и химического состава воды, размножение анаэробных бактерий, рост количества гидробионтов и выделение ядовитых газов — сероводорода и метана. Одновременно происходит «цветение» воды, а также ускоренное развитие микрофлоры и микрофлоры, что способствует развитию других видов загрязнения.

**Основными источниками загрязнения** поверхностных и подземных вод являются сброс в водоемы неочищенных сточных вод, смыв ядохимикатов атмосферными осадками, газодымовые выбросы и утечки нефти и нефтепродуктов. Наибольший вред водоемам и водотокам причиняет выпуск в них неочищенных сточных вод. Промышленные сточные воды загрязняют экосистемы разнообразными компонентами в зависимости от специфики отраслей промышленности. В коммунально-бытовых сточных водах преобладают различные органические вещества и микроорганизмы, что может вызвать бактериальное загрязнение.

Большое количество пестицидов, аммонийного и нитратного азота, фосфора, калия смывается с сельскохозяйственных территорий включая площади, занимаемые животноводческими комплексами. Значительную опасность представляют газодымовые соединения (аэрозоли, пыль), оседающие из атмосферы на поверхность водосборных-бассейнов и непосредственно на водные поверхности. Огромны масштабы нефтяного загрязнения природных вод: миллионы тонн нефти ежегодно загрязняют морские и пресноводные экосистемы при авариях нефтепаливных судов, на нефтепромыслах в прибрежных зонах, при сбросе с судов балластных вод.

К естественным источникам загрязнения относятся сильно минерализованные подземные воды (соленые и рассолы) или морские воды, которые могут внедряться в пресные незагрязненные воды при эксплуатации водозаборных сооружений и откачке воды из скважин. Причем загрязнения подземных вод не ограничиваются площадью промпредприятий и хранилищ отходов, а распространяются вниз по течению потока на расстояния до 20-30 км от источников загрязнения, что создает реальную угрозу для питьевого водоснабжения в этих районах.

### **3.Последствия попадания сточных вод в водоемы.**

В результате сброса сточных вод изменяются физические свойства воды (повышается температура, уменьшается прозрачность, появляются окраска, привкусы, запахи); на поверхности водоема появляются плавающие вещества, а на дне образуется осадок; изменяется химический состав воды (увеличивается содержание органических и неорганических веществ, появляются токсичные вещества, уменьшается содержание кислорода, изменяется активная реакция среды и др.); изменяется качественный и количественный бактериальный состав, появляются болезнетворные бактерии. Загрязненные водоемы становятся непригодными для питьевого, а час-то и для технического водоснабжения; теряют рыбохозяйственное значение и т.д.

Общие условия выпуска сточных вод любой категории в поверхностные водоемы определяются народнохозяйственной их значимостью и характером водопользования. После выпуска сточных вод допускается некоторое ухудшение качества воды в водоемах, однако это не должно заметно отражаться на его жизни и на возможности дальнейшего использования водоема в качестве источника водоснабжения, для культурных и спортивных мероприятий, рыбохозяйственных целей.

Наблюдение за выполнением условий спуска производственных сточных вод в водоемы осуществляется санитарно-эпидемиологическими станциями и бассейновыми управлениями.

Нормативы качества воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования устанавливают качество воды для водоемов по двум видам водопользования: к первому виду относятся участки водоемов, используемые в качестве источника для централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности; ко второму виду - участки водоемов, используемые для купания, спорта и отдыха населения, а также находящиеся в черте населенных пунктов.

Отнесение водоемов к тому или иному виду водопользования проводится органами Государственного санитарного надзора с учетом перспектив использования водоемов.

Приведенные в правилах нормативы качества воды водоемов относятся к створам, расположенным на проточных водоемах на 1 км выше ближайшего по течению пункта водопользования, а на непроточных водоемах и водохранилищах на 1 км в обе стороны от пункта водопользования.

Большое внимание уделяется вопросам предупреждения и устранения загрязнений прибрежных районов морей. Нормативы качества морской воды, которые должны быть обеспечены при спуске сточных вод, относятся к району водопользования в отведенных границах и к створам на расстоянии 300 м в стороны от этих границ. При использовании прибрежных районов морей в качестве приемника производственных сточных вод содержание вредных веществ в море не должно превышать ПДК, установленные по санитарно-токсикологическому, общесанитарному и органолептическому лимитирующими показателям вредности. При этом требования к спуску сточных вод дифференцированы применительно к характеру водопользования. Море рассматривается не как источник водоснабжения, а как лечебный оздоровительный, культурно бытовой фактор.

Поступающие в реки, озера, водохранилища и моря загрязняющие вещества вносят значительные изменения в установленныйся режим и нарушают равновесное состояние водных экологических систем. В результате процессов превращения загрязняющих водоемы веществ, протекающих под воздействием природных факторов, в водных источниках происходит полное или частичное восстановление их первоначальных свойств. При этом могут образовываться вторичные продукты распада загрязнений, оказывающих отрицательно влияние на качество воды.

В связи с тем, что в сточных водах промышленных предприятий могут содержаться специфические загрязнения, их спуск в городскую водоотводящую сеть ограничен рядом требований. Выпускаемые в водоотводящую сеть производственные сточные воды не

должны: нарушать работу сетей и сооружений; оказывать разрушающего воздействия на материал труб и элементы очистных сооружений; содержать более 500мг/л взвешенных и всплывающих веществ; содержать вещества, способные засорять сети или отлагаться на стенках труб; содержать горючие примеси и растворенные газообразные вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси; содержать вредные вещества, препятствующие биологической очистке сточных вод или сбросу в водоем; иметь температуру выше 40 С. Производственные сточные воды не удовлетворяющие этим требованиям, должны предварительно очищаться и лишь после этого сбрасываться в городскую водоотводящую сеть.

#### **4. Меры по борьбе с загрязнением водных ресурсов**

Стандарты качества воды – важный инструмент управления состоянием окружающей среды. Предприятия могут платить штрафы, если сбросы воды не соответствуют стандартам, или налоги, пропорциональные степени вклада в загрязнение воды. Эти меры помогают в решении проблем качества воды в развитых странах. Однако по ряду разнообразных причин (недостаток необходимого оборудования для измерений, отсутствие или несоблюдение соответствующих законов и пр.) они не действенны в большинстве развивающихся стран и стран с переходной экономикой.

2. Штрафы, налоги и другие меры экономического характера мало успешны при управлении рассеянным загрязнением. В таких случаях необходимо обратить внимание на технологию сельскохозяйственных работ, таких как вспашка, внесение минеральных и органических удобрений, методы орошения и т.д. Управление неканализованными стоками сельских поселений и малых городов также относится к этой категории.

Таким образом, управление качеством воды на уровне речного (озерного) бассейна или гидрогеологической формации – чрезвычайно сложная задача системного характера, которая должна осуществляться как часть стратегии социального, экономического и экологического развития бассейна.

3. Деятельность человека, влияющая на состояние океанов и морей  
вода загрязнение гидросфера геэкологический

Хозяйственная деятельность человека в Мировом океане разнообразна.

1. Основная часть громоздких грузов, включая нефть, перевозится морем. 2. Мировой океан – источник рыбных и других биологических ресурсов. 3. Это также и источник минерального сырья, пока еще мало используемый. 4. Океан поглощает и преобразует продукты деятельности человека. По мере роста антропогенного давления эта последняя функция становится все более важной.

Основную часть океана, удаленную от берегов, часто сравнивают с пустыней. И действительно, величина первичной продукции в открытом океане на порядок меньше, чем на многих прибрежных акваториях. Как правило, чем ближе к побережьям, тем больше антропогенная нагрузка. Внутренние моря и заливы отличаются большей антропогенной нагрузкой по сравнению с открытым океаном.

Основные виды деятельности человека, влияющие на состояние морей и океанов.

1. Деятельность в бассейнах рек, приводящая к изменениям гидрологического режима морей. Деятельность человека в бассейнах рек (расширение площади пашни, строительство оросительных систем, вырубка лесов, применение удобрений и пестицидов, разнообразное строительство и др.) влияет на гидрологический режим рек, а через него и на режим морей, в особенности замкнутых. Речной сток в моря также в целом несколько ниже вследствие увеличившихся затрат воды на испарение, главным образом из-за развивающегося орошения. Снижение стока рек приводит к росту солености морских вод в замкнутых морях и заливах, таких как Черное и Азовское моря или залив Сан-Франциско.

2. Использование земель в береговой полосе. Чем ближе к границе раздела между водой океана и сушей, тем обычно больше плотность использования земли и, соответственно, выше деградация земель береговой полосы. В этой полосе острее всего также и

конкуренция в использовании земли между жилыми кварталами, портовыми и промышленными сооружениями. Главная область загрязнения – порты, куда загрязненная вода попадает с судов, стекает с городских территорий, как жилых, так и промышленных, поступает вместе с наносами рек. Зачастую акватории портов хуже промываются течениями, где и создается устойчивая зона загрязнения.

Рекреация – серьезнейший конкурент в использовании земель береговой полосы. Морские побережья – основное место отдыха, привлекающее около половины всех рекреантов мира, и к 2025 г. прогнозируется их увеличение вдвое. Только побережья Средиземного моря ежегодно посещают свыше 110 млн. туристов.

3. Сброс в море загрязненных вод побережья. Как и в случае вод суши, существуют два основных механизма загрязнения вод: точечное и рассеянное. Основные последствия загрязнения – инфекционные болезни, эвтрофикация прибрежных вод и дефицит кислорода, токсическое воздействие различных химических веществ на людей и природу.

4. Сброс в море загрязненных наносов. Порты, в особенности расположенные в устьях рек, нуждаются в проведении постоянных землечерпательных работ с перемещением большого количества наносов.

Например. На морском крае одного из основных рукавов дельты Рейна, проходящего сквозь крупнейший в мире порт г. Роттердама (Нидерланды), намыт искусственный остров из загрязненных наносов. Остров непригоден для обитания, но может быть использован для производственных целей, например складов.

5. Сброс промышленных отходов и отстоя очистных сооружений. Эти вещества могут быть чрезвычайно токсичными. Такие сбросы в море без обработки нельзя квалифицировать иначе, как варварство.

6. Особая проблема – распространение пластикового мусора на поверхности морей и в полосе прилива и прибоя. Даже в открытом океане его встречается много. Это брошенные и потерянные сети, поплавки, упаковка товаров, бутылки и пр. Такой мусор практически не разлагается и остается на поверхности воды или на пляжах очень долгое время.

7. Перевозка опасных веществ – важный фактор загрязнения морей. В особенности это относится к перевозке нефти и нефтепродуктов. Судоходство обеспечивает примерно половину антропогенного поступления нефти в Мировой океан. Карты загрязнения океана нефтью и основных морских линий во многом совпадают. Сбросы загрязненных веществ с судов полностью запрещены в закрытых морях, таких как Средиземное, Черное, Балтийское, Красное, Персидский др. Во многих местах запрещена промывка танкеров. Требования к еще более жесткому контролю сбросов с судов постоянно усиливаются.

8. Захоронение радиоактивных отходов и их последующая миграция.

9. Использование небиологических морских ресурсов. Запасы нефти на дне морей составляют около половины ее запасов на земном шаре. К началу 1990-х годов площадь, перспективная на нефть и газ на континентальном шельфе, в пределах и вблизи прибрежной зоны была равна 13 млн. км<sup>2</sup>, а число обнаруженных там месторождений превышало 700.

10. Использование энергии океана. Запасы энергии в нем огромны, но ее концентрация невелика, и потому пока не удается разработать эффективные технологии извлечения энергии. Проводились крупные эксперименты по использованию энергии приливов (Франция, СССР).

11. Использование морских биологических ресурсов. Рыба – один из основных источников питания человека, на ее долю приходится 20% потребляемых белков. Максимально возможный устойчивый улов какого-либо вида зависит от двух основных факторов: численности стада и ежегодного прироста молоди. Необходимо, чтобы значительное число особей в стаде могло созреть и дать потомство, прежде чем эти, уже взрослые рыбы будут выловлены.

В Северном море ежегодно вылавливается 60% стада трески различного возраста. Треска способна к размножению, начиная с возраста четырех лет, и может жить в течение многих

лет. Однако в Северном море только 4% особей трески в возрасте одного года доживают до четырех лет. Уловы трески росли в 1960-е годы, и достигли максимума в 300 тыс. т в 1972 г., тогда как максимальный возможный устойчивый улов был, по-видимому, около 200 тыс. т. Этот уровень уловов удерживался до 1980 г., а затем начал снижаться, составляя в настоящее время менее 100 тыс. т. Очевидно, что даже незначительное превышение фактического улова над максимальным возможным устойчивым уловом приводит к катастрофическому ухудшению состояния рыбного стада. Поэтому уловы во всех подобных случаях должны быть сокращены до уровня заметно меньшего, чем максимальный возможный устойчивый улов, чтобы избежать непоправимой ошибки. Прогнозы указывают на то, что к 2030 г. среднестатистическое потребление рыбы упадет до 11 кг/чел., т.е. почти вернется к уровню 1950 г.

Развивается также разведение рыбы в садках. В 1991 г. оно давало 12,7 млн. т. Однако не обходится без проблем: рыбные особи в садках подвержены эпидемиям, выращивание рыбы требует значительных расходов зерна на ее питание, а конкуренция с другими пользователями земли за место у побережья, где можно заниматься разведением рыбы, весьма остра. Поэтому перспективы искусственного рыбоводства вряд ли можно расценивать высоко, и в любом случае они не могут рассматриваться как альтернатива естественному процессу.

Принципиальное отличие морского загрязнения от речного заключается в том, что первое может перемещаться в различных направлениях в пределах моря. Это объективно побуждает страны, расположенные у одного и того же моря, к международному сотрудничеству для сохранения и улучшения состояния моря.

Приблизительная, с округлением до 10%, оценка вклада основных источников загрязнения Мирового океана и его компонентов следующая: сток загрязнений с суши (как по рекам, так и в виде рассеянного стока) – 40%, выпадения из атмосферы – менее 40%, и источники на море (судоходство, добыча нефти и др.) – более 20%.

#### 4. Основные пути решения геоэкологических проблем морей и океанов

1. Заключение международных соглашений по отдельным морям, регулирующие совместные действия по борьбе с загрязнением, предотвращению и ликвидации экологических катастроф, по организации совместных наблюдений за качеством воды, по охраняемым акваториям и территориям и другим разнообразным вопросам, требующим совместных согласованных действий. К ним, в частности, относятся соглашения по Балтийскому, Средиземному, Северному, Черному и морским акваториям. Помимо региональных, существуют и другие международные соглашения, регулирующие различные геоэкологические проблемы морей и океанов (200 мильная зона, Лондонская конвенция по предотвращению загрязнения моря судов и конкретные протоколы к ней, ряд конвенций по охране морских млекопитающих и многие другие международные соглашения, касающиеся управления состоянием морей и океанов).

2. Контроль за загрязнениями, чтобы сбросы не превышали естественную способность к самоочищению.

3. Выявление источников загрязнения: точечных и рассеянных. Для точечных источников основной путь – перестройка технологии производства таким образом, чтобы сократить объем и суммарную токсичность сбросов. Управление рассеянными источниками сложнее, так как требует понимания путей распространения поллютантов и соответствующего управления территориями и акваториями прибрежной зоны.

4. Удаление нефтяных платформ с отработанных участков таких акваторий, как Северное море или Мексиканский залив. Они исчисляются сотнями и препятствуют судоходству и рыболовству

## 1.3.Лекция № 3 (2 часа)

### Тема: «Источники загрязнения литосферы»

#### **1.3.1.Вопросы :**

1. Основные источники загрязнения почвенного покрова.
2. Эрозийные процессы.
3. Факторы эрозионной деградации почв.
4. Контроль загрязнения почвы

#### **1.3.2. Краткое содержание вопросов.**

##### **1.Основные источники загрязнения почвенного покрова.**

Охрана почв от загрязнений является важной задачей человека, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека.

Во-первых, происходит постоянное вымывание загрязнений в открытые водоёмы и грунтовые воды, которые могут использоваться человеком для питья и других нужд.

Во-вторых, эти загрязнения из почвенной влаги, грунтовых вод и открытых водоёмов попадают в организмы животных и растений, употребляющих эту воду, а затем по пищевым цепочкам опять-таки попадают в организм человека.

В-третьих, многие вредные для человеческого организма соединения имеют способность кумулироваться в тканях, и, прежде всего, в костях.

По оценкам исследователей, в биосферу поступает ежегодно около 20 - 30 млрд. т. твёрдых отходов, из них 50 - 60 % органических соединений, а в виде кислотных агентов газового или аэрозольного характера - около 1 млрд. т.

Пути попадания загрязнений в почву

Различные почвенные загрязнения, большинство из которых антропогенного характера, можно разделить по источнику поступления этих загрязнений в почву:

**1) С атмосферными осадками.** Многие химические соединения, попадающие в атмосферу в результате работы предприятий, затем растворяются в капельках атмосферной влаги и с осадками выпадают в почву. Это, в основном, газы - оксиды серы, азота и др. Большинство из них не просто растворяются, а образуют химические соединения с водой, имеющие кислотный характер. Таким образом и образуются кислотные дожди.

**2) Осаждающиеся в виде пыли и аэрозолей.** Твёрдые и жидкые соединения при сухой погоде обычно оседают непосредственно в виде пыли и аэрозолей. Такие загрязнения можно наблюдать визуально, например, вокруг котельных зимой снег чернеет, покрываясь частицами сажи. Автомобили, особенно в городах и около дорог, вносят значительную лепту в пополнение почвенных загрязнений.

**3) При непосредственном поглощении почвой газообразных соединений.** В сухую погоду газы могут непосредственно поглощаться почвой, особенно влажной.

**4) С растительным опадом.** Различные вредные соединения, в любом агрегатном состоянии, поглощаются листьями через устьица или оседают на поверхности. Затем, когда листья опадают, все эти соединения поступают опять-таки в почву.

Классификация почвенных загрязнений

Загрязнения почвы трудно классифицируются, в разных источниках их деление даётся по-разному. Если обобщить и выделить главное, то наблюдается следующая картина по загрязнению почвы:

**1) Мусором, выбросами, отвалами, отстойными породами.** В эту группу входят различные по характеру загрязнения смешанного характера, включающие как твёрдые, так и жидкые вещества, не слишком вредные для организма человека, но засоряющие поверхность почвы, затрудняющие рост растений на этой площади.

**2) Тяжёлыми металлами.** Данный вид загрязнений уже представляет значительную опасность для человека и других живых организмов, так как тяжёлые металлы нередко

обладают высокой токсичностью и способностью к кумуляции в организме. Наиболее распространённое автомобильное топливо - бензин - содержит очень ядовитое соединение - тетраэтилсвинец, содержащее тяжёлый металл свинец, который попадает в почву. Из других тяжёлых металлов, соединения которых загрязняют почву, можно назвать Cd (cadmий), Cu (медь), Cr (хром), Ni (никель), Co (кобальт), Hg (ртуть), As (мышьяк), Mn (марганец).

3) **Пестицидами.** Эти химические вещества в настоящее время широко используются в качестве средств борьбы с вредителями культурных растений и поэтому могут находиться в почве в значительных количествах. По своей опасности для животных и человека они приближаются к предыдущей группе. Именно по этой причине был запрещён для использования препарат ДДТ (дихлор-дифенил-трихлорметилметан), который является не только высокотоксичным соединением, но, также, он обладает значительной химической стойкостью, не разлагаясь в течение десятков (!) лет. Следы ДДТ были обнаружены исследователями даже в Антарктиде! Пестициды губительно действуют на почвенную микрофлору: бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли.

4) **Микотоксинами.** Данные загрязнения не являются антропогенными, потому что они выделяются некоторыми грибами, однако, по своей вредности для организма они стоят в одном ряду с перечисленными загрязнениями почвы.

5) **Радиоактивными веществами.** Радиоактивные соединения стоят несколько обособленно по своей опасности, прежде всего потому, что по своим химическим свойствам они практически не отличаются от аналогичных не радиоактивных элементов и легко проникают во все живые организмы, встраиваясь в пищевые цепочки. Из радиоактивных изотопов можно отметить в качестве примера один наиболее опасный - <sup>90</sup>Sr (стронций-90). Данный радиоактивный изотоп имеет высокий выход при ядерном делении (2 - 8%), большой период полураспада (28,4 года), химическое сродство с кальцием, а, значит, способность откладываться в костных тканях животных и человека, относительно высокую подвижность в почве. Совокупность вышеизложенных качеств делают его весьма опасным радионуклидом. <sup>137</sup>Cs (цезий-137), <sup>144</sup>Ce (церий-144) и <sup>36</sup>Cl (хлор-36) также являются опасными радиоактивными изотопами. Хотя существуют природные источники загрязнений радиоактивными соединениями, но основная масса наиболее активных изотопов с небольшим периодом полураспада попадает в окружающую среду антропогенным путём: в процессе производства и испытаний ядерного оружия, из атомных электростанций, особенно в виде отходов и при авариях, при производстве и использовании приборов, содержащих радиоактивные изотопы и. т. д.

## 2. Эрозийные процессы.

Под этим общим названием – эрозия (лат. erosio – разъединение), рассмотрим неблагоприятные и опасные процессы воздействия водных потоков, волн и ветров на рельеф: плоскую и линейную (овражную) эрозию, дефляцию (ветровую) эрозию, переформирование русел рек. Сели, абразия берегов морей и водохранилищ, рассмотренные выше, также относятся к эрозии почв. На земной поверхности нет таких мест, где бы ни выпадали атмосферные осадки. Текущая вода производит работу повсеместно в пределах суши, а формы рельефа, ею созданные, универсальны. Выпахивающая деятельность текущей воды называется эрозией. Эрозия бывает нескольких типов и видов (табл. 2.48), каждый из которых характеризуется физическими процессами, происходящими, в основном, в почве.

Эрозия почв (плоская эрозия) – процесс разрушения верхних, наиболее плодородных слоев почвы и подстилающих пород талыми и дождовыми водами (водная эрозия почв) или ветром (ветровая эрозия почв, дефляция, выдувание). В ряде мест от эрозии почв утрачивается больше плодородных земель, чем вновь осваивается. Естественная эрозия почв – очень медленный процесс. Например, снос поверхностными водами 20 см почвы под пологом леса происходит за 174 тыс. лет, под лугом за 29 тыс. лет. При правильных

севооборотах поля теряют 20 см почвы за 100 лет, а при монокультуре кукурузы – всего за 15 лет. В последних двух случаях скорость разрушения почвенного покрова намного превышает скорость почвообразования.

Эрозия почв привела к полной или частичной, но хозяйственno значимой потере плодородия более половины всей пашни мира (1,6–2 млн км<sup>2</sup>, при современном использовании 1,2–1,6 млн км<sup>2</sup>). Ежегодно из-за эрозии выбывает из сельскохозяйственного использования от 50 до 70 тыс. км<sup>2</sup> земель (более 3 % эксплуатируемой пашни в год). В разной степени эродировано 73 % земель России. Потери России от эрозии оцениваются в 10,7 млрд рублей в год.

Плоская эрозия (эрзия почв) распространена повсеместно, где бывают сколь-нибудь интенсивные осадки. Скорость плоской эрозии измеряется толщиной слоя, сносимого в среднем за год, или массой материала, сносимого с единицы площади. Естественная скорость плоской эрозии на междуречьях равнин умеренного климатического пояса измеряется сотыми долями миллиметра в год; скорость эрозии до 0,5 мм/год отвечает скорости накопления гумуса в почве; более высокие величины означают срезание почвы. Интенсивность эрозии есть функция от количества и интенсивности осадков, распределения и скорости снеготаяния, а также от механических свойств почвы, угла наклона микрорельефа поверхности склона. Значительная эрозия оголенных поверхностей почвы начинается при осадках более 10 мм/сут и 2 мм/мин на склонах с наклоном более 3°. Особенно усиливается эрозия (до 4–10 мм/год) при осадках более 30 мм/сут, при ливнях с диаметром капель более 1,5 мм, на склонах круче 10–12°. По мере смыва относительно водопроницаемого и прочного гумусового горизонта почвы сток при дождях возрастает до шестикратного, скорость эрозии возрастает в 10 раз.

Антропогенная эрозия почв сопровождает земледелие в течение всей его истории, но особенно возросла в XIX–XX вв., с применением механической тяги и стандартной агротехники на огромных полях с различными местными значениями потенциальной эрозии. Темп эрозии оголенного грунта местами возрастает в сотни раз в сравнении с эрозией в лесах. За время сельскохозяйственного производства средняя величина эрозии поднялась приблизительно втрое. В бывшем СССР из 225 млн га пашни заметно эродированы 152 млн га, в том числе сильно эродированы 64 млн га. Ежегодно полностью эродируются почвы в среднем на 2 млн. га, смывается около 2 млрд т почвы. Эрозия сильна также на 175 млн га сенокосов и пастбищ, что ведет к опустыниванию 40–50 тыс. га земель в год.

Ветровая эрозия (выдувание) почв легкого состава возможна при скорости ветра уже 4–6 м/с, если почва сухая (что достигается при относительной влажности воздуха около 50 % и менее) и не слишком защищена растительностью. Скорость дефляции пропорциональна третьей степени скорости ветра: при ветре более 6 м/с дефляция может достичь характера пыльной бури. Например, в Туркмении 40 % пыльных бурь происходит при скорости ветра 7–10 м/с, остальные – 15–20 м/с и более. Наиболее характерна дефляция для территорий с сухим климатом (годовая сумма осадков около 200 мм и менее): для Сахары, стран Ближнего Востока, Афганистана, Индии, Центральной Азии, Китая, Мексики и др. В Средней Азии ежегодно отмечаются сотни пыльных бурь, обусловленных в основном циклонами, приходящими с юга («афганец»). В некоторых районах повторяемость бурь превышает 50 за год. Особо сильные бури отмечаются раз в 30–40 лет; слой дефляции при них – до 20–25 см. На юге Восточноевропейской равнины среднегодовое число дней с пыльными бурями 8–23, в отдельные годы (1960, 1969 и др.) – до 70. От 10 до 50 % пыльных бурь делятся более чем по 6 часов и при скорости ветра более 16 м/с относятся к категории сильных и разрушительных. Существенную дефляцию здесь могут производить и смерчи. Например, на Украине ширина полосы, где смерчом выдувается несколько сантиметров почвы, достигает 500–700 м, длина – 15 км, площадь – 1000 га; в ветровой тени рядом с такой полосой толщина наноса почвы – до 10–15 см.

Овражная (линейная) эрозия сменяет плоскую на склонах с наклоном более  $15^{\circ}$ . В природных условиях современное оврагообразование – редкое явление, поскольку подходящие для этого склоны давно эродированы. Оно возможно при стечении обстоятельств, например, при выпадении осадков вскоре после выгорания растительности. Почти все растущие ныне овраги и преобладающая доля их общего числа антропогенны. В России человеческой деятельностью порождено  $3/4$  оврагов. На пахотных землях в последние 10 лет площадь оврагов увеличилась с 5 до 6,6 млн га, что означает потери приблизительно 150 тыс. га в год.

В предгорьях Средней Азии на пастбищах скорость удлинения оврагов достигает 4–6 м/год, углубления – 1 м/год, что в 2–3 раза выше, чем в Нечерноземье. В степной зоне рекордные скорости удлинения оврагов – до 100 м/год, а на поливных землях – до 165 м/год.

На льдосодержащих многолетнемерзлых породах наблюдается термоэрзия – род овражной эрозии, провоцируемой антропогенным усилением стока (талый сток от снегозаносов, сброс бытовых вод и т. п.), а также механическим нарушением теплоизолирующего растительного покрова. В районе Воркуты термоэрзия на суглинках при наклоне поверхности  $3-5^{\circ}$  за один дождь может создать рытвины длиной до 10–15 м, шириной до 2,5 м, глубиной до 1,5 м. Они закладываются с интервалом 30–50 м, намного гуще, чем в Нечерноземье, и полностью развиваются лишь за 20–35 лет, в 5 раз быстрее, чем в Нечерноземье. На севере Западной Сибири термоэрзационный рост оврагов по следам гусеничных машин имеет скорость до 30 м/год.

Последствия эрозии отрицательно сказываются во многих странах. В Болгарии водной эрозии подвержено 72 % обрабатываемых площадей. Ежегодно с них теряется около 40 млн м<sup>3</sup> мелкозема, что равнозначно потере 60 млн т плодородной земли. В Венгрии различная степень эрозии угрожает 2,3 млн га земель или около 30 % сельскохозяйственных площадей. В Польше поверхностная эрозия наблюдается на 13 % территории страны. В Англии опасности выдувания ежегодно (с марта по июнь) подвержено от 4 до 6 тыс. га посевов сахарной свеклы, выращиваемых на торфяных и песчаных почвах. В отдельные годы до 50 % этих площадей пересеивают несколько раз. В Индии в результате развития процессов эрозии ежегодно с сельскохозяйственными культурами из почв выносится около 4,2 млн т азота, 2,1 фосфора, 7,3 калия, 4,3 млн т извести. Большой ущерб эрозия почв наносит странам Азии, Африки и Латинской Америки. В Мексике лишь 19% территории страны можно считать не подверженной эрозии, в то время как умеренная и ускоренная эрозия охватывает 24 – 26 %, 17 % территории превращены в бросовые земли, а на 15 %, где эрозия только начинается, требуется принятие срочных мер.

#### Антропогенная эрозия почв

Деградация почвы – это постепенное ухудшение свойств почвы под влиянием естественных причин (природные изменения условий почвообразования) или хозяйственной деятельности человека (неправильная агротехника, загрязнение почвы, изменение структуры и водного режима и т. п.).

#### 3. Факторы эрозионной деградации почв.

1. Неправильное применение удобрений и пестицидов. Внесение высоких доз азотных удобрений иногда отрицательно влияет на почвенную структуру и снижает противоэрзационную устойчивость почв. Применение повышенных доз пестицидов, содержащих соли тяжелых металлов, также может снижать плодородие почв, т. к. при обработке в ней уничтожаются полезные микроорганизмы и черви, а также изменяется кислотность.
2. Мелиоративные работы. При неправильной технологии таких работ снижается гумусовый слой почвы, плодородный слой почвы засыпается почвообразующей породой.

3. Лесозаготовки. Повреждаются и уничтожаются подлесок, травянистый покров, подстилка и верхний гумусовый слой почвы. Особенно большой вред почве наносят тракторные волоки и транспортировка леса по времененным дорогам.
  4. Раскорчевка леса. Вместе с корнями деревьев из почвы выносится большое количество гумуса.
  5. Лесные пожары. Вместе с лесом уничтожается лесная подстилка и трава. Действие огня распространяется на гумусовый слой почвы, происходит деградация лесных почв.
  6. Пожары на осушенных торфяных почвах. На пастбищах и пахотных массивах выгорает полностью органический слой почвы.
- Деградация почвы включает процессы эрозии, сопровождаются изменениями почвенной флоры и фауны, снижением плодородия, неблагоприятными изменениями в напочвенном растительном покрове, формированием бесплодных, пустынных земель. Различают также, ветровую (дефляционную), ледниковую, оползневую, речную, биологическую и другие виды эрозии.
- К эрозии почв нередко относят и всевозможные явления, снижающие плодородие почв и разрушающие почвенный покров, вызываемые антропогенными факторами:
- Химическая эрозия (накопление в почве ядохимикатов);
  - Механическая эрозия (перемещение почвы со склонов различными машинами и агрегатами);
  - Засоление почв при орошении (накопление растворимых солей в почве);
  - Переувлажнение и заболачивание (совокупность явлений, возникающих в почве при постоянном увлажнении).
- Опустынивание – это уменьшение или уничтожение биологического потенциала земельного пространства, сопровождающееся сокращением его водных ресурсов, исчезновением сплошного растительного покрова, обеднением и перестройкой фауны и возникновением других условий, близких или аналогичных условиям пустыни.
- Общими факторами, приводящими к опустыниванию земли, являются:
- Деградация растительного покрова и сопутствующая ей эрозия почв в результате чрезмерного выпаса скота;
  - Усиление эрозии и дефляции засушливых земель при их интенсивном и нерациональном использовании;
  - Отсутствие рациональных соотношений между земледелием и животноводством;
  - Уничтожение растительного покрова при заготовке топлива;
  - Разрушение растительного и почвенного покрова при дорожном и индустриальном строительстве, геолого-разведочных работах, разработке полезных ископаемых и т. п.;
  - Вторичное засоление, подщелачивание и подтопление орошаемых земель.
- Ущерб от эрозии почв характеризуется следующими показателями. На слабоэродированных черноземах Русской равнины снижение толщины гумусового горизонта почвы на 1 см уменьшает урожай зерновых приблизительно на 1 ц/га. Полная и повсеместная компенсация потерь гумуса невыполнима из-за недостатка органических удобрений (а если была бы возможна, обошлась бы в миллиарды рублей в год). С эрозией ежегодно теряется в 1,5 раза больше питательных веществ, чем вносится в виде минеральных удобрений. Смыывается 30–50 % объема этих удобрений.
- Экологический ущерб причиняется искажением потоков твердого и растворенного вещества в ландшафтах (засорение рек и озер, заморы рыбы в водоемах и т. п.), а вне непосредственного контакта с эродируемыми землями – множественными нарушениями природной среды при добыче, переработке и перевозке минеральных удобрений.
- Одной из причин сокращения площади обрабатываемых земель является интенсивная водная и ветровая эрозия, обусловленная ростом масштабов влияния антропогенного фактора на почвы. Эрозия почв стала бичом земледелия, несмотря на меры по ее ограничению. В странах Западной Европы эрозией охвачено 50 – 60 % территории, в США до 75 % всех земель. Разрушение почвы проявляется в ее смывах и размывах, в

образовании ручьев, оврагов, пыльных бурь и в других отрицательных явлениях. Водной эрозии подвержено 31 % суши, ветровой – 34 %. Ежегодный смыв почвы с поверхности Земли достигает 134 т/км<sup>2</sup>, в Мировой океан смывается до 60 млрд т почвенного покрова. В России (если принять во внимание, что смыв почвы с 1 га равен 30 т) годовая потеря почвы достигает 4,5 млрд т. Разрушительные свойства ветровой эрозии наблюдаются на юге Украины, в Казахстане, Нижнем Поволжье, в равнинных областях Северного Кавказа, в Средней Азии, Бурятии, Башкирии, Хакасии.

