

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
ИМЕНИ АДМИРАЛА С. О. МАКАРОВА»

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом
Государственного университета морского и речного флота
имени адмирала С. О. Макарова*

Санкт-Петербург

2013

УДК 502/504.001.4; 502/504(03);502/504(075)

ББК 28.081

Рензенты:

доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии редких элементов
и наноматериалов на их основе»

Санкт-Петербургского государственного технологического института

А. А. Блохин;

кандидат химических наук, доцент

Е. Г. Симонов

Экология города: учебное пособие / С. А. Алексеев, И. О. Потапов,
Н. В. Растрьгин, А. В. Яковлев. — СПб.: ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова, 2013. — 84 с.

Рассмотрены основные экологические особенности городской среды, климатические особенности города, влияние промышленности и транспорта на состояние городской среды, роль зеленых насаждений в жизни города, их влияние на медицинское состояние населения, рассмотрены проблемы отходов производства и потребления. Рассмотрена проблема промышленных выбросов, условия сброса и особенности очистки сточных вод города.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 280302.65 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» и направлению 280100.62 «Природообустройство и водопользование»

УДК 502/504.001.4; 502/504(03);502/504(075)

ББК 28.081

© С. А. Алексеев, И. О. Потапов, Н. В. Растрьгин,
А. В. Яковлев, 2013

© Государственный университет морского и речного
флота имени адмирала С. О. Макарова, 2013

ВВЕДЕНИЕ

В условиях развивающегося экологического кризиса оптимизация хозяйственной деятельности человека в городах имеет решающее значение для ликвидации угрозы глобального экологического кризиса.

В учебном пособии изложен анализ экологического состояния городской среды, опыта взаимодействия общества со средой его обитания, рассматривается влияние промышленности и транспорта на экологическое состояние окружающей среды в городе, методы защиты природы от промышленных загрязнений, особенности сточных вод города.

В пособии анализируется актуальная, для всех крупных городов мира, проблема загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления, и методы ее решения.

Анализируется тенденция расширения городов и концентрации в них промышленности и населения, рассматривается влияние этого процесса на состояние окружающей среды.

Настоящее пособие предназначено для студентов всех факультетов и специальностей Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В понятие окружающей среды входит природная среда, искусственно созданные материальные компоненты, явления и процессы, социально-экономические компоненты в их историческом развитии.

Природная среда — часть окружающей среды, включающая существующие на Земле естественные материальные тела, физические, химические и биологические явления и процессы.

Система «человек – окружающая среда» — сложная поликомпонентная система с огромным количеством прямых и обратных связей, включающая в себя человека и окружающую среду в историческом процессе их взаимодействия.

Для анализа функционирования этой системы исследуют ее состав и в первую очередь состав подсистемы «окружающая среда».

Рассматривая город как геотехническую систему (ГТС), предполагается проведение комплекса природоохранных мероприятий, это совершенствование технологических процессов, рациональное использование ресурсов, осуществление очистки выбросов (сбросов), утилизация и переработка отходов.

Производственная деятельность большей части человечества связана с урбанизированными территориями.

Город — основной источник загрязнения и деградации природной среды. Процесс урбанизации продолжается и ускоряется, практически во всех странах, его отдаленные последствия трудно предсказать.

В соответствии со СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» городом называют населенный пункт с населением не менее 12 тыс. человек, причем не менее 75 % из них должны быть заняты несельскохозяйственной деятельностью.

Ассимиляция человеком окружающей среды протекает непрерывно в процессе постоянно идущего обмена веществ энергии и информации. Это относится как к индивидууму, так и к обществу в целом.

Подсистема «человек – искусственно созданная среда» изучается в связи с ростом загрязнений и количества искусственных продуктов в окружающей среде и усилением их негативного влияния на человека.

Взаимодействие человека со средой осуществляется через производство и потребление в рамках определенных исторических общественных отношений при: добыче полезных ископаемых; земледелии; животноводстве; лесоразработке; производстве энергии; промышленном производстве и др., при этом среда изменяется количественно и качественно.

Особенности влияния человека на природные физические компоненты окружающей среды:

- целенаправленное воздействие на окружающую среду может приводить к неконтролируемым и непредсказуемым ее изменениям;
- компоненты окружающей среды изменяются в соответствии с их ролью в процессе производства и потребления;
- влияние человека на природные ресурсы не вызывает их существенного изменения в случае соблюдения условий рационального природопользования;
- нерациональная деятельность может привести к полному истощению некоторых видов ресурсов.

Экологический подход к хозяйственной деятельности на современном этапе развития человечества не имеет альтернативы (альтернатива – разрушение среды), это положение особенно актуально для хозяйственной деятельности города.

Экология — наука о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания.

Экологическая система — сообщество живых организмов вместе с его физической средой обитания, функционирующее как единое целое.

В отдельные дисциплины выделяют Экологию человека и социальную экологию. С 70-х годов XX века появляются направления, связанные с ростом количества городов на планете, с ростом самих городов, с концентрацией в них населения:

Экология человека — это комплексная дисциплина, исследующая общие законы взаимодействия биосферы и антропосистемы (структурных уровней человечества, его групп и индивидуумов), влияние природной среды на человека и группы людей.

Социальная экология — это дисциплина, рассматривающая взаимоотношения в системе общество — природа, разрабатывающая научные основы рационального природопользования и включающая техническую экологию, экологию города, экологическую этику.

Для того, чтобы хозяйственная деятельность человека была рациональной, экология должна стать научной базой природопользования.

Задачи экологии в процессе хозяйственной деятельности человека:

- исследование закономерностей организации жизни, в связи с антропогенными воздействиями на природные системы и биосферу в целом. Создание научной основы эксплуатации биологических ресурсов, прогноз изменений природы под влиянием человеческой деятельности, сохранение среды обитания человека;

- разработка мероприятий, обеспечивающих использование минимального количества химических средств.

- обязательным условием хозяйственной деятельности в городе является соблюдение экологической этики — корректного и нравственного отношения к природе.

2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА

2.1. Проблемы, связанные с ростом населения

Рост населения усугубляет экологические проблемы человечества, в значительной степени из-за того, ему сопутствует, концентрация в городах промышленного производства, сопровождающаяся ростом городского населения.

Население планеты примерно удваивалось с 1650 года по 1850 год, затем с 1850 года по 1950 год и с 1950–1975 гг., в 2000 г. численность населения планеты составила 6 млрд человек, в 2010 г. — около 6,5 млрд.

Последний демографический взрыв произошел в основном за счет увеличения населения Китая, Индии, Африки. Рост населения порождает экологические проблемы. В ряде стран против роста населения принимаются агитационные меры, а в некоторых (Китай и др.) — административно-экономические меры (в 2007 г. их действие в Китае приостановлено). Отмечено, что уменьшение интенсивности прироста населения происходит по мере повышения его экономического и культурного уровня.

Продолжительность жизни это один из интегрирующих факторов, по которому оценивают степень цивилизованности и здоровья населения.

В последние годы, в целом по планете, продолжительность жизни людей увеличивается. У родившихся в 1985–1990 гг. она предположительно составит 61 год. На последнее десятилетие XX в. средняя продолжительность жизни по странам составляет: Италия — 73 г.; Австрия — 74 г.; США, Дания, Канада, Япония — 78 л.; Россия — 69 л.; Венгрия, Румыния — 70 л.; страны Африки — 40 л.

В развитых странах с высоким уровнем жизни, для улучшения медицинского состояния населения средства инвестируются в здравоохранение и в охрану окружающей среды, причем последним инвестициям отдается преимущество.

Установлено, что здоровье населения зависит от состояния медицины на 10 %, от состояния окружающей среды на 40 %, от наследственности на 40 %, от других причин — 10 %.

В странах обладающих развитой промышленностью и значительным научно-техническим потенциалом рост населения сопровождается концентрацией населения и промышленности в городах, а также образованием крупных агломераций, городов-мегаполисов, негативно влияющих на состояние окружающей среды. Развитая инфраструктура городов, значительная протяженность коммуникаций, выбросы (сбросы) предприятий, находящихся в городе или его окрестностях, выбросы транспорта, отходы производства и потребления наносят значительный вред природе.

2.2. Урбанизация

Научно-технический прогресс сопровождается концентрацией промышленности и населения в городах, ростом городов, урбанизацией.

Урбанизация — (англ. — urbanization, от *лат.* urbanus — городской), процесс усиления роли городов и распространения специфически городской культуры и образа жизни в развитии человечества, охватывает географические, социально-экономические, демографические и культурные изменения.

В статистической демографии урбанизация — это рост городов, особенно больших (свыше 1 млн жителей), повышение удельного веса городского населения в стране, регионе, мире.

Индустриализация и бесконтрольный рост городского населения привели к ухудшению экологической обстановки в крупных городах. Принятие мер по уменьшению количества промышленных выбросов и борьба за улучшение состояния окружающей среды начались в 1950-х гг.

Обострение социальных и экологических проблем в крупных, особенно промышленных городах, приводит к территориальной деконцентрации и переходу горожан в пригороды (субурбанизации) и даже к убыли населения (дезурбанизации). Эта тенденция отмечается с 1970-х гг. в США, Канаде, Великобритании, Франции, Италии, Бельгии, Швеции и других странах, но она не стала устойчивой, на ее фоне число горожан в мире возросло почти на 2,2 млрд человек или в 4 раза.

Процесс урбанизации в настоящее время находится на этапе ускорения концентрации населения в крупных (миллионных) городах и их агломерациях. В 1800 г. на планете только Лондон имел число жителей более 1 млн, в 2000 г. насчитывалось более 400 миллионных городов, а в 2010–2015 годах, по существующим предположениям, станет не менее 80 городов с населением более 4 млн человек, в которых будет проживать уже каждый четвертый житель планеты.

По существующим наблюдениям, при увеличении доли горожан в стране до 70–75 % от общего населения, темпы урбанизации замедляются, но при этом происходит качественное изменение городской социальной среды, большинство населения находит работу в сфере услуг.

2.3. Урбанизация в России

По переписи 1989 г. на территории нашей страны зафиксировано 1037 городов и 2193 поселка, с численностью жителей 109,2 млн человек. По количеству горожан (73 %) Россия находится на среднеевропейском уровне.

С начала 1990-х гг. наступил новый этап в развитии страны соответствующий мировым тенденциям. С 1990 по 2000 год количество городских поселений сократилось более чем на 10 %, численность городского населения на 3,5 %, а доля городского населения на 0,9 %. Это похоже на су-

бурбанизацию в западном мире, когда преимущественное развитие получает ближайшее окружение городов. В России же признаки субурбанизации отмечаются вокруг Москвы, Санкт-Петербурга и ряда крупнейших городов, а в целом по стране наблюдается дезурбанизация, т. е. сокращение городов, что связано с системным социально-экономическим кризисом.

С 1990-х годов образование новых городских поселений практически прекратилось, и доля горожан сократилась в 44 регионах страны. Начался процесс «расползания» больших городов, роста в них сферы услуг, обострились проблемы общественного развития, особенно экологические и транспортные.

При решении городских проблем удобно рассматривать город как геотехническую систему. Реализация производственно-технологического цикла связана с созданием новых рабочих мест и требует концентрации вблизи производства необходимого количества обслуживающего персонала.

Промышленная зона дополняется селитебной и городской инфраструктурой. Промышленная и селитебная зоны связаны с культурно-бытовыми объектами и с рекреационными зонами транспортными потоками. Функционирование городской геотехнической системы сопровождается образованием отходов различного вида (материальных, энергетических и т. д.), загрязняющих окружающую среду и нарушающих ее динамическое равновесие.

Компоненты отходов не остаются в природной среде, куда попали первоначально, а мигрируют за счет естественных обменных потоков, что приводит к загрязнению среды окружающей источники отходов. Город представляет собой единую геотехническую систему, «как совокупное единство природных, социальных и техногенных образований, отражая тем самым закономерное развитие системных представлений, основанных на комплексном принципе взаимообусловленности жизни и среды» [6].

Попытка управления состоянием природной среды в этой системе осуществляется путем количественного и качественного нормирования на основе сочетания инженерно-технологических, санитарно-гигиенических и экономических требований. Соблюдение установленных норм и нормативов качества природной среды требует осуществления комплекса природоохранных мероприятий и контроля за их выполнением.

Планирование мероприятий по охране природы это один из этапов деятельности по охране природы. Главная задача инженерной деятельности на этом этапе — совершенствование технологических процессов, обеспечение ресурсосбережения, повышение эффективности очистных устройств, разработка и проведение мероприятий по утилизации отходов (сбору, переработке, захоронению).

Функционирование геотехнической системы «город», должно основываться на основе экологической емкости территории, учета адаптационных возможностей человека, его способности приспосабливаться к измененным условиям среды обитания [7].

2.4. Экологическая ситуация в городах

В 1992–1993 гг. смертность населения в России превысила рождаемость, сократилась средняя продолжительность жизни. Примерно 11 % проб пищевых продуктов, предназначенных для населения России, не соответствовали принятым стандартам. Во многих населенных пунктах обострились проблемы, связанные с нехваткой питьевой воды хорошего качества, с утилизацией отходов производства, бытовых отходов и особенно токсичных веществ.

Принятие в 1992 г. Закона РФ «Об охране окружающей природной среды» и предусмотренный в нем экономический механизм воздействия, при котором все участники производства заинтересованы в минимальном

загрязнении среды, призваны улучшить экологическую обстановку в стране. Улучшению состояния окружающей среды способствуют региональные экологические программы: «Возрождение Волги»; «Программа оздоровления экологической обстановки и охраны здоровья населения Тульской области»; «Программа реабилитации озера Байкал», программа борьбы с диоксинами в окружающей среде.

Диоксины — синтетические, хлорорганические, токсичные, канцерогенные вещества способные накапливаться в организме. Рециклизация диоксинов в биологический круговорот возможна вследствие несовершенства некоторых технологических процессов в пищевой и химической промышленности, в сельском хозяйстве, вследствие сжигания некоторых видов углеводородного топлива и отходов и т. д.

В связи с усилением негативного воздействия диоксинов на биосферу, во многих странах принимаются защитные меры.

В России в 1993 г. разработан и принят федеральный проект, направленный на сокращение диоксинов в среде обитания человека.

3. КЛИМАТ В ГОРОДЕ

3.1. Особенности климата в городах

Климат — характерная для данной местности многолетняя совокупность условий погоды. Климат города, это метеорологический режим в условиях города отличающийся от метеорологического режима окружающей его территории.

Особенности городского климата обусловлены: загрязнением атмосферы, вызывающим изменение радиационного режима, твердым покрытием, обычным для городов, изменяющим режим испарения и теплообмена, городской застройкой, оказывающей воздействие на воздушные течения, изменение отражательной способности «подстилающей» поверхности.

Прямое выделение тепла в результате хозяйственной деятельности в городе соизмеримо с количеством тепла, поступающего за то же время в результате солнечной радиации.

Изменение метеорологического режима города в целом, по сравнению с окружающей его территорией, невелико, так как площадь любого города относительно мала и адвекция воздушных масс из его окрестностей значительно снижает эффект воздействия на климат городских факторов, это снижение тем больше, чем выше скорость ветра.

С ростом городов учет особенностей их микроклимата приобретает большее значение.

Загрязняющие вещества, поступающие в воздушный бассейн города, в сочетании с изменениями поверхности, характерными для города (шероховатость, теплопроводность, альbedo и др.) оказывают влияние на климатический режим города. Под воздействием перечисленных факторов происходят изменения в полях температуры и влажности воздуха, изменения скорости ветра, радиации, видимости, количества осадков.

Для объективной оценки климата города необходимы сравнение и анализ результатов наблюдений (изменений) в полях метеорологических величин города по сравнению с не загрязненной (естественной), фоновой средой. Наблюдения английских ученых позволили сделать вывод, что практически во всех городах мира наблюдается повышение температуры воздуха, по сравнению с температурой воздуха в их окрестностях. В двух крупнейших городах России, Москве и Санкт-Петербурге, в последнее десятилетие XX века разность температур в городе и его окрестностях составила около $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, причем температура в центре города примерно на два градуса выше, чем на его окраинах. Средняя температура за десятилетие возрастает примерно на $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 10 лет. Наиболее высокие температуры наблюдаются в центральной части города. Центральную часть области тепла в городе принято называть «островом тепла».

Значительную роль в изменении климата города играет инверсионная стратификация температур (рост температуры с высотой в определенном слое). Стратификация ослабляет турбулентный обмен и, как следствие, перенос загрязняющих веществ из приземного слоя в более высокие слои атмосферы, по этой причине при образовании инверсий, примеси поступающие из наземных источников, сохраняются вблизи земной поверхности и создают высокие уровни загрязнения.

Инверсии температур подразделяют на приземные и приподнятые. Приподнятой принято называть инверсию в случае, когда нижняя граница инверсионного слоя расположена на некоторой высоте. По данным метеорологических наблюдений инверсионное (аномальное) распределение температуры в городах, наблюдалось в 53 % случаев, в течении года, с приблизительно равномерным распределением по сезонам года.

Толщина слоев с инверсионной стратификацией изменяется в достаточно широких пределах, примерно от 30 до 500 м. Перепад температур на нижней и верхней границах может составлять от десятых долей градуса до 10 °С и более. В крупных городах обычно преобладают приподнятые инверсии, в мелких населенных пунктах приземные инверсии. Значительное влияние на турбулентные потоки тепла оказывает скорость ветра. По мере усиления ветра инверсия температуры разрушается, загрязнение атмосферы снижается. Помимо адвективного притока, непосредственно зависящего от скорости ветра, на изменение концентрации примесей во времени, в воздушном пространстве города оказывает влияние турбулентный приток примесей, также связанный со скоростью ветра.

Наиболее значительное ослабление скорости ветра в городах наблюдается вблизи земной поверхности в «приземном слое», толщина которого принимается равной примерно 2 м. Состояние этого слоя в наибольшей степени отражается на здоровье населения города.

На распределение загрязняющих веществ внутри города существенное влияние оказывают жилые и промышленные здания, изменяя скорости и направления воздушных потоков. Концентрация какого-либо вредного вещества на подветренной стороне промышленной площадки может в десятки раз превышать его концентрацию на наветренной стороне.

3.2. Роль зеленых насаждений в городе

Зеленые насаждения в городе выполняют следующие основные функции: санитарно-гигиеническую (поглощение пыли и др.), рекреационную, структурно-планировочную, декоративно-художественную, предохраняют от перегревания почву, здания, тротуары.

В городах предпочтение отдается растениям, являющимся наиболее сильными источниками фитонцидов, обладающих бактерицидной способностью. Основные источники фитонцидов в городах России: белая акация, береза, ива, дуб, ель, сосна, тополь. Эти деревья предпочтительно высаживают в наших городах. Обязательные требования к городским зеленым насаждениям, это их непрерывность и равномерное расположение. Именно поэтому города и их пригородные зоны рассматриваются как единое пространственно-планировочное и ландшафтное целое. Обычно в пригородной зоне планируется лесопарковый пояс, который примыкает к городу и имеет особый природоохранный режим. Ширина зеленого пояса в зависимости от величины города и местных природных условий обычно колеблется от 5 до 25 км. В пределах лесопаркового пояса ограничивают строительство и проводят мероприятия по охране природного ландшафта.

Роль зеленых насаждений в городе трудно преувеличить. По данным [1], дерево средней величины, за 24 часа, выделяет столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трех человек. За один солнечный день 1 гектар парка поглощает из воздуха около 280 кг углекислого газа и выде-

ляет около 200 кг кислорода. Участок газона площадью 1 м² испаряет за 1 час около 200 г воды, увлажняя воздух города. Летом температура воздуха около озелененных газонов, в приземном слое (2 м) примерно на 2,5° ниже, чем над мостовой с твердым покрытием. Парки (зеленые насаждения, газоны) поглощают заносимую ветром пыль, очищая от нее воздух города.

Летом в городах над нагретым асфальтом и крышами домов образуются восходящие токи теплого воздуха, поднимающие частицы пыли, которые продолжительное время находятся во взвешенном состоянии. Над зелеными массивами (парки, сады и т. д.) возникают нисходящие потоки воздуха, так как температура здесь ниже. Пыль, увлекаемая этими потоками, оседает на траве (листьях и т. д.). По статистическим данным 1 га деревьев, хвойных пород, задерживает за год около 40 т пыли, лиственных до 100 т, поэтому им в городах отдается предпочтение. Зеленые насаждения очищают воздух города от многих вредных компонентов, содержащихся в выбросах промышленных производств и транспорта. «Работа» зеленых насаждений в городе сводит концентрацию угарного газа к естественной, 10⁻⁵ %. В СССР были разработаны основные принципы подбора и выращивания зеленых насаждений, устойчивых к промышленным выбросам. Были выбраны растения, обладающие высокой газо-поглощающей способностью и способностью к поглощению пыли. Был обоснован список растений, поглощающих ароматические углеводороды и рекомендованных к посадке в крупных промышленных городах, с большим количеством транспорта. Этими рекомендациями пользуются и в настоящее время при выборе зеленых насаждений для городов.

Составляя планы озеленения городов, в них стараются включать пригородные леса, а новые лесопосадки стараются выполнять с таким расчетом, чтобы образовать кольцо вокруг города и соединить его с зеленым массивом в самом городе.

Одним из наиболее удачных планов встраивания города в природный ландшафт, можно считать город Сосновый Бор, озеленение которого проводилось практически одновременно с его строительством.

4. СПЕЦИФИКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА

4.1. Электромагнитные излучения

Население планеты подвержено излучениям не только природного, но и антропогенного характера, причем в городах, значение последнего многократно усиливается. Электромагнитный спектр включает ионизирующие излучения: ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма, космическое излучения.

К неионизирующим излучениям относят инфракрасное, микроволновое, радиоволны, волны телевидения, излучения электростанций.

Длины волн электромагнитных излучений в нм,

<i>Космические лучи</i>	$10^{-7}-10^{-3}$
<i>Гамма лучи</i>	$10^{-4}-10^{-1}$
<i>Рентгеновские лучи</i>	$10^{-3}-10^2$
<i>Ультрафиолетовые лучи</i>	$10-10^2$
<i>Инфракрасные лучи</i>	10^3-10^5
<i>Микроволны</i>	10^5-10^8
<i>Телевидение</i>	10^8-10^{10}
<i>Радиовещание</i>	10^9-10^{13}
<i>Излучения электростанций</i>	$10^{14}-10^{16}$

Влияние электрических и магнитных полей на здоровье населения изучено не достаточно, однако их негативное воздействие на здоровье человека установлено.

Одним из наиболее распространенных источников электрических и магнитных полей являются линии электропередач (ЛЭП), как правило,

идущие к промышленным центрам — населенным пунктам. Электрические поля, создаваемые ЛЭП, особенно ЛЭП сверхвысокого напряжения (более 1млн вольт), оказывают негативное воздействие на биосферу. Человек особенно чувствителен к электрическим полям, в значительной мере из-за обуви, изолирующей его от земли, то же касается копытных животных.

При длительном пребывании человека в электрическом поле с напряженностью $E \geq 15\text{кВ/м}$ отмечены неблагоприятные физиологические изменения, связанные с воздействием на нервную и сердечнососудистую системы, на мышечную ткань.

Источниками электромагнитных полей в городах являются транспорт с электроприводом, теплоэлектростанции, электрооборудование и т. д.

В России действуют нормы, ограничивающие напряженность поля, в котором находится человек, и длительность его пребывания в полях различной напряженности. Если нет возможности воздействия на источник излучения, с целью уменьшения его негативного влияния на человека, то ограничивается возможность пребывания людей в опасных местах, для этого создаются санитарно-защитные зоны. Нормативные документы (СНиПы) введены для защиты населения от воздействия ЛЭП переменного тока, промышленной частоты, 50Гц. Эти документы к санитарно-защитным зонам относят участки ЛЭП, на которых напряженность электрического поля превышает значение 1кВ/м. Напряженность до 5 кВ/м, допускается вне зон жилой застройки, до 15 кВ/м в местности, где нет населения, до 20 кВ/м, в труднодоступных местах (болота, горы и т. д.)

Для обеспечения архитектурной планировки жилых и рабочих зон города в соответствии с требованием этих документов, издаются карты электрических и магнитных полей города.

На карте переменного магнитного поля города Санкт-Петербург выделено три уровня опасности, в зависимости от значений модуля вектора напряженности магнитного поля $/H/$.

1. $/H/ \geq 1A/m$
2. $0,1 \leq /H/ < 1A/m$
3. $/H/ < 0,1A/m$

Первый диапазон по энергии переменного магнитного поля соответствует энергии переменного электрического поля со значениями напряженности $/E/$ от 1 до 5 кВ/м и относится к уровню повышенной экологической опасности.

Второй диапазон соответствует уровню, который принято называть электромагнитным экологическим загрязнением.

Третий диапазон близок к естественному фону.

Значения напряженностей переменных электромагнитных полей зависят от нагрузки электросетей и имеют сезонные и суточные колебания. Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряженности поля возникают в местах соединения электрических кабелей с контактными проводами городского транспорта, с понижающими подстанциями. В зонах переводных стрелок рельсовых путей повышены уровни напряженности постоянного магнитного поля (до 30 раз по отношению к естественному магнитному полю земли).

4.2. Биологическое действие электромагнитных полей

Медицинское состояние людей в значительной степени зависит от состояния магнитного поля земли, от геомагнитной напряженности. Колебания геомагнитной напряженности зависят от солнечной активности. В соответствии с мировой медицинской статистикой, в годы активного солн-

ца отмечалось увеличение количества инфарктов миокарда, инсультов, гипертонических кризов.

Совершенствование научно-технического потенциала человеческой цивилизации привело к увеличению напряженности электромагнитных полей антропогенного характера на несколько порядков по отношению к естественному электромагнитному фону планеты.

Под влиянием электромагнитных полей находится значительная часть населения страны, в основном городского населения. Биологическая активность электромагнитных излучений известна, их негативное влияние на здоровье человека зафиксировано медициной ведущих, в этой области стран, независимо друг от друга.

Заметным неблагоприятное воздействие электрического поля на человека становится при напряженности 10^3 В/м. Наиболее чувствительны к воздействию электромагнитных полей нервная, эндокринная, сердечно-сосудистая системы. Изменение напряженности электрического поля приводит к изменению состава крови, оказывает влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме.

Интенсивность электромагнитного поля зависит от мощности источника, от рельефа местности, от угла установки антенных систем, от расстояния до источника излучения.

Определение напряженности поля на различных расстояниях от источника излучения необходимо для решения вопроса о наиболее рациональном размещении источника излучения (например, радиопередающей аппаратуры) по отношению к жилым массивам. Это позволяет предусмотреть необходимые мероприятия для защиты от воздействия электромагнитных полей на население города. Определение характеристик электромагнитных полей производится инструментальными или расчетными методами.

Одна из мер защиты от воздействия электромагнитных полей — создание санитарно-защитных зон. Размеры этих зон должны обеспечивать ПДУ напряженности поля в населенных пунктах в соответствии с требованиями нормативных документов.