В России осуществляется комплекс мероприятий по применению агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических средств по защите почв от водной и ветровой эрозии. Хорошо зарекомендовали себя и получили распространение почвозащитные севообороты с полосным размещением посевов и паров, залужение сильно эродированных земель, создание буферных полос из многолетних трав, снегозадержание, закрепление и облесение песков, выращивание полезащитных лесных полос и др.

#### **4.Контроль загрязнения почвы.**

Выявление загрязнения почв тяжелыми металлами производят **прямыми методами отбора почвенных проб** на изучаемых территориях и их химического анализа на содержание тяжелых металлов. Эффективно также использовать для этих целей ряд косвенных методов: визуальная оценка состояния фитогенезов, анализ распространения и поведения видов – индикаторов среди растений, беспозвоночных и микроорганизмов. Для выявления пространственных закономерностей проявления загрязнения почв используют **сравнительно-географический метод**, методы картирования структурных компонентов биогеоценозов, в том числе и почв. Такие карты не только регистрируют уровень загрязнения почв тяжелыми металлами и соответствующие изменения в напочвенном покрове, но позволяют прогнозировать изменение состояния природной среды.

Рекомендовано отбирать образцы почв и растительности по радиусу от источника загрязнения с учетом господствующих ветров по маршруту протяженностью 25-30 км. Расстояние от источника загрязнения для выявления ореола загрязнения может колебаться в значительных пределах и в зависимости от интенсивности загрязнения и силы господствующих ветров может изменяться от сотен метров до десятков километров. В США на борту ресурсного спутника ЭРТС-1 были установлены датчики для выяснения степени повреждения веймутовой сосны сернистым газом и почвы цинком. Источником загрязнения был цинкоплавильный завод, действующий с дневным выбросом цинка в атмосферу 6,3-9 тонн. Зарегистрирована концентрация цинка, равная 80 тыс. мкг/г в поверхностном слое почвы в радиусе 800 м от завода. Растительность вокруг завода погибла в радиусе 468 гектаров. Сложность использования дистанционного метода заключается в интеграции материалов, в необходимости при расшифровке полученных сведений серии контрольных тестов в районах конкретного загрязнения.

Выявление уровня токсичности тяжелых металлов непросто. Для почв с разными механическими составами и содержанием органического вещества этот уровень будет неодинаков. В настоящее время сотрудниками институтов гигиены предприняты попытки определить ПДК металлов в почве. В качестве тест-растений рекомендованы ячмень, овес и картофель. Токсичным уровень считался тогда, когда происходит снижение урожайности на 5-10%. Предложены ПДК для ртути – 25 мг/кг, мышьяка – 12-15, кадмия – 20 мг/кг. Установлены некоторые губительные концентрации ряда тяжелых металлов в растениях (г/млн.): свинец – 10, ртуть – 0,04, хром – 2, кадмий – 3, цинк и марганец – 300, медь – 150, кобальт – 5, молибден и никель – 3, ванадий – 2.

Зашита почв от загрязнения тяжелыми металлами базируется на совершенствовании производства. Например, на производство 1 т хлора при одной технологии расходуют 45 кг ртути, а при другой – 14-18 кг. В перспективе считают возможным снизить эту величину до 0,1 кг.

Новая стратегия охраны почв от загрязнения тяжелыми металлами заключена также в создании замкнутых технологических систем, в организации безотходных производств. Отходы химической и машиностроительной промышленности также представляют собой ценное вторичное сырье. Так отходы машиностроительных предприятий являются ценным сырьем для сельского хозяйства из-за фосфора.

В настоящее время поставлена задача обязательной проверки всех возможностей утилизации каждого вида отходов, прежде их захоронения или уничтожения.

При атмосферном загрязнении почв тяжелыми металлами, когда они концентрируются в больших количествах, но в самых верхних сантиметрах почвы, возможно удаление этого слоя почвы и его захоронение.

В последнее время рекомендован ряд химических веществ, которые способны инактивировать тяжелые металлы в почве или понизить их токсичность. В ФРГ предложено применение ионообменных смол, образующих хелатные соединения с тяжелыми металлами. Их применяют в кислотной и солевой формах или в смеси той и другой форм.

В Японии, Франции, ФРГ и Великобритании одна из японских фирм запатентовала способ фиксирования тяжелых металлов меркапто-8-триазином. При использовании этого препарата кадмий, свинец, медь, ртуть и никель прочно фиксируются в почве в виде нерастворимой и недоступной для растений форм.

Известкование почв уменьшает кислотность удобрений и растворимость свинца, кадмия, мышьяка и цинка. Поглощение их растениями резко уменьшается. Кобальт, никель, медь и марганец в нейтральной или слабощелочной среде также не оказывают токсического действия на растения.

Органические удобрения, подобно органическому веществу почв, адсорбируют и удерживают в поглощенном состоянии большинство тяжелых металлов. Внесение органических удобрений в высоких дозах, использование зеленых удобрений, птичьего помета, муки из рисовой соломы снижают содержание кадмия и фтора в растениях, а также токсичность хрома и других тяжелых металлов.

Оптимизация минерального питания растений путем регулирования состава и доз удобрений также снижает токсическое действие отдельных элементов. В Англии в почвах, зараженных свинцом, мышьяком и медью, задержка появления всходов снималась при внесении минеральных азотных удобрений. Внесение повышенных доз фосфора уменьшало токсичное действие свинца, меди, цинка и кадмия. При щелочной реакции среды на заливных рисовых полях внесение фосфорных удобрений вело к образованию нерастворимого и труднодоступного для растений фосфата кадмия.

Однако, известно, что уровень токсичности тяжелых металлов неодинаков для разных видов растений. Поэтому снятие токсичности тяжелых металлов оптимизацией минерального питания должно быть дифференцировано не только с учетом почвенных условий, но и вида и сорта растений.

Среди естественных растений и сельскохозяйственных культур выявлен ряд видов и сортов, устойчивых к загрязнению тяжелыми металлами. К ним относятся хлопчатник, свекла и некоторые бобовые. Совокупность предохранительных мер и мер по ликвидации загрязнения почв тяжелыми металлами дает возможность защитить почвы и растения от токсического их воздействия.

Одно из основных условий охраны почв от загрязнения биоцидами – создание и применение менее токсичных и менее стойких соединений и внесение их в почву и уменьшение доз их внесения в почву. Существует несколько способов, позволяющих уменьшить дозу биоцидов без снижения эффективности их воздействия: сочетание применения пестицидов с другими приемами. Интегрированный метод борьбы с вредителями – агротехнический, биологический, химический и т.д. При этом ставится задача не уничтожить целый вид целиком, а надежно защитить культуру. Украинские ученые применяют микробиопрепарат в совокупности с небольшими дозами пестицидов,

который ослабляет организм вредителя и делают его более восприимчивым к заболеваниям; применение перспективных форм пестицидов. Использование новых форм пестицидов позволяет существенно снизить норму расхода действующего вещества и свести к минимуму нежелательные последствия, в том числе и загрязнение почв; чередование применения токсикантов с неодинаковым механизмом действия. Такой способ внесения химических средств борьбы предотвращает появление устойчивых форм вредителей. Для большинства культур рекомендуют 2-3 препарата с неодинаковым спектром действия.

При обработке почвы пестицидами лишь небольшая часть их достигает мест приложения токсического действия растений и животных. Остальная часть накапливается на поверхности почв. Степень загрязнения почв зависит от многих причин и прежде всего от стойкости самого биоцида. Под стойкостью биоцида понимают способность токсиканта противостоять разлагающему действию физических, химических и биологических процессов. Главный критерий детоксиканта – полный распад токсиканта на нетоксичные компоненты.

**Биодиагностика техногенного загрязнения почв.** Высокая чувствительность почвы к любым негативным и позитивным воздействиям позволяет использовать биологические показатели в качестве параметров биомониторинга .

Биологическая активность — производная совокупности абиотических, биотических и антропогенных факторов почвообразования. В почве зоо- и микробоценозы объединяются в единую систему с продуктами их жизнедеятельности— внеклеточными и внутриклеточными ферментами, а также с абиотическими компонентами почвы.

Основные положения предлагаемой методологии следующие:

одновременное изучение показателей биологической активности почвы; выявление наиболее информативных эколого-биологических показателей и возможного интегрального показателя экологического состояния почвы; учет пространственной и временной вариабельности биологических свойств почвы; использование сравнительно-географического и профильно-генетического подходов для оценки состояния почвы.

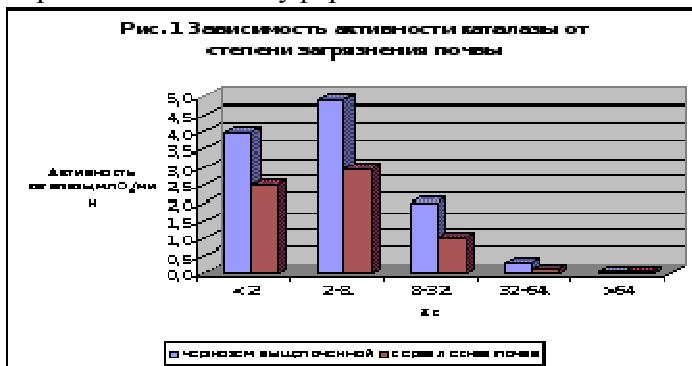
Исследование состояния деградированных почв будет наиболее полным в том случае, если будут определены:

прямые показатели загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами (валовое содержание тяжелых металлов, содержание их подвижных форм, содержание нефтепродуктов, мощность загрязненного слоя); показатели устойчивости к загрязнению тяжелыми металлами и нефтепродуктами (емкость катионного обмена, степень насыщенности основаниями, содержание гумуса, реакция среды); Биологические показатели изменения свойств почвы под воздействием металлов-загрязнителей и нефтепродуктов (активность почвенных ферментов, например инвертазы, каталазы, интенсивность выделения углекислого газа, целлюлозоразлагающая способность, общая численность почвенных микроорганизмов, структура микробоценоза и др.).

Для практических целей определение всего комплекса показателей весьма трудоемко и требует дорогостоящего оборудования. Более целесообразно определять показатели, объективно отражающие уровень и последствия загрязнения.

Общие закономерности изменения свойств почвы по мере возрастания содержания загрязняющих веществ могут быть сформулированы только на основе экспериментальных материалов. В результате многолетних исследований установлены наиболее информативные показатели биологической активности почвы для биодиагностики и биомониторинга. К ним относятся, прежде всего, биохимические показатели, поскольку они лучше коррелируют с уровнем загрязнения и имеют меньшее варьирование в

пространстве и во времени по сравнению с микробиологическими. Из изученных рекомендуется использовать ферментативную активность—активность каталазы, которая является одним из показателей стабилизации почвенных условий. Ее изменение связано с загрязненностью и буферной способностью почвы (рис. 1).



При слабом загрязнении происходит стимуляция окислительно-восстановительных процессов.

В проведенных исследованиях активность каталазы была максимальной при коэффициенте Zc концентрация загрязняющих веществ, равном 2 – 8, при Zc = 32 и более она практически не проявлялась.

При коэффициенте Zc равном 2 – 8, уровень загрязнения является допустимым, при 8 – 32 – средним, при 32 – 64 – высоким, при Zc > 64 – очень высоким.

Из всех изученных ферментов каталаза наиболее чувствительна, поэтому ее активность может быть использована в качестве критерия оценки восстановления функций почв.

Было установлено, что наиболее информативным показателем экологического состояния техногенно загрязненных почв является интегральный показатель биологического состояния (ИПБС). При расчете ИПБС максимальное значение каждого показателя в выборке принимается за 100 % и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в других пробах, то есть относительный показатель

$$B1 = B / B_{max} \cdot 100\%,$$

где B – значение показателя в пробе; B<sub>max</sub> – максимальное значение показателя.

Затем определяется среднее значение показателя

$$B_{ср} = (B1 + B2 + B3 + \dots + Bn) / n,$$

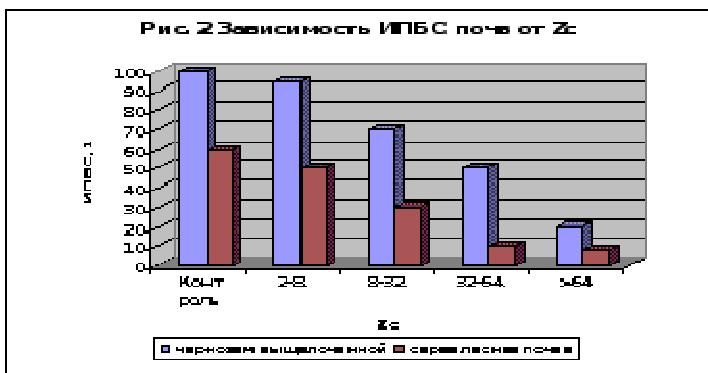
где n – число показателей.

Интегральный показатель биологической активности рассчитывается по формуле

$$ИПБС = (B_{ср} / B_{ср max}) \cdot 100\%,$$

При диагностике за 100% принимается значение каждого показателя в незагрязненной почве.

Интегральный показатель биологического состояния почвы для всех уровней загрязнения находится в прямой зависимости от содержания в ней тяжелых металлов (рис. 2).



Влияние степени загрязнения на биологические процессы в почве целесообразно определять по отклонению активности внеклеточных биологических процессов от контроля согласно экотоксикологическим нормативам: <10% - мало опасный, 25 – 50 – опасный и > 50% - очень опасный уровень влияния.

Различные типы почв при одинаковом характере и степени загрязнения проявляют различную устойчивость. Для серой лесной почвы средний уровень загрязнения уже очень опасен, в этом случае восстановление биоценотических функций затруднено или практически невозможно. В черноземе выщелоченном снижение ИПБС на 50% происходит только при высоком уровне загрязнения.

Результаты биомониторинга техногенного загрязненных почв могут широко применяться при оценке воздействия на окружающую среду, экологическом нормировании загрязнения почв, прогнозировании экологических последствий какой-либо хозяйственной деятельности на данной территории, проведение экологической экспертизы, аудита и сертификации предприятий.

Помимо вышеперечисленных методов контроля загрязнений почвы следует сказать и о **социально-гигиеническом мониторинге почвы**.

Санитарно-эпидемиологическое состояние почвы существенным образом влияет на здоровье населения, поэтому должно учитываться при планировании расселения в пределах городской территории. Кроме того, загрязненные почвы могут оказывать существенное отрицательное воздействие на качество растительности, здоровье животных. Загрязнение почв снижает их потребительскую стоимость и поэтому должно учитывать при продаже земли .

Сказанное выше делает необходимым создание системы учета качества почвы посредством мониторинга. В настоящее время существует социально-гигиенический мониторинг, который определяется как государственная система наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека. Однако он не дает возможность оценить снижение общей стоимости земель.

Мониторинг санитарно-эпидемиологического состояния почв должен, в отличие от социально-гигиенического мониторинга, осуществляться не только в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в текущее время, но и создавать условия для правильного формирования инвестиционной политики в направлении улучшения качества этих почв для будущих поколений.

Санитарно-эпидемиологический мониторинг может проводиться на федеральном уровне, уровне субъектов Российской Федерации, уровне муниципальных образований. Однако для этого необходимо разработать и утвердить в установленном порядке нормативные правовые акты и методические материалы. Социально-гигиенический мониторинг почвы. По данным директора Института экологии и гигиены человека РАМН Юрия Рахманина, на территории России 1 300 предприятий ежедневно выбрасывают в атмосферу около 900 различных химических соединений.

Постановление Правительства РФ о социально-гигиеническом мониторинге вступило в силу в 2000 году. К настоящему времени на территории России проводится 15 видов социально-гигиенического мониторинга, целью которого является сбор информации, наблюдение и определение степени зависимости заболеваемости и смертности населения от состояния окружающей сред.

В течение двух лет накоплены базы данных, которые позволяют специалистам, в том числе и медикам, анализировать уровень заболеваемости теми или иными болезнями в конкретном регионе страны. Так, с помощью мониторинга установлено, что в почве в районе Новосибирска накоплены цинк, хром, свинец, никель и медь в концентрациях, превышающих допустимые нормы. По мнению медиков, подобные загрязнения являются причиной заболеваний сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, почек, которыми страдают многие жители Новосибирска.

Данные мониторинга позволяют также осуществлять мероприятия по первичной профилактике заболеваний у людей, разрабатывать программы по охране здоровья и окружающей среды.

## 1.4. Лекция № 4-5 (4 часа)

**Тема: «Критерии оценки качества атмосферного воздуха промышленных городов, качества поверхностных вод, качества почвы»**

### 1.4.1. Вопросы лекции:

1. Показатели нормирования содержания вредных веществ в атмосфере.
2. Оценка загрязненности поверхностных вод.
3. Оценка загрязненности почвенного покрова.
4. Промышленные выбросы .

### 1.4.2. Краткое содержание вопросов.

#### 1. Показатели нормирования содержания вредных веществ в атмосфере.

Обоснование и расчеты нормативов качества допустимых концентраций для различных компонентов окружающей среды имеют свои специфические особенности.

**Определение нормативов загрязнения атмосферного воздуха** базируется на оценке воздействия этого загрязнения на здоровых людей, состояние растительности, животного мира и другие объекты.

Всемирной организацией по вопросам здравоохранения при ООН рекомендовано определять чистоту воздуха на основе критериев, соответствующих следующим уровням: прямое или косвенное воздействие загрязнения на человека, животных и растительность обнаружить невозможно;

в результате загрязнения воздуха наблюдается раздражение органов чувств человека, вредное воздействие на растительность, уменьшение прозрачности воздуха; вследствие загрязнения воздуха нарушаются жизненно важные физиологические функции и возникают хронические заболевания у человека и животных;

в результате загрязнения воздуха у человека и животных возникают острые заболевания, приводящие их к гибели.

При установлении содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводятся обоснование временных допустимых концентраций, обоснование и корректировка ПДКРЗ путем анализа условий труда работающих и состояния их здоровья. Для обоснования ПДКРЗ конкретного вещества используют следующие исходные данные: условия применения и производства вещества, агрегатное состояние вещества при поступлении в воздух, химическую формулу, молекулярную массу, плотность, растворимость в воде, кислотах и органических растворителях, температуру кипения и плавления, токсичность и характер действия изучаемого вещества при однократном воздействии на организм.

При установлении предельно допустимой концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны наиболее важным и ответственным этапом является определение минимально действующей (пороговой) концентрации (ПК) в длительном (хроническом) эксперименте. В качестве подопытных животных используют белых крыс. Обычно исследуют результаты воздействия 2-3-кратных концентраций, с помощью которых устанавливают подпороговую (максимально недействующую) и пороговую (минимально действующую) концентрацию (ППК и ПК) по функциональным, биохимическим и другим показателям. Установленные в результате длительного эксперимента подпороговые и пороговые концентрации позволяют выявить особенности воздействия вредных веществ и особенности адаптации животных к этому воздействию. С учетом выявленных особенностей выбирают значения ПДК. Переход к ним производится путем умножения пороговых концентраций на коэффициент запаса, величина которого зависит от токсичности вещества и изменяется от 3 до 20.

В зависимости от значения ПДКРЗ и других показателей токсического действия вредные вещества подразделяются на четыре класса: чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные и малоопасные.

Для обоснования предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе населенных мест проводят эксперименты с точно заданными условиями. Такой подход позволяет обеспечить достаточную точность полученных данных и установить нормативы содержания вредных веществ в атмосферном воздухе, не дожинаясь проявления неблагоприятных последствий для здоровья людей. Экспериментальные исследования осуществляются в два этапа.

На первом этапе с привлечением добровольцев исследуется подпороговая концентрация ощущения запаха и иногда раздражающего действия. Полученные результаты многократных опытов подвергаются статистической обработке и используются впоследствии для обоснования ПДКМр.

Второй этап эксперимента заключается в изучении действия вредных веществ при их длительном воздействии на подопытных животных.

На первом и втором этапах останавливают ПДКСС. В качестве основного критерия принимают наименьший уровень концентрации при различных реакциях (на запах, раздражающее действие) организма человека и животных. Особое внимание уделяют возможности проявления отдаленных последствий, а именно канцерогенных, эмбриотропных, гонадотропных и других эффектов.

Наряду с проведением экспериментальных исследований, на практике для определения временно допустимых концентраций широко применяют расчетные методы, в основу которых положено установление зависимостей методом регрессивного анализа. В качестве исходных данных используют токсикометрические и регламентирующие показатели.

При расчете временно допустимых концентраций вредного вещества в атмосферном воздухе основываются на рефлекторных порогах, токсикометрических показателях и предельно допустимых концентрациях вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Уровень концентрации вредных веществ в атмосфере зависит от объема выбросов промышленными предприятиями загрязняющих веществ. В соответствии с этим для каждого источника загрязнения атмосферы устанавливают предельно допустимый выброс вредных веществ из условия, что выбросы вредных веществ из данного источника или совокупности источников от других промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК для населения, растительности и животного мира. Размер предельно допустимых выбросов определяется расчетным путем. Если по каким-либо объективным причинам не представляется возможным установить ПДВ для данного населенного пункта, то определяют временно согласованные выбросы (ВСВ). При этом объемы выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ поэтапно снижаться.

Основными критериями качества атмосферного воздуха при обосновании ПДВ являются предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных мест. При этом максимальная приземная концентрация вредных веществ, равная концентрации, которая образуется у поверхности земли в результате выброса загрязняющих веществ при неблагоприятных метеорологических условиях, не должна превышать ПДКМ.Р с учетом фоновой концентрации.

При расчете показателя ПДВ устанавливают также зону влияния источника выбросов и всего предприятия по каждому загрязняющему веществу. Под зоной влияния понимают земную поверхность с радиусом, где сумма максимальной приземной концентрации См, определенной для неблагоприятных метеорологических условий, и фоновой концентрации Сф не превышает ПДКМр

$$См+Сф < ПДКМ.Р.$$

Предельно допустимая масса сжигаемого топлива рассчитывается по каждому продукту, образующемуся в результате сгорания топлива.

## **2.Оценка загрязненности поверхностных вод.**

**Определение нормативов качества воды** основывается на регламентировании концентрации вредных веществ в водоемах с помощью следующих основных критериев: влияние на общий санитарный режим водоема, влияние на органолептические свойства воды (окраска, запах, привкус), влияние на здоровье населения. Обоснование ПДКВ проводится по одному из трех лимитирующих признаков нормирования на основе экспериментальных исследований.

Изучение влияния вредных веществ на общий санитарный режим водоемов направлено на предупреждение нарушения процессов самоочищения водоема в основном от органических загрязнений в сточных водах. В результате исследований определяется интенсивность процессов обеспечения биохимической и химической потребностей в кислороде (БПК и ХПК), интенсивность минерализации азотосодержащих веществ, интенсивность развития и отмирания сaproфитной микрофлоры.

Изучение органолептических свойств воды имеет большое значение, так как ухудшение этих свойств легко обнаруживается и ведет к значительному снижению использования водоисточника. Практика показывает, что устранить эти нарушения обычными методами очистки фактически не удастся.

Особое внимание при установлении ПДКВ уделяется изучению влияния загрязняющих воду веществ на здоровье человека. В результате санитарно-токсикологических исследований определяются подпороговые (максимально недействующие) и пороговые (минимально действующие) дозы или концентрации вредного вещества, длительно воздействующего на организм животного. Для проведения опытов принимают концентрации веществ, различающиеся в 5-10 раз, продолжительность опытов с каждым значением концентрации должна быть не меньше 6 ч.

Временно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов устанавливают на основе регрессионных формул, полученных при анализе экспериментальных данных, при этом в основе их лежат различные лимитирующие показатели.

Аналогично тому, как для атмосферного воздуха устанавливают предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ, для вод водоемов определяют предельно допустимый сброс в них вредных веществ. Значения этого норматива для предприятий обосновываются исходя из санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к составу и свойствам воды в местах водопользования.

Предельно допустимый сброс загрязняющих веществ определяется по наибольшим и среднечасовым расходам сточных вод  $qCT \text{ м}^3/\text{ч}$ , в течение фактического периода сброса этих вод.

Расчет ПДС веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами предприятий, проводят раздельно для взвешенных веществ, минерального состава (по сухому остатку), хлоридов, сульфидов. Кроме того, регламентируют следующие свойства сточных вод, для которых нормативы предельно допустимых сбросов не рассчитываются: плавающие примеси (вещества), запахи, привкусы, температура, реакция на pH, коли-индекс, растворенный кислород.

**Регламентирование содержания примесей в воде водоемов** зависит от отнесения их к различным категориям водопользования. Различают две категории водопользования. К первой относятся объекты двух видов: 1) для централизованного и нецентрализованного питьевого водоснабжения, водоснабжения предприятий пищевой промышленности; 2) для купания, спорта и отдыха населения, а также водоемы в черте на селенных мест. Ко второй категории относятся объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду, а также для всех других рыбохозяйственных целей.

Тип водопользования, а также ближайшие к месту выпуска сточных вод участки устанавливаются органами и учреждениями Государственного санитарного надзора с учетом перспектив использования водного объекта.

При сбросе сточных вод в водоемы в обязательном порядке должны соблюдаться нормативы состава и свойств воды водных объектов соответствующих категорий водопользования. Так, содержание взвешенных веществ в 1 л воды для водоемов первого вида не должно превышать 0,25 мг и для водоемов второго вида - 0,75 мг.

Наряду с ограничениями допустимого роста содержания взвеси в воде водоемов лимитируется крупность взвешенных частиц, которые могут содержаться в сточных водах. В проточные водоемы запрещается сбрасывать сточные воды, содержащие взвеси со скоростью осаждения более 0,4 мм/с, а в водохранилища - сточные воды с взвесями, скорость осаждения которых превышает 0,2 мм/с.

Кроме требований по фракционному и массовому составам взвешенных веществ регламентируются также состав и свойства воды водоемов по следующим параметрам: наличие плавающих примесей, запах, вкус, окраска, температура воды, значение pH, состав минеральных примесей, биохимическая потребность воды в кислороде, количество растворенного в воде кислорода, наличие возбудителей заболеваний и ядовитых веществ. На поверхности водоемов не должно быть плавающих пленок, пятен минеральных масел и скоплений других примесей.

При сбросе сточных вод в пункте водопользования вода не должна приобретать запахи и привкусы, которые могут быть обнаружены непосредственно или при последующем хлорировании, интенсивностью более 3 баллов для морей и 2 баллов применительно к водоемам, а, также сообщать посторонние запахи и привкусы мясу рыб.

Окраска воды должна обнаруживаться в столбике воды высотой не более 20 см для водоемов первого вида и не более 10 см - для водоемов второго вида и морей.

В результате спуска сточных вод температура воды летом в водоемах первой категории не должна превышать среднемесячную температуру воды в самый жаркий месяц года за последние 10 лет более чем на 3°C, а температура воды в рыбохозяйственных водоемах не должна быть выше естественной температуры этих водоемов более чем на 5°C.

Реакция воды в водоемах после смешивания ее со сточными водами не должна выходить за пределы 6,5<рН<8,5.

Содержание минеральных примесей в воде водоемов, относящихся к первому виду, не должно превышать по сухому остатку 1000 мг/л, в том числе по хлоридам - 350 мг/л и сульфатам - 500 мг/л. Минеральный состав для водоемов второго вида нормируется по показателю привкуса.

Полная биохимическая потребность в кислороде при температуре 20°C не должна превышать 3 мг/л для водоемов первого вида, в том числе и для рыбохозяйственных водоемов обоих видов, а для водоемов второго вида первой категории водопользования - 6 мг/л.

Количество растворенного в воде кислорода после смешивания ее со сточными водами должно быть не менее 4 мг/л в любой период года в пробе, отобранный до полудня в водоемах первой категории, и не меньше 6 и 4 мг/л в зимний период для рыбохозяйственных водоемов соответственно первого и второго видов, а также 6 мг/л в летний период.

В России основные требования к охране вод, а также комплекс требований к составу и свойствам воды в водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, регламентируются правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. Содержание вредных и ядовитых веществ в водоемах обеих категорий и в морях не должно превышать предельно допустимых концентраций, установленных по санитарно-токсикологическому, общесанитарному и органолептическому лимитирующими показателям.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в водоемах санитарно-бытового назначения - это максимальная концентрация, не оказывающая на состояние здоровья человека сейчас и в будущем прямого или опосредованного влияния, которое может быть выявлено современными методами исследований, при воздействии вредного вещества на

организм человека в течение всей его жизни, а также ухудшающая гигиенические условия водопользования населения.

При наличии в воде водоемов вредных веществ, обладающих эффектом одностороннего действия (суммации), санитарное состояние водоема должно определяться аналогично тому, как устанавливается суммарная концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе.

В городах и населенных пунктах, предприятиях имеется множество разнообразных источников шума, влияющих на окружающую среду. В большинстве случаев уровни шума превышают нормативные. Человек по-разному реагирует на шум в зависимости от субъективных особенностей организма и привычного шумового фона. Считается, что шум с уровнем выше 60 дБ вызывает психическое раздражение.

Раздражающее действие шума зависит от его уровня, спектральных и временных характеристик. Раздражающий эффект тональных, высокочастотных и импульсных шумов выше эффекта воздействия широкополосных, низкочастотных и постоянных во времени шумов одинакового уровня.

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Непостоянный во времени шум нормируется эквивалентными уровнями звука постоянного широкополосного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и постоянный шум. Значение этого уровня звука рассчитывается по результатам измерения уровней звука в дБА в течение наиболее шумных 30 мин.

### **3. Оценка загрязненности почвенного покрова.**

**Регламентирование предельно допустимых концентраций вредных веществ в почве** существенно отличается от методики регламентирования поступлений загрязняющих веществ в атмосферный воздух и воду водоемов. Это связано с тем, что непосредственно из почвы вредные вещества в организм человека не поступают. Однако химические соединения, находящиеся в почве, могут поступать в организм посредством контактирующих с почвой воздухом, водой, растениями. Исходя из этого, при нормировании вредных веществ, содержащихся в почве, особое внимание уделяют тем, которые могут мигрировать в атмосферный воздух и почвенные воды, снижать урожай или качество сельскохозяйственной продукции.

Нормирование предельно допустимых концентраций в почве осуществляется в два этапа. На первом этапе проводят исследования в лабораторных условиях, а на втором - на натуре. Целью проводимых исследований является установление:

допустимой концентрации вредного вещества в почве, гарантирующей переход его в растения в количестве, не превышающем предельно допустимых концентраций для продуктов питания;

допустимой концентрации вредного вещества в почве, гарантирующей переход его в грунтовые воды в количестве, не превышающем предельно допустимых концентраций для водных объектов;

допустимой концентрации вредного вещества в почве, не влияющей на процессы самоочищения и почвенный микробиоценоз.

Результаты этих исследований используют при обосновании лимитирующего показателя вредности и ПДКП.

Область применения временно допустимых концентраций вредных веществ в пахотном слое почвы ограничивается в настоящее время только пестицидами и теми препаратами, которые находятся на стадии государственных производственных испытаний или допущены к опытно-производственному применению, а ПДКП для них еще не установлены.