Если в зоне жилой застройки напряженность электромагнитного поля превышает ПДУ, то проводятся мероприятия по защите населения. Это экранирование жилой зоны, изменение углов наклона антенных систем, снижение мощности источников электромагнитного излучения вынос источников излучения за пределы населенного пункта, вынос жилого массива за пределы влияния электромагнитного поля.

Размеры санитарно-защитных зон вокруг объектов — источников электромагнитных излучений зависят от предельно-допустимых уровней напряженности электромагнитных полей и состоят из зон строгого режима и зон ограничения. В зоне строгого режима запрещено жилищное строительство, а напряженность электрического поля, на ее границе, не должна превышать 5 В/м.

К биологическому воздействию электромагнитных излучений, кроме уже рассмотренных эффектов, относят образование внутреннего электрического поля в живой ткани под воздействием наружного электрического поля.

Плотность тока векторная характеристика электрического тока, равная по модулю электрическому заряду, проходящему за единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную направлению упорядоченного движения заряженных частиц. При равномерном распределении плотности тока (j) по сечению проводника, плотность тока равна отношению силы тока (I) к площади его поперечного сечения (S) $j = I/S$. Это более фундаментальная характеристика, чем сила тока, так как дает информацию о распределении течения заряда по проводнику.

Плотность внутреннего тока в теле человека, создаваемого наружным электрическим полем, примерно в 100 раз меньше плотности тока, которая может воздействовать на мембрану клетки, однако говорить о полном отсутствии негативного влияния, даже такой плотности тока преждевременно.

Современный уровень знаний не позволяет оценить уровень опасности влияния тока малой плотности на живые клетки, как не позволяет утверждать безусловное наличие этого влияния.

Установлен негативный характер воздействия на человеческий организм излучений радиочастотного диапазона. При хроническом воздействии радиочастотных электромагнитных полей, малой интенсивности, у подопытных животных отмечалось расстройство кровообращения, дистрофические изменения, эти изменения усиливались при действии поля СВЧ диапазона.

Излучение сверхвысокочастотного диапазона (частота электромагнитных колебаний в диапазоне от $3 \cdot 10^8$ Гц до $3 \cdot 10^{11}$ Гц) угнетает некоторые функции живых организмов, даже при малой интенсивности до 10 мкВт/см^2 .

Отмечена зависимость биологического эффекта СВЧ излучений от длины волны, интенсивности излучения, экспозиции.

Неионизирующее высокочастотное излучение усиливает тепловое движение молекул в живой ткани. Это приводит к повышению температуры ткани, возможны ожоги.

Основные источники высокочастотного излучения в городах, это радиолокационные установки, радиопередающее и теле передающее оборудование, работа аппаратуры сотовых операторов и др.

Значительная часть городского населения постоянно находится под влиянием электромагнитных полей.

Большая часть исследований по неионизирующим излучениям относится к радиочастотному диапазону. Из них следует, что излучение с интенсивностью выше 100 мВт/см^2 вызывает прямое тепловое повреждение организма. При интенсивности электромагнитного поля от 10 до 100 мВт/см^2 , были отмечены изменения, обусловленные термическим стрессом (врожденные аномалии у потомков и др.). При интенсивности от 1 до 10 мВт/см^2 , были отмечены изменения в иммунной системе и гематоэнцефалическом барьере – физиологическом механизме регулирующем обмен веществ между кровью, спинномозговой жидкостью и мозгом и защищающим нервную систему от проникновения чужеродных веществ, введенных в кровь или от продуктов нарушенного обмена веществ. В диапазоне от 100 мкВт/см^2 до 1 мВт/см^2 не установлено каких-либо последствий для живых организмов.

Медицинская статистика отмечает, что среди населения, проживающего вблизи от высоковольтных ЛЭП, зафиксировано большее количество онкологических заболеваний, несмотря на соблюдение требований нормативных документов.

По данным США рост использования микроволновой техники, в развитых странах составляет около 15 % в год.

В США закон об охране труда рекомендует не подвергать людей воздействию микроволнового излучения интенсивностью выше 10 мВт/см^2 . В России принято ограничение в 1 мкВт/см^2 .

Во многих развитых странах велись и ведутся работы над созданием, так называемого психотропного оружия, в котором используется эффект воздействия микроволн на мозг человека.

Работы в этой области, в разных странах мира начались в 1920-х гг., но после второй мировой войны данные об исследованиях в этой области были засекречены во всех странах, где велись такие исследования и в открытой печати не появлялись.

Негативное воздействие на мозг человека микроволнового излучения отмечено ВОЗ. Некоторые страны, например Англия, принимают собственные меры для защиты населения от вредного воздействия микроволнового излучения некоторых бытовых приборов. В этой стране детям до 5 лет запрещено пользоваться мобильными телефонами. Медицинская статистика показала рост количества заболеваний, связанных с появлением опухолей мозга у детей в этом возрасте.

4.3. Ионизирующие излучения

Ионизирующие излучения (радиация) это потоки частиц и квантов электромагнитного излучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации его атомов или молекул. Частицами, ионизирующими вещество, могут быть электроны, позитроны, протоны, нейтроны, другие элементарные частицы, а также атомные ядра.

К ионизирующим электромагнитным излучениям относят гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое излучение, космические излучения. В случае нейтральных частиц (гамма-кванты, нейтроны), ионизацию осуществляют вторичные заряженные частицы, образующиеся при взаимодействии нейтральных частиц с веществом.

Это электроны и позитроны в случае гамма-квантов, протоны в случае нейтронов.

Радиоактивность атмосферы определяется содержанием в ней радиоактивных примесей природного и антропогенного происхождения.

Естественные источники радиоактивности:

1. Сосредоточенные в земной коре, радиоактивные нуклиды (урана, тория, актиния) и выделяющиеся в атмосферу, в процессе распада, изотопы радона и тория.

2. Космогенные изотопы.

Искусственные источники:

3. Ядерные взрывы с целью испытаний, использование радиоизотопов в промышленности, медицине и др.

4. Отходы ядерной энергетики.

Космическое излучение в результате ядерных реакций происходящих в верхних слоях атмосферы приводит к появлению радиоактивных изотопов ряда легких элементов (бериллий - 7, углерод - 14, тритий и др.). Возникновение радиоизотопов объясняется тем, что космические лучи, проникающие в атмосферу, со скоростями близкими к скорости света, сталкиваясь с ядрами атомов компонентов воздуха, вызывают ядерные реакции превращения веществ. Космическое излучение дает меньше половины внешнего облучения, получаемого населением от естественных источников радиации.

Основные продукты деления, появляющиеся при испытательных ядерных взрывах: изотопы стронция, цезия, циркония, углерода.

Для биологических объектов особую опасность представляют стронций - 90, который может откладываться в костных тканях, замещая кальций, и цезий - 137, откладывающийся в мышечных тканях, замещая калий.

Среди отходов ядерной энергетики наиболее распространены криптон - 85 и тритий. Еще одним источником естественной радиоактивности является уголь. Уголь содержит ничтожно малые количества первичных радионуклидов, но при сжигании они концентрируются в золе и шлаке и могут быть опасными для человека.

Наибольшую опасность для человека представляют радиоактивные вещества с периодом полураспада от нескольких недель, до нескольких лет. Распространяясь по трофической цепи от растений к животным, радиоактивные вещества с продуктами питания попадают в организм человека (внутреннее облучение) и, накапливаясь в нем, способны привести к заболеванию или летальному исходу.

4.4. Биологическое действие ионизирующих излучений

Воздействие ионизирующих излучений на живой организм:

1. Ослабление организма, замедление роста, снижение иммунитета.
2. Уменьшение продолжительности жизни, сокращение показателей естественного прироста популяции.
3. Нарушение генетического механизма.
4. Накапливающееся воздействие, приводящее к необратимым изменениям в организме.

Тяжесть последствий облучения зависит от дозы радиации, поглощенной организмом.

Для человека, при измерении в радах:

1000 рад — смертельная доза.

700 рад — приводит к 90 %-му летальному исходу.

200 рад — приводит к 10 %-му летальному исходу.

100 рад — доза многократно увеличивающая опасность онкологических заболеваний.

По результатам медицинских радиологических исследований принято, что предельно допустимые дозы ионизирующих излучений устанавливаются из расчета не превышения удвоенного среднего значения дозы облучения, которому человек подвергается в естественных условиях. Доза радиации, получаемая в среднем за год жителем планеты Земля, колеблется в зависимости от условий проживания в пределах от 50 до 200 мрад.

Поражения биологических организмов, наносимые ионизирующими излучениями, могут носить стохастический (случайный) и не стохастический характер. Они могут проявляться как в соматических (непосредственных), так и в генетических (отдаленных) эффектах.

Обычно стохастический характер поражения имеет место при больших дозах облучения, когда от величины полученной дозы облучения зависит вероятность поражения, а не его тяжесть. Не стохастические поражения проявляются при дозах значительно превышающих нормативы облучения, установленные как предельно-допустимые уровни.

Радиоактивное облучение и вызываемые им процессы: поглощение энергии излучения, ионизация живой ткани, радиолиз, протекающие в живых тканях, не ощущаются не человеком, не животными. Радиационное поражение биологических организмов имеет длительный латентный (скрытый) период воздействия и носит замедленный характер.

Один из основных источников естественной радиации — солнечная радиация (электромагнитное и корпускулярное ионизирующие излучения солнца). В спектре электромагнитных излучений ионизирующее излучение, имеющее частоту колебаний (f) более 10^{16} Гц, занимает место после ультрафиолетового. Энергетический максимум электромагнитной солнечной радиации приходится на видимую часть спектра.

Корпускулярная составляющая солнечной радиации состоит в основном из протонов и электронов (солнечный ветер).

Изменение состава атмосферы города, оказывает влияние на потоки коротковолновой солнечной радиации и длинноволновой земной, то есть на радиационный баланс земной поверхности.

В крупных городах Европы поток солнечной радиации ослаблен примерно на 50 % относительно их окрестностей. Загрязняющие атмосферу города вещества не только ослабляют поток радиации, но и меняют его спектральный состав. В Париже, в потоке суммарной радиации на долю ультрафиолетового излучения приходится 0,3 % в центре города и 3 % в пригороде. Доля видимого и инфракрасного излучения изменяется, но незначительно. Суммарная солнечная радиация в городе Санкт-Петербург

зимой и летом составляет соответственно 70 % и 90 % по сравнению с его пригородом.

В городе Кельн поток суммарной радиации в год составляет около 60 % от потока в идеальной атмосфере. Альbedo земной поверхности (отражательная способность поверхности) существенно отличается в городе и его окрестностях. В Санкт-Петербурге альbedo зимой примерно на 15 % ниже, чем в пригороде, летом ниже на 3 %. Это различие связано с большим загрязнением снежного покрова в городе, чем за городом.

Вопросами нормирования видов облучения и осуществления защитных мероприятий занимается Международная комиссия радиологической защиты (МКРЗ). Из заключения этой комиссии следует, что если от действия радиации защищен человек, то защищены и все остальные биологические объекты окружающей среды.

МКРЗ различает два типа последствий облучения человека: детерминистское и стохастическое.

Детерминистские эффекты, включая лучевую болезнь, возникают в случаях, когда доза облучения достигает определенного значения.

Порогом возникновения детерминистских эффектов считается доза в 50 рад, при кратковременном облучении и 10 рад при хроническом облучении, в течении не менее чем 10 лет.

Стохастические эффекты проявляются в виде увеличения вероятности возникновения онкологических заболеваний. Медициной выявлена пропорциональная зависимость этих заболеваний, дополнительных к среднестатистическому уровню, от дозы, накопленной за предшествующую жизнь. То есть следует считать, что нет безопасной дозы ионизирующего излучения.

При неравномерном облучении человеческого организма необходим учет радиационной чувствительности отдельных органов и тканей, то есть возможность заболевания именно определенного органа, при облучении

всего организма одинаковой дозой. Это учитывается в понятии эффективной дозы облучения, которая характеризует вероятность ожидаемых последствий облучения при любом распределении доз по органам и тканям человека.

Единица измерения эффективной дозы облучения — Зиверт, устаревшая единица — бэр (биологический эквивалент рада). Источники облучения человека делят на природные, медицинские, искусственные.

Медицинские источники выделены в отдельную группу, так как предполагается, что они приносят человеку некоторую пользу.

Результаты исследований английских ученых дают оценку вклада различных источников радиации в облучение населения.

Средняя эффективная доза, в Великобритании, в %

Космические излучения 10

Гамма-излучение земных пород, материалов 13,5

Естественные радионуклиды, поступающие с водой, пищей 11,6

Радон 50,1

Итого:

природные источники 85,2

Медицинские 14,3

профессиональные 0,3

загрязнения окружающей среды 0,18

прочие 0,02

Суммарная доза облучения для населения Великобритании является наиболее низкой среди стран Западной Европы. Наибольшему облучению подвергается население Финляндии (в 4 раза больше чем в Англии), что определяется повышенным содержанием радона в строительных материалах, грунте, воде. Радон дает до 92 % от общей дозы, получаемой населением Финляндии. Характеристика радиационной обстановки в стране включает в себя оценку доз, получаемых отдельными группами населения,

подвергающимися повышенному, по сравнению со средним, облучению, при этом необходим анализ причин повышенного облучения.

Радиационная обстановка в России выглядит следующим образом:

Космическое излучение.....270 мкЗв/год

Гамма излучение земных пород составляют

(строительные материалы)..... от 2 до 6 мкР/ч

Космическое излучение, кроме непосредственного облучения, приводит к образованию в атмосфере радионуклидов, которые, попадая в организм человека, приводят к дополнительному (дополнительному к естественному фону) внутреннему облучению дозой около 12 мкЗв/год.