Временно допустимая концентрация вредных веществ в пахотном слое рассчитывается на базе предельно допустимых концентраций соответствующего пестицида в овощах или плодовых культурах по формуле:

$$ВДКП = 1,23 + 0,48 \lg ПДК_{пр},$$

где ПДК<sub>пр</sub> - предельно допустимая концентрация вредных веществ в продуктах питания, мг/кг.

Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия на протяжении всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений. В том случае, если для овощных или плодовых культур установлено несколько нормативов, то к расчету принимается минимальное значение. Приведенное выше уравнение дает возможность рассчитывать ВДКП при ПДК < 0,003 мг/кг.

Если после установления предельно допустимой концентрации пестицидов в продуктах питания, выявляются отдаленные последствия их действия на организм (канцерогенность, эм-бривитоксичность, мутагенность), то в расчет вводят коэффициенты запаса, учитывающие степень выраженности отдаленных последствий и данные о фактическом загрязнении почвы остаточными количествами пестицидов.

В соответствии с природоохранным законодательством Российской Федерации нормирование качества окружающей природной среды производится с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения.

Определенная таким образом цель подразумевает наложение граничных условий (нормативов) как на само воздействие, так и на факторы среды, отражающие и воздействие, и отклики экосистем. Экологическое нормирование предполагает учет так называемой допустимой нагрузки на экосистему. Допустимой считается такая нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений и, следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды. Как экологическое, так и санитарно-гигиеническое нормирование основаны на знании эффектов, оказываемых разнообразными факторами воздействия на живые организмы.

Установление нормативов качества окружающей среды и продуктов питания основывается на концепции пороговости воздействия. Порог вредного действия - это минимальная доза вещества, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Таким образом, пороговая доза вещества вызывает у биологического организма отклик, который не может быть скомпенсирован за счет гомеостатических механизмов.

Нормативы, ограничивающие вредное воздействие, устанавливаются и утверждаются специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды, санитарно-эпидемиологического надзора и совершенствуются по мере развития науки и техники с учетом международных стандартов.

#### **4. Промышленные выбросы**

**промышленные выбросы**-отходы промышленных предприятий, поступающие в атмосферу, водоемы и почву; могут загрязнять окружающую среду.

Способы борьбы с загрязнением атмосферы основаны на применении конкретных приемов:

совершенствования технологических процессов (работа по замкнутому циклу, безотходные технологии);

снижения до минимума количества отходов комплексным использованием сырья (на нефтехимических и металлургических предприятиях сооружают сернокислотные цеха, используя выбрасываемый сернистый ангидрид);  
внедрения прогрессивных методов горения (бездымное тушение кокса);  
использования для газообразных выбросов высоких дымовых труб, чтобы снизить концентрацию вредных веществ у поверхности земли. Но использование высоких труб приводит к загрязнению удаленных районов. Коренное решение этого вопроса заключается в эффективной очистке от вредных газов и пыли до их выброса в атмосферу. В зависимости от дисперсного состава пыли, влажности и других факторов применяют соответствующий тип пылеуловителя. При этом основным критерием является степень очистки и экономические затраты (стоимость оборудования, монтажа, потребной электроэнергии, эксплуатационных и амортизационных расходов).

*Промышленная очистка* - это очистка газов с целью последующей утилизации или возврата в производство отделенного газа или превращенного в безвредное состояние продукта (ГОСТ 17.2.1.04 - 77). Этот вид очистки является необходимой стадией технологического процесса при этом технологическое оборудование связано друг с другом материальными потоками в соответствии с обвязкой аппаратов. При организации любого производства, и в особенности мало- и безотходного промышленная и санитарная очистка газовоздушных выбросов - необходимая стадия технологической схемы.

*Санитарная очистка* - это очистка газа от остаточного содержания в газе загрязняющих веществ, при котором обеспечивается соблюдение установленных для последнего ПДК в воздухе населенных мест или производственных помещений. Эта очистка осуществляется перед поступлением отходящих газов в атмосферный воздух и именно на этой стадии необходимо предусматривать возможность отбора проб газов с целью контроля их на содержание вредных примесей и оценки эффективности работы очистных сооружений. Выбор способа очистки отходящих газов зависит от конкретных условий производства и определяется рядом основных факторов: объемом и температурой отходящих газов, агрегатным состоянием и физико-химическими свойствами примесей, концентрацией и составом примесей, необходимостью рекуперации или возвращения их в технологический процесс; капитальными и эксплуатационными затратами, экологической обстановкой в регионе. Прежде чем выбрать оборудование для очистки промвыбросов необходимо провести комплекс организационно-технических мероприятий для снижения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу.

## 1.5.Лекция № 6 (2часа)

### Тема: «Специфические и химические загрязнители общетоксического действия»

#### 1.5.1.Вопросы лекции:

1. Химическое загрязнение окружающей среды.
- 2 Виды химических загрязнителей.
- 3 Тяжелые металлы.
- 4 Пестициды.
- 5 Нефть и нефтепродукты.
- 6 Влияние газопылевых выбросов на растительность.
- 7 Воздействие химических загрязнителей на человека.

#### 1.5.2. Краткое содержание вопросов.

##### 1. Химическое загрязнение окружающей среды.

Загрязнение - привнесение в среду или возникновение в ней новых, не характерных для среды химических, физических, биологических или информационных агентов; или повышение концентрации этих агентов сверх среднего наблюдавшегося количества или уровня.

Иными словами, загрязнение в общем виде - все то, что не в том месте, не в то время и не в том количестве, которые характерны (естественны) для природы и отличаются от обычно наблюдаемых норм. Загрязнение выводит системы природы из равновесия.

Все виды загрязнителей можно разделить по их природе на:

- а) физические
- б) химические
- в) биологические
- г) информационные.

Кроме того, существуют классификации загрязнителей по их происхождению (сельскохозяйственные, промышленные, бытовые), по степени их опасности (классы опасности) и ряд других. Подробная классификация загрязнителей атмосферы была дана в одном из спецвыпусков рассылки. В этой лекции нам будет удобно пользоваться приведенной выше классификацией, так как основное внимание мы уделим химическим загрязнителям.

Рассмотрим подробнее, какие загрязнения можно отнести к физическим, химическим, биологическим и информационным.

- физическое загрязнение включает в себя:

- а) тепловое загрязнение (один из основных источников - теплоэлектростанции, особенно в случае наших отапливающих «улицу» теплосетей),
- б) световое загрязнение (фактор беспокойства для многих биологических видов)
- в) электромагнитные поля (возникают вокруг высоковольтных линий электропередач, а также создаются многочисленными бытовыми приборами, мобильными телефонами и т.д.)
- г) радиационное загрязнение - связано с дополнительным (к естественному фону) облучением из-за попадания в среду радионуклидов (в том числе, отсутствовавших в биосфере ранее - например, плутоний) вследствие плановых и аварийных выбросов.

Причиной дополнительного облучения могут быть также медицинские операции (например, рентгеновское обследование).

- Химическое загрязнение. Один из старейших видов загрязнения окружающей среды, с которым сталкивался человек. Включает минеральные и органические вещества.

Различают разрушаемые и стойкие химические загрязнители. Последние особо опасны, так как могут накапливаться в биосфере. Наличие стойких загрязнителей объясняется тем, что человек синтезировал новые вещества и даже классы веществ, которые ранее

отсутствовали в биосфере, а следовательно, в природе отсутствуют естественные пути утилизации этих веществ. Примером чрезвычайно стойкого загрязнителя является инсектицид ДДТ: не смотря на то, что его не применяют уже несколько десятков лет, ДДТ обнаруживает в крови животных, обитающих в самых удаленных уголках земного шара, где этот ядохимикат никогда не применялся.

- Биологическое загрязнение - это привнесение в среду и размножение в ней нежелательных для человека организмов; привнесение патогенных микроорганизмов. В качестве биологического загрязнения может выступать и интродукция безобидных, на первый взгляд, видов (пример: усиленное размножение завезенных в Австралию кроликов, где у них не оказалось естественных врагов).

- Информационное загрязнение - поток негативной информации, поступающей человеку по различным информационным каналам. Особенно актуальным информационное загрязнение стало в последнее время: члены современного информационного общества постоянно подвергаются воздействию лавины негативной информации. Все беды и катастрофы мира мгновенно становятся общеизвестны и обрушаются на индивидуума. Информационное загрязнение ощущают и другие биологические виды - разнообразные факторы беспокойства, которые несут информационную (сигнальную) нагрузку: шум, свет. К информационному загрязнению относятся и визуальное загрязнение, вызванное однообразной архитектурой.

## **2 Виды химических загрязнителей**

Среди химических загрязнителей выделяют следующие.

Ксенобиотики - вещества, чужеродные по отношению к живым организмам и не входящие в естественные биогеохимические циклы.

Экотоксиканты - ядовитые вещества антропогенного происхождения, вызывающие серьезные нарушения в структурах экосистем.

Суперэкотоксиканты (СЭТ)- вещества, обладающие в чрезвычайно малых дозах мощным токсическим действием. Для СЭТ фактически теряет смысл введение ПДК. К тому же, они сильно повышают чувствительность живых организмов к другим, менее сильным загрязнителям.

Загрязняющие вещества, подвергаясь комплексному воздействию различных факторов среды, трансформируются, в результате чего их токсичность может изменяться. Примеры трансформации загрязнителей:

- а) Гербицид симазин окисляется в канцерогенное для млекопитающих вещество
- б) Восстановление тетрахлорметана в печени млекопитающих с образованием свободных радикалов, которые повреждают печень
- в) Образование намного более токсичной диметилртути (по сравнению с металлической ртутью) после прохождения по цепям питания.

- По силе и характеру воздействия на окружающую среду загрязнения бывают:

- а) Импактные (разовые, залповые)
- б) Постоянные (хронические, перманентные)
- в) Постепенно нарастающие и катастрофические.

## **3 Тяжелые металлы**

Тяжелый металл (т.м.) - металл с плотностью 8 тыс. кг/м<sup>3</sup> и более (кроме благородных и редких). К т.м. относятся: свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, сурьма, олово, висмут, ртуть.

Часть техногенных выбросов т.м., поступающих в атмосферу в виде тонких аэрозолей, переносится на значительные расстояния и приводит к глобальному загрязнению.

Основной поставщик - предприятия цветной металлургии. Для таких предприятий характерно наличие 5 км- зоны максимальных концентраций т.м. и 20-50 км зоны повышенных концентраций. Сильное загрязнение свинцом и другими тяжелыми металлами наблюдается вокруг автострад.

Растения могут накапливать тяжелые металлы, являясь промежуточным звеном в цепи почва -> растение -> животное -> человек (или минуя животных). Однако растения не повторяют химических состав почвы, так как способны к избирательному поглощению. Главным показателем здесь является коэффициент биологического поглощения - отношение содержания элемента в золе растения к концентрации в почве. Медь накапливают растения семейства гвоздичные, кобальт - перцы, цинк поглощают карликовые березы и лишайники и т.д.

Тяжелые металлы являются ядами. Механизмы их токсического действия различны. Многие металлы при определенных концентрациях ингибируют действие ферментов (медь, ртуть). Некоторые металлы образуют хелатоподобные комплексы с обычными метаболитами, нарушая обмен веществ (железо). Другие металлы повреждают клеточные мембранны, изменяя их проницаемость и другие свойства. Некоторые металлы конкурируют с необходимыми организму элементами (Sr-90 может замещать в организме Ca, Cs-137 - калий, кадмий может замещать цицк.).

#### **4 Пестициды**

Пестициды поступают в биосферу путем непосредственного внесения, с проправленными семенами, отмирающими частями растений, трупами насекомых, мигрируют в почве и водах. Особую опасность представляют стойкие и кумулятивные (т.е. накапливающиеся в экосистемах) пестициды, которые обнаруживаются спустя десятки лет после применения. Даже при низких концентрациях в воде пестициды опасны из-за способности некоторых организмов накапливать эти вещества в своих тканях. Так, если процесс концентрирования (биологического усиления) хлорпроизводных углеводородов повторяется на нескольких трофических уровнях (планктон - мальки - моллюски - более крупные организмы), то в конце их концентрация может оказаться очень высокой. В результате накопления пестицидов уменьшается численность популяций некоторых видов рыб. Отмечены многочисленные случаи массовой гибели птиц и насекомых в местах интенсивного использования пестицидов. Выявлены такие негативные аспекты воздействия пестицидов на биологические объекты как мутагенный, канцерогенный, аллергенный.

#### **5 Нефть и нефтепродукты.**

Нефтепродукты - один из наиболее характерных загрязнителей океана. В Мировой океан и поверхностные воды ежегодно вносится 15-17 миллионов тонн нефти и нефтепродуктов. Влияние нефтяного загрязнения на состояние гидробионтов описывается следующими фактами:

- а) непосредственное отравление организмов с летальным исходом
- б) серьезные нарушения физиологической активности гидробионтов
- в) прямое обволакивание птиц и других организмов нефтепродуктами. Нефтепродукты нарушают изолирующие функции оперения, а при попытке очистить перья птицы заглатывают нефтепродукты и погибают.
- г) изменения в организмах, вызванные проникновением нефтепродуктов
- д) изменение химических, физических и биологических свойств среды обитания.

Наибольшую опасность представляют ароматические углеводороды, растворимые в воде. Смертельные концентрации ароматических углеводородов для мальков и икры очень низки (10-4%). Накопление ПАУ не только ухудшает вкус съедобных организмов (например, моллюсков, рыб), но и является опасным, так как эти вещества канцерогенны. Так, концентрация канцерогенных углеводородов в ткани мидий, выловленных в районе порта Тулон (Франция), достигала 3,5 мг на кг сухого веса.

#### **6 Влияние газопылевых выбросов на растительность**

Под влиянием газопылевых выбросов наблюдается нарушение и даже полное уничтожение естественных фитоценозов. Воздействие высоких концентраций газопылевых выбросов в конечном счете приводит к гибели растительности и эрозии почвы. Формируются геохимические аномалии антропогенного происхождения. В

значительной мере изменяется флористический состав, возникают специфические болезни хвойных (например, дехромация, суховершинность).

Зона максимального загрязнения почвенного покрова, угнетения и гибели растительности под влиянием газопылевых выбросов наблюдается в радиусе 5-10 км от источника выбросов. Вокруг медеплавильных предприятий четко выделяется четыре зоны:

- а) с отсутствием или сильным угнетением растительности (техногенная пустыня)
- б) средне угнетенная, с наличием травянистого покрова
- в) слабо угнетенная, характеризуется суховершинностью хвойных деревьев
- г) неповрежденная (фоновая).

Поступление тяжелых металлов в растения может происходить двояко: воздушным путем с пылью, оседающей на листья и стебли, и через почву - при поглощении почвенного раствора, содержащего высокие концентрации тяжелых металлов. Устойчивость различных растений к загрязнению тяжелыми металлами различна. Наиболее устойчивы к загрязнению травянистые рудеральные (т.е. растущие на мусорных местах) растения, образованные сорными видами разнотравья и злаков (мать-и-мачеха, бодяк, пырей). Из древесных пород к газопылевому загрязнению наиболее устойчивы береза и ива.

Полностью выпадают в загрязненных зонах лесные разнотравные и папоротниковые ассоциации.

## **7 Воздействие химических загрязнителей на человека.**

Различают два вида воздействия химических загрязнителей на человека:

- а) специфическое - приводит к возникновению определенных заболеваний в результате избирательного воздействия на органы и ткани организма - при высоких дозах
- б) неспецифическое - способствует росту заболеваний, этиологически связанных с другими факторами; возникает при хроническом воздействии небольших доз.

Специфическое действие. Отравление кадмием вызывает болезнь итай-итай.

Употребление в пищу рыбы, отравленной ртутью, приводит к болезни минамата.

Специфическая болезнь возникает при отравлении хлебом из пшеницы, пропарченной фунгицидом. Поражения слуха наблюдается при выбросах мышьяка. Кожные заболевания - вблизи алюминиевых заводов. И так далее - список можно продолжать: сколько есть специфических ядов, столько и специфических болезней.

Общетоксическое действие высоких доз тяжелых металлов на человека приводит к поражению или изменению деятельности нервной системы, органов кроветворения, эндокринной системы. Некоторые загрязняющие вещества, помимо общетоксического действия, обладают канцерогенным эффектом. Специфическое канцерогенное действие выявлено у следующих веществ: мышьяка, кобальта, кадмия, хрома (VI), некоторых полициклических ароматических углеводородов (например, бенз(а)пирен), у некоторых пестицидов.

В результате загрязнения атмосферы в индустриальных районах проявляются неспецифические реакции - увеличение заболеваемости и смертности, снижение средней продолжительности жизни, нарушения иммунной системы, замедление физического развития детей, аллергические реакции, синдром хронической усталости и т.д. Можно обратиться к официальной медицинской статистике (взять комплексный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в вашем регионе, который готовят органы государственного санэпиднадзора), и вы увидите в промышленных районах рост заболеваемости, особенно эндокринных, психических и онкологических заболеваний. Например, в Челябинской области рост онкологических заболеваний за последние 7 лет составил более 13%.

## 1.6.Лекция № 7 (2 часа)

### Тема: «Влияние топливно-энергетического комплекса, гидроэнергетики на качество окружающей среды»

#### 1.6.1. Вопросы лекции:

1. Влияние технологических процессов на атмосферу.
2. Источники загрязнения в данной отрасли.
3. Последствия воздействия.

#### 1.6.2. Краткое содержание вопросов.

##### **1. Влияние технологических процессов на атмосферу.**

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества. Гидросфера, атмосфера и литосфера Земли в настоящее время подвергается нарастающему антропогенному воздействию.

Наиболее масштабным и значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них - газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Прогрессирует и накопление углекислого газа в атмосфере. Дальнейшее развитие этого процесса будет усиливать нежелательную тенденцию в сторону повышения среднегодовой температуры на планете. Вызывает тревогу у экологов и продолжающееся загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами, достигшее уже 1/5 его общей поверхности. Нефтяное загрязнение таких размеров может вызвать существенные нарушения газо- и водообмена между гидросферой и атмосферой. Не вызывает сомнений и значение химического загрязнения почвы пестицидами и ее повышенная кислотность, ведущая к распаду экосистемы. В целом все рассмотренные факторы, которым можно приписать загрязняющий эффект, оказывают заметное влияние на процессы, происходящие в биосфере.

##### **Химическое загрязнение биосферы.**

В основном существуют три основных источника загрязнения атмосферы: промышленность, бытовые котельные, транспорт. Доля каждого из этих источников в общем загрязнении воздуха сильно различается в зависимости от места. Сейчас общепризнанно, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство. Источники загрязнений - теплоэлектростанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ; металлургические предприятия, особенно цветной металлургии, которые выбрасывают в воздухокисли азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Атмосферные загрязнители разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом превращения последних. Так, поступающий в атмосферу сернистый газ окисляется до серного ангидрида, который взаимодействует с парами воды и образует капельки серной кислоты. При взаимодействии серного ангидрида с аммиаком образуются кристаллы сульфата аммония. Подобным образом, в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы, образуются другие вторичные признаки. Основным источником пирогенного загрязнения на планете являются тепловые электростанции, металлургические и химические предприятия, котельные установки,

потребляющие более 70% ежегодно добываемого твердого и жидкого топлива.

Основными вредными примесями пирогенного происхождения являются следующие:

**а) Оксид углерода.**

Получается при неполном сгорании углеродистых веществ. В воздух он попадает в результате сжигания твердых отходов, с выхлопными газами и выбросами промышленных предприятий. Ежегодно этого газа поступает в атмосферу не менее 250 млн.т. Оксид углерода является соединением, активно реагирующим с составными частями атмосферы и способствует повышению температуры на планете, и созданию парникового эффекта. Бесцветный и не имеющий запаха газ. Воздействует на нервную и сердечно-сосудистую систему, вызывает удушье..

**б) Сернистый ангидрид.**

Выделяется в процессе сгорания серосодержащего топлива или переработки сернистых руд (до 70 млн.т.в год). Часть соединений серы выделяется при горении органических остатков в горнорудных отвалах. Только в США общее количество выброшенного в атмосферу сернистого ангидрида составило 65 процентов от общемирового выброса.

**в) Серный ангидрид.**

Образуется при окислении сернистого ангидрида. Конечным продуктом реакции является аэрозоль или раствор серной кислоты в дождевой воде, который подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей человека. Выпадение аэрозоля серной кислоты из дымовых факелов химических предприятий отмечается при низкой облачности и высокой влажности воздуха. Листовые пластинки растений, произрастающих на расстоянии менее 1 км. от таких предприятий, обычно бывают густо усеяны мелкими некротическими пятнами, образовавшимися в местах оседания капель серной кислоты. Пирометаллургические предприятия цветной и черной металлургии, а также ТЭС ежегодно выбрасывают в атмосферу десятки миллионов тонн серного ангидрида.

**г) Сероводород и сероуглерод.**

Поступают в атмосферу разделно или вместе в другими соединениями серы. Основными источниками выброса являются предприятия по изготовлению искусственного волокна, сахара, коксохимические, нефтеперерабатывающие, а также нефтепромыслы. В атмосфере при взаимодействии с другими загрязнителями подвергаются медленному окислению до серного ангидрида.

**д) Оксиды азота.**

NO, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>5</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Основными источниками выброса являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, вискозный шелк, целлULOид. Количество оксидов азота, поступающих в атмосферу, составляет 20 млн.т. в год. В атмосферу выбрасывается в основном диоксид азота NO<sub>2</sub> – бесцветный не имеющий запаха ядовитый газ, раздражающее действующий на органы дыхания. Особенно опасны оксиды азота в городах, где они взаимодействуют с углеродами выхлопных газов, где образуют фотохимический туман - смог. Отравленный оксидами азота воздух начинает действовать с легкого кашля. При повышении концентрации NO, возникает сильный кашель, рвота, иногда головная боль. При контакте с влажной поверхностью слизистой оболочки оксиды азота образуют кислоты HNO<sub>3</sub> и HNO<sub>2</sub> , которые приводят к отеку легких.

**е) Соединения фтора.**

Источниками загрязнения являются предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, стали, фосфорных удобрений. Фторосодержащие вещества поступают в атмосферу в виде газообразных соединений - фтороводорода или пыли фторида натрия и кальция. Соединения характеризуются токсическим эффектом. Производные фтора являются сильными инсектицидами.

**ж) Соединения хлора.**

Поступают в атмосферу от химических предприятий, производящих соляную кислоту, хлоросодержащие пестициды, органические красители, гидролизный спирт, хлорную

известь, соду. В атмосфере встречаются как примесь молекулы хлора и паров соляной кислоты. Токсичность хлора определяется видом соединений и их концентрацией. В металлургической промышленности при выплавке чугуна и при переработке его на сталь происходит выброс в атмосферу различных тяжелых металлов и ядовитых газов. Так, в расчете на 1 т. чугуна выделяется кроме 2,7 кг. сернистого газа и 4,5 кг. пылевых частиц, определяющих количество соединений мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, паров ртути и редких металлов, смоляных веществ и цианистого водорода.

### **3) Соединения свинца.**

В организм через органы дыхания поступает примерно 50% соединений свинца. Под действием свинца нарушается синтез гемоглобина, возникает заболевание дыхательных путей, мочеполовых органов, нервной системы. Особенно опасны соединения свинца для детей дошкольного возраста. В крупных городах содержание свинца в атмосфере достигает 5-38 мг/м<sup>3</sup>, что превышает естественный фон в 10 000 раз.

### **и) Пыль**

Аэрозольное загрязнение атмосферы Аэрозоли - это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Твердые компоненты аэрозолей в ряде случаев особенно опасны для организмов, а у людей вызывают специфические заболевания. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки. Значительная часть аэрозолей образуется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром. Средний размер аэрозольных частиц составляет 1-5 мкм. В атмосферу Земли ежегодно поступает около 1 куб.км. пылевидных частиц искусственного происхождения. Большое количество пылевых частиц образуется также в ходе производственной деятельности людей.

Сведения о некоторых источниках техногенной пыли приведены ниже:

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются ТЭС, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже - оксиды металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Еще большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях. Постоянными источниками аэрозольного загрязнения являются промышленные отвалы - искусственные насыпи из переотложенного материала, преимущественно вскрытых пород, образуемых при добыче полезных ископаемых или же из отходов предприятий перерабатывающей промышленности, ТЭС. Источником пыли и ядовитых газов служат массовые взрывные работы. Так, в результате одного среднего по массе взрыва (250-300 тонн взрывчатых веществ) в атмосферу выбрасывается около 2 тыс.куб.м. условного оксида углерода и более 150 т.пыли. Производство цемента и других строительных материалов также является источником загрязнения атмосферы пылью. Основные технологические процессы этих производств - измельчение и химическая обработка шихт, полуфабрикатов и получаемых продуктов в потоках горячих газов всегда сопровождается выбросами пыли и других вредных веществ в атмосферу. К атмосферным загрязнителям относятся углеводороды - насыщенные и ненасыщенные, включающие от 1 до 13 атомов углерода. Они подвергаются различным превращениям, окислению, полимеризации, взаимодействуя с другими атмосферными загрязнителями после возбуждения солнечной радиацией. В результате этих реакций образуются перекисные соединения, свободные радикалы, соединения углеводородов с оксидами азота и серы часто в виде аэрозольных частиц. При некоторых погодных условиях могут образовываться особо большие скопления вредных газообразных и аэрозольных примесей

в приземном слое воздуха. Обычно это происходит в тех случаях, когда в слое воздуха непосредственно над источниками газопылевой эмиссии существует инверсия - расположения слоя более холодного воздуха под теплым, что препятствует воздушных масс и задерживает перенос примесей вверх. В результате вредные выбросы сосредотачиваются под слоем инверсии, содержание их у земли резко возрастает, что становится одной из причин образования ранее неизвестного в природе фотохимического тумана.

#### **к) Фотохимический туман (смог)**

Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ. Такие условия создаются чаще в июне-сентябре и реже зимой. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. Казалось бы, последний, окисляя оксид азота, должен снова превращаться в молекулярный кислород, а оксид азота - в диоксид. Но этого не происходит. Оксид азота вступает в реакции с олефинами выхлопных газов, которые при этом расщепляются по двойной связи и образуют осколки молекул и избыток озона. В результате продолжающейся диссоциации новые массы диоксида азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает циклическая реакция, в итоге которой в атмосфере постепенно накапливается озон. Этот процесс в ночное время прекращается. В свою очередь озон вступает в реакцию с олефинами. В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. Последние являются источником так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. Такие смоги - нередкое явление над Лондоном, Парижем, Лос-Анджелесом, Нью-Йорком и другими городами Европы и Америки. По своему физиологическому воздействию на организм человека они крайне опасны для дыхательной и кровеносной системы и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

#### **Химическое загрязнение природных вод.**

Всякий водоем или водный источник связан с окружающей его внешней средой. На него оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, индустрия, промышленное и коммунальное строительство, транспорт, хозяйственная и бытовая деятельность человека. Последствием этих влияний является привнесение в водную среду новых, не свойственных ей веществ - загрязнителей, ухудшающих качество воды.

#### **а) Нефть и нефтепродукты**

Нефть представляет собой вязкую маслянистую жидкость, имеющую темно-коричневый цвет и обладающую слабой флуоресценцией. Нефть состоит преимущественно из насыщенных алифатических и гидроароматических углеводородов. Основные компоненты нефти - углеводороды (до 98%) - подразделяются на 4 класса:

**1) Парaffины (алкены).** - (до 90% от общего состава) - устойчивые вещества, молекулы которых выражены прямой и разветвленной цепью атомов углерода. Легкие парaffины обладают максимальной летучестью и растворимостью в воде.

**2) Циклопарафины.** - (30 - 60% от общего состава) насыщенные циклические соединения с 5-6 атомами углерода в кольце. Кроме циклопентана и циклогексана в нефти встречаются бициклические и полициклические соединения этой группы. Эти соединения очень устойчивы и плохо поддаются биоразложению.

**3) Ароматические углеводороды.** - (20 - 40% от общего состава) - ненасыщенные циклические соединения ряда бензола, содержащие в кольце на 6 атомов углерода меньше, чем циклопарафины. В нефти присутствуют летучие соединения с молекулой в виде одинарного кольца (бензол, толуол, ксилол), затем бициклические (нафталин), полуциклические (пирен).

**4) Олефины (алкены).** - (до 10% от общего состава) - ненасыщенные нециклические соединения с одним или двумя атомами водорода у каждого атома углерода в молекуле, имеющей прямую или разветвленную цепь.

Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными загрязняющими веществами в Мировом океане. К началу 80-ых годов в океан ежегодно поступало около 6 млн.т. нефти, что составляло 0,23% мировой добычи. Наибольшие потери нефти связаны с ее транспортировкой из районов добычи. Аварийные ситуации, слив за борт танкерами промывочных и балластных вод, - все это обуславливает присутствие постоянных полей загрязнения на трассах морских путей. В период за 1962-79 годы в результате аварий в морскую среду поступило около 2 млн. т. нефти. За последние 30 лет, начиная с 1964 года, пробурено около 2000 скважин в Мировом океане, из них только в Северном море 1000 и 350 промышленных скважин оборудовано. Из-за незначительных утечек ежегодно теряется 0,1 млн.т. нефти. Большие массы нефти поступают в моря по рекам, с бытовыми и ливневыми стоками. Объем загрязнений из этого источника составляет 2,0 млн.т./год. Со стоками промышленности ежегодно попадает 0,5 млн.т. нефти. Попадая в морскую среду, нефть сначала растекается в виде пленки, образуя слои различной мощности.

#### **6) Тяжелые металлы.**

Тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, мышьяк,) относятся к числу распространенных и весьма токсичных загрязняющих веществ. Они широко применяются в различных промышленных производствах, поэтому, несмотря на очистные мероприятия, содержание соединения тяжелых металлов в промышленных сточных водах довольно высокое. Большие массы этих соединений поступают в океан через атмосферу. Для морских биоценозов наиболее опасны ртуть, свинец и кадмий. Ртуть переносится в океан с материковым стоком и через атмосферу. При выветривании осадочных и изверженных пород ежегодно выделяется 3,5 тыс.т. ртути. В составе атмосферной пыли содержится около 12 тыс.т. ртути, причем значительная часть - антропогенного происхождения. Около половины годового промышленного производства этого металла (910 тыс.т./год) различными путями попадает в океан. В районах, загрязняемых промышленными водами, концентрация ртути в растворе и взвесях сильно повышается. При этом некоторые бактерии переводят хлориды в высокотоксичную метилртуть. Заражение морепродуктов неоднократно приводило к ртутному отравлению прибрежного населения. К 1977 году насчитывалось 2800 жертв болезни Миномата, причиной которой послужили отходы предприятий по производству хлорвинала и ацетальдегида, на которых в качестве катализатора использовалась хлористая ртуть. Недостаточно очищенные сточные воды предприятий поступали в залив Минамата. Свинец - типичный рассеянный элемент, содержащийся во всех компонентах окружающей среды: в горных породах, почвах, природных водах, атмосфере, живых организмах. Наконец, свинец активно рассеивается в окружающую среду в процессе хозяйственной деятельности человека. Это выбросы с промышленными и бытовыми стоками, с дымом и пылью промышленных предприятий, с выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания. Миграционный поток свинца с континента в океан идет не только с речными стоками, но и через атмосферу. С континентальной пылью океан получает  $(20-30)*10^3$  т. свинца в год.

### **в) Тепловое загрязнение.**

Тепловое загрязнение поверхности водоемов и прибрежных морских акваторий возникает в результате сброса нагретых сточных вод электростанциями и некоторыми промышленными производствами.

Выработка электричества с помощью пара неэффективна, поскольку в этом случае используется 37-39% энергии, заключённой в угле, и 31% ядерной энергии. Несмотря на все недостатки, тепловые электростанции продолжают существовать.

Большая часть энергии топлива, которая не может быть превращена в электричество, теряется в виде тепла. Наиболее простым способом избавления от этого тепла является выброс его в атмосферу. Но более экономичный путь состоит в использовании в качестве охладителя воды с её способностью аккумулировать огромное количество тепла с незначительным повышением собственной температуры, чтобы затем она сама постепенно отдавала тепло в воздух.

Серьёзной экологической проблемой является то, что обычным способом использования воды для поглощения тепла является прямая прокачка пресной озерной или речной воды через охладитель и затем возвращение её в естественные водоёмы без предварительного охлаждения. Для электростанции мощностью 1000 МВт требуется озеро площадью 810 га, глубиной около 8,7 м.

Электростанции могут повышать температуру воды по сравнению с окружающей на 5-15 С. Если температура воды в водоёме составляет 16 С, то температура отработанной на станции воды будет от 22 до 28 С. В летний период она может достигать 30-36 С.

### **Последствия теплового загрязнения естественных водоёмов.**

Повышение температуры в водоёмах пагубно влияет на жизнь водных организмов. В течение длительной эволюции холоднокровные обитатели водной среды приспособились к определённому интервалу температур. Для каждого вида существует температурный оптимум, который на определённых стадиях жизненного цикла может несколько изменяться. В определённых пределах эти организмы способны приспосабливаться к жизни при более высоких или более низких температурах. Если организм живет в условиях самых высоких температур присущего ему интервала, он настолько к ним приспособливается, что гибель его может наступать при температурах несколько более высоких, чем для организма, постоянно живущего в условиях более низких температур. Большая часть водных организмов быстрее приспосабливается к жизни в более тёплой воде, нежели в более холодной. Однако эта способность к адаптации не имеет абсолютных максимальных или минимальных пределов и меняется в зависимости от вида. В естественных условиях при медленных повышениях или понижениях температур рыбы и другие водные организмы постепенно приспосабливаются к изменениям температуры окружающей среды. Но если в результате сброса в реки и озёра горячих стоков с промышленных предприятий быстро устанавливается новый температурный режим, времени для акклиматизации не хватает, живые организмы получают тепловой шок и погибают.

Тепловой шок - это крайний результат теплового загрязнения. Результатом сброса в водоёмы нагретых стоков могут быть иные, более коварные последствия. Одним из них является влияние на процессы обмена веществ. Согласно закону Ван Хоффа, скорость химической реакции удваивается с увеличением температуры на каждые 10 С. Поскольку температура тела холоднокровных организмов регулируется температурой окружающей водной среды, повышение температуры воды усиливает скорость обмена веществ у рыб и водных беспозвоночных. В свою очередь это повышает их потребность в кислороде. В то же самое в результате повышения температуры воды содержание в ней кислорода падает, тогда как потребность в нём живых организмов возрастает. Возросшая потребность в кислороде, его нехватка вызывают жестокий физиологический стресс и даже смерть. В летнее время повышение температуры воды всего на несколько градусов может вызвать

100%-ную гибель рыб и беспозвоночных, особенно тех, которые обитают у южных границ температурного интервала.

Искусственное подогревание воды может существенно изменить и поведение рыб - вызвать несвоевременный нерест, нарушить миграцию. Если разрушающая сила электростанций превышает способность видов к самовосстановлению, популяция приходит в упадок.

Повышение температуры воды способно нарушить структуру растительного мира водоёмов. Характерные для холодной воды водоросли заменяются более теплолюбивыми и, наконец, при высоких температурах полностью ими вытесняются.

Если тепловое загрязнение усугубляется поступлением в водоём органических и минеральных веществ (смыв удобрений с полей, навоза с ферм, бытовых стоков), происходит процесс эвтрофикации, то есть резкого повышения продуктивности водоёма. Азот и фосфор, служа питанием для водорослей, в том числе микроскопических, позволяет последним резко усилить свой рост. Размножившись, они начинают закрывать друг другу свет, в результате чего идёт процесс их массового отмирания и гниения, сопровождающийся ускоренным потреблением кислорода, вплоть до полного его исчерпания. А в этом случае, как уже говорилось, вся экосистема может погибнуть.

Кроме изменения среды обитания водных организмов электростанции могут оказывать на них и физическое влияние. Солёная вода, использующаяся для охлаждения, оказывает сильное коррозионное влияние на металлические поверхности и вызывает высвобождение ионов металлов, особенно меди, в воду. Ракушечные животные накапливают медь в таких количествах, что становятся непригодными для использования ими человеком.

Все перечисленные выше последствия теплового загрязнения водоёмов наносят огромный вред природным экосистемам и приводят к пагубному изменению среды обитания человека. Ущербы, образовавшиеся в результате теплового загрязнения, можно разделить на:

- экономические (потери вследствие снижения продуктивности водоёмов, затраты на ликвидацию последствий от загрязнения);
- социальные (эстетический ущерб от деградации ландшафтов);
- экологические (необратимые разрушения уникальных экосистем, исчезновение видов, генетический ущерб).

### **Загрязнение почвы.**

Почвенный покров Земли представляет собой важнейший компонент биосфера Земли.

Именно почвенная оболочка определяет многие процессы, происходящие в биосфере.

В нормальных естественных условиях все процессы, происходящие в почве, находятся в равновесии. Но нередко в нарушении равновесного состояния почвы виновен человек. В результате развития хозяйственной деятельности человека происходит загрязнение, изменение состава почвы и даже ее уничтожение. В настоящее время на каждого жителя нашей планеты приходится менее одного гектара пахотной земли. И эти незначительные площади продолжают сокращаться из-за неумелой хозяйственной деятельности человека. Важнейшее значение почв состоит в аккумулировании органического вещества, различных химических элементов, а также энергии. Почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений. Если это звено биосфера будет разрушено, то сложившееся функционирование биосфера необратимо нарушится.

Одним из последствий усиления производственной деятельности человека является интенсивное загрязнение почвенного покрова. В роли основных загрязнителей почв выступают металлы и их соединения, радиоактивные элементы, а также удобрения и ядохимикаты, применяемые в сельском хозяйстве.

К наиболее опасным загрязнителям почв относят ртуть и ее соединения. Ртуть поступает в окружающую среду с ядохимикатами, с отходами промышленных предприятий, содержащими металлическую ртуть и различные ее соединения.

Еще более массовый и опасный характер носит загрязнение почв свинцом. Известно, что при выплавке одной тонны свинца в окружающую среду с отходами выбрасывается его до 25 кг. Соединения свинца используются в качестве добавок к бензину, поэтому автотранспорт является серьезным источником свинцового загрязнения. Особенно много свинца в почвах вдоль крупных автострад.

Вблизи крупных центров черной и цветной металлургии почвы загрязнены железом, медью, цинком, марганцем, никелем, алюминием и другими металлами. Во многих местах их концентрация в десятки раз превышает ПДК.

Кадмий, подобно ванадию и цинку, аккумулируется гумусовой толще почв. Характер его распределения в почвенном профиле и ландшафте, видимо, имеет много общего с другими металлами, в частности с характером распределения свинца.

Однако, кадмий закрепляется в почвенном профиле менееочно, чем свинец.

Максимальная адсорбция кадмия свойственна нейтральным и щелочным почвам с высоким содержанием гумуса и высокой емкостью поглощения. Содержание его в подзолистых почвах может составлять от сотых долей до 1 мг/кг, в черноземах – до 15-30, а в красноземах – до 60 мг/кг.

Многие почвенные беспозвоночные концентрируют кадмий в своих организмах. Кадмий усваивается дождевыми червями, мокрицами и улитками в 10-15 раз активнее, чем свинец и цинк. Кадмий токсичен для сельскохозяйственных растений, и даже, если высокие концентрации кадмия не оказывают заметного влияния на урожай сельскохозяйственных культур, токсичность его оказывается на изменении качества продукции, так как в растениях происходит повышение содержания кадмия.

Мышьяк попадает в почву с продуктами сгорания угля, с отходами металлургической промышленности, с предприятий по производству удобрений. Наиболее прочно мышьяк удерживается в почвах, содержащих активные формы железа, алюминия, кальция.

Токсичность мышьяка в почвах всем известна. Загрязнение почв мышьяком вызывает, например, гибель дождевых червей. Фоновое содержание мышьяка в почвах составляет сотые доли миллиграмма на килограмм почвы.

Фтор и его соединения находят широкое применение в атомной, нефтяной, химической и др. видах промышленности. Он попадает в почву с выбросами металлургических предприятий, в частности, алюминиевых заводов, а также как примесь при внесении суперфосфата и некоторых других инсектицидов.

Загрязняя почву, фтор вызывает снижение урожая не только благодаря прямому токсическому действию, но и изменяя соотношение питательных веществ в почве. Наибольшая адсорбция фтора происходит в почвах с хорошо развитым почвенным поглощающим комплексом. Растворимые фтористые соединения перемещаются по почвенному профилю с исходящим током почвенных растворов и могут попадать в грунтовые воды. Загрязнение почвы фтористыми соединениями разрушает почвенную структуру и снижает водопроницаемость почв.

Цинк и медь менее токсичны, чем названные тяжелые металлы, но избыточное их количество в отходах металлургической промышленности загрязняет почву и угнетающее действует на рост микроорганизмов, понижает ферментативную активность почв, снижает урожай растений.

Радиоактивные элементы могут попадать в почву и накапливаться в ней в результате выпадения осадков от атомных взрывов или при удалении жидких и твердых отходов промышленных предприятий, АЭС или научно-исследовательских учреждений, связанных с изучением и использованием атомной энергии. Радиоактивные вещества из почв попадают в растения, затем в организмы животных и человека, накапливаются в них.

Кислые атмосферные выпады на сушу. Одна из острейших глобальных проблем современности и обозримого будущего - это проблема возрастающей кислотности атмосферных осадков и почвенного покрова. Районы кислых почв не знают засух, но их естественное плодородие понижено и неустойчиво; они быстро истощаются и урожаи на них низкие. Кислотные дожди вызывают не только подкисление поверхностных вод и верхних горизонтов почв. Кислотность с нисходящими потоками воды распространяется на весь почвенный профиль и вызывает значительное подкисление грунтовых вод. Кислотные дожди возникают в результате хозяйственной деятельности человека, сопровождающейся эмиссией колоссальных количеств окислов серы, азота, углерода. Эти окислы, поступая в атмосферу переносятся на большие расстояния, взаимодействуют с водой и превращаются в растворы смеси сернистой, серной, азотистой, азотной и угольной кислот, которые выпадают в виде "кислых дождей" на сушу, взаимодействуя с растениями, почвами, водами. Главными источниками в атмосфере является сжигание сланцев, нефти, углей, газа в индустрии, в сельском хозяйстве, в быту. Хозяйственная деятельность человека почти вдвое увеличила поступление в атмосферу окислов серы, азота, сероводорода и оксида углерода. Естественно, что это сказалось на повышении кислотности атмосферных осадков, наземных и грунтовых вод. Для решения этой проблемы необходимо увеличить объём систематических представительных измерений соединений загрязняющих атмосферу веществ на больших территориях.

### **Шум, как загрязнение.**

Нормированная характеристика – уровень звукового давления (дБ). Человек воспринимает шум при уровне звукового давления до 100 дБ. При 100-120 дБ и частоте 2-5 Гц – затруднённое глотание. 125-137 дБ – летаргический сон. 140 дБ – лопаются барабанные перепонки.

Методы уменьшения шума:

- а) Уменьшение уровня звуковой мощности
- б) Правильная ориентация шума
- в) Звукоизоляция
- г) Средства виброизоляции
- д) Глушители
- е) Профилактика

### **3. Источники загрязнения в данной отрасли.**

Техногенные воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации атомных электростанций многообразны. Обычно говорят, что имеются физические, химические, радиационные и другие факторы техногенного воздействия эксплуатации АЭС на объекты окружающей среды.

Наиболее существенные факторы -

- локальное механическое воздействие на рельеф - при строительстве,
- повреждение особей в технологических системах - при эксплуатации,
- сток поверхностных и грунтовых вод, содержащих химические и радиоактивные компоненты,
- изменение характера землепользования и обменных процессов в непосредственной близости от АЭС,
- изменение микроклиматических характеристик прилежащих районов.

Возникновение мощных источников тепла в виде градирен, водоемов - охладителей при эксплуатации АЭС обычно заметным образом изменяет микроклиматические характеристики прилежащих районов. Движение воды в системе внешнего теплоотвода, сбросы технологических вод, содержащих разнообразные химические компоненты оказывают травмирующее воздействие на популяции, флору и фауну экосистем. Особое значение имеет распространение радиоактивных веществ в окружающем пространстве. В комплексе сложных вопросов по защите окружающей среды большую

общественную значимость имеют проблемы безопасности атомных станций (АС), идущих на смену тепловым станциям на органическом ископаемом топливе. Общепризнанно, что АС при их нормальной эксплуатации намного - не менее чем в 5-10 раз "чище" в экологическом отношении тепловых электростанций (ТЭС) на угле. Однако при авариях АС могут оказывать существенное радиационное воздействие на людей, экосистемы. Поэтому обеспечение безопасности экосферы и защиты окружающей среды от вредных воздействий АС - крупная научная и технологическая задача ядерной энергетики, обеспечивающая ее будущее.

Отметим важность не только радиационных факторов возможных вредных воздействий АС на экосистемы, но и тепловое и химическое загрязнение окружающей среды, механическое воздействие на обитателей водоемов-охладителей, изменения гидрологических характеристик прилежащих к АС районов, т.е. весь комплекс техногенных воздействий, влияющих на экологическое благополучие окружающей среды. Исходными событиями, которые развиваясь во времени, в конечном счете могут привести к вредным воздействиям на человека и окружающую среду, являются выбросы и сбросы радиоактивности и токсических веществ из систем АС. Эти выбросы делят на газовые и аэрозольные, выбрасываемые в атмосферу через трубу, и жидкие сбросы, в которых вредные примеси присутствуют в виде растворов или мелкодисперсных смесей, попадающие в водоемы. Возможны и промежуточные ситуации, как при некоторых авариях, когда горячая вода выбрасывается в атмосферу и разделяется на пар и воду. Выбросы могут быть как постоянными, находящимися под контролем эксплуатационного персонала, так и аварийными, залповыми. Включаясь в многообразные движения атмосферы, поверхностных и подземных потоков, радиоактивные и токсические вещества распространяются в окружающей среде, попадают в растения, в организмы животных и человека. На рисунке показаны воздушные, поверхностные и подземные пути миграции вредных веществ в окружающей среде. Вторичные, менее значимые для нас пути, такие как ветровой перенос пыли и испарений, как и конечные потребители вредных веществ на рисунке не показаны.

а) Воздействие радиоактивных выбросов на организм человека

Рассмотрим механизм воздействия радиации на организм человека: пути воздействия различных радиоактивных веществ на организм, их распространение в организме, депонирование, воздействие на различные органы и системы организма и последствия этого воздействия. Существует термин «входные ворота радиации», обозначающий пути попадания радиоактивных веществ и излучений изотопов в организм.

Различные радиоактивные вещества по - разному проникают в организм человека. Это зависит от химических свойств радиоактивного элемента.

Выбросы и сбросы вредных веществ при эксплуатации АС

Перенос радиоактивности в окружающей среде

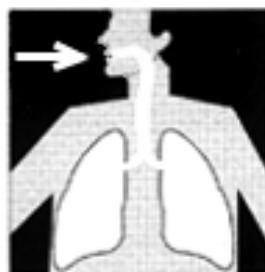


**Альфа-частицы** представляют собой атомы гелия без электронов, т.е. два протона и два нейтрона. Эти частицы относительно большие и тяжелые, и поэтому легко тормозят. Их пробег в воздухе составляет порядка нескольких сантиметров. В момент остановки они выбрасывают большое количество энергии на единицу площади, и поэтому могут принести большие разрушения. Из-за ограниченного пробега для получения дозы необходимо поместить источник **внутрь организма**. Изотопами, испускающими альфа- частицы, являются, например, уран (235U и 238U) и плутоний (239Pu).

**Бета-частицы** - это отрицательно или положительно заряженные электроны (положительно заряженные электроны называются позитронами). Их пробег в воздухе составляет порядка нескольких метров. Тонкая одежда способна остановить поток радиации, проникающей и, чтобы получить дозу облучения, источник радиации необходимо поместить **внутрь организма**, изотопы, испускающие бета-частицы - это тритий (3H) и

**Гамма-радиация** - это разновидность электромагнитного излучения, в частности похожая на видимый свет. Однако энергия гамма-излучения гораздо больше порядка нескольких метров. Эти частицы обладают большой способностью, и гамма-радиация является единственным из трех типов радиации, способной облучить организм **снаружи**. Два изотопа, излучающих гамма-радиацию, - это цезий (137Cs) и кобальт (60Co).

Пути проникновения радиации в организм человека



АС оказывают на окружающую среду - **тепловое, радиационное, химическое и механическое** воздействие. Для обеспечения безопасности биосфера нужны необходимые и достаточные защитные средства. Под необходимой защитой окружающей

среды будем понимать систему мер, направленных на компенсацию возможного превышения допустимых значений температур сред, механических и дозовых нагрузок, концентраций токсикогенных веществ в экосфере. Достаточность защиты достигается в том случае, когда температуры в средах, дозовые и механические нагрузки сред, концентрации вредных веществ в средах не превосходят предельных, критических значений.

Общая таблица технологических загрязнителей

Загрязнение	Атмосфера	Гидросфера	Литосфера (почва)
Газообразные производные углерода, их жидкие углеводороды	+	+	-
Пластмассы	+	+	+
Моющие средства	-	+	-
Пестициды и другие синтезированные органические вещества	-	+	+
Производные серы	+	+	+
Производные азота	+	+	+
Тяжёлые металлы	+	+	+
Фтористые соединения	+	+	+
Твёрдые примеси	+	-	+
Органические вещества, подвергнутые брожению	-	+	+

#### **4.Последствия воздействия.**

На предприятиях целесообразно разграничивать затраты на охрану окружающей среды, связанные с производством продукции и с доведением продукта до определенного уровня экологического качества, либо с заменой его другим, более экологичным.

Существует связь между качеством продукции и качеством окружающей среды: чем выше качество продукции (с учетом экологической оценки использования отходов и результатов природоохранной деятельности в процессе производства), тем выше качество окружающей среды.

Каким образом можно удовлетворить потребности общества в должном качестве окружающей среды? Преодолением негативных воздействий с помощью обоснованной системы норм и нормативов, с увязкой расчетных методов ПДВ, ПДС и средозащитных мероприятий; разумным (комплексным, экономичным) использованием природных ресурсов, отвечающим экологическим особенностям определенной территории; экологической ориентации хозяйственной деятельности, планирование и обоснование управлеченческих решений, выражющихся в прогрессивных направлениях взаимодействия природы и общества, экологической аттестации рабочих мест, технологии выпускаемой продукции.

Обоснование экологичности представляется неотъемлемой частью системы управления, влияющей на выбор приоритетов в обеспечении народного хозяйства природными ресурсами и услугами в пределах намечаемых объемов потребления.

Различие производственных интересов и отраслевых заданий определяет особенности взглядов специалистов на проблему экологизации производств, применяемой и создаваемой техники и технологии.

Предпринимаются попытки на основе единого методического подхода, расчетом частных и обобщающих показателей выразить взаимосвязь натуральных и стоимостных характеристик в принятии экономически целесообразного и экологически обусловленного (приемлемого) решения. Приоритетность натуральных параметров, показателей отвечает потребностям ресурсообеспечения общественного производства. Стоимостные показатели

должны отражать результативность усилий по снижению (или повышению) техногенной нагрузки на природу. С их помощью производится расчет экологического ущерба и оценивается эффективность мер по стабилизации режима природопользования.

Надо сказать, что кроме этого принимаются и такие меры, как:

- обеспечение организации производства нового, более совершенного оборудования и аппаратуры для очистки промышленных выбросов в атмосферу от вредных газов, пыли, сажи и других веществ;
- проведение соответствующих научных исследований и опытно-конструкторской работ по созданию более совершенной аппаратуры и оборудования для защиты атмосферного воздуха от загрязнения промышленными выбросами;
- осуществление на предприятиях и организациях монтажа и наладки газоочистного и пылеулавливающего оборудования и аппаратуры;
  - осуществление государственного контроля за работой газоочистных и пылеулавливающих установок на промышленных предприятиях.

## **Основные источники электромагнитных полей**

**Среди основных источников ЭМИ можно перечислить:**

- Электротранспорт (трамваи, троллейбусы, поезда, ...)
- Линии электропередач (городского освещения, высоковольтные, ...)
- Электропроводка (внутри зданий, телекоммуникации, ...)
- Бытовые электроприборы
- Теле- и радиостанции (транслирующие антенны)
- Спутниковая и сотовая связь (транслирующие антенны)
- Радары
- Персональные компьютеры

### **a) Электротранспорт**

Транспорт на электрической тяге – электропоезда (в том числе поезда метрополитена), троллейбусы, трамваи и т. п. – является относительно мощным источником магнитного поля в диапазоне частот от 0 до 1000 Гц. По данным (Stenzel et al., 1996), максимальные значения плотности потока магнитной индукции в пригородных "электричках" достигают 75 мкТл при среднем значении 20 мкТл. Среднее значение на транспорте с электроприводом постоянного тока зафиксировано на уровне 29 мкТл.

### **б) Линии электропередач**

Провода работающей линии электропередачи создают в прилегающем пространстве электрическое и магнитное поля промышленной частоты. Расстояние, на которое распространяются эти поля от проводов линии достигает десятков метров.

Дальность распространение электрического поля зависит от класса напряжения ЛЭП (цифра, обозначающая класс напряжения стоит в названии ЛЭП - например ЛЭП 220 кВ), чем выше напряжение - тем больше зона повышенного уровня электрического поля, при этом размеры зоны не изменяются в течении времени работы ЛЭП.

Дальность распространения магнитного поля зависит от величины протекающего тока или от нагрузки линии. Поскольку нагрузка ЛЭП может неоднократно изменяться как в течении суток, так и с изменением сезонов года, размеры зоны повышенного уровня магнитного поля также меняются.

### **Биологическое действие**

Электрические и магнитные поля являются очень сильными факторами влияния на состояние всех биологических объектов, попадающих в зону их воздействия.

Например, в районе действия электрического поля ЛЭП у насекомых проявляются изменения в поведении: так у пчел фиксируется повышенная агрессивность,

беспокойство, снижение работоспособности и продуктивности, склонность к потере маток; у жуков, комаров, бабочек и других летающих насекомых наблюдается изменение поведенческих реакций, в том числе изменение направления движения в сторону с меньшим уровнем поля.

У растений распространены аномалии развития - часто меняются формы и размеры цветков, листьев, стеблей, появляются лишние лепестки.

Здоровый человек страдает от относительно длительного пребывания в поле ЛЭП.

Кратковременное облучение (минуты) способно привести к негативной реакцией только у гиперчувствительных людей или у больных некоторыми видами аллергии. Например, хорошо известны работы английских ученых в начале 90-х годов показавших, что у ряда аллергиков по действием поля ЛЭП развивается реакция по типу эпилептической.

При продолжительном пребывании (месяцы - годы) людей в электромагнитном поле ЛЭП могут развиваться заболевания преимущественно сердечно-сосудистой и нервной систем организма человека. В последние годы в числе отдаленных последствий часто называются онкологические заболевания.

### **Санитарные нормы**

Исследования биологического действия ЭМП ПЧ, выполненные в СССР в 60-70х годах, ориентировались в основном на действие электрической составляющей, поскольку экспериментальным путем значимого биологического действия магнитной составляющей при типичных уровнях не было обнаружено. В 70-х годах для населения по ЭП ПЧ были введены жесткие нормативы и по настоящее время являющиеся одними из самых жестких в мире. Они изложены в Санитарных нормах и правилах "Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты" № 2971-84. В соответствии с этими нормами проектируются и строятся все объекты электроснабжения.

Несмотря на то, что магнитное поле во всем мире сейчас считается наиболее опасным для здоровья, предельно допустимая величина магнитного поля для населения в России не нормируется. Причина - нет денег для исследований и разработки норм. Большая часть ЛЭП строилась без учета этой опасности.

На основании массовых эпидемиологических обследований населения, проживающего в условиях облучения магнитными полями ЛЭП как безопасный или "нормальный" уровень для условий продолжительного облучения, не приводящий к онкологическим заболеваниям, независимо друг от друга шведскими и американскими специалистами рекомендована величина плотности потока магнитной индукции 0,2 - 0,3 мкГл.

### **Принципы обеспечения безопасности населения**

Основной принцип защиты здоровья населения от электромагнитного поля ЛЭП состоит в установлении санитарно-защитных зон для линий электропередачи и снижением напряженности электрического поля в жилых зданиях и в местах возможного продолжительного пребывания людей путем применения защитных экранов.

### **Допустимые уровни воздействия электрического поля ЛЭП**

ПДУ, кВ/м	Условия облучения
0,5	внутри жилых зданий
1,0	на территории зоны жилой застройки
5,0	в населенной местности вне зоны жилой застройки; (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов в пределах черты этих пунктов) а также на территории огородов и садов;
10,0	на участках пересечения воздушных линий электропередачи с автомобильными дорогами 1 – IV категорий;
15,0	в ненаселенной местности (незастроенные местности, хотя бы и часто посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные

	угодья);
20,0	в труднодоступной местности (недоступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения.

В пределах санитарно-защитной зоны **запрещается**:

- размещать жилые и общественные здания и сооружения;
- устраивать площадки для стоянки и остановки всех видов транспорта;
- размещать предприятия по обслуживанию автомобилей и склады нефти и нефтепродуктов;
- производить операции с горючим, выполнять ремонт машин и механизмов.

**Территории санитарно-защитных зон разрешается использовать как сельскохозяйственные угодья, однако рекомендуется выращивать на них культуры, не требующие ручного труда.**

В случае, если на каких-то участках напряженность электрического поля за пределами санитарно-защитной зоны окажется выше предельно допустимой 0,5 кВ/м внутри здания и выше 1 кВ/м на территории зоны жилой застройки (в местах возможного пребывания людей), должны быть приняты меры для снижения напряженности. Для этого на крыше здания с неметаллической кровлей размещается практически любая металлическая сетка, заземленная не менее чем в двух точках. В зданиях с металлической крышей достаточно заземлить кровлю не менее чем в двух точках. На приусадебных участках или других местах пребывания людей напряженность поля промышленной частоты может быть снижена путем установления защитных экранов, например это железобетонные, металлические заборы, тросовые экраны, деревья или кустарники высотой не менее 2 м.

### **в) Электропроводка**

Наибольший вклад в электромагнитную обстановку жилых помещений в диапазоне промышленной частоты 50 Гц вносит электротехническое оборудование здания, а именно кабельные линии, подводящие электричество ко всем квартирам и другим потребителям системы жизнеобеспечения здания, а также распределительные щиты и трансформаторы. В помещениях, смежных с этими источниками, обычно повышен уровень магнитного поля промышленной частоты, вызываемый протекающим электротоком. Уровень электрического поля промышленной частоты при этом обычно не высокий и не превышает ПДУ для населения 500 В/м.

В настоящее время многие специалисты считают предельно допустимой величину магнитной индукции равной 0,2 - 0,3 мкТл. При этом считается, что развитие заболеваний - прежде всего лейкемии - очень вероятно при продолжительном облучении человека полями более высоких уровней (несколько часов в день, особенно вочные часы, в течении периода более года).

### **г) Бытовая электротехника**

Все бытовые приборы, работающие с использованием электрического тока, являются источниками электромагнитных полей.

Наиболее мощными следует признать СВЧ-печи, аэрогрили, холодильники с системой "без инея", кухонные вытяжки, электроплиты, телевизоры. Все ниже приведенные данные относятся к магнитному полю промышленной частоты 50 Гц.

Значения магнитного поля тесно связаны с мощностью прибора - чем она выше, тем выше магнитное поле при его работе.

## **1.7.Лекция № 8 (2 часа)**

**Тема: «Загрязнение окружающей среды тепловыми станциями и предприятиями нефтяной отрасли»**

### **1.7.1.Вопросы лекции:**

1. Виды воздействия ТЭС.

## 2. Воздействие нефтедобывающей промышленности на атмосферу, гидросферу и литосферу

### 1.7.2. Краткое содержание вопросов.

#### 1. Виды воздействия ТЭС.

Энергетика - один из источников неблагоприятного воздействия на окружающую среду и человека. Она влияет на атмосферу (потребление кислорода, выбросы газов, влаги и твердых частиц), гидросферу (потребление воды, создание искусственных водохранилищ, сбросы загрязненных и нагретых вод, жидких отходов) и на литосферу (потребление ископаемых топлив, изменение ландшафта, выбросы токсичных веществ).

Глобальное потребление топлива возросло в 30 раз почти за 200 лет, прошедших со времени начала индустриальной эпохи, и достигло в 1994 г. 13,07 Гт у. т/год.

Подобный рост потребления энергии происходил спонтанно, независимо от воли человека. Это не только не вызывало тревоги у широкой общественности, но и рассматривалось как благоприятный фактор развития человечества.

Общепринятая классификация подразделяет источники первичной энергии на коммерческие и некоммерческие.

Коммерческие источники энергии включают в себя твердые (каменный и бурый уголь, торф, горючие сланцы, битуминозные пески), жидкые (нефть и газовый конденсат), газообразные (природный газ) виды топлива и электроэнергию, произведенную на ядерных, гидравлических, ветровых, геотермальных, солнечных и приливных электростанциях).

К некоммерческим относят все остальные источники энергии (древа, сельскохозяйственные и промышленные отходы, мускульная сила рабочего скота и собственно человека).

Мировая энергетика в целом основана преимущественно на коммерческих энергоресурсах (свыше 90 % общего потребления энергии в 1995 г.).

Подобный акцент характерен для длительной индустриальной фазы развития общества в прошлом и, вне всякого сомнения, сохранится и в ближайшие десятилетия.

Однако в последующую четверть XX в. произошли значительные изменения в мировой энергетике, связанные прежде всего с переходом от экстенсивных путей ее развития, от энергетической эйфории к энергетической политике, основанной на повышении эффективности использования энергии и всемерной ее экономии. Поводом для этих изменений стали энергетические кризисы 1973 и 1979 гг., стабилизация запасов ископаемого топлива и удорожание его добычи, желание уменьшить обусловленную экспортом энергоресурсов зависимость экономики от политической нестабильности в мире. К этому стоит добавить всевозрастающее осознание правительствами цивилизованных стран потенциальной опасности крупномасштабных последствий развития энергетики и озабоченность по поводу растущей деградации условий жизни в связи с экологическим прессом на локальном уровне (кислотные дожди, загрязнение воздуха и воды, тепловое загрязнение

В течение первой половины прошедшего столетия уголь с явным преимуществом держал первенство среди источников коммерческой энергии (более 60 % до 1950 г.). Однако резко увеличивается добыча нефти, что связано с открытием новых месторождений и с колоссальными потребительскими достоинствами этого вида ископаемого топлива.

#### Тепловые электростанции и окружающая среда

ТЭС производят электрическую (до 75% общей выработки электроэнергии мира) и тепловую энергию, при этом вся материальная масса топлива превращается в отходы, поступающие в окружающую среду в виде газообразных и твердых продуктов сгорания (рис. 2). Эти отходы в несколько раз (при сжигании газа в 5, а при сжигании антрацита в 4 раза) превышают массу использованного топлива.

Выбрасываемые в окружающую среду продукты сгорания определяются видом и качеством топлива, а также методом его сжигания. В настоящее время около 70% общего производства электроэнергии ТЭС обеспечивается конденсационными электростанциями. Вся тепловая энергетика мира ежегодно выбрасывает в атмосферу Земли более 200 млн. т оксида углерода, более 50 млн. т различных углеводородов, почти 150 млн. т диоксида серы, свыше 50 млн. т оксида азота, 250 млн. т мелкодисперсных аэрозолей. Ни у кого не вызывает сомнения, что подобная "деятельность" тепловой энергетики вносит существенный вклад в нарушение баланса установившихся в биосфере круговых процессов, которое все отчетливее стало проявляться в последние годы. Нарушение баланса отмечается не только вредным веществам (оксиды серы и азота), но и по углекислому газу. Этот дисбаланс с увеличением масштабов производства электроэнергии на базе органического топлива может, как теперь многие считают, в отдаленной перспективе привести к значительным экологическим последствиям для всей планеты. Процессу производства электроэнергии на ТЭС сопутствует также появление различных загрязняющих стоков, связанных с процессом водоподготовки, консервацией и промывкой оборудования, гидротранспортом золошлаковых отходов и т.п. Эти стоки при сбросах в водоёмы губительно влияют на их флору и фауну. В результате создания замкнутых систем водоснабжения это влияние снижается или устраняется.

Большое количество воды используется ТЭС в различных теплообменных устройствах для конденсации отработавшего пара, водо-, масло-, газо- и воздухоохлаждения. Для этих целей вода забирается из какого-либо поверхностного источника и при прямоточной схеме после использования в указанных устройствах возвращается обратно в те же источники. Эта вода вносит в используемый водоем большое количество теплоты и создает так называемое тепловое загрязнение его. Такого рода загрязнение воздействует на биологические и химические процессы, определяющие жизнедеятельность растительных и животных организмов, населяющих естественные водоёмы, и нередко приводит к их гибели, интенсивному испарению воды с поверхностей водоемов, изменению гидрологических характеристик стока, повышению растворимости пород в ложах водоемов, ухудшению их санитарного состояния и к изменению микроклимата в отдельных районах.

Основными источниками теплового загрязнения водоемов являются конденсаторы турбин. Из них отводится приблизительно от половины до двух третей всего количества теплоты, получаемой от сгорания органического топлива, что эквивалентно 35--40 % энергии используемого топлива.