Поступление долгоживущих естественных радионуклидов в организм человека определяется, в основном изотопом калий - 40 (около 170 мкЗв/год). Продукты распада радона свинец - 210 и полоний - 210.

Свинец поступает в организм человека с воздухом и с продуктами питания, полоний с продуктами питания (около 40 мкЗв/год). В дома и квартиры радон попадает с природным газом, с водой, подаваемой в квартиры для бытовых нужд, из строительных материалов и фундаментов.

Изотопы радия попадают в организм с продуктами питания (около 8 мкЗв/год), радий попадает на поверхность Земли с водами подземных источников.

Изотопы тория поступают в организм человека при вдыхании пыли (создают дозу около 2 мкЗв/год).

Радиационная обстановка населенных пунктов определяется в основном наличием изотопов радона. Количество радона, попадающего в атмосферу, зависит от удельной активности радионуклидов уранового и ториевого семейств в земных породах, от газопроницаемости пород, от перепада давлений между глубинными слоями пород и атмосферой.

Медицинские и производственные источники облучения населения.

При рентгенодиагностике средняя доза облучения за одно исследование составляет примерно 1200 мкЗв. Вклад рентгенодиагностики в общую среднегодовую дозу облучения населения составляет от 300 до 2200 мкЗв. Вклад радионуклидной медицинской диагностики составляет около 73 мкЗв/год.

К категориям профессий, обладатели которых наиболее подвержены облучению на производстве, относят шахтеров урановых и угольных шахт, и рудников, экипажи самолетов, космонавтов, обслуживающий персонал (на производстве, в медицине и т. д.), имеющий дело с искусственными источниками ионизирующего излучения.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды обусловлено: выпадением радионуклидов, что является последствием испытаний ядерного оружия в атмосфере, ядерных аварий на военном и энергетическом производствах, аварийными и текущими выбросами предприятий энергетики и промышленности.

Защита населения от вредного воздействия радиации осуществляется в законодательном порядке в соответствии с Нормами радиационной безопасности НРБ-76/87.

Этот нормативный документ основан на следующих принципах:

Не превышение установленного дозового предела;

Исключение не обоснованного облучения;

Снижение неизбежного облучения до минимальных значений.

Названный документ устанавливает три категории облучаемых лиц, в зависимости от возможных последствий (А, Б, В).

А — профессиональные работники.

Б — ограниченная часть населения, подверженная облучению по условиям проживания.

В — остальное население.

Документ НРБ – 76/87 устанавливает три группы «критических» органов, в наибольшей степени страдающих от облучения.

К первой группе относят тело и красный костный мозг.

Ко второй группе относят органы не входящие в 1^ю и 3^ю группы.

К третьей группе относят кожный покров, костную ткань, кисти, предплечья, голени, стопы.

В качестве основных дозовых пределов, в зависимости от группы критических органов, для категории «А» устанавливается предельно допустимая доза за календарный год (ПДД).

Для категории «Б» устанавливается предел дозы за календарный год (ПД).

Основные дозовые пределы устанавливаются для индивидуальной максимальной эквивалентной дозы.

Основные дозовые пределы

<i>Дозовые пределы суммарного внешнего и внутреннего облучения (бэр/год).</i>	<i>Группа критических органов</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Предельно допустимая доза (ПДД) для категории «А»</i>	<i>5</i>	<i>15</i>	<i>30</i>
<i>Предел дозы (ПД) для категории «Б»</i>	<i>0,5</i>	<i>1,5</i>	<i>3</i>

Нормативный документ НРБ76/87 не включает дозу облучения, обусловленную естественным фоном излучения.

Для предотвращения воздействия радиации на человека разработан и принят документ: «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений», ОСП-72/87. Эти правила, кроме требований к безопасности персонала, содержат требования по охране окружающей среды от радиационного загрязнения. «Закон о радиационной безопасности населения РФ» предусматривает финансовую ответственность предприятий, за радиационное загрязнение окружающей среды, и обязательное страхование этой ответственности.

Для принятия населением самостоятельных мер по снижению получаемой дозы облучения, необходима доступная и полная информация о радиационной обстановке, что также предусмотрено Законом РФ.

5. ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДЕ

5.1. Индустриальные загрязнения, их экологические последствия

Выбросы и сбросы, осуществляемые предприятиями, транспортом, ТЭЦ и т.д. оказывают прямое или косвенное вредное воздействие на здоровье человека, на биосферу в целом, на природные ресурсы, на строительные материалы и конструкции.

Дополнительные материальные затраты общества связаны со снижением урожайности сельскохозяйственных культур, потерями от коррозии, выплатами по больничным листам (болезни из-за последствий выбросов), с ухудшением жизненных условий, что приводит к миграции населения. Для удержания населения в промышленно развитых, но экологически неблагоприятных районах принимаются природоохранные и экономические меры, требующие больших затрат.

Помимо материальных затрат поступление вредных веществ в окружающую среду оказывают негативное воздействие на психологическое состояние населения, что также способствует миграции.

Воздействие на человека продуктов, содержащихся в выбросах, зависит от времени воздействия (экспозиции), от общего количества загрязняющих вредных веществ и от их концентрации. Зависимость здоровья человека от концентрации вредных веществ в нетоксичной пыли является неявной, в токсичной — явной и опасной. Загрязнения атмосферы сопровождаются вторичным воздействием на здоровье человека, связанным со снижением природного иммунитета к болезнетворным микроорганизмам.

При кратковременном воздействии можно выделить концентрацию каждого вещества в воздухе, которую организм человека воспринимает без неблагоприятных последствий. До превышения определенной концентрации организм реагирует, используя свои возможности к адаптации и сопротивляемости, пытаясь приспособлять процессы жизнедеятельности к изменившимся условиям среды и устранять воздействия разрушающего вещества. Дальнейшее превышение концентрации загрязняющего вещества сверх адаптационных возможностей организма приводит к разрушению отдельных органов и к болезни или смерти.

Долговременное воздействие малых концентраций загрязняющих веществ (хроническое воздействие) также может привести к разрушению организма.

На основании накопленного опыта установлены максимальные допустимые концентрации вредных для биосферы (токсичных) веществ в атмосфере: это предельно-допустимые концентрации (ПДК).

Реакция человека на загрязнение атмосферы может иметь острую или хроническую форму, а воздействие вредного вещества может быть локальным или общим. Характер воздействия подразделяют на токсический, раздражающий, кумулятивный.

Локальное воздействие токсических веществ проявляется в точке контакта (bronхи, пищеварительный тракт и др.) при этом происходит местное раздражение или разрушение поверхностных покровов пораженных органов.

При поступлении загрязняющего токсичного вещества в организм, процесс его воздействия имеет более сложный характер, так как вредное вещество может накапливаться в организме, при этом, постоянно поступающая в кровь и воздействуя на биохимические процессы в организме, приводит к его разрушению.

Пылевые частицы, размер которых превышает 5 мкм, задерживаются в верхних дыхательных путях и поэтому являются менее опасными. Более мелкие частицы откладываются в легких и по мере накопления могут приводить к заболеваниям. Растворимые газообразные загрязнения сорбируются тканями верхних дыхательных путей, плохо растворимые проникают внутрь органов дыхания. Поглощенные загрязнения влияют (ускоряют или тормозят) на биохимические процессы в организме.

На человека обычно воздействуют несколько загрязняющих веществ совместно, при этом поражающий эффект может быть как простой суммой эффектов воздействия отдельных веществ, так и значительно превышать ее, или быть ниже ее.

Воздействие вредных промышленных выбросов на флору проявляется в виде хронических повреждений растений малыми концентрациями загрязняющих веществ, прежде всего диоксида серы и соединений фтора. Поражение проявляется в опадании листвы (хвои) и в постепенном отмирании дерева. Для одного и того же типа деревьев в различных местностях опасное значение концентрации токсичных загрязнений может существенно отличаться в зависимости от местных условий. В радиусе 3 км от источников промышленных выбросов, как показывает статистика, наблюдается снижение лесной продуктивности до 50 % .

Воздействие промышленных выбросов на почву проявляется в нейтрализации ее щелочных компонентов кислотой, содержащейся в выбросах и в ее закислении. В настоящее время практически все сельскохозяйственные угодья, находящиеся вблизи крупных промышленных центров нейтрализуются известняком, для того чтобы избежать значительных потерь урожая.

В сельскохозяйственные растения загрязняющие вещества попадают за счет поглощения их из почвы и из атмосферы. Степень загрязнения зависит от концентрации этих веществ в нижних слоях атмосферы, от степени их диспергирования в воздухе и т. д. Некоторые растения (клевер и др.) обладают способностью накапливать соединения фтора, увеличивая при этом его концентрацию до 100 раз по отношению к фоновой. Находясь в начале трофических цепей, такие растения представляют опасность, как для животных, так и для человека. Сельскохозяйственная продукция из районов, загрязненных промышленными выбросами, может представлять угрозу для здоровья человека и его жизни.

Действие промышленных выбросов на фауну может быть непосредственным (например, при дыхании) или косвенным. Вторичное, косвенное воздействие значительно опаснее из-за концентрации вредных веществ растениями.

Воздействие промышленных выбросов на строительные материалы и конструкции происходит в результате ускорения коррозии металлов; разрушения некоторых полимеров; разрушение защитных и декоративных покрытий; разрушения камня под воздействием диоксида серы.

В последнем случае контакт диоксида серы с поверхностью камня приводит к превращению карбоната кальция в сульфат. Сульфат кальция почти не растворим в воде, но реакция происходит с изменением объема, что приводит к растрескиванию поверхности и последующему разрушению при попадании воды в трещину.

5.2. Защита от промышленных загрязнений, основные термины, понятия, определения

Источником загрязнения атмосферы называется технологический агрегат, выделяющий в атмосферу в процессе эксплуатации вредные вещества.

Отходящим вредным веществом называется основной компонент промышленного выброса.

Организованным называют промышленный выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы, трубы. Неорганизованным называют промышленный выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа из-за нарушения герметичности оборудования, в результате отсутствия местной вытяжной вентиляции в местах перегрузки и хранения сыпучих продуктов.

Технологическим называют выброс вредных веществ в атмосферу основным производством предприятия.

Отчетно-статистический удельный выброс — это выброс предприятием вредного вещества на единицу выпускаемой продукции.

Основные мероприятия, направленные на уменьшение загрязнения воздушной среды:

— замена применяемых в технологических процессах токсичных веществ на нетоксичные;

— использование в производстве веществ, содержащихся в выбросах других технологических процессов;

— герметизация аппаратуры и коммуникаций с целью снижения или ликвидации несанкционированных выбросов;

— проведение опасных для окружающей среды технологических процессов в вакууме с целью исключения выбросов в атмосферу.

При невозможности использования перечисленных мероприятий, в местах выделения вредных веществ устанавливается местная вытяжная вентиляция.

Характеристика технологического оборудования, наряду с основными общепринятыми показателями (производительность, стоимость, качество продукции, энергоемкость, металлоемкость, трудоемкость), должна включать и характеристику санитарных качеств оборудования.

Технологические процессы, связанные с выделением пыли, предусматривают аспирацию или гидроподавление.

Оборудование, участие которого в технологическом процессе сопровождается выбросом токсичных веществ, должно выноситься в изолированные помещения и использоваться с применением дистанционно управляемых манипуляторов.

5.3. Способы очистки вредных выбросов

Наиболее известным из сооружений, предназначенных для очистки газовых выбросов, является вытяжная труба. Суть использования труб в том, чтобы уловить максимальное число аэрозольных частиц в самой трубе с помощью специальных приспособлений (сетки, фильтры и т. д.), а оставшиеся вывести в приземные слои атмосферы, где под влиянием солнечной энергии и фотохимических реакций произойдет их естественное обезвреживание. Для выполнения этой задачи высота труб должна быть по возможности большей.

Уловить дисперсные частицы означает отделить дисперсную фазу от дисперсионной среды (воздух, дымовые газы и т. д.) и предотвратить возможность их возврата. Для этого необходимо:

— создание возможности такого перемещения частиц относительно газа, которое обеспечивает достижение ими поверхности коллектора (стен трубы);

— обеспечение прочной фиксации частиц на этой поверхности.

В высокодисперсных аэрозолях (с частицами диаметром не более 0,1 мкм), броуновское движение частиц способно обеспечить достижения ими поверхности коллектора. С увеличением размеров частиц их скорость падает. Броуновское движение беспорядочно, все направления движения частиц равновероятны, поэтому в случае отсутствия градиента концентрации, частицы будут только меняться местами. Если градиент концентрации создан, то появляется поток частиц, движущихся в сторону областей с меньшей их концентрацией. Такой процесс называют броуновской диффузией. Если частицы прочно удерживаются на поверхности коллектора, то вблизи ее концентрация их будет близка к нулю, это будет вызывать непрерывную диффузию частиц из объема.

Мелкодисперсные частицы обезвреживаются осаждением на поверхность коллектора в процессе броуновской диффузии, грубодисперсные — за счет седиментации. Наиболее устойчивыми являются аэрозоли с частицами средней дисперсности, имеющими малую скорость седиментации и слабовыраженное тепловое движение (диаметр 1,0–0,1 мкм), такие частицы трудно улавливаются и требуют приложения дополнительных сил, которые бы вынудили их двигаться в направлении коллектора. К таким силам относятся: инерционные, электрические, термические. На принципах использования этих сил создано и используется специальное оборудование для очистки промышленных выбросов.