Считается, что для конденсации пара на каждую турбину типа К-300-240 требуется до 10 м<sup>3</sup>/с воды, а для турбины К-800-240 -- уже 22 м<sup>3</sup>/с, и все это количество воды покидает конденсатор с температурой не менее 30°C.

Агрессивность и вредное влияние на природу теплой и горячей воды значительно усиливаются одновременным ее отравлением сбросами загрязненных стоков от других источников.

Следует, однако, отметить, что при использовании оборотной системы водоснабжения повышение температуры в водохранилищах-охладителях ТЭС в определенных условиях может оказаться для народного хозяйства экономически вполне оправданным. Известно, например, что в средней полосе России такие водохранилища можно заселять теплолюбивыми растительноядными рыбами, обеспечивающими питательную продукцию 25--30 ц/га в год. Подогретая вода может использоваться также для обогрева теплиц и т. п. Использование отходов теплоты позволяет в этом случае создавать так называемые энергобиологические комплексы, над развитием и совершенствованием которых работает широкий круг ученых.

Вместе с тепловым загрязнением водоемов наблюдается аналогичное загрязнение и воздушного бассейна. Только примерно 30 % потенциальной энергии топлива

превращается сегодня на ТЭС в электроэнергию, а 70 % ее рассеивается в окружающей среде, из них 10 % приходится на горячие газы, выбрасываемые через дымовые трубы.

### **Атомные электростанции и окружающая среда**

Атомная энергетика (5,9% мирового потребления коммерческой энергии) после периода быстрого роста в 70-е годы и начале 80-х испытывает жесточайший кризис, чему причиной всплеск социальных противоречий, экологическая и политическая оппозиция во многих странах, технические трудности обеспечения возросших требований безопасности АЭС и проблема захоронения радиоактивных отходов, перерасход затрат на строительство и сильный рост себестоимости электроэнергии, произведенной на АЭС. Тем не менее у атомной энергетики есть хорошее будущее, причем, по-видимому, путь к успеху лежит на пути к реализации новых физических принципов. В последнее десятилетие количество работающих в мире реакторов и их установленная мощность растут чрезвычайно медленно (на 1 января 1996г. число их составило 437 при мощности 344 ГВт против 426 и 318 ГВт на 1 января 1990г.). В мире есть большое количество стран, энергетика которых в значительной мере основана на атомной энергии (Литва, Франция, Бельгия, Швеция, Болгария, Словакия, Венгрия имеют долю "атомного" электропотребления выше 40%).

Атомные электростанции осуществляют значительно большие сбросы теплоты в водные бассейны, чем ТЭС, при одинаковых параметрах, что повышает интенсивность теплового загрязнения водоемов. Считается, что потребление охлаждающей воды на АЭС примерно в 3 раза больше, чем на современных ТЭС. Однако более высокий КПД АЭС с реакторами на быстрых нейтронах (40--42%), чем у АЭС на тепловых нейтронах (32-34%), позволяет примерно на одну треть сократить сброс теплоты в окружающую среду по сравнению со сбросом теплоты АЭС с водоохлаждаемыми реакторами.

Проблема радиационной безопасности эксплуатации АЭС является многоплановой и достаточно сложной. Главным источником возникновения опасной радиации является ядерное горючее. Изоляция его от окружающей среды должна быть достаточно надежной. С этой целью сначала ядерное топливо формируется в брикеты, материал матрицы которых удерживает большую часть продуктов деления радиоактивных веществ. Брикеты, в свою очередь, размещаются в тепловыделяющих элементах (твэлах), выполненных в виде герметически запаянных трубок из циркониевого сплава. Если все же произойдет хотя бы незначительная утечка продуктов деления из твэлов вследствие возникших в них неисправностей (что само по себе маловероятно), то они попадут в охлаждающий реактор реагент, циркулирующий по замкнутому контуру.

Реактор способен выдерживать огромные давления. Но и это не все: реактор окружает мощная железобетонная оболочка, способная выдержать самые сильные когда-либо отмечавшиеся ураганы и землетрясения и даже прямое попадание потерпевшего аварию самолета.

Наконец, для полной безопасности населения окружающего района осуществляется защита расстоянием, т.е. АЭС размещается на некотором удалении от жилых массивов. Другим источником радиационной опасности являются различные радиоактивные отходы, неизбежно возникающие во время эксплуатации реакторов. Различают три вида отходов: газообразные, жидкие и твердые.

Загрязнение атмосферы газообразными (летучими) радиоактивными отходами через вентиляционную трубу ничтожно. В худшем случае оно не превышает нескольких % предельно допустимого уровня, установленного нашим законодательством и Международной комиссией по радиологической защите, требования которой значительно ниже. Это достигается путем использования высокоэффективной системы очистки газов, имеющейся на каждой АЭС.

Таким образом, с точки зрения сохранения чистоты атмосферы АЭС оказались несравненно благоприятнее ТЭС.

Вода, загрязненная низкоактивными радиоактивными веществами, дезактивируется и используется повторно, и лишь незначительное количество ее сливается в бытовую канализационную систему, при этом загрязнение от нее не превышает максимальных уровней, допустимых для питьевой воды.

Несколько сложнее решается проблема с очисткой и хранением высокоактивных жидких и твердых отходов. Трудность здесь состоит в том, что такие радиоактивные отходы не могут быть искусственно нейтрализованы. Естественный радиоактивный распад, который для некоторых из них длится сотни лет, является пока единственным средством устранения их радиоактивности.

Вследствие этого высокоактивные жидкие отходы должны быть надежно захоронены специально для этого в приспособленных камерах. Предварительно отходы подвергают "отвердению" путем нагрева и выпаривания, что позволяет значительно (в сотни раз) уменьшить их объем.

Твердыми отходами АЭС являются детали демонтированного оборудования инструмент, отработавшие фильтры для очистки воздуха, спецодежда, мусор и т.д.

Эти отходы после сжигания и прессования для уменьшения габаритов помещаются в металлические контейнеры и также захораниваются в подземных камерах (траншеях). Основными радиоактивными отходами АЭС являются отработавшие твэлы, которые содержат уран и продукты деления, в основном плутоний, остающийся опасным в течение сотен лет. Они также подлежат захоронению в специальных подземных камерах. Чтобы предотвратить растекание радиоактивных отходов при возможных разрушениях подземных камер, отходы предварительно превращают в твердую стеклообразную массу. Создаются также специальные установки для переработки р/а отходов.

Некоторые страны, в частности Англия и отчасти США, производят захоронение отходов в специальных контейнерах, опускаемых на дно морей и океанов. Такой способ захоронения отходов таит в себе громадную потенциальную опасность радиационного загрязнения морей в случае разрушения контейнеров под воздействием коррозии.

Чтобы полностью устранить радиационную опасность АЭС, их ядерные реакторы снабжают практически безотказной аварийной защитой; резервными системами охлаждения, срабатывающими при внезапном повышении температуры; устройствами, удерживающими осколки радиоактивных веществ; запасными резервуарами на случай выброса радиоактивных газов. Все это при надлежащем уровне надежности оборудования и его эксплуатации приводит к тому, что атомные электростанции практически не оказывают загрязняющего воздействия на окружающую среду (Менеджмент ..., 2007). Однако потенциальная опасность выброса в атмосферу значительного количества радиоактивных продуктов все же имеется. Она реально может возникнуть при аварийном нарушении герметичности защитных барьеров, которые воздвигаются на пути возможного распространения радиоактивных веществ.

Радиационная безопасность АЭС для окружающей среды в этом случае определяется надежностью указанных защитных барьеров, а также эффективностью работы технологических схем, осуществляющих последующее поглощение и удаление радиоактивных веществ, проникающих через указанные барьеры.

На рис. 3 изображена общая схема воздействия АЭС на окружающую среду.

Рассмотренные некоторые вопросы радиационной безопасности касаются только АЭС, работающих на тепловых нейтронах. Для АЭС на быстрых нейтронах возникают дополнительные проблемы обеспечения радиационной безопасности, связанные, в частности, с необходимостью захоронения таких нарабатываемых как америций и кюрий.

### **Гидроэлектростанции и окружающая среда**

Гидроэнергетика (около 6,7%) динамично развивавшаяся, также переживает трудный период. Одна из наиболее серьезных проблем связана с затоплением земель при строительстве ГЭС. В развитых странах, где значительная часть гидроэнергетического

потенциала уже освоена (в Северной Америке -- более 60 %, в Европе -- более 40 %), практически нет подходящих для строительства ГЭС мест.

Проектирование и строительство крупных ГЭС ведется преимущественно в развивающихся странах, а наиболее крупные программы реализуются в Бразилии и Китае. Однако использование оставшегося достаточно большого гидроэнергетического потенциала в развивающихся странах ограничивается острой нехваткой инвестиционного капитала в связи с ростом внешнего долга и экологическими проблемами гидроэнергетики. По-видимому, трудно ожидать в будущем заметного увеличения роли гидроэнергии в мировом энергобалансе, хотя для целого ряда стран, прежде всего развивающихся, именно гидроэнергетика может дать существенный импульс экономике. Технологический процесс производства гидроэнергии экологически безвреден. При нормальном состоянии оборудования ГЭС отсутствуют какие-либо вредные выбросы в окружающую среду. Но создание крупных водохранилищ ГЭС на равнинных реках (Россия -- единственная страна мира, где осуществлено массовое строительство мощных ГЭС на таких реках) практически всегда влечет за собой ряд изменений в природных условиях и объектах народного хозяйства затрагиваемой территории.

Положительное значение водохранилищ как регуляторов стока распространяется на территории значительно больше, чем те, на которых оно располагается. Так, энергетический эффект регулирования стока проявляется не только в тех энергосистемах, в которых работает данная ГЭС, но при достаточно высокой ее мощности и в их объединениях. Орошение земель и защита плодородных угодий от наводнений, осуществляемые с помощью водохранилищ ГЭС, охватывают площади, в ряде случаев значительно превышающие площади затоплений.

Орошение земель, осуществляющееся с помощью Волгоградского водохранилища, охватывает огромную территорию Заволжья и Прикаспийской низменности. Однако нередко естественные неуправляемые процессы, происходящие в водохранилищах, приводят к неблагоприятным последствиям, иногда достаточно широкого плана.

Различают прямое и косвенное воздействие водохранилищ на окружающую природу. Прямое воздействие проявляется прежде всего в постоянном и временном затоплении и подтоплении земель. Большая часть этих земель относится к высокопродуктивным с/х и лесным угодьям. Так, доля с/х земель, затопленных водохранилищами Волжско-Камского каскада ГЭС, составляет 48% всей затопленной территории, причем некоторые из них расположены в пойменной зоне, отличающейся высоким плодородием. Около 38% затопленных земель составили леса и кустарники. В пустынной и полупустынной зонах три четверти всех затопленных земель приходится на пастбища.

Косвенные воздействия водохранилищ на окружающую среду изучены не так полно, как прямые, но некоторые формы их проявления очевидны и сейчас. Так обстоит дело, например, с изменением климата, проявляющимся в зоне влияния водохранилища в повышении влажности воздуха и образовании довольно частых туманов, уменьшении облачности в дневное время над акваторией и уменьшении там среднегодовых сумм осадков, изменении направления и скорости ветра, уменьшении амплитуды колебания температуры воздуха в течение суток и года.

Опыт эксплуатации отечественных водохранилищ показывает также, что количество осадков в прибрежной зоне заметно увеличивается, а среднегодовая температура воздуха в зоне крупных южных водохранилищ несколько снижается. Наблюдаются изменения и других метеорологических показателей. Изменение климата вместе с подтоплением и переформированием берегов иногда ведет к ухудшению состояния прибрежной древесной растительности и даже ее гибели.

К косвенным воздействиям водохранилищ следует отнести также появление территорий, которые становятся менее пригодными для использования в хозяйственных целях (например, острова в верхнем бьефе, осуходоленные поймы в нижнем бьефе и др.). Нельзя

также не отметить влияния создания водохранилищ на рыбное хозяйство. Здесь следует указать два обстоятельства. С одной стороны, сооружение плотины ГЭС препятствует проходу рыбы к местам нерестилищ, а с другой, требования рыбного хозяйства к режиму стока полностью противоречат задачам регулирования стока, т.е. той цели, для которой и создается водохранилище.

Конечно, было бы неправильно утверждать, что все прямые и косвенные воздействия водохранилищ ГЭС на окружающую среду (а их гораздо больше, чем здесь рассмотрено) имеют только негативную сторону. Обычно каждое из них и совокупность обладают комплексом как отрицательных, так и положительных свойств. Другие источники первичного электричества (солнечная, ветровая, геотермальная энергия) находясь лишь на пути к промышленному освоению, и в настоящее время их суммарный вклад в мировой энергобаланс измеряется долями %. Такое положение вызывается причинами экономического характера. Однако по мере технического прогресса, появление новых технологических разработок и перехода к массовому производству оборудования себестоимость электроэнергии снижается, приближаясь к уровню, характерному для традиционной энергетики

## **2. Воздействие нефтедобывающей промышленности на атмосферу, гидросферу и литосферу.**

- Воздействие нефтедобывающей промышленности на атмосферу, гидросферу и литосферу характеризуется:
  - загрязнением атмосферы выбросами вредных веществ;
  - потреблением воды для буровых установок и компрессорных станций, заводнением и сбросом загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды, на рельеф;
  - извлечением с нефтью высокоминерализованных попутных вод;
  - изменением ландшафта (земляные работы, изъятие земель для строительства объектов нефтегазодобычи, застройка, перемещение грузов волоком), вырубкой лесов, загрязнением почвы нефтепродуктами, разрушением пластов недр и др.;
  - захоронением отходов бурения;
  - аварийными разливами нефти.

Характерными загрязняющими веществами, образующимися в процессе добычи нефти, являются углеводороды и оксид углерода. Значительная масса загрязнений поступает в атмосферу при сжигании нефтяного газа в факелях.

В нефтедобывающей промышленности экономия свежей воды за счет использования оборотных систем водоснабжения достигает 89%, что выше среднего показателя по промышленности (78%). Большая часть сточных вод сбрасывается нефтедобывающими предприятиями в поглощающие горизонты, поверхностные водоемы, а также на рельеф. Сброс загрязненных сточных вод в водоемы невелик (31,1 млн. м<sup>2</sup>), большая их часть (около 80%) сбрасывается недостаточно очищенными.

Серьезный ущерб окружающей среде наносится разливами нефти и минерализованных сточных вод вследствие прорывов трубопроводов, вызванных различными причинами. По данным Минтопэнерго России, общее число аварий на внутрипромысловых нефтепроводах только в 1995 г. составило 25 477, из них наибольшее число пришлось на АО "Татнефть" (5805) и компанию "Роснефть" (4247).

Размещение предприятий нефтеперерабатывающей промышленности, которая является одним из крупнейших водопотребителей, вблизи водоемов или на территории крупных городов создает опасность для водных объектов и оказывает отрицательное воздействие на экологическую обстановку городов, что требует принятия дополнительных природоохранных мер.

Многие нефтеперерабатывающие заводы содержат на своем балансе сооружения, используемые для очистки не только промышленных, но и коммунальных сточных вод, вследствие чего на предприятиях скапливается в больших объемах биологически

активный ил, процесс утилизации которого является природоохранной проблемой отрасли.

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемы в воздух, являются углеводороды и летучие органические соединения, диоксид серы, оксид углерода и оксиды азота. Среди других проблем можно выделить образование большого кол-ва отходов производства (кислые гудроны, стоки синтетических жирных кислот, сернистощелочные стоки, отработанные отбеливающие земли)

На экологическую обстановку в угледобывающих регионах оказывают большое влияние шахты, разрезы, обогатительные фабрики, предприятия угольного машиностроения, производства строительных материалов, а также строительно-монтажные предприятия, автобазы, управления водно-канализационного хозяйства и др.

Основными направлениями негативного воздействия угольной промышленности являются следующие:

- изъятие из землепользования и нарушение земель;
- истощение водных ресурсов и нарушение гидрологического режима подземных и поверхностных вод;
- загрязнение подземных и поверхностных водных объектов сбрасываемыми в них производственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами предприятий и населенных пунктов;
- загрязнение воздушного бассейна твердыми и газообразными вредными веществами при применении существующих технологических процессов добычи, переработки и сжигания твердого топлива;
- загрязнения земной поверхности отходами добычи и обогащения угля и сланца;
- деятельность предприятий отрасли способствует ухудшению качества атмосферного воздуха (многочисленные котельные, дымящиеся терриконы и т.д.).

Негативные воздействия горных работ на природную среду особенно значительны при открытом способе добычи угля. Более 60% угольных шахт России взрывоопасны (газ и угольная пыль), почти в 50% возможно самовозгорание угля (Угольная ..., 1995).

Загрязнителями среды являются: отходы, угольная пыль, шахтная вода, что ведет к угнетению и смерти живых организмов.

В настоящее время применяются различные способы защиты окружающей среды от отрицательных воздействий на нее предприятий угольной промышленности в России. Отходы угольной промышленности используются в целях народного хозяйства. К материалам и изделиям из отходов углеобогащения, например, относятся: кирпич, цемент, аглоперит, газобетон, керамзит, материал для отсыпки дамб. В Министерстве промышленности России разрабатываются рациональные способы использования породных отвалов в качестве сырья для народного хозяйства.

Для борьбы с пылью должен применяться комплекс противопылевых мероприятий, включающий увлажнение горного массива, орошение водой со смачивающими добавками отбитого угля и породы, бурение шпуров и скважин с промывкой, пылеулавливанием.

Основными источниками загрязнения окружающей среды на машиностроительных предприятиях являются линейное производство, травильные и гальванические цехи, цехи механической обработки, сварочные и покрасочные цехи и участки.

Отрасль за год выбрасывает в атмосферу около 725 тыс. т, из которых улавливаются всего лишь 46,8-45,5%. Главным образом улавливают твердые вещества, менее опасные для здоровья населения; улавливание диоксида серы и оксидов азота остается на очень высоком уровне, поскольку эти вещества представляют большую опасность для окружающей среды, чем даже отдельные химические заводы, где степень улавливания загрязняющих веществ составляет 0,97-0,95%. Поскольку предприятия машиностроения размещены по всей стране, большие объемы сбрасываемых сточных вод загрязняют многочисленные водоемы, мелкие и большие реки. Из сброшенных в поверхностные водоемы за год 1,82 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе 170 млн. м<sup>3</sup> без очистки. Общие для всех видов

машиностроения технологические процессы термообработки, гальванотехники, нанесения лакокрасочных покрытий и обработки пластмасс по-разному воздействуют на окружающую среду. Сточные воды этих производств содержат токсичные вещества, образующиеся из кислот, неорганических солей хрома, цинка, меди, никеля, других тяжелых металлов.

На машиностроительных предприятиях образуются твердые отходы (черные и цветные металлы, шлак, зола, горелая формовочная смесь, шламы и флюсы, абразивы, древесные отходы, пластмассы). Отходы гальванического производства, относящиеся к первому классу опасности, в основном, вывозятся на полигоны (Калужская область), часто для этого неприспособленные (Алтайский край, Курская область), или накапливаются на территории предприятий (Нижегородская область и Красноярский край).

Основные виды воздействия транспорта и обеспечивающей его функционирование инфраструктуры - это загрязнение атмосферного воздуха токсичными компонентами отработавших газов транспортных двигателей, выбросы в атмосферный воздух от стационарных источников, загрязнение водных объектов, образование производственных отходов и воздействие транспортного шума.

## **1.8.Лекция № 9 (2 часа)**

### **Тема: «Характеристика источников образования твердых отходов, методы переработки отходов»**

#### **1.8.1.Вопросы лекции:**

- 1.Сбор, переработка, обезвреживание и утилизация ТБО.
- 2.Технология складирования ТБО на полигонах.
- 3.Классификация отходов.

#### **1.8.2. Краткое содержание вопросов**

##### **1.Сбор, переработка, обезвреживание и утилизация ТБО.**

Жизнедеятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов. Резкий рост потребления в последние десятилетия во всем мире привел к существенному увеличению объемов образования твердых бытовых отходов (ТБО). В настоящее время масса потока ТБО, поступающего ежегодно в биосферу достигла почти геологического масштаба и составляет около 400 млн. тонн в год.

Твердые промышленные и бытовые отходы (ТП и БО) засоряют и захламляют окружающий нас природный ландшафт, а также являются источником поступления вредных химических, биологических и биохимических препаратов в окружающую природную среду. Это создает определенную угрозу здоровью и жизни населения поселка, города и области, и целым районам, а также будущим поколениям. То есть, эти ТП и БО нарушают экологическое равновесие. С другой стороны ТП и БО следует рассматривать как техногенные образования, которые нужно промышленно-значимо характеризовать содержанием в них ряда черных, цветных металлов и других материалов, пригодных для использования в металлургии, машиностроении, энергетике, в сельском и лесном хозяйстве.

Влияние потока ТБО остро сказывается на глобальных геохимических циклах ряда биофильтных элементов, в частности органического углерода. Так, масса этого элемента, поступающего в окружающую среду с отходами, составляет примерно 85 млн. тонн в год, в то время как общий естественный приток углерода в почвенный покров планеты составляет лишь 41,4 млн. тонн в год.

Сделать производство безотходным невозможно так же, как невозможно сделать безотходными и потребление. В связи с изменением промышленного производства, изменения уровня жизни населения, увеличения услуг рынка значительно изменился качественный и количественный состав отходов. Запасы некоторых малоликвидных отходов, даже при современном спаде производства в России, продолжают накапливаться, ухудшая экологическую ситуацию городов, районов. Введение в 1994 году Временных правил по охране окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации позволило наработать в вопросах образования и утилизации отходов некоторый опыт.

Решение проблемы переработки ТП и БО приобретает за последние годы первостепенное значение. Кроме того, в связи с грядущим постепенным истощением природных источников сырья (нефти, каменного угля, руд для цветных и черных металлов) для всех отраслей народного хозяйства приобретает особую значимость полное использование всех видов промышленных и бытовых отходов. Многие развитые страны практически полностью и успешно решают все эти задачи. Особенно это касается Японии, США, Германии, Франции, Прибалтийских стран и многих других. В условиях рыночной экономики перед исследователями и промышленниками, перед муниципальными властями выдвигается необходимость обеспечить максимально возможную безвредность технологических процессов и полное использование всех отходов производства, то есть приблизиться к созданию безотходных технологий. Сложность решения всех этих

проблем утилизации твердых промышленных и бытовых отходов (ТП и БО) объясняется отсутствием их четкой научно-обоснованной классификации, необходимостью применения сложного капиталоемкого оборудования и отсутствием экономической обоснованности каждого конкретного решения.

Во всех развитых странах мира потребитель давно "диктует" производителю тот или иной вид упаковок, что позволяет налаживать безотходный оборот их производства.

В 2001 году был проведен социологический опрос, который показал, что 64 % граждан страны готовы раздельно собирать мусор без всяких условий. Учитывая, что существующие свалки переполнены, необходимо найти новые способы борьбы с ТБО. Эти способы должны сильно отличаться от сжигания, так как мусоросжигательные заводы крайне опасны.

В настоящее время реализованные в мировой практике технологии переработки ТБО обладают рядом недостатков, основным из которых является их неудовлетворительная экологическая проработка, связанная с образованием вторичных отходов, содержащих высокотоксичные органические соединения, и с высокой ценой переработки. Это связывается главным образом с отходами, содержащими хлорорганические вещества, и выделяющими высокотоксичные органические соединения (диоксины и т. п.).

Диоксинобразующими компонентами ТБО являются такие материалы, как картон, газеты, пластмассы, изделия из поливинилхлорида и т. д.

### 1. Характеристика твердых бытовых отходов (ТБО).

---

В городах и других населенных пунктах происходит наиболее интенсивное накопление ТБО, которые при неправильном и несвоевременном удалении и обезвреживании могут загрязнять окружающую среду.

Сезонные изменения состава ТБО характеризуются увеличением содержания пищевых отходов с 20 - 25% весной до 40 - 55% осенью, что связано с большим потреблением овощей и фруктов в рационе питания ( особенно в городах южной зоны) Зимой и осенью сокращается содержание мелкого отсева (уличного смета) с 20 до 1% в городах южной зоны и с 11 до 5% в средней зоне.

Нормы накопления ТБО - это количество отходов, образующихся на расчетную единицу человек - для жилищного фонда, одно место в гостинице; 1 м<sup>2</sup> торговой площади для магазинов и складов, в единицу времени - день, год. Нормы накопления определяют в единицах массы (кг) или объема (л, м<sup>3</sup>)

На нормы накопления и состав ТБО влияют такие факторы

- степень благоустройства жилищного фонда (наличие мусоропроводов, газа, водопровода, канализации, системы отопления),
- этажность, вид топлива при местном отоплении,
- развитие общественного питания, культура торговли, степень благосостояния населения и т д.,
- климатические условия (различная продолжительность отопительного периода - от 150 дней в южной зоне до 300 дней в северной ),
- специфика питания и др.

Качество получаемого в процессе переработки ТБО органического удобрения или биотоплива зависит от химического состава исходных ТБО.

Важным показателем физических свойств ТБО является **плотность**. Плотность ТБО благоустроенного жилищного фонда в весенне-летний сезон (в контейнерах) составляет 0,18 - 0,22 т/м<sup>3</sup>, в осенне-зимний - 0,20 - 0,25 т/м<sup>3</sup>. Для различных городов среднегодовое значение 0,19 - 0,23 т/м<sup>3</sup>.

ТБО обладают механической (структурной) связностью благодаря волокнистым фракциям (текстиль, проволока и др.) и сцеплениям, обусловленным наличием влажных липких компонентов. Вследствие связности ТБО обладают склонностью к свободообразованию и не просыпаются в неподвижную решетку с расстоянием между стержнями 20 - 30 см. ТБО могут налипать на металлическую стенку с углом наклона к горизонту до 65 - 70°.

Благодаря наличию твердых балластных фракций (керамика, стекло) ТБО и компост обладают абразивностью, т. е. свойством истирать соприкасающиеся с ними взаимопересекающиеся поверхности. ТБО обладают слеживаемостью, т. е. при длительной неподвижности теряют сыпучесть и уплотняются (с возможностью выделения фильтрата) без всякого внешнего воздействия. При длительном контакте ТБО оказывает на металл коррелирующее воздействие, что связано с высокой влажностью и наличием в фильтрате растворов различных солей.

В зависимости от нагрузки свойства ТБО меняются следующим образом. При повышении давления до 0,3 - 0,5 МПа происходит ломка различного рода коробок и емкостей. Объем ТБО (в зависимости от его состава и влажности) уменьшается в 5 - 8 раз, плотность возрастает до 0,8 - 1 т/м<sup>3</sup>. В пределах этой стадии работают прессовые устройства, применяемые при сборе и удалении ТБО.

При повышении давления до 10 - 20 МПа происходит интенсивное выделение влаги (выделяется до 80 - 90% всей содержащейся в ТБО воды). Объем ТБО снижается еще в 2 - 2,5 раза при увеличении плотности в 1,3 - 1,7 раза. Спрессованный до такого состояния материал на некоторое время стабилизируется, так как содержащейся в материале влаги недостаточно для активной деятельности микроорганизмов. Доступ кислорода в массу затруднен.

При повышении давления до 60 МПа незначительно снижается объем (в основном за счет выдавливания влаги) и практически не возрастает плотность ТБО.

В зависимости от первоначальной влажности и условий прессования выдавливание влаги начинается при давлении 0,4 - 1,0 МПа, что следует учитывать при разработке устройств для брикетирования ТБО.

## **2. Технология складирования ТБО на полигонах.**

Полигоны ТБО являются инженерными специализированными сооружениями, предназначенными для захоронения твердых бытовых отходов.

Полигоны ТБО должны обеспечивать санитарное и эпидемическое благополучие населения, экологическую безопасность окружающей природной среды, предотвращать развитие опасных геологических процессов и явлений.

Размеры и мощность полигона ТБО должны определяться потребностью в складировании твердых бытовых отходов с учетом экологических требований и санитарных норм, количества населения, расчетного срока эксплуатации, годовой нормы накопления ТБО.

На полигоны ТБО принимаются твердые бытовые отходы из жилых домов и общественных зданий, учреждений, предприятий торговли и общественного питания, а также уличный, садово-парковый, строительный мусор и другие виды твердых инертных отходов при соответствующем обосновании, а также промышленные отходы III-IV классов опасности в соответствии с приложением Е с разрешения местных органов санитарно-эпидемиологической и экологической служб и пожарной инспекции.

Промышленные отходы IV класса опасности могут использоваться на полигоне твердых бытовых отходов как изолирующий материал.

Приему на полигон ТБО не подлежат отходы, которые могут быть вторичным сырьем (привозможности утилизации); отходы, содержащие токсические, отравляющие и агрессивные по отношению к сооружениям полигона ТБО вещества.

Как правило, складированию на полигонах ТБО подлежит только та часть твердых бытовых отходов, которая не может быть утилизирована.

Рекомендуется при полигонах ТБО предусматривать специальные сооружения для извлечения ресурсно-ценных компонентов ТБО в соответствии с действующим законодательством.

При полигонах ТБО, где проводится складирование брикетов ТБО, рекомендуется предусмотреть площадку для создания технологических линий по производству брикетов.

Полигоны ТБО, где происходит одновременное складирование как обычных, так и брикетированных ТБО, должны иметь отдельные участки их складирования.

Полигоны ТБО необходимо проектировать на основе инженерных и экологических изысканий.

При проектировании полигонов ТБО должны быть предусмотрены:

решения, обеспечивающие эксплуатационную надежность, экономичность, минимальное отчуждение земельных и других природных ресурсов и обязательное возвращение временно отчужденных земель для дальнейшего хозяйственного использования; разработка материалов оценки воздействия на окружающую среду в соответствии с ДБН А.2.2-1;

инженерные мероприятия, обеспечивающие устойчивость полигона как сооружения, его долговечность и безопасность окружающей среды;

требования безопасности жизни и здоровья человека.

Гидротехнические сооружения (дамбы, водоотводы и т.п.) или их элементы в составе полигонов ТБО следует относить к классу капитальных сооружений с учетом последствий в случае аварии - в соответствии со СНиП 2.06.01.

2. Проектом должна быть предусмотрена рекультивация земель после закрытия полигона ТБО.

При разработке рекультивированных или других полигонов ТБО как техногенных месторождений (или с другой целью) проектная документация для складирования переработанных отходов должна соответствовать этим Нормам и согласовываться в соответствии с действующим законодательством.

На всех этапах выбора площадки под размещение полигона ТБО, его проектирования и строительства необходимо руководствоваться действующим законодательством.

### **Размещение полигонов ТБО**

1. Участок для размещения полигона ТБО должен выбираться по территориальному принципу в соответствии со схемой санитарной очистки города или региона и проекта районной планировки или генерального плана населенного пункта.

Полигоны ТБО размещают:

на землях несельскохозяйственного назначения, непригодных для сельского хозяйства, ухудшенного качества, не занятых зелеными насаждениями (особенно лесами 1-й группы);

на участках, где есть возможность осуществления мероприятий и внедрения инженерных решений, исключающих загрязнение окружающей природной среды, развитие опасных геологических процессов или других негативных процессов и явлений;

на участках, прилегающих к городским территориям, если они не включены в жилую застройку в соответствии с генеральным планом развития города на ближайшие 25 лет, а также под перспективную застройку;

на участках, характеризующихся природной защищенностью подземных вод от загрязнения;

за границами зон возможного влияния на водозаборы, поверхностные воды, заповедники, курорты и т.д.;

с учетом розы ветров относительно жилой застройки, зон отдыха и других мест массового пребывания населения за границами санитарно-защитной зоны;

за границами городов;

на расстоянии, не менее:

15 км от аэропортов;

3 км от границы курортного города, открытых водоемов хозяйственного назначения, объектов, используемых в культурно-оздоровительных целях, заповедников, мест отдыха перелетных птиц, морского побережья;

. 1 км от границы городов;

0,5 км от жилой и общественной застройки (санитарно-защитная зона);

0,2 км от сельскохозяйственных угодий и от автомобильных и железнодорожных путей общей сети;

0,05 км от границы леса и лесопосадок, не предназначенных для использования в рекреационных целях.

Расстояния от указанных выше объектов могут корректироваться по данным моделирования или расчетов влияния полигона ТБО на окружающую среду, с обязательным согласованием с местными органами экологического контроля и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы.