Для улавливания взвешенных частиц используются: инерционные пылеотделители (циклоны, гидроциклоны, ротоклоны); устройства, очищающие газ с помощью воды (барботеры, промывные башни, пенные аппараты); электрические фильтры (частицам сообщается отрицательный за-

ряд осадительным электродам — положительный); фильтры Петрянова, позволяющие осуществить полную очистку газов, но дорогие. Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных газов в промышленности применяются: адсорберы и абсорберы; дожигание (в случаях, когда вредные вещества могут окисляться); конденсация (часть загрязняющего пара удаляется за счет охлаждения до температуры ниже точки росы).

На практике наиболее часто используется эффект рассеивания вредных веществ и доведения их концентрации таким образом до нормативных значений.

5.4. Рассеивание вредных веществ путем отвода выбросов на большую высоту

При отводе выбросов на большую высоту загрязняющие вещества рассеиваются, и их концентрация снижается. Часть вредных веществ на высоте переходит в иное состояние, а некоторые (например, ртуть) осаждаются на поверхности земли и при повышении температуры вновь могут испариться.

Расчет рассеивания производится в соответствии с требованиями нормативного документа ОНД – 86 *«Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий»*.

Согласно этому документу, технологические вентиляционные выбросы подразделяются на:

- высокие — выше 50 м;
- средние — от 10 м до 50 м;
- низкие — от 2 м до 10 м;
- приземные — ниже 2 м;

- горячие и холодные по температуре, соответственно выше и ниже наружного воздуха;
- низкодисперсные и высокодисперсные;
- одиночные и групповые (по расположению выбросов);
- непрерывные и периодические (по характеру выбросов);
- круглые и прямоугольные (по форме сечения отверстия выброса);
- точечные и линейные (по типу отвода вредных веществ);
- организованные и неорганизованные (по режиму отвода);
- залповые (при аварийных ситуациях).

Расчет рассеивания осуществляют только для организованных выбросов.

Рассеивание от одиночного точечного горячего выброса рассчитывают по формуле:

$$C_m = \frac{MAFmn}{H^2 \sqrt{V_1 \Delta T}},$$

где C_m — максимальная приземная концентрация вредных веществ при выбросе нагретой газовой смеси из одиночного (точечного) источника с устьем кругового сечения при неблагоприятных метеоусловиях на расстоянии $X_{(m)}$ от источника (должна быть не более ПДК с учетом фоновой концентрации, образуемой другими выбросами);

M — количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с;

A — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосфере в зависимости от географического района расположения;

F — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере;

m, n — безразмерные коэффициенты, зависящие от условия истечения газовой смеси из устья источника выброса;

η — коэффициент, учитывающий рельеф местности вокруг выброса;

H — высота источника выброса над уровнем земли, м;

V_1 — объем газовой смеси, м³/с;

ΔT — разность температур выбрасываемой газовой смеси и окружающего воздуха, °С.

Недостатком формулы является то, что в ней не учитывается влияние построек, находящихся в месте приземления вредных веществ, которые могут оказать воздействие на величину их концентрации в приземном слое атмосферы.

Основными показателями, определяющими максимальные концентрации загрязняющих веществ в приземном пространстве, являются их количество в выбросе и высота выброса.

Для отведения выбросов на большую высоту используют высокие трубы или факельные выбросы, представляющие собой конические насадки, через которые производится выброс загрязненных газов с помощью вентилятора с большой скоростью (около 30 м/с).

Применение факельных выбросов вызывает повышенный расход электроэнергии.

Отведение вредных веществ на большую высоту с помощью высоких труб и факельных выбросов не уменьшает загрязнение окружающей среды, а приводит лишь к рассеиванию в ней вредных веществ, при этом концентрация вредных веществ в воздушной среде рядом с местом выброса может оказаться значительно ниже, чем на большом расстоянии.

ПДВ, это количество вредного вещества, выделяемого источником в единицу времени, которое при неблагоприятных погодных условиях, будет создавать в приземном слое (2 м от поверхности земли) концентрацию равную предельно допустимой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе ($C_{ПДК_{a.v.}}$), с учетом фоновой концентрации ($C_{ф}$), определяют в г/с по следующей формуле:

$$M_{ПДВ} = \frac{(C_{ПДК} - C_{ф})H^2\sqrt[3]{V_1\Delta T}}{AFmn\eta}.$$

Уровень загрязнения воздуха в конкретном географическом районе в значительной степени определяется направлением и скоростью ветра. При выборе места для размещения будущего промышленного предприятия учитывается «роза ветров» и «роза загрязнений», которая строится по аналогии с «розой ветров», но с учетом повторяемости концентраций вредных примесей в атмосфере выше средней при различных направлениях ветра.

Для конкретных промышленных предприятий с выбросами через высокие трубы опасная скорость ветра, при которой загрязнение воздуха будет максимальным, рассчитывается по формуле:

$$U_m = 0,65\sqrt{\frac{V\Delta T}{NH}}$$

где V — объем выбрасываемых газов, м³;

ΔT — разность между температурой выброса и температурой наружного воздуха, °С;

N — число труб одинаковой высоты;

H — высота трубы, м.

5.5. Санитарно-защитные зоны

Для уменьшения концентрации вредных веществ на селитебной территории, которая окружает промышленные предприятия, устраиваются санитарно-защитные зоны. Эти зоны предназначены также для защиты от промышленных уровней шума, запахов, вибраций, ультразвука, электромагнитных излучений, ионизирующих излучений, источниками которых могут быть промышленные предприятия.

Санитарно-защитная зона начинается непосредственно от источника выделения вредных веществ. Для установления размеров санитарно-за-

щитных зон, в зависимости от характера и масштабов производственной вредности, введена санитарная классификация промышленных предприятий: предприятия I класса имеют санитарно-защитную зону не менее 1000 м; II — 500 м; III — 300 м; IV — 100 м; V — 50 м.

Для предприятий некоторых отраслей промышленности (нефтеперерабатывающей, химической и др.), которые оказывают особенно негативное воздействие на окружающую среду, размер защитных зон определяется расчетным путем для каждого отдельного случая конкретно.

Увеличение санитарно-защитной зоны наносит материальный ущерб, так как возрастает длина коммуникаций. Для сокращения размеров защитной зоны и улучшения состояния воздушной среды большое значение имеет взаимное расположение промышленной площадки и селитебной территории, учитывающее климатические условия. С этой целью промышленные предприятия и селитебные территории располагают на проветриваемом месте так, чтобы при господствующем ветре вредные вещества не заносились на селитебную территорию.

Особенно неблагоприятными для рассеивания вредных веществ в воздухе являются местности с преобладанием слабых ветров или штилей. В таких условиях возникают температурные инверсии, при которых наблюдается избыточное накопление вредных веществ в атмосфере.

Атмосферные осадки способствуют удалению из воздуха части вредных примесей. На рассеивание вредных веществ в воздушной среде существенное влияние оказывают планировочные особенности предприятий и прилегающих территорий, они не должны затруднять аэрацию промышленных площадок и прилегающих населенных пунктов. Влияние застройки на турбулентность ветрового потока прослеживается на расстоянии равном трехкратной высоте зданий.

Большое значение имеет правильное расположение места выброса загрязняющих веществ и высота их выпуска. За обдуваемыми ветром зда-

ниями и сооружениями образуется циркуляционная зона (аэродинамическая тень), в которой происходит циркуляция воздуха. В эту зону не должны вовлекаться загрязняющие вещества, выброс которых осуществляется на малой высоте, т. к. концентрация примесей может при этом увеличиться более чем в 10 раз. При большей высоте выброса, выходящей за границы аэродинамической тени, примеси рассеиваются почти беспрепятственно.

В случае застройки территорий расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере представляет сложную задачу и может быть недостаточно достоверным. Результаты расчетов необходимы не только для определения чистоты атмосферного воздуха, но и для расчета приточной вентиляции зданий, при этом необходимо знать с какими загрязнениями наружный воздух попадает в воздухозаборники.

Вокруг учреждений, где используются источники ионизирующих излучений, обычно устанавливаются санитарно-защитная зона и зона наблюдений. Размеры этих зон определяются на основе расчета дозы внешнего излучения и распространения радиоактивных выбросов.

Критерием для установления размеров санитарно-защитной зоны, в последнем случае, служат пределы годового поступления (ПГП) радиоактивных веществ через органы дыхания и пищеварения, и пределы доз внешнего облучения для ограниченной части населения, а также допустимая концентрация радиоактивных веществ в атмосферном воздухе и воде. Размеры зон наблюдения при нормальной работе объекта, в 3–4 раза больше размеров санитарно-защитной зоны.

Для предприятий атомной промышленности и ядерной энергетики санитарно-защитная зона устанавливается специальными нормативными актами.

5.6. Использование водных ресурсов

При водообеспечении хозяйства, в том числе и городского, выделяют категорию отраслей, связанных с водопотреблением и категорию отраслей, связанных с водопользованием. В первом случае использование воды связано с ее изъятием из водоемов. Во втором — изъятие воды не происходит. К первой категории относятся промышленное и коммунальное водоснабжение, сельскохозяйственное орошение. Ко второй — гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, лесосплав, здравоохранение и др. Использование водных ресурсов в настоящее время приобрело комплексный характер. Под водохозяйственным комплексом, используемым в народном хозяйстве, понимают систему социально-экономических и технических мероприятий по использованию водных ресурсов в интересах оптимального развития составляющих этого комплекса с учетом запросов народного хозяйства

Использование воды для нужд предприятий имеет свои особенности, так как требования к качеству воды, используемой на технологические нужды, обычно менее жесткие, чем для выпуска сточных вод в пределах городской черты. Из этого следует, что оборудование промышленных предприятий локальными очистными сооружениями позволяет перейти к практически замкнутому циклу водопользования на предприятии, что имеет особое экологическое значение, для предприятий находящихся в городской черте. Такое решение является более выгодным и экономически, так как очистка до норм повторного использования значительно дешевле очистки, необходимой для выпуска воды в водоем.

Каждая водная экологическая система имеет пределы антропогенного воздействия, превышение которых может привести к необратимым негативным последствиям. Основой рационального использования водных ресурсов является максимальное уменьшение поступающих в них загряз-

нений. В перспективе предполагается полное прекращение сбросов загрязнений в водоемы и переход к замкнутым производственным циклам.

Создание замкнутых систем водообеспечения промышленных предприятий базируется на следующих основных принципах:

- создание на предприятиях единой системы водного хозяйства, включающей водоснабжение;
- водоотведение и очистка сточных вод перед их повторным использованием;
- водообеспечение в основном за счет очищенных производственных, городских и поверхностных сточных вод;
- регенерация отработанных технологических растворов и использование извлеченных из сточных вод ценных компонентов.

5.7. Сточные воды города

Сбросами называют сточные воды, содержащие растворенные и взвешенные вещества, отводимые в водные объекты.

Сточные воды состоят из двух основных компонентов, природного и техногенного.

Величина поверхностного стока природного характера определяется формулой:

$$W = 10h\mu F,$$

где W — сток (м), с площади F (га);

μ — коэффициент стока;

h — количество осадков в (мм).

Промышленные факторы влияния на гидрологический режим водоемов связаны с количеством воды, расходуемой предприятием и определяющим его водоемкость.

В настоящее время водоемкость предприятий города складывается из водопотребления на отдельные операции технологических процессов этих предприятий. Такой подход учитывает только внутреннее водопотребление и не учитывает количество воды необходимое для разбавления сточных вод до нормативных значений, по каждому лимитирующему показателю вредности.

Сбросы разделяют на организованные и неорганизованные.

Организованными называют сбросы, отводимые через специальные сооруженные выпуски.

Выпуски классифицируются:

- по типу водоема или водотока, в которые выпускают сточные воды, - на речные, озерные, морские;

- по месту расположения выпуска: на береговые (в пределах береговой полосы); русловые (выводимые с помощью трубопровода в русло реки); глубинные (глубина 30÷40 м); глубоководные (глубина более 40 м);

- по конструкции распределительной части выпускающего устройства – сосредоточенные, рассеивающие и рассредоточенные;

- по типу диффузора (по конструкции устройства сброса – отверстие, щель и др.).

5.8. Условия сброса сточных вод

В водоемы сбрасываются сточные воды промышленных предприятий населенных пунктов. Сбросы приводят к изменению физических свойств воды (температуры, прозрачности, цвета, вкуса, запаха); появлению осадка на дне водоема; изменению химического состава воды (увеличению содержания органических и неорганических веществ, появлению токсинов, уменьшению содержания кислорода, изменению активной реакции среды и др.), изменению качественного и количественного бактериального состава; развитию болезнетворных бактерий. Загрязненные водое-

мы могут потерять рыбохозяйственное значение, стать непригодными для питьевого, а иногда и для технического водоснабжения.

Условие сброса сточных вод в поверхностные водоемы определяется народнохозяйственным значением водоемов и характером водопользования. После сброса сточных вод допускается незначительное ухудшение качества воды в водоеме, в пределах, не оказывающих влияния на жизнь самого водоема и на его использование в качестве источника водоснабжения.

В России принята система нормирования содержания вредных веществ в водоемах на основе предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязнений. Учет ПДК, а также гидрологических и гидродинамических особенностей водоема, позволяет наметить комплекс технологических и санитарно-технических мероприятий для предупреждения его загрязнения и истощения при проектировании и реконструкции промышленных предприятий.

Условия спуска производственных сточных вод в водоемы (водоотводы) регламентируются «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Правилами санитарной охраны прибрежных районов морей», содержащими указания по предупреждению и устранению загрязнения производственными сточными водами поверхностных водоемов — рек, озер, каналов, водохранилищ, морей. В 1991 г. были утверждены нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты. Предусмотрена нормативная плата за сброс загрязняющих веществ, в пределах ПДК и ее увеличение до 6 раз при превышении ПДК.

Наблюдение за выполнением условий сброса производственных сточных вод в водоемы осуществляют санитарно-эпидемиологические станции и бассейновые управления.

Нормативы качества воды устанавливаются для водоемов по видам водопользования. Более жесткие для — хозяйственно-питьевого водоснабжения и снабжения предприятий пищевой промышленности и менее жест-

кие - для водоемов, используемых для отдыха и находящихся в черте населенных пунктов.

Содержание растворенного кислорода в воде водоема после смешивания ее со сточными водами должно быть не менее 4 мг/л.

Величина биологического потребления кислорода (БПК) не должна превышать 3 и 6 мг/л для водоемов, соответственно первого и второго вида.

Концентрация взвешенных веществ не должна увеличиваться после сброса сточных вод более чем на 0,25 и 0,75 мг/л соответственно.

Активная реакция воды водоема, после смешивания со стоячими водами, должна быть в пределах 6,5–8,5.

Минерализация воды не должна превышать 1000 мг/л.

Температура воды, в результате сброса сточных вод, не должна повышаться летом более чем на 3 °С.

Сточные воды не должны содержать плавающих веществ (нефть, масла и др.) в количествах, которые способны образовать на поверхности водоема пленки.

Определенные требования к сточным водам, регламентированные ГОСТом, установлены в отношении запаха, привкуса, окрашивания, содержания ядовитых и радиоактивных веществ, болезнетворной микрофлоры.

При использовании прибрежных районов морей для сброса производственных сточных вод содержание вредных веществ в море не должно превышать ПДК, установленные по санитарно-токсикологическому, общесанитарному и органолептическому, лимитирующим показателям вредности. Требования к сбросу сточных вод дифференцированы применительно к характеру водопользования. Моря не рассматриваются как источники водоснабжения. Регламентированные требования к качеству морской воды относятся не к морю вообще, а только к его прибрежным районам, исполь-

зубым для рекреационных целей и находящихся в пределах населенных пунктов, санаториев и т.д.

Нормирование содержания в воде вредных веществ базируется на ПДК отдельных вредных веществ, поступающих в водоемы с производственными сточными водами. В составе сточных вод, при их сбросе в водоем (после очистки), содержится, как правило, комплекс вредных веществ. Для расчета условий сброса сточных вод используется специальная методика.

В соответствии с этой методикой сумма концентраций всех веществ, выраженных в долях от их ПДК, для каждого вещества в отдельности, не должна превышать единицы. Суммарный эффект воздействия на санитарное состояние водоема нескольких вредных веществ должен удовлетворять условию:

$$\sum \frac{C_i}{C_{п.д.}} \leq 1,$$

где C_i — концентрации вредных веществ в воде водоема;

$C_{п.д.}$ — ПДК, установленные для соответствующих вредных веществ.

Если это условие не соблюдается, то санитарное состояние водоема не удовлетворяет нормативным требованиям и необходимо осуществление мероприятий по повышению эффективности очистки производственных сточных вод перед их сбросом в водоем.

Указанная методика не позволяет оценить влияние веществ, образующихся в водной среде в результате химической реакции между исходными загрязняющими веществами. Токсичность вновь образовавшихся веществ может многократно превышать токсичность веществ, вступивших в реакцию.

Расчеты по определению условий сброса сточных вод в водоемы проводятся для наиболее невыгодных гидрологических условий:

- для незарегулированных рек — на средний расход наиболее мало-водного месяца гидрологического года;
- для нижних бьефов зарегулированных рек — на минимальный гарантированный пропуск гидроузла;
- для озер и водохранилищ — при наименьших уровнях воды в них;
- для морей, озер, водохранилищ — при наиболее неблагоприятном направлении течений к ближайшему пункту водопользования.

Условия, изложенные в правилах, распространяются на все объекты, сбрасывающие сточные воды в водоемы, независимо от их ведомственной подчиненности. Для реальной оценки качества воды в водоемах, находящихся в промышленно-развитых районах и принимающих сбросы от промышленных предприятий, необходимо определить комплексное воздействие на водоем сточных вод, поступающих через все выпуски.

Водоохранные системы и прогноз влияния сточных вод на водоем целесообразно рассматривать в масштабе всей речной системы. Проектирование водоохранных мероприятий для речного бассейна в целом позволяет обосновать размещение новых и целесообразность реконструкции действующих промышленных объектов.

Поступающие в водоемы, со сбросами загрязняющие вещества вносят изменения в установившийся режим и нарушают равновесие водных экологических систем.

Самоочищение воды водоемов – это совокупность взаимосвязанных гидрологических, физико-химических, микробиологических и гидробиологических процессов, ведущих к восстановлению первоначального (фонового) состояния водного объекта. Основную роль при самоочищении водных объектов играют биологические и физико-химические процессы. При наличии в воде токсических веществ, угнетающих биологические процессы самоочищения, преобладают физико-химические процессы. Способ-

ность водоема к самоочищению зависит от скорости потока, химического состава воды, ее температуры, массы взвешенных веществ и др.

Один из основных факторов снижения концентраций загрязняющих веществ в воде водоема — разбавление.

Для учета расхода воды реки, участвующей в смешивании со сточной водой (то есть процесса разбавления сточных вод речными водами), вводят коэффициент смешивания α , показывающий, какая часть расхода речной воды смешивается со сточной водой в расчетном створе. На величину коэффициента смешивания влияют: расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа по течению реки; расход речных вод у места выпуска; извилистость, средняя скорость течения и средняя глубина реки. На коэффициент смешивания влияет также конструкция выпуска и место его расположения (у берега или у фарватера). Для создания оптимальных условий разбавления при проектировании выпуска необходимо располагать его в области устойчивых течений.

Для обеспечения нормального хода процесса самоочищения необходимо наличие в водоеме, после сброса в него сточных вод, запаса растворенного кислорода. В водоеме происходят два процесса: потребление кислорода на минерализацию органических веществ и пополнение его за счет растворения атмосферного кислорода. Ниже места сброса сточных вод в водоеме происходит уменьшение содержания кислорода до определенного минимума (место наибольшего загрязнения). Затем его концентрация начинает возрастать и достигает начальной величины.

Кислородный режим реки зависит от температуры воды. При повышении температуры воды скорость потребления кислорода возрастает, а так как скорость реэрации при этом почти не изменяется, то летом минимум содержания кислорода наступает быстрее. Кроме этого, с повышением температуры воды уменьшается растворимость кислорода.

Водная экологическая система реагирует на внешнее воздействие и может быть нарушена и даже разрушена в случае непродуманной хозяйственной деятельности человека. Поэтому как производственные, так и бытовые сточные воды перед спуском в водоем должны быть очищены до такой степени, чтобы не оказывать на него недопустимого вредного влияния.

Для определения необходимой степени очистки сбрасываемых в водоем сточных вод, в каждом конкретном случае надо иметь данные об их количестве и составе, а также гидрологическую и санитарную характеристику водоема. Необходимую степень очистки сточных вод определяют по количеству взвешенных веществ, допустимой величине БПК в смеси речной воды и сточных вод, температуре воды, окраске, запаху, солевому составу, ПДК токсичных примесей и других вредных веществ, а также по изменению величины активной реакции воды водоема.

Взаимосвязь между санитарными требованиями к условиям спуска сточных вод в водоемы и необходимой степенью очистки сточных вод перед сбросом в водоем, выражается балансовым уравнением:

$$C_{ст} \cdot q + C_v \cdot \alpha \cdot Q \leq (\alpha \cdot Q + q) \cdot C_{п.д.},$$

где $C_{ст}$ — концентрация загрязнений сточных вод, при которой не будут превышены допустимые пределы загрязнений;

q — расход сточных вод, поступающих в водоем;

C_v — концентрация этого же вида загрязнения в воде водоема выше места выпуска сточных вод;

α — коэффициент смешения;

Q — расход воды в водоеме;

$C_{п.д.}$ — предельно допустимое содержание загрязнений в воде водоема.

Из балансового уравнения определяется допустимая величина концентрации загрязнений в сбрасываемых сточных водах:

$$C_{cm} \leq \frac{\alpha \cdot Q}{q} \cdot (C_{n.d.} - C_{\epsilon}) + C_{n.d.}$$

Зная величину начального загрязнения в сточных водах, поступающих на очистные сооружения ($C_{нач}$), рассчитывают необходимую степень очистки до $C_{ст}$, в процентах (Θ).

$$\Theta = \frac{C_{нач} - C_{ст}}{C_{нач}} \cdot 100.$$

Выполнение требований в отношении необходимой степени очистки сточных вод обеспечивается комплексом очистных сооружений, которые проектируются и строятся в соответствии с требованиями СНиП. При расположении промышленных предприятий в черте города или вблизи нее, при принятии решения о совместной очистке сточных вод предприятия (или группы предприятий) и жилого массива, загрязненные производственные сточные воды могут сбрасываться в городскую водоотводящую сеть (канализацию). Очистка смеси бытовых и производственных сточных вод в таком случае осуществляется на единых очистных сооружениях, что может вызывать дополнительные трудности.

В сточных водах промышленных предприятий могут содержаться специфические загрязнения, и их сброс в городскую канализацию ограничен рядом требований. Сбрасываемые в городскую канализационную сеть производственные сточные воды не должны: нарушать работу сетей и сооружений; оказывать разрушающего действия на материал труб и элементы очистных сооружений; содержать более 500 мг/л взвешенных и всплывающих веществ; содержать вещества, способные засорять сети или отлагаться на стенках труб, горючие примеси и растворенные газообразные вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси, вредные вещества, препятствующие биологической очистке сточных вод; иметь температуру выше 40⁰С. Производственные сточные воды, не удовлетворяющие

этим требованиям, предварительно очищают до соответствующего состояния.

6. ПРОМЫШЛЕННЫЕ И БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ

6.1. Проблема промышленных и бытовых отходов

Статистические данные свидетельствуют о том, что объем твердых бытовых отходов, в год, в расчете на одного человека, увеличивается примерно на 4 % и составляет для среднестатистического городского жителя приблизительно 300 кг в год.

Промышленные и бытовые твердые отходы удаляются преимущественно вывозом на полигоны, свалки и т. д., при этом загрязняющие вещества попадают в окружающую среду (в атмосферу — испарением; в грунтовые воды — с осадками, фильтрующимися через свалки; в поверхностные водоемы — через связь с грунтовыми водами).

В соответствии с Российским законодательством предоставление недр для захоронения отходов допускается в исключительных случаях с соблюдением специальных требований, что обеспечивается строительством полигонов для захоронения отходов в специально выделенных для этого местах. Места для полигонов отводятся в глинистых грунтах с тем, чтобы инфильтрат скапливался и оставался в пределах полигона.

Хранение и нейтрализация токсичных промышленных отходов представляет отдельную проблему и предполагает решение четырех основных задач:

1. Обезвреживание существующих хранилищ, представляющих угрозу для грунтовых вод. (Проблема актуальна для всех развитых стран);
2. Необходимость предохранения запасов воды (питьевой, предназначенной для орошения, грунтовых вод);
3. Восстановление качества грунтовых вод;

4. Разработка эффективных способов хранения и удаления опасных отходов.

Главное направление в устранении вредного воздействия на окружающую среду промышленных токсичных отходов заключается в их использовании в производственных циклах, т. е. в организации малоотходных производств. Для особо токсичных отходов (ртуть, цинк и т. д.) строятся специальные закрытые сооружения для их хранения (могильники). Для отходов производств, в том числе и токсичных, используются комплексные полигоны для захоронения и переработки промышленных отходов. Полигон включает участки приема и обезвреживания отходов гальванических производств и других токсических отходов, приема и сжигания горючих отходов, контрольно-пропускной пункт, лабораторию, административный корпус. На территории полигона и в непосредственной близости от него проводится контроль состояния поверхностных и грунтовых вод, состояние воздушной среды.

Захоронение токсичных промышленных отходов производится в специальной таре, размещаемой в котлованах на глубине до 10 м, особо токсичные вещества размещаются в резервуарах из железобетона. Огневой метод ликвидации отходов сокращает необходимые площади, но при этом появляется проблема загрязнения атмосферы.

Радиоактивные отходы разделяют на твердые и жидкие. Эти отходы собирают в местах их образования отдельно от других в специальные сборники, внутренние поверхности которых изготавливают из гладкого, малосорбирующего материала. По существующим правилам мощность дозы излучения на расстоянии 1 м от сборника с радиоактивными отходами не должна превышать 10 мбэр/год. Автотранспорт, применяемый для транспортировки емкости, дезактивизируют после каждого рейса.

Переработка твердых отходов на компост — это один из способов их утилизации. Наиболее совершенным считается процесс компостирования с

окислением органических отходов во вращающихся наклоненных барабанах. Отходы, освобожденные от металла, выдерживаются в барабанах трое суток. Аэрирование, для ускоренного окисления отходов, осуществляется с помощью вентиляторов. Измельченный компост впоследствии используется в сельском хозяйстве для улучшения структуры почвы. В случае токсичности отходов использования компоста в сельском хозяйстве невозможно.

Наиболее оптимальным вариантом утилизации отходов производства и потребления является их переработка на мусороперерабатывающих заводах с непрерывным процессом компостирования. Такой завод за 1 год перерабатывает примерно 105 тыс. т отходов, что соответствует обслуживанию примерно 0,5 млн. горожан. Затраты на эксплуатацию завода покрываются средствами от продажи компоста, кроме того ежегодно в народное хозяйство завод возвращает до 2000 т металла. Обслуживают завод 150 человек.