Размещение полигонов ТБО не допускается:

на площадях залегания полезных ископаемых и территориях с горными выработками без согласования с органами государственного горного надзора;

в опасных зонах отвалов породы различных шахт или обогатительных фабрик; в зонах активного карста;

в зонах развития тектонических разломов, оползней, селевых потоков, снежных лавин, подтопления и иных опасных геологических процессов, а также на территориях сезонного затопления;

в заболоченных местах;

в зонах пополнения и выхода на поверхность подземных вод;

в зонах формирования и использования минеральных вод;

на территориях зон I, II пояса санитарной охраны водозаборов питьевых и минеральных вод;

в охранных зонах водоемов;

в зонах санитарной охраны курортов и заповедников;

- на землях, занятых или предназначенных под занятие лесами, лесопарками, иными зелеными насаждениями, которые выполняют защитные функции и являются местами массового отдыха населения.2.4 Размещение полигонов ТБО допускается:

на просадочных грунтах при условии полного устранения просадочных свойств грунтов;

на потенциально подтопляемых территориях при условии сооружения дренажа путем устройства противофильтрационного экрана в соответствии с п. 2.6 в основании и на склонах полигона и обеззараживания вод в случае аварийной ситуации;

в зоне III пояса санитарной охраны водозаборов при наличии у них природной защищенности(присутствие в литологическом разрезе достаточно мощных и выдержаных водоупорных пород) с устройством в чахе полигона надежного противофильтрационного экрана (коэффициент фильтрации воды не более 10<sup>-9</sup> м/с);

в сейсмических районах при соблюдении соответствующих нормативных требований СНиП II-7;

на участках, удаленных от тектонических разломов и активных зон геодинамической напряженности, которые выявляются с помощью инженерных изысканий.

Грунтовые воды на участке размещения полигонов ТБО должны находиться на глубине не менее 2 м от его основания.

Противофильтрационным экраном полигонов ТБО считается экран, который имеет в соответствии с европейскими стандартами коэффициент фильтрации воды не более 10<sup>-9</sup> м/с.

Полигоны ТБО в зависимости от особенностей расположения в рельефе делятся на:

равнинные (расположенные на относительно ровной поверхности с уклоном рельефа до 5 %);

склоновые (расположенные на склонах рельефа с уклоном местности более 5 %);

водораздельные (расположенные на водораздельных пространствах);

овражно-балочные (расположенные в природных понижениях рельефа, балках и оврагах);

котлованные или карьерные (расположенные в искусственных выемках или карьерах после добычи строительных материалов или полезных ископаемых);

горные (расположенные в горной местности);

смешанные (например, карьерно-склоновые и др.).

В зависимости от особенностей размещения полигонов ТБО в рельефе выполняют: комплекс инженерных, экологических и санитарно-гигиенических изысканий, оценку воздействия на окружающую среду, включая среду жизнедеятельности человека, разработку конструктивных и технологических проектных решений, обоснование мероприятий по уменьшению или ликвидации негативного влияния на окружающую среду и развитие опасных геологических процессов и явлений, а также обеспечения эксплуатационной надежности полигонов ТБО.

. По типу увлажнения территории, определяемого как отношение суммы годовых осадков к влаге, которая испаряется с поверхности суши (Кув), и показанных в приложении В, полигоны ТБО относят к зоне:

I - избыточного увлажнения, Кув > 1,2; II - достаточного увлажнения, Кув 1,0...1,2; III - нестабильного увлажнения, Кув 0,75...1,2;

IV - недостаточного увлажнения, Кув 0,5...0,75; V - засушливой, Кув < 0,5.

1. В зависимости от типа увлажнения территории, на которой размещаются полигоны ТБО, рассчитывается объем образования фильтрата, определяются методы борьбы с его накоплением, размер секций накопителей фильтрата, продолжительность их наполнения и особенности состава работ, указанных в 2.8.

Отвод земельного участка под размещение полигонов ТБО, составление акта выбора и отвода осуществляются согласно действующему законодательству и соответствующим нормативным документам.

### **Проектирование полигонов ТБО. Состав проекта**

Проект полигона ТБО в соответствии с ДБН А 2.2-3 должен состоять из таких разделов:

1. Общая пояснительная записка
2. Технологический раздел: расчет емкости, технологическая схема с учетом очередности строительства, продольный и поперечный технологические разрезы, режим эксплуатации, расчет потребности в эксплуатационном персонале, машинах и механизмах, рекомендации по рекультивации участка после закрытия полигона ТБО
3. Генеральный план участка: вертикальная планировка, благоустройство, дороги, специальные гидротехнические сооружения (водоотводные нагорные канавы, дамбы, водоупорные основания и т.п.)
4. Архитектурно-строительный раздел
5. Санитарно-технический раздел
6. Электротехнический раздел
7. Основные технико-экономические показатели
8. Сводная смета
9. Оценка влияния на окружающую среду (ОВОС)
1. Санитарно-защитная зона и система мониторинга
2. Санитарно-технический паспорт полигона ТБО.

### **Инженерные исследования территории полигона ТБО**

1. На участке территории, выделенной под полигон ТБО, должны быть выполнены комплексные инженерные изыскания, которые включают топогеодезическую съемку, геологические, гидрогеологические, гидрологические, экологические и санитарно-гигиенические исследования.
2. Для проектирования полигона ТБО необходимо иметь план всего участка в масштабе 1:500-т-1:2000 в зависимости от степени сложности рельефа и план участка хозяйственной зоны в масштабе 1:500. Ситуационный план составляется в масштабе 1:5000-1:25000 в зависимости от размера ожидаемой зоны влияния на окружающую среду и степени ее отображения.

Инженерные исследования выполняются, как правило, в два этапа. На первом этапе - с целью обоснования выбора участка размещения полигона ТБО по вариантам, на втором - с целью получения исходных данных для разработки необходимой проектной

документации. Состав и объем инженерных исследований устанавливается техническим заданием.

**Расчет емкости полигона ТБО.** Проектная емкость полигона ТБО рассчитывается с целью обоснования размеров участка складирования ТБО. Размер земельного участка, который отводится под складирование ТБО, определяется в зависимости от:

1. срока эксплуатации полигона ТБО;
2. численности населения обслуживаемого района, с учетом перспективы его роста;
3. нормы накопления ТБО и их плотности;
4. объема всех других отходов, которые складируются вместе с ТБО (уличный и строительный мусор, некоторые промышленные отходы, которые разрешается складировать вместе с ТБО и другие);
5. геометрической формы участка и допустимой высоты складирования отходов;
6. метода, принимаемого для уплотнения отходов при складировании;
1. направления дальнейшего использования земельного участка после закрытия и рекультивации полигона ТБО.

### **3.Классификация отходов**

Все промышленные условно разделяются на четыре класса (группы), каждая из которых характеризует такие отходы с точки зрения потенциальной опасности для человека, животного и растительного мира в целом. Опасность отходов при такой классификации убывает с увеличением порядкового номера группы.

#### **I класс опасности:**

отходы гальванических производств; ртуть; хлорорганика; хром шестивалентный; прочие отходы I класса опасности.

#### **II класс опасности:**

кубовые остатки; нефтепродукты; мышьяк; серная кислота; прочие отходы II класса опасности.

#### **III класс опасности:**

нефтеламы; медь; свинец; цинк; прочие отходы III класса опасности

#### **IV класс опасности:**

Прочие промышленные отходы, представляющие незначительную экологическую угрозу. Твердые бытовые отходы (ТБО).

При рассмотрении всего комплекса проблем, связанных со сбором, транспортом, обезвреживанием и утилизацией ТБО, в первую очередь ставится вопрос о составе и свойствах этого материала. Если для решения вопроса сбора и транспорта ТБО достаточно информации об их влажности и плотности, то при выборе метода и технологии обезвреживания и последующей утилизации необходимо получить полную информацию о морфологическом и элементном составе и свойствах ТБО, в том числе теплотехнических. Для решения вопроса о возможности и целесообразности использования наиболее распространенного в республиках СНГ метода биотермического обезвреживания и переработки ТБО необходима информация о содержании органического вещества, удобрительных элементов и т. д.

Существенная часть фракций ТБО повсеместно представлена различными органическими материалами. Основными группами среди них являются пищевые остатки и бумага. Их соотношение меняется в зависимости от уровня развития страны и ее географического положения и культурных особенностей. Однако в целом доля органических фракций ТБО колеблется по миру не столь значительно, от 56% в развитых странах до 62% - в развивающихся. Если учсть фракции представленные древесными отходами, то эти величины возрастут соответственно до 61% и 69%. ТБО имеют низкую теплотворность. Удельная теплота сгорания их составляет 1480 ккал/кг, колебляясь по сезонам года от 1224 до 1612 ккал/кг.

ТБО по морфологическому признаку подразделяются на компоненты: бумагу, картон; пищевые отходы; дерево; металл (черный и цветной); текстиль; кости; стекло; кожу, резину; камни; полимерные материалы; прочие (неклассифицируемые фракции); отсев менее 15 мм. По единой методике, принятой Европейскими странами, при необходимости добавляется компонент "садовые отходы".

Морфологический состав ТБО (% вес.)

бумага, картон 33 - 40

пищевые отходы 26 - 32

дерево, листья 1.5 - 5

металл черный 2.5 - 3.6

металл цветной 0.4 - 0.6

кости 0.9 - 0.5

кожа, резина 0.8 - 1.3

текстиль 4.6 - 6.5

стекло 2.7 - 4.3

камни, керамика 0.7 - 1.0

полимерные материалы 4.6 - 6.0

отсев менее 16 мм 8.8 - 11.2

Средний состав отечественного мусора, как показал анализ, имеет некоторое отличие от состава мусора других стран. Так, в нем велико содержание строительного мусора (ок. 10%) и повышенная доля пищевых отходов. Встречается на городской свалке и промышленный мусор. Состав мусора, разумеется, имеет значительные сезонные и локальные колебания, но в среднем он слагается из следующих компонентов (содержание в % масс.):

пищевые отходы – 18

строительный мусор – 10

бумага и картон – 40

пластик, полимерная пленка – 7

стекло – 10

металлы – 10

резина и кожа – 3

прочее – 2

#### 1.2.2.3Биологические и биохимические твердые отходы.

Биологические и биохимические объекты ТО - это в первую очередь отходы медицинских и ветеринарных учреждений являются, как уже отмечалось, потенциальными источниками инфекционных заболеваний, источниками распространения гельминтофауны и других паразитов даже в зимний период. При низких температурах в зимний период вся патогенная флора, вызывающая инфекционные заболевания, хотя и переходит в неактивную (споровую) форму, то при плюсовой температуре и благоприятных условиях она вновь начинает успешно развиваться и размножаться. Такие компоненты ТО, несущие биологические и биохимические объекты особенно опасны для окружающей среды, для теплокровных животных и человека в любое время года. Поэтому такие ТО, содержащие биообъекты должны подвергаться обязательной стерилизации посредством высокой термообработки в течение 1-2 часов в электротермическом реакторе или в реакторе "Пурвокс".

Термин «сокращение отходов» обозначает спланированную серию мероприятий, направленных на уменьшение количества и вредных свойств производимых отходов и увеличение доли отходов, которые могут быть использованы как вторсырье.

В Западных странах кампания за сокращение отходов ведется давно и в основном направлена против излишней упаковки, так как значительная часть ТБО состоит из упаковочных материалов:

около 30% отходов по весу и 50% по объему составляют различные упаковочные материалы; 13% веса и 30% объема упаковочных материалов составляет пластик; в настоящий момент абсолютное количество пластиковых отходов в развитых странах удваивается каждые десять лет.

Уменьшение отходов, связанных с упаковкой товаров, является одним из важнейших направлений работы по сокращению отходов. То, как упаковываются товары, в значительной степени зависит от предпочтений потребителей, которые, в свою очередь, формируются средствами массовой информацией, рекламой и т.п. Следующие рекомендации потребителям могут стать содержанием образовательных и просветительских программ общественных организаций и городских властей:

Избегать ненужной упаковки. Многие предметы в магазинах упаковываются только для того, чтобы привлечь внимание покупателя: например, т.н. *blister packaging* – мелкие предметы, помещенные на ярко раскрашенную картонную подложку и закрытые прозрачным пластиком.

Отдавать предпочтение продуктам многоразового использования.

Второй элемент сокращения отходов – удаление особо опасных отходов, таких как детергенты, ядохимикаты, лакокрасочные материалы, аккумуляторы и батарейки и т.д. из потока ТБО. Эти продукты не должны попадать на обычные полигоны или мусоросжигательные заводы. Обращение с опасными отходами, включая их транспортировку и хранение обычно требует применения дорогостоящих «высоких» технологий и, как правило, осуществляется организациями, имеющими государственную лицензию на деятельность такого типа, работа которых оплачивается производителем опасных отходов, или, в особых случаях, страховыми компаниями или государством. Для сбора опасных отходов необходима разработка специальных мероприятий, таких как организация постоянно действующих пунктов по сбору или проведение специальных дней сбора отходов. В Пенсильвании, например, действует программа сбора использованных батареек и аккумуляторов, законодательно поддержанная правительством штата, о которой пойдет речь ниже.

Отдавать предпочтение минимальной упаковке – приобретать товары с более легкой упаковкой и товары, продающиеся большими объемами.

Отдавать предпочтение упаковке, которую можно вторично использовать или переработать. Среди упаковочных материалов, используемых как вторсырье, алюминий составляет 47%, бутылки для газированной воды – 17%, стальные консервные банки – 15%, стекло – 11% (цифры приведены для США).

Отдавать предпочтение упаковке, изготовленной из вторично переработанных и/или экологически безвредных материалов. В настоящее время не существует однозначного соглашения о том, что считать «вторично переработанным» материалами, то есть какой процент вторсырья они должны содержать. Разумно полагаться на «зеленые значки», наносимые на товары и упаковку во многих странах.

Сбор отходов часто является наиболее дорогостоящим компонентом всего процесса утилизации и уничтожения ТБО. Поэтому правильная организация сбора отходов может сэкономить значительные средства. Существующая в России система сбора ТБО должна оставаться стандартизованной с точки зрения экономичности. В то же время дополнительное планирование необходимо для того, чтобы решить новые проблемы (например, отходы коммерческих киосков, на сбор которых часто не хватает ресурсов). Иногда средства для решения этих новых проблем можно изыскать, вводя дифференцированную плату за сбор мусора.

В густонаселенных территориях нередко приходится транспортировать отходы на большие расстояния. Решением в этом случае может явиться станция временного хранения отходов, от которой мусор может вывозиться большими по грузоподъемности машинами или по железной дороге. Следует при этом отметить, что станции

промежуточного хранения представляют собой объекты повышенной экологической опасности и могут при неправильном расположении и эксплуатации вызывать не меньше нареканий местных жителей и общественных организаций, чем свалки и МСЗ (как это происходит, например, в Алма-Ате).

Во многих городах на базе полигонов ТБО и специальных автохозяйств созданы унитарные муниципальные предприятия по сбору и складированию ТБО. В ряде случаев полигоны поставлены под прямой контроль природоохранных организаций, а их деятельность частично финансируется из экофондов (Воронеж, Киров и т.д.).

## **2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Не предусмотрено РУП.**

### **3.Методические указания по проведению практических занятий.**

#### **3.1. Практическое занятие № 1-2 (ПЗ 1-2) (2 часа)**

**Тема:«Естественные, антропогенные и физические источники загрязнения атмосферы».**

##### **3.1.1 Задание для работы:**

Изучить естественные, антропогенные и физические источники загрязнения атмосферы, виды и состав промышленных регионов, общие особенности регионов, природные ресурсы, численность населения и трудовые ресурсы, основные отрасли промышленности, основные проблемы.

##### **3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Группа (30) разбивается на 11 групп, так как при экономическом районировании в Российской Федерации выделяют 11 экономических районов (ЭР):

1. Центральный
2. Центрально-Чернозёмный
3. Восточно-Сибирский
4. Дальневосточный
5. Северный
6. Северо-Кавказский
7. Северо-Западный
8. Поволжский
9. Уральский
10. Волго-Вятский
11. Западно-Сибирский

Каждой группе необходимо на занятии представить свой регион, предварительно ознакомившись с его месторасположением, составом и площадью региона; природными ресурсами; основными отраслями промышленной концентрации; основными проблемами, обозначить свой регион на картах, рассказать о естественных, антропогенных и физических источниках загрязнения атмосферы в регионах.

##### **3.1.3 Результаты и выводы:**

**Результаты и выводы оформить в формате А4, подготовить презентацию.**

##### **Вопросы для обсуждения.**

1. Понятие «загрязнение окружающей среды».
2. Типы загрязнения объектов окружающей среды.
3. Классификация загрязнителей по характеру влияния на окружающую природную среду и области воздействия.

4. Перечислите какие отрасли включает производственная сфера.
5. Перечислите какие отрасли включает непроизводственная сфера.
6. экономического района.
7. Назовите общие особенности и природные ресурсы Северного экономического района.
8. Охарактеризуйте население, трудовые и природные ресурсы Центрального экономического района.
9. Назовите общие особенности и трудовые ресурсы Волго-Вятского экономического района.
10. Перечислите основные проблемы и природные ресурсы Центрально-Черноземного экономического района.
11. Перечислите основные промышленные отрасли Северо-Кавказского экономического района.
12. Назовите общие особенности и трудовые ресурсы Поволжского экономического района.
13. Охарактеризуйте население, трудовые и природные ресурсы Уральского экономического района.
14. Перечислите основные проблемы и природные ресурсы Западно-Сибирского экономического региона.
15. Перечислите основные промышленные отрасли Восточно-Сибирского района.

### **3.2. Практическое занятие №3-4 (ПЗ 3-4) (4 часа)**

**Тема: «Основные источники загрязнения гидросфера».**

#### **3.2.1 Задание для работы:**

Рассмотреть основные источники загрязнения гидросфера; методы очистки сточных вод, современные технологические схемы очистки сточных вод.

#### **3.2.2 Краткое описание проводимого занятия.**

##### **Определение необходимой степени очистки сточных вод:**

Санитарное состояние водоема считается удовлетворительным, если одно вредное вещество или группа вредных веществ будет содержаться в воде водоёма в концентрациях, удовлетворяющих соотношению

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{ПДК_i} < 1 \quad (1)$$

$C_i$  – концентрация  $i$ -го вещества, содержащегося в водоеме,  
 $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества.

Из (1) распишем, что

$$\frac{C'_i}{ПДК'_i} + \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{ПДК_i} < 1 \quad (2)$$

Тогда получим, что каждое загрязняющее вещество, содержащееся в воде водоема может присутствовать в водоёме в концентрации не более

$$C'_i < ПДК'_i \left( 1 - \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{ПДК_i} \right) \quad (3)$$

$C'_i$ ,  $ПДК'_i$  – концентрация и предельно допустимая концентрация расчетного  $i$ -го вещества

Концентрация каждого загрязнителя в очищенных сточных водах должна быть менее

$$C_{\text{очи}} \leq n(C_i - C_{\phi i}) - C_{\phi i} \quad (4)$$

$C_{\text{очи}}$  – концентрации каждого загрязнителя в очищенных сточных водах

$C_{\phi i}$  – фоновая концентрация загрязнителя в водоеме до сброса

$n$  – кратность разбавления

Степень очистки сточных вод

$$\mathcal{E}_i = \frac{100(C_{\text{очи}} - C_{\phi i})}{C_{\text{очи}}} \quad (5)$$

$C_{\text{очи}}$  – исходная концентрация до очистки

Тогда концентрация  $i$ -го вещества в очищенной воде

$$C_{\text{очи}} = C_{\text{очи}} \left(1 - \frac{\mathcal{E}_i}{100}\right) \quad (6)$$

Приравнивая правые части уравнений (4) и (6), получим соотношение для определения максимально допустимая концентрация в водоеме с учетом степени разбавления и эффективности очистки

$$C_i = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{\mathcal{E}_i}{100}\right) C_{\text{очи}} + \frac{n-1}{n} C_{\phi i} \quad (2)$$

Подставив (7) в (1) получим эффективность степени очистки

$$\mathcal{E}_i = \left[ 1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{\phi i}}{\text{ПДК}_i}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{\text{очи}}}{\text{ПДК}_i}} \right] 100$$

**Задача.** Определить необходимую степень очистки производственных сточных вод от вредных веществ, если в сточных водах содержаться следующие загрязнители

$$C_{\text{очиNi}} = 1.15 \text{ мг/л}$$

$$C_{\text{очиMo}} = 1.1 \text{ мг/л}$$

$$C_{\text{очиAs}} = 0.6 \text{ мг/л}$$

**Кратность разбавления сточных вод  $n = 65$ .**

**Вода до места сброса характеризуется следующими показателями**

$$C_{\phi Ni} = 0.003 \text{ мг/л}$$

$$C_{\phi Mo} = 0.15 \text{ мг/л}$$

$$C_{\phi As} = 0.002 \text{ мг/л}$$

**ПДК указанных веществ**

$$\text{ПДК}_{Ni} = 0.1 \text{ мг/л}$$

$$\text{ПДК}_{Mo} = 0.5 \text{ мг/л}$$

$ПДК_{As} = 0.05 \text{ мг/л}$

### **3.2.3 Результаты и выводы:**

**Результаты и выводы оформить в формате А4, подготовить презентацию.**

**Вопросы для обсуждения.**

1. Что такое гидросфера?
2. Какова структура гидросферы?
3. В чем заключается уникальность воды?
4. По каким показателям можно определить качество воды?

### **3.3.Практическое занятие № 5-6 (ПЗ 5-6) (4 часа)**

**Тема: «Факторы эрозионной деградации почв».**

#### **3.3.1 Задание для работы:**

Изучить факторами эрозионной деградации почвы. Знакомство студентов с наиболее широко распространенными процессами эрозионной деградации почв - эрозией (водной эрозией) и дефляцией (ветровой эрозией), а так же знакомство с другими - менее изученными видами современной деградации почв, причинами их возникновения и развития, мероприятиями по охране почв

#### **3.3.2 Краткое описание проводимого занятия.**

В целях защиты почв от деградации применяют следующие экозащитные мероприятия:

- защита почв от водной и ветровой эрозии;
- рекультивация нарушенного почвенного покрова;
- защита почв от дегумификации, почвоутомления и истощения;
- защита почв от засоления, осолонцевания и слитизации;
- защита почв от загрязнения продуктами техногенеза (тяжелыми металлами, нефтью, нефтепродуктами, пестицидами, радионуклидами и т.д.).

**Задача почв от водной и ветровой эрозии** включает организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия.

**Организационно-хозяйственные мероприятия** – обоснование и составление плана противоэрозионных мероприятий и обеспечение его выполнения (рациональное распределение земельных угодий, почвозащитные севообороты, земледелие полосами, регулирование выпаса скота и др.)

**Агротехнические мероприятия** включают приемы фитомелиорации (севообороты с многолетними травами, замена чистых паров на занятые, сидеральные и кулисные), противоэрозионную обработку почвы (обработка почв по горизонтали, «контурное» земледелие, щелевание и кротование почв, обвалование, безотвальная вспашка с сохранением стерни и пожнивных остатков), снегозадержание и регулирование снеготаяния (лесные полосы и кулисы, пахота снега, прикатывание).

**Лесомелиоративные мероприятия** основаны на создании лесных защитных насаждений (ветрозащитные и приовражные лесные полосы, полезащитные лесные и кустарниковые полосы поперек склонов и т.д.).

**Гидротехнические мероприятия** применяют в тех случаях, когда другие приемы не в состоянии предотвратить эрозию и основаны на создании гидротехнических сооружений, обеспечивающих задержание или регулирование склонового стока (террасирование склонов, выполнивание оврагов бульдозерами, закрепление склонов оврагов).

**Рекультивация земель** – мероприятия по восстановлению и оптимизации нарушенных

ландшафтов. Она включает комплекс горно-технических, мелиоративных, сельскохозяйственных, лесохозяйственных и инженерно-строительных работ, направленных на восстановление нарушенного плодородия земель. На восстановленной территории создаются сельскохозяйственные угодья, лесонасаждения, водоемы, зоны отдыха, жилые и промышленные застройки и т. д.

Рекультивация включает три этапа: подготовительный, горно-техническая рекультивация и биологическая рекультивация.

*1 этап (подготовительный)* предполагает обследование нарушенных территорий: определяют направление рекультивации, составляют технико-экономическое обоснование и проект рекультивации.

*2 этап (горно-техническая рекультивация)* включает химическую мелиорацию, если она необходима. Горно-техническую рекультивацию *выполняют предприятия, которые ведут разработку полезных ископаемых*.

*3 этап (биологическая рекультивация)* направлен на восстановление плодородия подготовленных в процессе горнотехнической рекультивации земель и превращение их в полноценные лесные или сельскохозяйственные угодья. Наиболее дешевым видом освоения рекультивируемых территорий является облесение. Для улучшения свойств верхнего слоя отвалов, для накопления в нем органического вещества и азота перед посадкой деревьев высевают люпин, донник или люцерну с последующей их запашкой. Деревья сажают саженцами в заполненные нетоксичной породой или почвой ямки или борозды. При рекультивации земель в сельскохозяйственные угодья проводят известкование, рыхление до глубины 60 см, внесение удобрений, посев злаково-бобовой смеси. После этого вводят специальный севооборот, где 40-50% составляют многолетние травы. После такого севооборота рекультивируемые земли могут быть заняты зональным полевым или кормовым севооборотом.

**Задача почв от дегумификации, почвоутомления и истощения** включает следующие мероприятия: применение органических удобрений, известкование кислых почв, использование в севообороте многолетних трав, регулирование соотношения в севооборотах пропашных культур и культур сплошного сева, использование щадящей обработки почвы (облегчение машин, минимизация обработки).

**Задача почв от засоления, осолонцевания и слитизации.** Защита почв от потерь поливной воды и вторичного засоления включает следующие мероприятия; создание закрытой сети каналов, исключающих фильтрацию; создание дренажных сооружений, обеспечивающих удержание соленых грунтовых вод на глубине не менее 1,5-3 м; капитальные промывки почв, если они засолены, для удаления солей из корнеобитаемого горизонта; регулярные вегетационные поливы с дренажными водоотводами.

Защита почв от содового засоления и слитости включает следующие мероприятия: химическая мелиорация (внесение гипса), применение физиологически кислых и кальцийсодержащих удобрений, включение в севооборот многолетних трав.

**Задача почв от загрязнения продуктами техногенеза** (тяжелыми металлами, нефтью, нефтепродуктами, пестицидами, радионуклидами и т. д.) осуществляется двумя путями. Первый путь состоит в предотвращении попадания загрязняющих веществ в почву. Второй заключается в очищении, тем или иным образом, почвы от загрязнения, которое уже произошло. Очищение может производиться путем удаления верхнего загрязненного слоя почвы, путем промывок или извлечения загрязняющих веществ из почвы с помощью растений (для тяжелых металлов и радионуклидов), интенсификации микробного разложения органических загрязнителей (для нефтепродуктов и пестицидов) и т. д. Еще один подход основан на закреплении атомов токсичных элементов в почве, с целью недопущения попадания их в сопредельные среды и живые организмы. Для этого используют внесение в почву органического вещества, фосфорных минеральных удобрений, ионообменных смол и природных цеолитов, бурого угля, известкование почвы и т.д.

**Задача 3.3.3 Результаты и выводы:** Защита почв от избытка удобрений включает следующие мероприятия: разработка новых длительно действующих гранулированных форм удобрений, применение комплексных форм, использование правильных технологий внесения удобрений, соблюдение правил хранения и транспортировки.

### **3.3.3 Результаты и выводы:**

**Результаты и выводы оформить в формате А4, подготовить презентацию.**

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Основные источники загрязнения почвенного покрова.
2. Эрозия почвенного покрова.
3. Факторы эрозионной деградации почвы.

## **3.4. Практическое занятие № 7-8-9 (ПЗ 7-8-9) (6 часов)**

**Тема: «Критерии оценки качества атмосферного воздуха промышленных городов, качества поверхностных вод, качества почвы».**

### **3.4.1 Задание для работы:**

Изучить основные критерии оценки качества атмосферного воздуха промышленных городов, качества поверхностных вод, качества почвы

### **3.4.2 Краткое описание проводимого занятия.**

#### **Оценка суммарного загрязнения воздуха в городах.**

Для оценки степени суммарного загрязнения атмосферы рядом веществ в городах России используется комплексный показатель - индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Комплексный индекс загрязнения атмосферы  $I(m)$ , учитывающий  $m$  загрязняющих веществ, рассчитывается следующим образом:

$$\sum PDK_i$$

где  $X_i$  - среднегодовая концентрация  $i$ -го вещества,  $PDK_i$  - его среднесуточная предельно допустимая концентрация,  $Q$  - безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха  $i$ -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы (значения  $Q$  равны 0,85; 1,0; 1,3 и 1,5 соответственно для 4, 3, 2 и 1 классов опасности вещества).

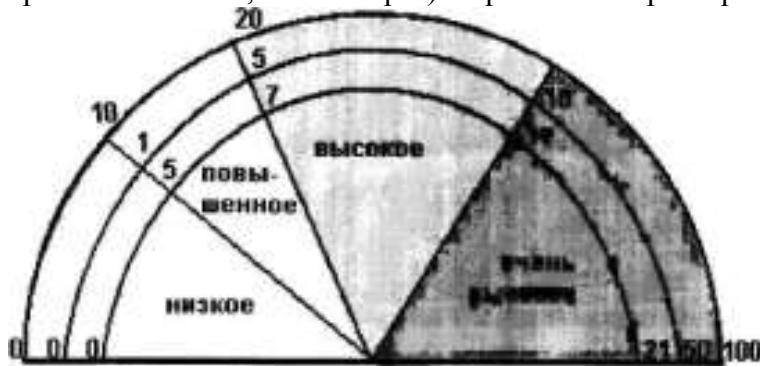
ИЗА показывает, какому уровню загрязнения атмосферы (в единицах ПДК диоксида серы) соответствуют фактически наблюдаемые концентрации  $m$  веществ в городской атмосфере, т. е. показывает, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности примесей в целом.

Чтобы значения  $I(m)$  были сравнимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их для одинакового количества ( $m$ ) веществ. Для этого предусматривается особый подход к расчету ИЗА. По парциальным значениям  $I_j$  для отдельных примесей вначале составляется вариационный ряд, в котором  $I_1 > I_2 > \dots > I_m$ . Далее рассчитывается  $I(m)$  для заданного и одинакового числа  $m$ . Из анализа данных наблюдений за загрязнением атмосферы получено, что в атмосфере городов

России имеется 4-5 веществ, которые определяют основной вклад в создание высокого уровня загрязнения. Поэтому обычно принимается  $t=5$ .

В соответствии с существующими методами оценки среднегодового уровня, загрязнение считается низким, если ИЗА ниже 5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА, равном или больше 14.

Для разовых концентраций примесей имеются еще два критерия качества воздуха: НП - наибольшая повторяемость превышения ПДК разовой из данных для всех веществ, измеряемых в городе ; СИ - стандартный индекс, наибольшая измеренная за короткий период (20 минут) концентрация вещества, поделенная на ПДК. При СИ больше 10 (ПДК превышено более, чем в 10 раз) загрязнение характеризуется как очень высокое (рис. 1).



50  
НП СИ ИЗА

Рис. 1. Шкала значений показателей загрязнения атмосферы

Для совокупной оценки опасных уровней загрязнения водных объектов при выделении зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия используется формализованный суммарный показатель химического загрязнения (**ПХЗ-10**). Этот показатель особенно важен для территорий, где загрязнение химическими веществами наблюдается сразу по нескольким веществам, каждый из которых многократно превышает допустимый уровень (ПДК).

Расчет производится по десяти соединениям, максимально превышающим ПДК, по следующей формуле:

$$\text{ПХЗ-10} = (C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + C_3/\text{ПДК}_3 + \dots + C_{10}/\text{ПДК}_{10}),$$

где ПДК - рыбохозяйственные предельно допустимые концентрации; С - концентрация химических веществ в воде.

При определении ПХЗ-10 для химических веществ, по которым уровень загрязнения вод определяется как их «отсутствие», отношение С/ПДК условно принимается равным 1.

Для установления ПХЗ-10 рекомендуется проводить анализ воды по максимально возможному числу показателей.

Критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод

Таблица 5

Показатели	Параметры		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
<b>Основные показатели:</b>			
1 Химические вещества 1—2 класс опасности, ПДК	более 10	5-10	1-5
2 Химические вещества 3 — 4 класс опасности, ПДК	более 100	50 - 100	1-50
3 ПХЗ-10 1-2 класс опасности	более 80	35-80	1-35
4 ПХЗ-10 3-4 класс опасности	более 500	10 - 500	1- 10
<b>Дополнительные показатели:</b>			
1 Запахи, привкусы, баллы	более 4	2- 4	менее 2
2 Плавающие примеси: нефть и нефтепродукты	Пленка темной окраски, занимающая 273 обозримой площади	Яркие полосы или тусклая окраска пятен	Отсутствие
3 Реакция среды, pH	5-5,6	5,7-7	более 7
4 Химическое потребление кислорода ХПК (антропогенная составляющая к фону), мгO <sub>2</sub> /л	20-30	10-20	менее 20
5 Растворенный кислород, процентов насыщения	10-20	20-50	более 50
6 Биогенные вещества:			
нитриты (N02), ПДК	более 10	более 5	менее I
нитраты (N03), ПДК	более 20	более 10	менее 1
соли аммония (NH5), ПДК	более 10	более 5	менее 1
фосфаты (PO4), мг/л	более 0,5	0,3-0,5	менее 0,05
7 Минерализация, мг/л, (превышение регионального уровня)	3-5	2-3	Региональный уровень

8	КДА (коэффициент донной аккумуляции)	более 40	30 - 40	10- 30
9	Кн (коэффициент накопления в гидробионтах)	более 50	40-50	10-40

2. В системе Росгидромета для оценки состояния поверхностных водных объектов применяется индекс загрязнения воды (**ИЗВ**). С его помощью сравнивают водные объекты между собой, характеризуют изменения качества воды. Это - сумма нормированных к ПДК значений концентраций шести главных поллютантов: в качестве обязательных - БПК 5 и растворенный кислород, а также четыре ингредиента с максимальным значением.

3. В дополнительные характеристики водных объектов включены показатели, учитывающие способность загрязняющих веществ накапливаться в донных отложениях (КДА) и гидробионтах (Кн).

Определение КДА (коэффициент донной аккумуляции):

КДА = Сдо / С вода,

где Сдо - концентрация в донных отложениях; С вода - концентрация в воде. Определение

Кн (коэффициент накопления в гидробионтах):

Кн = С гидробионт / С вода,

где: С гидробионт - концентрация в гидробионтах; С вода - концентрация в воде.

#### **Содержание загрязняющих веществ и кислорода в водоеме**

Вещество	Концентрация в воде		ПДК рыбохозяйственных водоемов
	2000 г.	2001 г.	
1 Нефтепродукты, мг/л	1	1Д	
2. БПК 5, мгО2/л	2	3	
3. Растворенный кислород, мг/л	4	3	
4. Нитриты	0,09	1,00	
5. Нитраты	35	55	
6. Соли аммония	0,2	03	
7. Фосфаты	од	0,15	
8. Медь	0,001	н/о	
9. Кадмий	0,001	0£01	
10. Цинк	0,002	0,001	
П. Бенз(а)пирен	0,000001	н/о	

#### **3.4.3 Результаты и выводы:**

**Результаты и выводы оформить в формате А4, подготовить презентацию.**

#### **Вопросы для обсуждения.**

1. Расчет категории опасности предприятия.
2. Критерий качества атмосферы.
3. Органолептические и микробиологические показатели.
4. Оценка санитарного состояния почв.
5. Единая государственная система экологического мониторинга.
6. Формирование сети пунктов контроля качества поверхностных вод.

### 3.5.Практическое занятие №10-11 (ПЗ 10-11)(4 часа)

**Тема:«Специфические и химические загрязнители общетоксического действия».**

#### **3.5.1 Задание для работы:**

изучить наиболее опасных загрязнители, поступающие из окружающей среды и их влияния на организм человека.

#### **3.5.2 Краткое описание проводимого занятия.**

Загрязнение –привнесение в среду или возникновение в ней новых, не характерных для среды химических, физических, биологических или информационных агентов; или повышение концентрации этих агентов сверх среднего наблюдавшегося количества или уровня.

Иными словами, загрязнение в общем виде – все то, что не в том месте, не в то время и не в том количестве, которые характерны (естественны) для природы и отличаются от обычно наблюдаемых норм. Загрязнение выводит системы природы из равновесия.

Все виды загрязнителей можно разделить по их природе на:

- *Физические*
- *Химические*
- *Биологические*
- *Информационные.*

Кроме того, существуют классификации загрязнителей по их происхождению (сельскохозяйственные, промышленные, бытовые), по степени их опасности (классы опасности) и ряд других. Подробная классификация загрязнителей атмосферы была дана в одном из спецвыпусков рассылки. В этой лекции нам будет удобно пользоваться приведенной выше классификацией, так как основное внимание мы уделим химическим загрязнителям.

Рассмотрим подробнее, какие загрязнения можно отнести к физическим, химическим, биологическим и информационным.

**Физическое загрязнение** включает в себя

- *тепловое* загрязнение (один из основных источников – теплоэлектростанции, особенно в случае наших отапливающих “улицу” теплосетей),
- *световое* загрязнение (фактор беспокойства для многих биологических видов)
- *электромагнитные поля* (возникают вокруг высоковольтных линий электропередач, а также создаются многочисленными бытовыми приборами, мобильными телефонами и т.д.)
- *радиационное* загрязнение – связано с дополнительным (к естественному фону) облучением из-за попадания в среду радионуклидов (в том числе, отсутствовавших в биосфере ранее – например, плутоний) вследствие плановых и аварийных выбросов. Причиной дополнительного облучения могут быть также медицинские операции (например, рентгеновское обследование).

**Химическое загрязнение.** Один из старейших видов загрязнения окружающей среды, с которым сталкивался человек. Включает минеральные и органические вещества.

Различают разрушаемые и стойкие химические загрязнители. Последние особо опасны, так как могут накапливаться в биосфере. Наличие стойких загрязнителей объясняется тем, что человек синтезировал новые вещества и даже классы веществ, которые ранее отсутствовали в биосфере, а следовательно, в природе отсутствуют естественные пути утилизации этих веществ. Примером чрезвычайно стойкого загрязнителя является инсектицид ДДТ: не смотря на то, что его не применяют уже несколько десятков лет, ДДТ обнаруживает в крови животных, обитающих в самых удаленных уголках земного шара, где этот ядохимикат никогда не применялся.

**Биологическое загрязнение** –это привнесение в среду и размножение в ней

нежелательных для человека организмов; привнесение патогенных микроорганизмов. В качестве биологического загрязнения может выступать и интродукция безобидных, на первый взгляд, видов (пример: усиленное размножение завезенных в Австралию кроликов, где у них не оказалось естественных врагов).

**Информационное загрязнение** – поток негативной информации, поступающей человеку по различным информационным каналам. Особенно актуальным информационное загрязнение стало в последнее время: члены современного информационного общества постоянно подвергаются воздействию лавины негативной информации. Все беды и катастрофы мира мгновенно становятся общеизвестны и обрушаются на индивидуума. Информационное загрязнение ощущают и другие биологические виды – разнообразные факторы беспокойства, которые несут информационную (сигнальную) нагрузку: шум, свет. К информационному загрязнению относятся и визуальное загрязнение, вызванное однообразной архитектурой.

### **Виды химических загрязнителей.**

Среди химических загрязнителей выделяют:

**Ксенобиотики** - вещества, чужеродные по отношению к живым организмам и не входящие в естественные биогеохимические циклы.

**Экотоксиканты** - ядовитые вещества антропогенного происхождения, вызывающие серьезные нарушения в структурах экосистем.

**Суперэкотоксиканты (СЭТ)**- вещества, обладающие в чрезвычайно малых дозах мощным токсическим действием. Для СЭТ фактически теряет смысл введение ПДК. К тому же, они сильно повышают чувствительность живых организмов к другим, менее сильным загрязнителям.

Загрязняющие вещества, подвергаясь комплексному воздействию различных факторов среды, трансформируются, в результате чего их токсичность может изменяться.

Примеры трансформации загрязнителей:

1. Гербицид симазин окисляется в канцерогенное для млекопитающих вещество
2. Восстановление тетрахлорметана в печени млекопитающих с образованием свободных радикалов, которые повреждают печень
3. Образование намного более токсичной диметилртути (по сравнению с металлической ртутью) после прохождения по цепям питания.

По силе и характеру воздействия на окружающую среду загрязнения бывают:

- Импактные (разовые, залповые)
- Постоянные (хронические, перманентные)
- Постепенно нарастающие и катастрофические

### **Тяжелые металлы.**

**Тяжелый металл** (т.м.) – металл с плотностью 8 тыс. кг/м<sup>3</sup> и более (кроме благородных и редких).

К т.м. относятся: свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, сурьма, олово, висмут, ртуть.

Часть техногенных выбросов т.м., поступающих в атмосферу в виде тонких аэрозолей, переносится на значительные расстояния и приводит к глобальному загрязнению.

Основной поставщик – предприятия цветной металлургии. Для таких предприятий характерно наличие 5 км- зоны максимальных концентраций т.м. и 20-50 км- зоны повышенных концентраций. Сильное загрязнение свинцом и другими тяжелыми металлами наблюдается вокруг автострад.

Растения могут накапливать тяжелые металлы, являясь промежуточным звеном в цепи почва → растение → животное → человек (или минуя животных). Однако растения не повторяют химических состав почвы, так как способны к избирательному поглощению. Главным показателем здесь является коэффициент биологического поглощения – отношение содержания элемента в золе растения к концентрации в почве. Медь накапливают растения семейства гвоздичные, кобальт – перцы, цинк поглощают

карликовые березы и лишайники и т.д.

Тяжелые металлы являются ядами. Механизмы их токсического действия различны.

Многие металлы при определенных концентрациях ингибируют действие ферментов (медь, ртуть). Некоторые металлы образуют хелатоподобные комплексы с обычными метаболитами, нарушая обмен веществ (железо). Другие металлы повреждают клеточные мембранны, изменяя их проницаемость и другие свойства. Некоторые металлы конкурируют с необходимыми организму элементами (Sr-90 может замещать в организме Ca, Cs-137 – калий, кадмий может замещать цинк ).

### **Пестициды**

Пестициды поступают в биосферу путем непосредственного внесения, с проправленными семенами, отмирающими частями растений, трупами насекомых, мигрируют в почве и водах. Особую опасность представляют стойкие и кумулятивные (т.е. накапливающиеся в экосистемах) пестициды, которые обнаруживаются спустя десятки лет после применения. Даже при низких концентрациях в воде пестициды опасны из-за способности некоторых организмов накапливать эти вещества в своих тканях. Так, если процесс концентрирования (биологического усиления) хлорпроизводных углеводородов повторяется на нескольких трофических уровнях (планктон – мальки – моллюски – более крупные организмы), то в конце их концентрация может оказаться очень высокой. В результате накопления пестицидов уменьшается численность популяций некоторых видов рыб. Отмечены многочисленные случаи массовой гибели птиц и насекомых в местах интенсивного использования пестицидов. Выявлены такие негативные аспекты воздействия пестицидов на биологические объекты как мутагенный, канцерогенный, аллергенный.

### **Нефть и нефтепродукты.**

Нефтепродукты – один из наиболее характерных загрязнителей океана. В Мировой океан и поверхностные воды ежегодно вносится 15-17 миллионов тонн нефти и нефтепродуктов. Влияние нефтяного загрязнения на состояние гидробионтов описывается следующими фактами:

1. Непосредственное отравление организмов с летальным исходом
2. Серьезные нарушения физиологической активности гидробионтов
3. Прямое обволакивание птиц и других организмов нефтепродуктами.  
Нефтепродукты нарушают изолирующие функции оперения, а при попытке очистить перья птицы заглатывают нефтепродукты и погибают.
4. Изменения в организмах, вызванные проникновением нефтепродуктов
5. Изменение химических, физических и биологических свойств среды обитания.

Наибольшую опасность представляют ароматические углеводороды, растворимые в воде. Смертельные концентрации ароматических углеводородов для мальков и икры очень низки ( $10^{-4}\%$ ). Накопление ПАУ не только ухудшает вкус съедобных организмов (например, моллюсков, рыб), но и является опасным, так как эти вещества канцерогенны. Так, концентрация канцерогенных углеводородов в ткани мидий, выловленных в районе порта Тулон (Франция), достигала 3,5 мг на кг сухого веса.

### **Влияние газопылевых выбросов на растительность**

Под влиянием газопылевых выбросов наблюдается нарушение и даже полное уничтожение естественных фитоценозов. Воздействие высоких концентраций газопылевых выбросов в конечном счете приводит к гибели растительности и эрозии почвы. Формируются геохимические аномалии антропогенного происхождения. В значительной мере изменяется флористический состав, возникают специфические болезни хвойных (например, дехромация, суховершинность).

Зона максимального загрязнения почвенного покрова, угнетения и гибели растительности под влиянием газопылевых выбросов наблюдается в радиусе 5-10 км от источника выбросов. Вокруг медеплавильных предприятий четко выделяются четыре зоны:

- С отсутствием или сильным угнетением растительности (техногенная пустыня)

- Средне угнетенная, с наличием травянистого покрова
- Слабо угнетенная, характеризуется суховершинностью хвойных деревьев
- Неповрежденная (фоновая).

Поступление тяжелых металлов в растения может происходить двояко: воздушным путем с пылью, оседающей на листья и стебли, и через почву – при поглощении почвенного раствора, содержащего высокие концентрации тяжелых металлов. Устойчивость различных растений к загрязнению тяжелыми металлами различна. Наиболее устойчивы к загрязнению травянистые рудеральные (т.е. растущие на мусорных местах) растения, образованные сорными видами разнотравья и злаков (мать-и-мачеха, бодяк, пырей). Из древесных пород к газопылевому загрязнению наиболее устойчивы береза и ива. Полностью выпадают в загрязненных зонах лесные разнотравные и папоротниковые ассоциации.

#### **Воздействие химических загрязнителей на человека**

Различают два вида воздействия химических загрязнителей на человека:

- Специфическое - приводит к возникновению определенных заболеваний в результате избирательного воздействия на органы и ткани организма - при высоких дозах
- Неспецифическое - способствует росту заболеваний, этиологически связанных с другими факторами; возникает при хроническом воздействии небольших доз.

Специфическое действие. Отравление кадмием вызывает болезнь итай-итай.

Употребление в пищу рыбы, отравленной ртутью, приводит к болезни минамата.

Специфическая болезнь возникает при отравлении хлебом из пшеницы, пропаренной фунгицидом. Поражения слуха наблюдается при выбросах мышьяка. Кожные заболевания – вблизи алюминиевых заводов. И так далее - список можно продолжать: сколько есть специфических ядов, столько и специфических болезней.

Общетоксическое действие высоких доз тяжелых металлов на человека приводит к поражению или изменению деятельности нервной системы, органов кроветворения, эндокринной системы. Некоторые загрязняющие вещества, помимо общетоксического действия, обладают канцерогенным эффектом. Специфическое канцерогенное действие выявлено у следующих веществ: мышьяка, кобальта, кадмия, хрома (VI), некоторых полихлорированных ароматических углеводородов (например, бенз(а)пирен), у некоторых пестицидов.

В результате загрязнения атмосферы в индустриальных районах проявляются неспецифические реакции - увеличение заболеваемости и смертности, снижение средней продолжительности жизни, нарушения иммунной системы, замедление физического развития детей, аллергические реакции, синдром хронической усталости и т.д. Можно обратиться к официальной медицинской статистике (взять комплексный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в вашем регионе, который готовят органы государственного санэпиднадзора), и вы увидете в промышленных районах рост заболеваемости, особенно эндокринных, психических и онкологических заболеваний. Например, в Челябинской области рост онкологических заболеваний за последние 7 лет составил более 13%.

#### **3.5.3 Результаты и выводы:**

**Результаты и выводы оформить в формате А4, подготовить презентацию.**

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Влияние на организм тяжелых металлов.
2. Естественные и антропогенные источники соединений азота, серы.
3. Газовые и жидкые загрязнители окружающей среды.
4. Понятие о ядах и отравлениях.

### 3.6. Практическое занятие №12-13 (ПЗ 12-13) (4 часа)

**Тема: «Транспортные загрязнения окружающей среды автомобильным комплексом».**

#### 3.6.1 Задание для работы:

Рассмотреть влияние автомобильного комплекса на загрязнения окружающей среды

#### 3.6.2 Краткое описание проводимого занятия.

##### Вариант 1

Выберите участок автотрассы вблизи учебного заведения (места жительства, отдыха) длиной 0,5 – 1 км, имеющий хороший обзор.

Определите число единиц автотранспорта, проезжающего по участку в течение 20 минут. Получив у преподавателя, расчетные данные по длине участка приступайте к вычислениям. При этом заполняйте таблицу:

Тип автотранспорта	Всего за 20 мин	За 1 час, $N_j$	Общий путь за 1 час, $L_j$ , км
Легковые автомобили (бензиновые, дизельные)			
Грузовые автомобили			
Автобусы (бензиновые, дизельные)			
Газели			

Количество выбросов вредных веществ, поступающих от автотранспорта в атмосферу, может быть оценено расчетным методом. Исходными данными для расчета количества выбросов являются:

- число единиц автотранспорта, проезжающего по выделенному участку автотрассы в единицу времени;
- нормы расхода топлива автотранспортом (средние нормы расхода топлива автотранспортом при движении в условиях города приведены в таблице).

##### Нормы расхода топлива

Тип автотранспорта	Удельный расход топлива $Y_j$ (л на 1 км) диз. топливо	Удельный расход топлива $Y_j$ (л на 1 км) бензин
Легковые автомобили	0,09 – 0,11	0,11 – 0,13
Автобусы дизельные	0,38 – 0,41	
Автобусы бензиновые		0,41 – 0,44
Грузовые автомобили	0,31 – 0,34	
Газель		0,15 – 0,17

Значения эмпирических коэффициентов ( $K$ ), определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида горючего, приведены в таблице.

### Коэффициенты выброса

Вид топлива	Значение коэффициента (K)		
	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Коэффициент K численно равен количеству вредных выбросов соответствующего компонента при сгорании в двигателе автомашины количества топлива, равного удельному расходу (л/км).

#### Обработка результатов и выводы

Рассчитайте общий путь, пройденный выявленным числом автомобилей каждого типа за 1 час (L, км), по формуле:

$$L_j = N_j * L, \text{ где}$$

j – обозначение типа автотранспорта;

L – длина участка, км;

Nj – число автомобилей каждого типа за 1 час.

Рассчитайте количество топлива (Qj, л) разного вида, сжигаемого при этом двигателями автомашин, по формуле:

$$Q_j = L_j * Y_j.$$

Определите общее количество сожженного топлива каждого вида и занесите результаты в таблицу:

#### Расход топлива

Тип автомобиля	Lj	Qj	
		бензин	Дизельное топливо
1. Легковые автомобили (бензиновые, дизельные)			
2. Автобусы дизельные			
3. Автобусы бензиновые			
4. Грузовые автомобили			
5. Газель			
Всего	$\Sigma Q$		

Рассчитайте объем выделившихся вредных веществ в литрах при нормальных условиях по каждому виду топлива (KQ) и всего, занесите результат в таблицу.

#### Объем выбросов

Вид топлива	$\Sigma Q$ , л	Количество вредных веществ, л		
		Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин				

Дизельное топливо				
Всего	(V), л			

Рассчитайте массу выделившихся вредных веществ (m, г) по формуле:

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4}$$

где M – молекулярная масса.

Рассчитайте количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ для обеспечения санитарно допустимых условий окружающей среды. Результаты запишите в таблицу:

Вид вредного выброса	Кол-во, л (объем)	Масса, г	Объем воздуха для разбавления, м <sup>3</sup>	Значение ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Угарный газ				3,0
Углеводороды				0,1
Диоксид азота				0,04

Сопоставьте полученные результаты с количеством выбросов вредных веществ, производимых находящимися в вашем районе заводами, фабриками, котельными, автопредприятиями и другими загрязнителями воздуха.

Принимая во внимание близость к автомагистрали жилых и общественных зданий, сделайте вывод об экологической обстановке в районе исследованного вами участка автомагистрали. Для этого рассчитайте объем необходимого воздуха для заданного вам участка дороги, принимая во внимание ширину дороги, свой рост и тротуары с обеих сторон движения. Сделайте расчет фактической концентрации вредных выбросов, исходя из рассчитанного объема воздуха и массы конкретного газового выброса. Сделайте вывод, сравнив фактическую концентрацию выбросов, поступивших в атмосферу и ПДК.

### **Вариант 2**

Для проведения работы выбираем участок вблизи учебного заведения, имеющий хороший обзор с прилегающей территорией. В течение 20 минут определяем число единиц автотранспорта, при этом заполняем таблицу 1.

Таблица 1

Тип транспорта	Количество автомобилей 20 минут в одном направлении	Интенсивность движение за 1 час, Nj	Средний эксплуатационный расход топлива, л/км, G
Легковые автомобили			0.12
Грузовые автомобили (бензин)			0.33
Автобусы бензиновые			0.37
Дизельные грузовые автомобили			0.34
Автобусы дизельные			0.28
Газель (бензин)			0,16

Количество выбросов вредных веществ, поступающих от автотранспорта в атмосферу, может быть оценено расчетным методом.

Рассчитываем мощность эмиссии  $q$  (количество выбросов) CO, C<sub>x</sub>H<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, Pb в обрабатывавших газах для каждого из газообразных веществ по формуле

$$Q = 2,06 * 10^{-4} * m * [\sum(G_{ik} * N_{ik} * K_k) - \sum(G_{id} * N_{id} * K_d)], \text{ (г/с*м)} \quad (1)$$

$m$ -поправочный коэффициент зависящий от средней скорости транспортного потока (рис. 1).

G<sub>ik</sub>, G<sub>id</sub> - средний эксплуатационный расход топлива для данного типа карбюраторных и дизельных автомобилей соответственно, л/км: таблица 1

N<sub>ik</sub> N<sub>id</sub> - интенсивность движения каждого выделенного типа карбюраторных и дизельных автомобилей соответственно, авт/ час.

K<sub>k</sub>, K<sub>d</sub> - коэффициенты принимаемые для данного компонента загрязнения, для карбюраторных и дизельных типов соответственно (таблица 2).

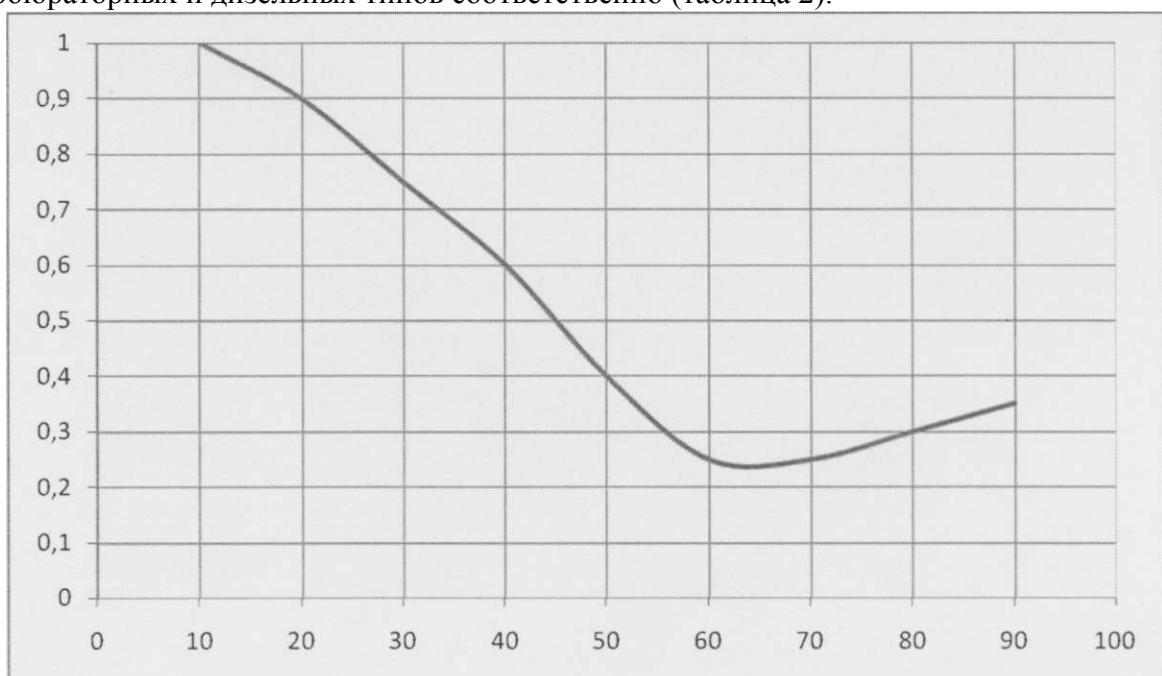


Рис.1 Зависимость поправочного коэффициента  $m$  от средней скорости транспортного потока.

Тип автотранспорта	К, для компонентов р <sub>k</sub> загрязнений			
	CO	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	NO <sub>2</sub>	Pb
Легковые автомобили	0,6	0,12	0,06	0,37
Грузовые автомобили	0,6	0,12	0,06	0,17
Автобусы бензиновые	0,6	0,12	0,06	0,17
Дизельные грузовые автомобили	0,14	0,037	0,015	
Автобусы дизельные	0,6	0,06	0,06	

Мощность эмиссии свинца в обработавших газах карбюраторных двигателей рассчитываемых по формуле:

$$Q_{Pb} = 2,06 * 10^{-7} * T_p * K_o * K_{Pb} [\sum G_{ik} * N_{ik} * p_k], \text{ (г/с*м)} \quad (2), \text{ где}$$

$T_p$  - коэффициент зависящий от скорости транспортного потока. Для скорости равной 80 км/час ( $T_p = 1$ );

$K_o$  - коэффициент учитывающий оседание свинца в системе выпуска отработавших газов (на деталях двигателя) ( $K_o = 0,8$ );

$K_{Pb}$  - коэффициент учитывающий долю отрабатываемого свинца в виде аэрозолей в общем виде выбросов ( $K_{Pb} = 0,2$ );

$P_k$  - содержание добавки свинца в топливе, применяемом в автомобиле данного типа. Для бензина марки АИ-76=0,17 г/кг, а для АИ-93=0,37 г/кг.

Рассчитываем концентрацию загрязнения атмосферного воздуха различными компонентами в зависимости от расстояния кромки дороги по формуле:

$$C = (0,45 * g) / (\delta * V * \sin \varphi) + F, \text{ мг/м}^3 \quad (3), \text{ где}$$

$g$  - мощность эмиссии различных компонентов загрязнения, рассчитанная ранее;

- значение стандартного Гауссова рассеяния в вертикальном направлении, зависит от расстояния дороги и уровня радиации (таблица 3);

$V$  - скорость ветра, преобладающая в расчетный период месяца = 3 м/с;

$\sin$  - угол, составляющий направление ветра к трассе = 30°;

$F$  - фоновая концентрация загрязнений (г/м<sup>3</sup>).

Таблица 3

Приходящая солнечная радиация	Значение при удаление кромки проезжей части (м).									
	0	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Сильная	0,2	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Слабая		1	2	4	6	8	10	14	18	22

Предельные допустимые концентрации токсичных составляющих отработавших газов в воздухе населенных мест сведены в таблицу 4.

Таблица 4

Виды выбросов	Среднесуточный ПДК. мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Окись углерода	3,0	4
Углеводороды	1,5	3
Оксид азота	0,04	2
Соединение свинца	0,0003	1

По полученным данным в результате расчетов строим графики зависимости концентраций выбрасываемых веществ (мг/м<sup>3</sup>) от расстояния от проезжей части (м). На них по значениям ПДК для соответствующих выбросов определяем безопасные расстояния от кромки дороги. По результатам работы оцениваем экологическую ситуацию на данном участке дороги и разрабатываем мероприятия по уменьшению количества выбросов и по защите атмосферного воздуха и человека от их воздействия.

### 3.6.3 Результаты и выводы:

Результаты и выводы оформить в формате А4, подготовить презентацию.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Технологические загрязнения окружающей среды транспортным комплексом.
2. Транспортные загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом.
3. Защита человека от вредного воздействия дорожно-транспортного комплекса.
4. Виды загрязнения окружающей среды при осуществлении дорожных работ.

### **3.7.Практическое занятие №14-15-16 (ПЗ 14-15-16) (6 часов)**

**Тема:«Экологические проблемы горнодобывающей, машиностроительной промышленности».**

**3.7.1 Задание для работы:** Рассмотреть и изучить экологические проблемы горнодобывающей, машиностроительной промышленности.

#### **3.7.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1.Горнодобывающая промышленность. Минеральные ресурсы, почти все виды которых относятся к практически невозобновимым, современной горной промышленностью используются далеко не полностью. В большинстве стран остается в недрах или выбрасывается в отвалы 12—15 % руд черных и цветных металлов. Так называемые плановые потери каменного угля составляют 40 %, нефти — в среднем 56 %. При разработке полиметаллических руд из них, как правило, извлекаются один-два металла, которые в настоящий момент особенно нужны, а остальные сопутствующие металлы выбрасываются вместе с вмещающей породой. При добыче калийных солей и слюды в отвалах остается до 80 % сырья .

Промышленное использование минеральных ресурсов до сих пор еще характеризуется двояким значением для природы. В горнодобывающей промышленности, вызывающей изменения земной поверхности, а иногда и нарушения ее, некоторые видят лишь вред для природы. В их представлении развитие добычи и переработки полезных ископаемых — это неминуемое зло, причиняемое биосфере. На вопрос, какое значение имеет горная промышленность, технический прогресс для природы, они не задумываясь ответят: отрицательное. При этом забывается, что промышленное использование минеральных ресурсов имеет не только эти, в принципе устранимые, отрицательные побочные явления, но главное, расширяя экономический потенциал, позволяет в огромной мере сберегать живую органическую природу.

Горнодобывающая промышленность в большей мере, чем многие другие отрасли народного хозяйства, воздействует на природу. Поэтому каждого, кто связан с эксплуатацией земных недр, особенно касается высказывание Л. И. Брежнева об отношении к природе: «Бурный рост науки и техники делает особенно актуальной вечную проблему отношений между человеком и природой ...природа не утратила для нас своей огромной ценности и как первоисточник материальных благ, и как неиссякаемый источник здоровья, радости, любви к жизни и духовного богатства каждого человека.

В горнодобывающей промышленности наиболее прогрессивным является открытый способ добычи полезных ископаемых, при котором производительность труда в 5—6 раз выше, а себестоимость продукции в 2-3 раза ниже, чем при подземных разработках. Но именно открытые горные работы сопровождаются наиболее существенными нарушениями ландшафта и гидрологических условий района разработок и нарушением или полной утратой почвенного покрова на значительных территориях .

2. Машиностроение - одна из ведущих отраслей России, создавая наиболее активную часть основных производительных фондов - орудия труда. На его долю приходится более 1/3 объемов производства товарной продукции промышленности России. В структуре машиностроения насчитывается 19 крупных комплексных отраслей, более 100 специализированных подотраслей и производств.

В последние годы ситуация в машиностроительном комплексе России характеризуется как кризисная. Машиностроительные предприятия наиболее сильно пострадали от разрыва производственных связей с предприятиями бывших союзных республик. На размещение предприятий машиностроения оказывают влияние многие факторы. Среди основных следует выделить: транспортный, наличие квалифицированных трудовых

ресурсов, потребительский и др. Для одних отраслей машиностроения важным является одно из названных условий, для других - сочетание нескольких. Машиностроение характеризуется высокой трудоемкостью производственного процесса. Наиболее трудоемкими являются приборостроение, электроника и электротехника, а также отрасли выпускающие сложную технику. К тому же одним из условий размещения современного машиностроения является обеспечение квалифицированной рабочей силой, наличие определенного уровня производственной культуры, а для новейших отраслей – соответствующих центров научных исследований и разработок. Предприятия машиностроения, производящие оборудование для добывающих отраслей промышленности, сельскохозяйственную технику, станки, суда, автомобили, оборудование для текстильной промышленности, размещаются в основном в районах потребления продукции.

### **3.7.3 Результаты и выводы:**

Подготовить рефераты и презентации по теме практического занятия.

### **Вопросы для обсуждения:**

1. Влияние горнодобывающей промышленности на окружающую среду.
2. Антропогенные изменения при добычи полезных ископаемых.
3. Влияние машиностроительной отрасли на окружающую среду.
4. Воздействие металлургической промышленности на качество окружающей среды.

## **3.8. Практическое занятие №17-18 (ПЗ 17-18)(4 часа)**

**Тема: «Технология складирования ТБО на полигонах».**

**3.8.1 Задание для работы:** Изучить все технологии скандирования и утилизации ТБО.

### **3.8.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Твердые промышленные и бытовые отходы (ТП и БО) засоряют и захламляют окружающий нас природный ландшафт. Кроме того они могут являться источником поступления вредных химических, биологических и биохимических препаратов в окружающую природную среду. Это создает определенную угрозу здоровью и жизни населения поселка, города и области, и целым районам, а также будущим поколениям. То есть, эти ТП и БО нарушают экологическое равновесие. С другой стороны ТП и БО следует рассматривать как техногенные образования, которые нужно промышленно-значимо характеризовать содержанием в них ряда ценных практически бесплатных компонентов, черных, цветных металлов и других материалов, пригодных для использования в металлургии, стройиндустрии, машиностроении, в химической индустрии, энергетике, в сельском и лесном хозяйстве.