Сжигание твердых отходов в примитивных печах нецелесообразно, т. к. при этом происходит загрязнение атмосферы и не используется получаемая тепловая энергия. При использовании тепловой энергии и очистке отходящих газов процесс сжигания отходов существенно оптимизируется. Такой процесс осуществляют на специально оборудованных мусоросжигательных станциях или на заводах, имеющих паровые или водогрейные котлы со специальными топками, с температурой сгорания не менее 1000 °С и с системой очистки дымовых газов.

Перспективным методом переработки отходов является биodeградация — процесс разложения вещества с участием определенного вида бактерий.

Открытие бактерий, способных разрушать синтетические органические вещества, указало путь к новому методу переработки отходов. Процесс биodeградации протекает недостаточно быстро для использования его

в практических целях, однако ведутся работы, цель которых с помощью методов селекции усилить способность бактерий к разложению синтетических органических веществ (нефтепродуктов и др.). Успехи, достигнутые на этом направлении, позволяют считать его достаточно перспективным.

6.2. Безотходные технологии и замкнутые циклы производства

Развитие техногенного общества неизбежно сопровождается концентрацией промышленности и населения в городах и предполагает значительное увеличение отходов производства и потребления, что уже в настоящее время является значительной проблемой.

Использование замкнутых циклов производства и безотходных технологий один из путей решения этой проблемы.

Безотходные технологии — это наиболее радикальная мера защиты окружающей среды от загрязнений промышленными выбросами (сбросами). Безотходные технологии дают возможность комплексного использования сырья и энергии, при котором процесс производства не сопровождается загрязнением окружающей среды, так как техногенный круговорот сырья продукции и отходов предопределяет замкнутость производственного цикла.

Безотходная технология — это такой способ производства продукции, при котором сырье и энергия используются наиболее рационально и комплексно в цикле «сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы», таким образом, что воздействие на окружающую среду не нарушает ее нормального функционирования.

Существуют два подхода к реализации процесса безотходной технологии. Первый основан на законе сохранения вещества, в соответствии с которым материя всегда может быть преобразована в какую-либо продукцию, и, следовательно, можно создать такой технологический цикл, в ко-

тором все экологически опасные вещества будут преобразовываться в безопасный продукт или исходное сырье.

Согласно второму подходу, нельзя создать на практике полностью безотходную технологию, так как это противоречит второму закону термодинамики. Подобно тому, как энергию нельзя полностью перевести в полезную работу, так и сырье нельзя полностью перевести в экологически безопасный продукт. Второй подход более реалистичен.

На практике реальной является малоотходная технология. Под малоотходной технологией понимается способ производства какой-либо продукции, при котором вредное воздействие на окружающую среду доведено до санитарно-гигиенических норм и соответствующих ПДК.

Понятие «чистая технология» подразумевает метод производства продукции, при котором сырье и энергия используется настолько рационально, что объемы выбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ, сведены к минимуму. Понятие «чистая технология» близко к понятию малоотходная технология. Безотходная технология — это идеальная модель производства. Для оценки степени приближения реальной, малоотходной технологии к идеальной безотходной используются специальные коэффициенты. Поскольку каждое производство имеет свою специфическую направленность и особенности, то и коэффициенты для каждого производства имеют свои значения.

В России в угольной промышленности введен коэффициент безотходности производства, выраженный в процентах:

$$K_{\text{б}} = 0,33 \cdot (K_T + K_B + K_{\Gamma}),$$

где K_T — коэффициент использования породы;

K_B — коэффициент использования попутно забираемой воды, образующейся при добыче угля;

K_{Γ} — коэффициент использования пылегазовых отходов.

В химической промышленности коэффициент безотходности также выражен в процентах:

$$K_{\bar{o}} = f \cdot K_B \cdot K_{\text{эп}} \cdot K_{\text{э}},$$

где f — коэффициент пропорциональности, определяемый эмпирически;

K_B — коэффициент полноты использования материальных ресурсов;

$K_{\text{эп}}$ — коэффициент полноты использования энергетических ресурсов;

$K_{\text{э}}$ — коэффициент соответствия экологическим требованиям.

В стремлении к безотходной технологии объединены два фактора: рациональное использование ресурсов и снижение интенсивности воздействия на окружающую среду. Первый носит экономический характер, второй — экологический. Учет тех и других факторов и их оптимизация может обеспечить разработку эффективной малоотходной технологии и ее приближение к безотходной. Критериями эффективности этого движения являются принципы: системности (каждый процесс рассматривается как элемент более сложной производственной системы); комплексного использования сырьевых и энергетических ресурсов; цикличности материальных потоков (замкнутый производственный цикл моделирует природный круговорот веществ); рациональной организации (невосполнимые потери природных ресурсов сводятся к минимуму за счет утилизации отходов); экологической безопасности, который является базовым.

Особое значение имеет принцип цикличности. Возврат вещества в природный круговорот требует затрат энергии. Если ее источником служит солнце, то такой вариант можно считать оптимальным для производственного процесса. Если природные механизмы рециркуляции не нарушены, то возврат вещества в природный круговорот происходит самостоятельно. Для таких промышленных материалов как металлы требуются значительные затраты энергии и соответственно финансов для их повторного использования (переплавка и т. д.).

Для оценки размера возврата вещества в круговорот, введен коэффициент рециркуляции (возврата), выражающийся отношением рециркулируемой доли потока вещества через систему (M_p), к общему потоку вещества через систему (M):

$$K_B = \frac{M_p}{M} \cdot 100\%.$$

Коэффициент возврата может быть небольшим при избылии ресурсов (до 10 %) или значительным при бедности ресурсов (более 50 %).

Для платины и золота коэффициент K_B достигает 90 % и более, коэффициент рециркуляции энергии равен нулю, поскольку энергия проходит все системы насквозь и не используется вторично. Коэффициент рециркуляции не дает представления о скорости, с которой вещества движутся по кругу.

Большая часть работающих в настоящее время предприятий была построена без учета возможных экологических последствий, поэтому их функционирование должно сопровождаться разработкой технологий очистки промышленных сточных вод и газовых выбросов в окружающую среду и строительством соответствующих очистных сооружений.

7. ЗАБОЛЕВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С УСЛОВИЯМИ ТРУДА

Профессиональные заболевания обычно связаны с производственными и социальными условиями и в значительной степени являются результатом нерациональной организации труда. Они могут возникать, в том числе, под влиянием психосоциальных факторов на производстве (ночные смены, неправильный режим питания и др.).

В социальной сфере значительную опасность, особенно в городах, представляет транспорт. К транспортным опасностям относят дорожно-транспортный травматизм и транспортную усталость. По данным ВОЗ

ежегодно в мире жертвами дорожно-транспортных происшествий становятся около 200 тыс. человек и примерно 6 млн. человек получают травмы. Проявление транспортной усталости характерно для жителей крупных городов.

Одной из социальных причин заболеваемости, исследованию которой уделяется внимание во всех развитых странах, является связанный с неблагоприятными социально-экономическими условиями стресс, проявляющийся, в большей степени, в городах. Статистические данные свидетельствуют о том, что избыточные психические нагрузки ведут к неврологическим заболеваниям, к гипертонии, стенокардии, способствуют возникновению онкологических заболеваний. Медицинские аспекты воздействия стресса на человека в настоящее время изучены недостаточно.

Влияние социального положения людей в обществе на состояние здоровья, безусловно. Оно усиливается при резком изменении социального положения, что создает стрессовые ситуации.

По степени влияния социальных факторов, на состояние здоровья населения следует выделить: плотность населения, наличие и качество жилья, обеспеченность бытовыми удобствами, возрастную структуру населения, миграционные стрессы, темп жизни, организацию производства, транспортные условия, шум, социальные взаимоотношения людей.

Продолжительность жизни, это один из критериев, по которому принято оценивать культурный и научный потенциалы населения, его медицинское состояние и возможности.

За два последних десятилетия XX в. продолжительность жизни на планете в целом увеличивалась. У людей, родившихся в 1985-1990 гг., она предположительно составит не менее 61 года.

На последнее десятилетие XX в. средняя продолжительность жизни по странам составляет: Италия — 73 года; Австрия — 74 года; США, Да-

ния, Канада, Япония — 78 лет; Россия — 69 лет; Венгрия, Румыния — 70 лет; страны Африки — 40 лет.

В развитых странах с высоким уровнем жизни, для улучшения медицинского состояния населения и увеличения продолжительности жизни людей, материальные средства инвестируются в здравоохранение и в охрану окружающей среды, причем последним инвестициям отдается предпочтение.

По данным ВОЗ при ООН здоровье и продолжительность жизни населения зависит от состояния медицины на 10 %, от состояния окружающей среды на 40 %, от наследственности на 40 %, от других факторов на 10 %.

В качестве главных социальных факторов и условий, обеспечивающих благополучие населения, выделяют уровень благосостояния, уровень организации здравоохранения в стране, состояние окружающей среды.

8. ОПТИМИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГОРОДАХ

Оптимизация сводится к выбору направлений, которые, обеспечивая социальные потребности общества, не вывели бы биосферу за пределы параметров, отвечающих требованиям человека как биологического вида. Общество должно прогнозировать и контролировать последствия собственной деятельности, оценивать возможные реакции природных систем, корректируя состояние экологических систем.

Одним из аспектов рационального природопользования является проектирование новых предприятий с учетом требований к сохранению качества окружающей среды. Предприятия с технологией производства, не позволяющей избежать вредного воздействия на окружающую среду, должны выноситься за черту города, а при необходимости удаляться от не-

го на оптимальное расстояние. Некоторым странам, например Японии, удалось таким образом решить проблему развития промышленности в стране и сохранения качества окружающей среды.

Проектирование предприятия включает следующие стадии:

- определение исходных данных;
- составление генерального плана предприятия;
- сбор сведений о загрязнении окружающей среды – инвентаризация источников выбросов (сбросов);
- определение климатических условий, в которых находится предприятие.

Первый этап проектирования состоит в определении концентраций вредных веществ в атмосфере прилегающих территорий и на промышленной площадке. Эти концентрации определяются расчетным путем, или для получения более точных данных проводятся экспериментальные исследования на модели предприятия в аэродинамической трубе с имитацией вредных выбросов. Эксперимент повторяется многократно с изменением направления и скорости ветра, характера и интенсивности выбросов, их сочетания и других условий.

Первый этап заканчивается сравнением полученных результатов с ПДК вредных веществ. Если результаты исследований удовлетворяют предъявляемым требованиям, то разработка раздела проекта по обеспечению чистоты атмосферы может быть завершена. Если полученные результаты оказываются выше ПДК, то начинается второй этап проектирования. Он состоит в выборе мероприятий по охране окружающей среды на основе технико-экономических расчетов с участием соответствующих специалистов (инженеров, врачей, метеорологов и т. д.). При этом может быть сделан вывод о том, что при определенных направлениях и скоростях ветра необходимо отключать часть оборудования для снижения объема выбросов. Может быть сделан вывод о необходимости снижения производи-

тельности предприятия или о принципиальной нецелесообразности строительства в данном месте.

Третий этап проектирования состоит в разработке мероприятий, обеспечивающих чистоту воздушной среды (в пределах ПДК).

Выходным результатом проекта должны быть обоснованные предельно допустимые выбросы (ПДВ), отвечающие требованиям Закона об охране атмосферного воздуха от 25.06.1980 г.

Если предприятие имеет несколько источников выбросов, то устанавливают суммарный выброс (ПДВ) для объекта.

Проект обеспечения чистоты атмосферы может быть разработан для цеха, промышленного предприятия, для одного технологического процесса, для населенного пункта в целом.

С целью сохранения качества гидросферы разрабатывается суммарный допустимый сброс (ПДС) для предприятия.

8.1. Нормирование качества окружающей среды

Качество окружающей среды — это такое состояние ее экологических систем, которое обеспечивает процесс обмена веществ и энергии между человеком и окружающей средой и воспроизводство жизни.

Качество окружающей среды обеспечивается самой природой путем саморегуляции и самоочищения от вредных для нее веществ.

С точки зрения человека «производственный цикл» природы построен по принципу безотходной технологии, когда конечный продукт какого-либо производственного цикла служит сырьем для начала следующего цикла.

Воздействие человека на окружающую среду носит, как правило, негативные последствия, поэтому появляется необходимость регулирования качества окружающей среды в пределах возможностей человека.

Нормирование качества окружающей среды представляет собой деятельность по установлению нормативов (показателей) предельно допустимых воздействий человека на окружающую среду.

Предельно допустимой является норма, устанавливающая пределы воздействия на окружающую среду. Под воздействием на окружающую среду понимается антропогенная деятельность, связанная с реализацией экономических рекреационных, культурных интересов человека, вносящая физические, химические, биологические изменения в окружающую среду.

Загрязнение среды — физическое, химическое, биологическое изменение окружающей среды, вызванное антропогенной деятельностью, содержащей угрозу причинения вреда здоровью и жизни человека и биосфере в целом.

Нормативы качества окружающей среды — это предельно допустимые нормы воздействия на нее.

Общие требования к нормам:

- обеспечение экологической безопасности населения;
- сохранение генетического фонда растений, животных, человека;
- обеспечение рационального использования и воспроизводства природных условий.

Цель этих требований — сочетание экономических и экологических интересов.

В основе нормативов качества окружающей среды лежат:

- *медицинский показатель* — пороговый уровень угрозы здоровью человека, его генетической программе;
- *технологический показатель* — способность экономики и технологии обеспечить выполнение установленных пределов воздействия на человека и среду его обитания;

- *научно-технический показатель* — возможность контролировать соблюдение пределов воздействия человека на окружающую среду с использованием научно-технических средств.