Сделать производство безотходным невозможно так же, как невозможно сделать безотходными и потребление. В связи с изменением промышленного производства, изменения уровня жизни населения, увеличения услуг рынка значительно изменился качественный и количественный состав отходов. Утилизация одних — решенная или решаемая задача, другие еще ждут своего часа. Запасы некоторых малоликвидных отходов, даже при современном спаде производства в России, продолжают накапливаться, ухудшая экологическую ситуацию городов, районов. Введение в 1994 году Временных правил по охране окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации позволило наработать в вопросах образования и утилизации отходов некоторый опыт.

Решение проблемы переработки ТП и БО приобретает за последние годы первостепенное значение. Кроме того, в связи с грядущим постепенным истощением природных источников сырья (нефти, каменного угля, руд для цветных и черных металлов) для всех отраслей народного хозяйства приобретает особую значимость полное использование всех видов промышленных и бытовых отходов.

### **Твердые промышленные (ТП) и бытовые отходы (ТБО).**

Твердые промышленные и бытовые отходы (ТП и БО), представляют огромную угрозу экологическому равновесию природе, и в тоже время являются бесплатными экономически значимыми с хозяйственной точки зрения видами сырья для получения черных и цветных металлов, для энергетики, для получения природного экологически чистого биохимического удобрения, товаров быта, а также продуктами для отделочных и строительных работ, для отраслей, связанных с текстильными производствами, для металлургии, машиностроения и т.п.

Проблема отходов может быть эффективно решена только при активном участии местных властей и местного населения. Поскольку решение не сводится к выбору и приобретению «адекватной» технологии, а требует комплексного вмешательства во все – социальные и экономические – аспекты проблемы, то участие властей не должно сводиться лишь к принятию «руководящих решений».

Главной проблемой переработки ТБО является их несортированность, высокая влажность, низкая теплотворность и, как следствие, невозможность соблюдения экологически безопасной технологии складирования на полигонах, компостирования, сжигания мусора (поскольку технологии его сжигания рассчитаны на стандарты западного мусора).

### **Современное состояние проблемы отходов в России.**

Сложившаяся в Российской Федерации ситуация в области образования, использования, обезвреживания, хранения и захоронения отходов ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений страны.

Практически для всех субъектов Российской Федерации одна из основных задач в области охраны окружающей среды – решение проблем обезвреживания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Ежегодно в Российской Федерации образуется около 7 млрд. тонн отходов, из которых используется лишь 2 млрд. тонн, или 28,6 процентов. На территории страны в отвалах и хранилищах накоплено около 80 млрд. тонн только твердых отходов. Особую тревогу вызывает накопление в отвалах и свалках токсичных, в том числе содержащих канцерогенные вещества, отходов, общее количество которых достигло 1,6 млрд. тонн. Под полигоны (свалки) твердых бытовых отходов ежегодно отчуждается около 10 тыс. га пригодных для использования земель, не считая площади земель, загрязняемых многочисленными несанкционированными свалками.

Неиспользуемые отходы — это миллиарды тонн выведенных из хозяйственного оборота безвозвратно теряемых материальных ресурсов, многими видами которых страна практически уже не располагает.

Переход к рыночной экономике не вызвал роста переработки отходов. Обострилась необходимость сочетания гибкости рыночной экономики, способной на быструю сырьевую переориентацию, с дальновидной государственной поддержкой, стимулирующей использование отходов и уменьшение их негативного воздействия на окружающую среду.

Оценивая динамику изменения количества токсичных отходов на начало и конец 2012 г., можно сделать вывод о том, что годовой прирост токсичных отходов в целом по Российской Федерации составил 0,9%, в то время как прирост токсичных отходов I класса опасности – 3,0, II класса – 0,4, III класса опасности – 0,1, IV класса – 1%. Опережающие темпы накопления наиболее опасных отходов обусловлены более высоким уровнем затрат

на их обезвреживание, и можно предположить, что в условиях экономического кризиса наблюдаемая ныне тенденция в ближайшие годы сохранится.

Из-за недостаточной экономической заинтересованности предприятий, низкого технического уровня применяемых технологий, дефицита средств и современного оборудования переработке и использованию подвергаются лишь несколько десятков видов отходов. В связи с этим темпы их образования и накопления (в том числе и крупнотоннажных отходов) на территории России остаются прежними.

Значительную проблему представляют собой твердые бытовые отходы. В 2007 г. службами ЖКХ вывезено около 130 млн. м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов, из которых только 3% перерабатывается промышленными методами (на мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводах), остальные вывозятся для захоронения на полигоны твердых бытовых отходов и свалки. В связи с этим представляется целесообразным разработать и постепенно внедрить в городах России систему раздельного сбора отходов стекла, металлов, пластмасс, дерева, бумаги и т. д., что позволит обеспечить их переработку и вторичное использование.

### **Промышленные отходы.**

Все промышленные условно разделяются на четыре класса (группы), каждая из которых характеризует такие отходы с точки зрения потенциальной опасности для человека, животного и растительного мира в целом. Опасность отходов при такой классификации убывает с увеличением порядкового номера группы.

#### **I класс опасности:**

отходы гальванических производств; ртуть; хлорорганика; хром шестивалентный; прочие отходы I класса опасности.

#### **II класс опасности:**

кубовые остатки; нефтепродукты; мышьяк; серная кислота; прочие отходы II класса опасности.

#### **III класс опасности:**

нефтеламы; медь; свинец; цинк; прочие отходы III класса опасности

#### **IV класс опасности:**

Прочие промышленные отходы, представляющие незначительную экологическую угрозу.

### **Твердые бытовые отходы (ТБО).**

При рассмотрении всего комплекса проблем, связанных со сбором, транспортом, обезвреживанием и утилизацией ТБО, в первую очередь ставится вопрос о составе и свойствах этого материала. Если для решения вопроса сбора и транспорта ТБО достаточно информации об их влажности и плотности, то при выборе метода и технологии обезвреживания и последующей утилизации необходимо получить полную информацию о морфологическом и элементном составе и свойствах ТБО, в том числе теплотехнических. Для решения вопроса о возможности и целесообразности использования наиболее распространенного в республиках СНГ метода биотермического обезвреживания и переработки ТБО необходима информация о содержании органического вещества, удобрительных элементов и т. д.

Существенная часть фракций ТБО повсеместно представлена различными органическими материалами. Основными группами среди них являются пищевые остатки и бумага. Их соотношение меняется в зависимости от уровня развития страны и ее географического положения и культурных особенностей. Однако в целом доля органических фракций ТБО колеблется по миру не столь значительно, от 56% в развитых странах до 62% — в развивающихся. Если учесть фракции представленные древесными отходами, то эти величины возрастут соответственно до 61% и 69%. ТБО имеют низкую теплотворность. Удельная теплота сгорания их составляет 1480 ккал/кг, колебляясь по сезонам года от 1224 до 1612 ккал/кг.

ТБО по морфологическому признаку подразделяются на компоненты: бумагу, картон; пищевые отходы; дерево; металл (черный и цветной); текстиль; кости; стекло; кожу,

резину; камни; полимерные материалы; прочие (неклассифицируемые фракции); отсев менее 15 мм. По единой методике, принятой Европейскими странами, при необходимости добавляется компонент «садовые отходы».

Морфологический состав ТБО (% вес.)

- бумага, картон 33 — 40
- пищевые отходы 26 — 32
- дерево, листья 1.5 — 5
- металл черный 2.5 — 3.6
- металл цветной 0.4 — 0.6
- кости 0.9 — 0.5
- кожа, резина 0.8 — 1.3
- текстиль 4.6 — 6.5
- стекло 2.7 — 4.3
- камни, керамика 0.7 — 1.0
- полимерные материалы 4.6 — 6.0
- отсев менее 16 мм 8.8 — 11.2

Средний состав отечественного мусора, как показал анализ, имеет некоторое отличие от состава мусора других стран. Так, в нем велико содержание строительного мусора (ок. 10%) и повышенная доля пищевых отходов. Встречается на городской свалке и промышленный мусор. Состав мусора, разумеется, имеет значительные сезонные и локальные колебания, но в среднем он слагается из следующих компонентов (содержание в % масс.):

- пищевые отходы — 18
- строительный мусор — 10
- бумага и картон — 40
- пластик, полимерная пленка — 7
- стекло — 10
- металлы — 10
- резина и кожа — 3
- прочее — 2

### **Биологические и биохимические твердые отходы.**

Биологические и биохимические объекты ТО — это в первую очередь отходы медицинских и ветеринарных учреждений являются, как уже отмечалось, потенциальными источниками инфекционных заболеваний, источниками распространения гельминтофауны и других паразитов даже в зимний период. При низких температурах в зимний период вся патогенная флора, вызывающая инфекционные заболевания, хотя и переходит в неактивную (споровую) форму, то при плюсовой температуре и благоприятных условиях она вновь начинает успешно развиваться и размножаться. Такие компоненты ТО, несущие биологические и биохимические объекты особенно опасны для окружающей среды, для теплокровных животных и человека в любое время года.

### **Основные методы переработки ТБО.**

#### **1 Сбор и промежуточное хранение отходов.**

Сбор отходов часто является наиболее дорогостоящим компонентом всего процесса утилизации и уничтожения ТБО. Поэтому правильная организация сбора отходов может сэкономить значительные средства. Существующая в России система сбора ТБО должна оставаться стандартизованной с точки зрения экономичности. В то же время дополнительное планирование необходимо для того, чтобы решить новые проблемы (например, отходы коммерческих киосков, на сбор которых часто не хватает ресурсов). Иногда средства для решения этих новых проблем можно изыскать, вводя дифференцированную плату за сбор мусора.

В густонаселенных территориях нередко приходится транспортировать отходы на большие расстояния. Решением в этом случае может явиться станция временного хранения отходов, от которой мусор может вывозиться большими по грузоподъемности машинами или по железной дороге. Во многих городах на базе полигонов ТБО и специальных автохозяйств созданы унитарные муниципальные предприятия по сбору и складированию ТБО. В ряде случаев полигоны поставлены под прямой контроль природоохранных организаций, а их деятельность частично финансируется из экофондов (Воронеж, Киров и т.д.). Самостоятельность полигона, также как и транспорта, создавала условия для множества злоупотреблений, при которых ТБО оказывались в пригородных лесах, а талоны продавались на свалке всем желающим. Вместе с тем, четкого разграничения полномочий между городскими организациями в области ТБО пока не произошло. К таким организациям относятся управление жилищно-коммунального хозяйства, городской центр санэпиднадзора, горкомприрода, лесники и водники. Теоретически они отвечают за жилые и промышленные зоны, пригородные леса, водоохраные и санитарно-защитные зоны. Практически же значительные городские территории не имеют четкого статуса, реального хозяина и на них в первую очередь образуются несанкционированные свалки.

В нескольких городах России (Арзамас, Владимир, Кирово-Чепецк, Красногорск, Пущино, Москва и др.) делаются попытки наладить селективный сбор отходов.

Альтернатива свалкам и МСЗ заключается в постепенном создании системы первичной сортировки мусора, начиная со сбора особо опасных компонентов (ртутных ламп, батареек и т.п.) и кончая отказом от эксплуатации мусоропроводов — главного источника несортированного мусора.

### **Мусороперегрузочные станции (МПС) и вывоз ТБО.**

В последние годы в мировой и отечественной практике наблюдается тенденция замены прямого вывоза ТБО двухэтапным с использованием мусороперегрузочных станций. Эта технология особенно активно внедряется в крупных городах в которых полигоны ТБО расположены на значительном расстоянии от города.

Получает дальнейшее развитие двухэтапный вывоз ТБО с использованием транспортных мусоровозов большой вместимости и съемных пресс — контейнеров.

Двухэтапная система включает в себя такие технологические процессы:

- сбор ТБО в местах накопления;
- их вывоз собирающими мусоровозами на мусороперегрузочную станцию (МПС);
- перегрузка в большегрузные транспортные средства;
- перевозка ТБО к местам их захоронения или утилизации;
- выгрузка ТБО.

На ряде МПС используется система извлечения из ТБО утильных элементов.

Использование МПС позволяет:

- снизить расходы на транспортирование ТБО в места обезвреживания;
- уменьшить количество собирающих мусоровозов;
- сократить суммарные выбросы в атмосферу от мусоровозного транспорта;
- улучшить технологический процесс складирования ТБО.

С точки зрения охраны окружающей среды применение МПС уменьшает количество полигонов для складирования ТБО, снижает интенсивность движения по транспортным магистралям и т. д. Преимущества, которые дает применение МПС, зависят от решения ряда технических и организационных вопросов. В их числе выбор типа МПС и применяемого на ней оборудования, включая большегрузный мусоровозный транспорт, места расположения МПС, ее производительности и определения количества таких станций для города.

### **Захоронение.**

Одним из основных способов удаления ТБО во всем мире остается захоронение в приповерхностной геологической среде.

Учитывая высокую химическую и санитарно-эпидемиологическую опасность неорганизованного складирования и хранения ТБО, перед выбором площадки для такого складирования необходимо тщательно рассмотреть ряд вопросов:

- особенности местности,
- рельеф местности,
- особенности геологического строения земных слоев предполагаемого места складирования и хранения ТБО,
- преобладающую розу ветров,
- особенности окружающего природного ландшафта.

Только тщательный анализ всех этих факторов биогеоценоза, приведенный компетентными профессиональными специалистами и только после тщательной экологической экспертизы, выполненной независимыми экспертами-профессионалами можно останавливаться на выборе определенного участка для складирования, хранения и переработки ТБО.

С традиционно применявшимися свалками обычно связано множество проблем – они являются рассадниками грызунов и птиц, загрязняют водоемы, самовозгораются, ветер может сдувать с них мусор и т.д. В 50-х годах впервые начинают внедряться т. наз. «санитарные полигоны», на которых отходы каждый день пересыпаются почвой.

Свалка или полигон по захоронению отходов представляет собой сложнейшую систему, подробное исследование которой началось только недавно. Дело в том, что большинство материалов, которые захороняют на полигонах, появились, как и сами современные полигоны, не более 20-30 лет назад. Никто не знает, за какое время они полностью разложатся. Когда ученые приступили к раскопке старых полигонов, они обнаружили удивительную вещь: за 15 лет 80% органического материала, попавшего на полигон (овощи, хот-доги) не разложилось. Иногда удавалось прочитать откопанную на свалке газету 30-летней давности. Современные полигоны оборудованы всеми типами систем, чтобы не допустить контакта отходов с окружающей средой. По иронии, именно вследствие этого, разложение отходов затруднено и они представляют из себя своеобразную «бомбу замедленного действия».

Особое внимание уделяется выводу полигона из эксплуатации и последующей рекультивации. Как правило, исходный проект полигона уже включает план мероприятий по рекультивации, длительному мониторингу закрытого полигона и т.п. В США законы многих штатов требуют от компаний, управляющей полигоном, создания специального фонда рекультивации. Такой фонд формируется в течение всего времени работы полигона за счет отчислений от получаемого дохода и должен обеспечить необходимые средства независимо от смены собственника полигона, банкротства компании и т.п.

### **Современная ситуация с захоронением отходов в России.**

На территории Российской Федерации к началу 2012 г. в отвалах и шламохранилищах, на полигонах и несанкционированных свалках накоплены десятки миллиардов тонн твердых отходов производства и потребления, среди которых определенную долю составляют экологически опасные токсичные промышленные отходы.

Неудовлетворительная ситуация с использованием, обезвреживанием и размещением промышленных и бытовых отходов обусловлена рядом объективных причин. Прежде всего, это крайне недостаточное финансирование строительства установок по обезвреживанию и использованию отходов, объектов их размещения, а также реконструкции либо рекультивации существующих объектов размещения отходов, ликвидации несанкционированных мест их размещения.

Для высокоурбанизированных территорий (Московская, Санкт-Петербургская, Нижегородская, Челябинская агломерации и т.д.), независимо от наличия в них опасных с экологической точки зрения производств, серьезную проблему для окружающей среды представляет размещение полигонов складирования твердых бытовых отходов (ТБО) и иловых площадок осадка сточных вод от городских очистных сооружений, поскольку для

строительства этих объектов используются пригородные зоны с цennыми рекреационными и природоохранными ландшафтами.

В хранилищах, накопителях, складах, могильниках, полигонах, на свалках и других объектах находится 1691 млн. т токсичных отходов производства и потребления, из них 2,66 млн. т отходов I класса опасности, в том числе 4 тыс. т ртути, 4,8 тыс. т отходов гальванических производств, 11,4 тыс. т хлорорганики, 2,6 млн. т шестивалентного хрома и др.

Отходы, не подлежащие использованию и переработке, направляются на хранение и захоронение. Из учтенных статистикой мест захоронения отходов (в целом по России их 2,4 тыс.) около 70% отвечают действующим нормативам.

В связи с недостаточным количеством полигонов для складирования и захоронения промышленных отходов широко распространена практика размещения промышленных отходов в местах неорганизованного складирования (несанкционированные свалки), что представляет особую опасность для окружающей среды. Объемы размещения токсичных отходов на несанкционированных свалках постоянно растут.

### **Загрязнение атмосферы, почв и водоемов.**

Вследствие различных химических реакций, а также микробиологической деятельности температура в различных местах тела свалки может колебаться от 50 до 100 градусов, вызывая самопроизвольное возгорание и поставляя в окружающую среду тысячекратные (!) ПДК полиароматических углеводородов (ПАУ) — химических канцерогенов, занимающих ведущее место в возникновении раковых заболеваний. При воздействии света на водные растворы ароматики (при испарении после осадков, а также при горении пластмасс и органики) в обилии образуются соединения класса диоксинов. Диоксин — это самый сильный из известных в природе яд, мутаген, канцероген, тератоген, крайне устойчивый во внешней среде. Там, где свежие отходы — зловоние разлагающейся органики, в местах заросших лебедой — резкий химический запах взаимодействия более «чистых» соединений.

В солнечную погоду под действием ультрафиолетовых лучей в воздухе происходит фотохимическая реакция с продуцированием самых разных экзотических веществ с неизученными свойствами. Периодическое нахождение человека в такой атмосфере может вызвать у него в худшем случае новообразования, в лучшем — аллергические заболевания кожи и слизистых оболочек.

Атмосферные осадки помогают миграции химических элементов, их встрече друг с другом, контакту, а также проникновению в грунтовые воды. Опасно периодическое поступление химических веществ с поверхностным и подпочвенным стоком. При этом концентрация многих веществ может не достигать таких значений, при которых одновременно погибает все живое, а малыми дозами накапливаться в донных отложениях и биоте. Купание в реке, ловля рыбы (если ее потом поедать) будет приводить к концентрации поллютантов в организме человека. Многие химические соединения (тяжелые металлы, ПАУ, биофенилы и т.п.) обладают кумулятивными свойствами, т.е. могут долгое время без видимого ущерба накапливаться в организме, с виду довольно беспричинный эффект, вплоть до летального исхода (либо перерождение тканей, генетические отклонения, снижение активности иммунной системы и т.д.). Токсичные газовые выделения со свалки способны распространяться на большие расстояния главным образом в направлении превалирующих ветров, а также вступать в реакцию с выбросами окружающих промышленных объектов, усугубляя и без того напряженную экологическую обстановку. Неприятным побочным эффектом свалки для близлежащих домов могут быть нашествия крыс и тараканов, особенно устойчивых к химическим препаратам.

### **Сжигание.**

Мусоросжигание — это наиболее сложный и «высокотехнологичный» вариант обращения с отходами. Сжигание требует предварительной обработки ТБО (с получением т.н.

топлива, извлеченного из отходов). При разделении из ТБО стараются удалить крупные объекты, металлы (как магнитные так и немагнитные) и дополнительно его измельчить. Для того, чтобы уменьшить вредные выбросы из отходов, также извлекают батарейки и аккумуляторы, пластик, листья. Сжигание неразделенного потока отходов в настоящее время считается чрезвычайно опасным. Таким образом, мусоросжигание может быть только одним из компонентов комплексной программы утилизации.

Сжигание позволяет примерно в 3 раза уменьшить вес отходов, устраниить некоторые неприятные свойства: запах, выделение токсичных жидкостей, бактерий, привлекательность для птиц и грызунов, а также получить дополнительную энергию, которую можно использовать для получения электричества или отопления.

Для так называемых установок массового сжигания (производительностью от 100 до 3000 тонн в сутки) капитальные затраты в США колеблются от 80 до 100 тыс. долларов на единицу мощности (тонна сжигаемых отходов в день). В эту цену не входит цена устройств подготовки отходов. Эксплуатационные расходы составляют около 20 долларов за тонну ТБО. При выборе вариантов утилизации ТБО следует также иметь в виду, что время, необходимое на проектирование и постройку МСЗ в США, в среднем занимает 5-8 лет.

Еще в начале 90-х гг. на территории России работало до 7 мусоросжигательных заводов (МСЗ), расположенных во Владивостоке, Сочи, Пятигорске, Мурманске и Москве.

Основным назначением сжигания является уменьшение объема ТБО перед вывозом на полигон захоронения. Вывоз золы и шлака составлял до 30% от массы сжигаемых отходов. В настоящее время работают мусоросжигательные заводы в Москве и Мурманске. Основная часть заводов была оснащена импортным оборудованием. Лишь завод во Владимире был оборудован тремя котлоагрегатами отечественного производства. Существенным недостатком технологического цикла всех действовавших МСЗ было отсутствие очистки выбрасываемых в атмосферу газов и золы, содержащих тяжелые металлы и диоксины, неулавливаемые в электрофильтрах.

В мировой и отечественной практике используют три метода термического обезвреживания и утилизации ТБО:

- слоевое сжигание исходных — неподготовленных отходов в топках мусоросжигательных котлов;
- слоевое или камерное сжигание специально подготовленных (обогащенных) отходов (освобожденных от балластных составляющих и имеющих относительно стабильный фракционный состав) в топках энергетических котлов или в цементных печах;
- пиролиз отходов, прошедших предварительную подготовку или без нее.

МСЗ работает круглосуточно, без выходных дней. Тепло используют в городской системе теплоснабжения.

### **Продукты сжигания и возможности их использования.**

Зола, образующаяся при сжигании мусора может служить наполнителем для строительных конструкций только при тщательном разделении потока отходов и очень жестком контроле за тем, что попадает в печь. Продукты переработки неразделенного потока отходов в лучшем случае бесполезны, а чаще всего заметно опаснее исходного материала.

Серьезные проблемы возникают также с захоронением золы от мусоросжигания, которая по весу составляет до 30% от исходного веса отходов и которая в силу своих физических и химических свойств не может быть захоронена на обычных свалках. Для безопасного захоронения золы применяются специальные хранилища с контролем и очисткой стоков. В выбросах мусоросжигательных заводов содержится большое количество загрязняющих веществ, таких как полиароматические углеводороды и диоксины, которые образуются при низкой температуре горения (из-за высокой влажности) и несортированности ТБО, содержащих хлорсодержащие компоненты.

### **Рециклинг (утилизация, вторичное использование).**

Известный американский экономист Пол Хейни говорит, что «если в обществе обостряется проблема загрязнения окружающей среды, это происходит потому, что мы позволили людям пренебречь определенными существенными издержками или даже поощряли их в этом».

В мире признано, что захоронение и сжигание отходов — тупиковые технологии. Это, безусловно, не значит, что они не развиваются и не используются в настоящее время. Другой вопрос, насколько осознаны и продвигаются в той или иной стране идеи необходимости возвращения в производственный и биологический циклы тех материалов, к которым мы относимся как к отходам.

В целом, за последние годы стратегия управления отходами претерпела существенные изменения. Взят ориентир на уменьшение количества образующихся отходов, развитие методов их утилизации и снижение потока захораниваемых отходов, в том числе, за счет создания таких условий, при которых захоронение отходов становится экономически невыгодным. Большое внимание уделяется расширению заготовительной сети и повышению качества сбора отходов.

Известно, что система раздельного сбора компонентов ТБО развита в европейских странах, таких как Дания, Голландия, Германия и др. Показателен тот факт, что только первоначальные инвестиции на создание системы раздельного сбора, сортировки и обработки с целью повторного использования стеклянной и пластиковой тары в пяти новых федеральных землях (б. ГДР) составили около 2 млрд. марок.

Способ захоронения (являющийся доминирующим в существующей практике очистки Москвы от бытовых отходов), с экономической точки зрения, является неэффективным, требуя колоссальных бюджетных затрат. И эти издержки ничем не оправданы с экологической точки зрения: происходит безвозвратная потеря невосполнимых природных ресурсов в виде таких компонентов ТБО как пластиковая и металлическая тара, стекло и макулатура. Как выбрать из ТБО источники ценных вторичных материалов? Можно либо построить завод по механизированному извлечению компонентов ТБО, либо применить раздельный сбор отходов в источниках накопления. Оба эти способа не противоречат и не исключают друг друга.

Варианты сбора вторичного сырья в разных странах и территориях могут быть различными в зависимости от местных условий: мусоросборники вблизи дома, специализированные центры сбора вторичного сырья, платные центры сбора. В зависимости от варианта сбора мусора выбирается транспорт для его перевозки. На этих стадиях активно действуют частные компании, которые более мобильны, чем государственные службы. Следующий этап — выбор типа и мощности перерабатывающего предприятия: ряд небольших локальных заводов, крупная компания территориальной единицы или транспортировка сырья на крупное региональное перерабатывающее предприятие. При этом, формирование экологической инициативы населения рассматривается как один из определяющих факторов развития системы селективного сбора отходов.

После разделения ТБО на фракции, каждая из фракций поступает на последующую технологическую стадию — стадию переработки в конечный продукт. На основании данных, из 540 000 м<sup>3</sup> можно получить (ориентировочно) следующие количества ценных товарных продуктов.

— 50 000-60 000 т биологической массы — компоста в качестве экологически чистого природного органического удобрения для всех видов почв.

— 10 000-12 000 т — стеклоизделий.

— 10 000-11 000 т — железа и железных изделий.

— ~ 7 000 т — пластических масс и изделий из них способом экструзии или литья.

И это еще далеко не полный перечень ценных товарных продуктов

Среди упаковочных материалов, используемых как вторсырье, алюминий составляет 47%, бутылки для газированной воды — 17%, стальные консервные банки — 15%, стекло — 11%

(цифры приведены для США). Стекло обычно перерабатывают путем измельчения и переплавки (желательно, чтобы исходное стекло было одного цвета). Стеклянный бой низкого качества после измельчения используется в качестве наполнителя для строительных материалов (например, т.н. «глассфальт»). Во многих российских городах существуют предприятия по отмыванию и повторному использованию стеклянной посуды. Такая же, безусловно, положительная практика существует, например, в Дании. Зарубежный опыт однозначно свидетельствует: повторная переработка стекла приносит большую прибыль. Поэтому высокая эффективность переработки стекла принимается a priori, учитывая более низкую стоимость в России людских ресурсов, энергозатрат и транспортно-заготовительных расходов. Важно отметить, что стеклобой может быть предметом экспорта в страны ЕС.

Стальные и алюминиевые банки переплавляются с целью получения соответствующего металла. При этом выплавка алюминия из баночек для прохладительных напитков требует только 5% от энергии, необходимой для изготовления того же количества алюминия из руды, и является одним из наиболее выгодных видов «ресурсклинга» (рециклинга).

Бумажные отходы различного типа уже многие десятки лет применяют наряду с обычной целлюлозой для изготовления пульпы – сырья для бумаги. Из смешанных или низкокачественных бумажных отходов можно изготавливать туалетную или оберточную бумагу и картон. К сожалению, в России только в небольших масштабах присутствует технология производства высококачественной бумаги из высококачественных отходов (обрзеков типографий, использованной бумаги для ксероксов и лазерных принтеров и т.д.). Бумажные отходы могут также использоваться в строительстве для производства теплоизоляционных материалов и в сельском хозяйстве – вместо соломы на фермах.

Переработка пластика в целом – более дорогой и сложный процесс. Нужно отметить, что для вторичной переработки используются не все типы полимеров, а лишь некоторые: ПВД (полиэтилен высокого давления); ПНД (полиэтилен низкого давления); ПЭТ (полиэтилентерефталат); П/П (полипропилен); ПСМ, УПМ (полистирол). Из некоторых видов пластика (например, PET – двух- и трехлитровые прозрачные бутылки для прохладительных напитков) можно получать высококачественный пластик тех же свойств, другие (например, ПВХ) после переработки могут быть использованы только как строительные материалы. В России переработка пластика производится в незначительных количествах, в основном в Ленинградской области, Волго-вятском регионе. В Москве рецилинг пластика наложен слабо.

Что касается переработки пластика, который считается малорентабельным, то было бы ошибочным экономику зарубежной переработки автоматически примерять к России, заранее предрекая ее невыгодность. Анализ показывает: цены на отечественные полимерные материалы вплотную приблизились к зарубежным, а подчас и опережают их. А вот затраты на сбор и переработку пластиковых отходов у нас будут в несколько раз ниже, если учесть фактическую разницу в заработной плате и стоимости энергоресурсов. Поэтому вторичная переработка пластиковых отходов может стать для отечественного бизнеса поистине золотым дном. Ясно также: для того, чтобы заработал цивилизованный экономический механизм, нужна поддержка на период становления и просто добрая воля со стороны городских властей.

Основной проблемой в переработке вторсырья является не отсутствие технологий переработки – современные технологии позволяют переработать до 90% от общего количества отходов – а отделение вторсырья от остального мусора (и разделение различных компонент вторсырья). Существует множество технологий, позволяющих разделять отходы и вторсырье. Самая дорогая и сложная из них – извлечение вторсырья из уже сформировавшегося общего потока отходов на специальных предприятиях. Более простые технологии извлечения тех или иных компонент из потока ТБО могут и должны применяться, например, обогащение ТБО с целью повышения его энергетической ценности и устранения нежелательных элементов перед мусоросжиганием. Более

прогрессивные технологии извлечения вторсырья подразумевают ту или иную форму участия общественности – организацию центров по сбору вторсырья или его покупки у населения, мероприятия по раздельному сбору отходов на улицах с помощью специальных контейнеров или организацию системы раздельного сбора отходов на бытовом уровне.

С 1996 года на территории Российской Федерации при финансовой поддержке Агентства США по Международному Развитию (AMP) реализуется проект в области охраны окружающей среды РОЛЛ – Распространение опыта и результатов. РОЛЛ обеспечивает механизмы тиражирования и распространения положительных результатов, достигнутых в ходе реализации российско-американской Программы по Природоохранной Политике и Технологии (ПППТ), начатой в 1992 году Агентством США по Международному Развитию. РОЛЛ поддерживает внедрение методов и подходов в области охраны окружающей среды, доказавших свою эффективность, для широкого распространения позитивного опыта за пределы регионов, где они были непосредственно разработаны. Начиная с 1998 года, РОЛЛ привлекает российские организации и коллективы исследователей, имеющие собственный опыт в данной сфере деятельности и достигшие положительных результатов в реализации природоохранных проектов. Эти инициативы должны отвечать основным требованиям проекта РОЛЛ: наличие положительного опыта, который мог бы быть перенесен на другие территории Российской Федерации, высокая эффективность при низких затратах, соответствие стратегическим задачам РОЛЛ в рамках приоритетных направлений.

#### **Компостирование как разновидность утилизации ТБО.**

Компостирование – это технология переработки отходов, основанная на их естественном биоразложении. Наиболее широко компостирование применяется для переработки отходов органического – прежде всего растительного – происхождения, таких как листья, ветки и скошенная трава. Существуют технологии компостирования пищевых отходов, а так же неразделенного потока ТБО.

В России компостирование с помощью компостных ям часто применяется населением в индивидуальных домах или на садовых участках. В то же время процесс компостирования может быть централизован и проводиться на специальных площадках. Существует несколько технологий компостирования, различающихся по стоимости и сложности. Более простые и дешевые технологии требуют больше места и процесс компостирования занимает больше времени..

Конечным продуктом компостирования является компост, который может найти различные применения в городском и сельском хозяйстве.

Компостирование, применяемое в России на т.н. механизированных мусороперерабатывающих заводах, например, в Санкт-Петербурге, представляет из себя процесс сбраживания в биореакторах всего объема ТБО, а не только его органической составляющей. Хотя характеристики конечного продукта могут быть значительно улучшены путем извлечения из отходов металла, пластика и т.д., все же он представляет из себя достаточно опасный продукт и находит очень ограниченное применение (на Западе такой «компост» применяют только для покрытия свалок).

#### **3.8.3 Результаты и выводы:**

**Подготовить реферат и презентацию по теме практической работы.**

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Сбор, переработка, обезвреживание и утилизация ТБО.
2. Технология складирования ТБО на полигонах.
3. Классификация отходов.