Нормативы качества окружающей среды подразделяют на три группы.

Первая группа — санитарно-гигиенические нормативы (ПДК вредных веществ, параметры санитарных защитных зон, ПДУ радиации и др.). Их цель — определение показателей качества окружающей среды, обеспечивающих здоровье человека.

Вторая группа — производственно-хозяйственные нормативы (ПДВ, ПДС и др.), устанавливающие требования к источнику вредного воздействия, ограничивая его пороговой величиной. К этой же группе относят документы, содержащие экономические требования (строительные и технологические правила и др.).

Третья группа — комплексные нормативы, сочетающие в себе признаки первой и второй групп.

Нормативы первой группы имеют самостоятельное значение, так как охватывают не только экологическую, но и производственную и жилищно-бытовую сферу жизни человека. Государственный Комитет санитарно-эпидемиологического надзора утверждает санитарные нормы и предельно-допустимые уровни воздействия на организм человека для комплекса факторов среды его обитания.

Нормативы второй группы устанавливаются с учетом производственных мощностей объекта, данных о наличии мутагенного эффекта и вредных последствий по каждому источнику загрязнения согласно нормативам ПДК. Нормативы ПДК не указывают на источник вредного воздействия и не регулируют его поведение. Эту функцию выполняют нормативы ПДВ и ПДС, они устанавливаются по источникам выбросов (сбросов). На

основе их проводится инвентаризация (учет и оценка) источников выбросов.

Разработка экологических нормативов находится в компетенции Министерства природных ресурсов России совместно со специально уполномоченными органами (Минздрав и др.).

Проекты нормативов ПДВ и ПДС загрязняющих веществ разрабатываются самими предприятиями-природопользователями с привлечением при необходимости научных организаций. Полученные документы (тома ПДВ и ПДС) утверждаются органами охраны природы и действуют 5 лет.

При определении ПДВ, руководствуются требованиями ГОСТ 17.2.3.02-78, «Правила установления допустимых выбросов промышленных предприятий».

ПДВ устанавливаются для каждого источника загрязнения из условия, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников населенного пункта, с учетом перспективы развития и с учетом рассеивания вредных веществ в атмосфере не создадут приземную концентрацию, превышающую их ПДК, для населения, растительного и животного мира. Если в воздухе населенного пункта концентрация вредных веществ уже превышает их ПДК, а значение ПДВ, по объективным причинам не может быть достигнуто предприятием, то для таких предприятий устанавливаются временно согласованные выбросы (ВСВ) вредных веществ как паллиативная мера. При этом в обязательном порядке вводится план поэтапного снижения показателей выбросов вредных веществ до значений, которые обеспечивают соблюдения норм ПДВ.

ГОСТ 17.2.3.001-77, «Правила контроля качества воздуха населенных пунктов», устанавливает порядок контроля чистоты атмосферного воздуха. Для этого предусматривается размещение стационарных, маршрутных, передвижных постов наблюдений. Количество постов, программа

и сроки наблюдений устанавливаются в зависимости от количества предприятий, видов производств и их размещения

Требования к охране поверхностных вод от загрязнения (ГОСТ 17.1.3-86) устанавливают следующие правила:

- сброс сточных вод в поверхностные воды и проведение работ в пределах водных объектов и водоохраных зон производится только с разрешения Министерства природных ресурсов Российской Федерации;
- сброс сточных вод допускается только при условии их предварительной очистки, степень которой определяется составом и свойствами загрязняющих веществ, способностью ассимиляции водного объекта и требованиями водопользователей к качеству воды.

По данным статистики в нормативы ПДВ (ПДС), в настоящее время укладываются примерно 20 % производств, загрязняющих окружающую среду, около 50 % работают на основе ВСВ, остальные — на основе сверхлимитных выбросов (сбросов), количество которых определяется по фактическому выбросу (сбросу) за определенный период времени. Сверхлимитный выброс (сброс) — это вынужденная мера, вызванная существованием предприятий с устаревшим оборудованием и технологическими процессами, которые не позволяют укладываться в положенные нормативы. Повышенная оплата (штраф) назначаемая предприятиям за сверхлимитные выбросы (сбросы) покрывает ущерб, наносимый природе лишь в незначительной мере.

Нормативы третьей группы — предельно-допустимые нормы нагрузки на окружающую среду (комплексные нормативы качества), это размеры антропогенного воздействия на природные комплексы, не приводящие к нарушению экологических функций природной среды.

Цель разработки и применения ПДН в том, чтобы обеспечить рациональное сочетание хозяйственной и рекреационной деятельности по использованию и потреблению природных ресурсов с охраной природы.

Отраслевые ПДН разрабатываются применительно к отдельным видам природных ресурсов, например предельные нормы пребывания людей в парке, в лесу (не более 15 чел. на гектар, для хвойного леса), и т. д.

Региональные ПДН разрабатываются в соответствии с хозяйственной или рекреационной нагрузкой на окружающую среду. Они устанавливают экологические ограничения на использование водных ресурсов, рыбных запасов, лесных ресурсов, на развитие хозяйственной деятельности. ПДН разрабатываются и утверждаются отраслевыми или местными экологическими организациями с учетом практических и научных рекомендаций. Их изменяют в зависимости от состояния среды.

Санитарно-защитные зоны устанавливаются с целью охраны водоемов, населенных пунктов, лечебно – оздоровительных зон от загрязнений и других вредных воздействий (излучение, электромагнитные поля и др.), на практике их разделяют по назначению.

В России приняты следующие зоны: рекреационные охранные; зеленые, вокруг крупных населенных пунктов; защитные; зоны экологического бедствия; санитарные, у источников водоснабжения; санитарно-защитные, между предприятием и населенным пунктом.

Зона санитарной охраны источников водоснабжения — это территория или акватория, на которой устанавливается особый санитарно-эпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды источников центрального хозяйственно-питьевого водоснабжения и охраны водопроводных сооружений. Для охраны и улучшения гидрологического режима, благоустройства рек, водоемов и их прибрежных территорий создается водоохранная зона, в рамках которой устанавливается специальный режим защиты от загрязнений, истощения, засорения и разлива вод. Размер зоны зависит от размера водоема и колеблется от 100 до 500 м. В целях охраны водоемов от попадания в них химических чужеродных веществ (с сельскохозяйственных угодий, складов и др.), Минздравом уста-

новлена 200-метровая охранная зона, в которой запрещено применение и хранение химических продуктов.

Защитные зоны создаются в случае техногенных аварий для охраны населения от последствий этих аварий. После аварии на Чернобыльской АЭС, территория в зависимости, от степени поражения и строгости режима, была разделена на четыре зоны: отчуждения, отселения, проживания со льготным социально-экономическим статусом.

8.2. Природоохранные меры предприятий

Целью природоохранных мероприятий является снижение содержания вредных веществ (в воздухе, воде, почве) до уровня, который не сможет оказать вредного воздействия на качество окружающей среды и на состояние здоровья населения.

Задачи предприятий природопользователей по охране окружающей среды сводятся к ограничению загрязнения окружающей среды. Снижение содержания вредных веществ, в сбросах (выбросах) предприятия решаются двумя способами. Первый — это исключение влияния вредных веществ на природные экосистемы. В этом случае определяющим показателем является ассимиляционный потенциал территории, показывающий, какое количество вредных веществ может без ущерба для себя ассимилировать определенная территория. На практике это означает определение количества вредных веществ, которое может без ущерба для себя принять, например водный или воздушный бассейн на определенной территории, обеспечив рассеивание примесей до неопасных концентраций. После этого устанавливаются предельно допустимые нормы на выбросы (ПДВ) и сбросы (ПДС) вредных веществ в течение определенного времени.

Второй способ, практикуемый, в частности в России, состоит в том, что приоритетным условием является санитарно-гигиенические нормативы

вы, т. е. соблюдение условия не превышения концентрацией вредного вещества ее предельно допустимой величины. Это означает, что предприятию разрешено такое поступление загрязняющих веществ в окружающую среду, при котором они смогут рассеяться до неопасных концентраций (ПДК) в местах, назначаемых контролирующими органами.

Рассеивание вредных примесей в окружающей среде зависит от факторов, на многие из которых человек не может влиять. Поэтому обеспечение в установленном створе водного объекта или в установленной зоне атмосферы того условия: что концентрация вредного вещества будет меньше его предельно допустимого значения ($C \leq \text{ПДК}$), для действующего предприятия обеспечивается несколькими способами. Наиболее часто используемые способы: закрытие предприятия; перепрофилирование; обеспечение уровня содержания вредных веществ в выбросах (сбросах), обеспечивающего их гарантированное рассеивание до неопасных концентраций в местах, установленных контролирующими органами.

Для проектируемых предприятий предусматривается минимальное расстояние, необходимое для рассеивания примесей (загрязнений сбрасываемых в водный объект) между предприятием и местом водопользования или водозабора.

Обеспечение соблюдения установленных нормативов для каждого источника выбросов (сбросов) и каждого отдельного вещества (с учетом эффекта суммации) является задачей предприятия.

ПДК — норматив на содержание загрязняющих веществ в окружающей среде.

ПДВ и ПДС — нормативы на их поступление в природную среду, при этом они являются функцией от ПДК и определяются расчетным путем.

Каждое предприятие имеет согласованные с местными органами охраны природы перечни (тома) ПДС и ПДВ, обновляемые каждые 5 лет.

Превышение предприятием установленных ему значений ПДВ и ПДС приводит к резкому увеличению размеров платы предприятием за загрязнение окружающей среды.

Санитарная охрана почвы осуществляется с помощью соблюдения правил применения ядохимикатов и эвакуации и захоронения вредных веществ.

Введение нормирования содержания вредных веществ в выбросах и в сбросах промышленных предприятий имеет, прежде всего, экологические цели, для этого вводятся нормативы, ориентированные на уровень технологии на вновь построенных и действующих предприятиях.

При несоблюдении этих нормативов действует система материальной ответственности предприятий, стимулирующая их природоохранную деятельность.

8.3. Экологические и экономические требования к хозяйственной деятельности

Экономическая оценка ущерба, наносимого нерациональным природопользованием, является малодостоверной, поскольку невозможно выразить экономически ущерб, который наносится здоровью людей вследствие изменения состояния окружающей среды.

Относительно достоверными являются оценки прямых затрат от локальных последствий загрязнения окружающей среды.

По данным ООН, загрязнение окружающей среды наносит индустриально развитым странам убыток 8 % их валового национального продукта.

В России требования нормативных документов направлены на создание таких условий, при которых была бы целесообразна реализация только экологически и экономически оптимальных проектов.

В 1990 г., в 49 регионах СССР был проведен эксперимент по совершенствованию хозяйственного механизма природопользования. В рамках эксперимента было установлено два вида плат за загрязнение окружающей среды, одна — в пределах допустимых выбросов (сбросов), другая, более высокая, при превышении допустимых выбросов и сбросов.

Вырученные средства перечислялись в фонд охраны природы. Эксперимент признан успешным, его результаты были учтены при разработке природоохранного законодательства. В 1991 г. совет министров РФ утвердил нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, за сбросы и за их превышение.

При размещении отходов в специально оборудованных местах, обеспечивающих защиту окружающей среды, плата не взимается.

Плата за выбросы загрязняющих веществ представляет собой компенсацию за экономический ущерб от загрязнения окружающей среды и производится за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователей.

Плата за сбросы сточных вод в системы коммунальной канализации поступает на счет предприятий коммунального хозяйства и используется на совершенствование техники и технологии городских систем водоочистки и водоотведения.

При аварийных выбросах, сбросах или при размещении отходов в местах, специально отведенных для этой цели, устанавливается десятикратный тариф к нормативам платы за допустимые выбросы и сбросы загрязняющих веществ.

Постановлением Совета Министров РФ, от 1991 года предусмотрено применение коэффициентов экологической ситуации и значимости, численные значения которых находятся в зависимости от состояния окружающей среды. Все эти коэффициенты выше единицы, их введение является действенной экономической мерой защиты окружающей среды.

Контрольным показателем, определяющим допустимость поступления вредных веществ в воздушную среду, является ПДВ, который при неблагоприятных погодных условиях создает в приземном слое концентрации, превышающие ПДК этих веществ. Для стимулирования сокращения количества вредных выбросов вводится показатель загрязнения воздушной среды каким-либо объектом, P ($\text{м}^3/\text{ч}$). Значение этого показателя определяется из выражения:

$$P = \frac{M}{C_{\text{ПДК}} - C_{\Phi}},$$

где M — количество выделяемых объектом вредных веществ в единицу времени, $\text{мг}/\text{ч}$;

$C_{\text{ПДК}}$ — предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$;

C_{Φ} — фоновая концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Физический смысл этой величины — это количество атмосферного воздуха для данной местности, которое необходимо подать на объект для рассеивания выделяемых им вредных веществ до предельно допустимой концентрации.

С учетом времени работы объекта и возможной неравномерности выделения им вредных веществ, вводится понятие суммарного годового показателя загрязнения воздуха объектом, который определяется из выражения:

$$\sum_{i=0}^{i=n} = \frac{M_i \cdot Z_i}{C_{\text{ПДК}} - C_{\Phi}} \cdot 10^{-9}, \text{ км}^3/\text{год},$$

где M_i — количество вредных веществ, выделяющихся в единицу времени с различной интенсивностью, $\text{мг}/\text{ч}$;

Z_i — время работы источника загрязнения за год, в часах.

Крупнейшим источником загрязнения воздуха в городах является автомобильный транспорт, поэтому необходимо учитывать расход чистого воздуха для разбавления вредных веществ, выделяемых транспортом. Эта задача реализуется на основе учета количества сжигаемого в двигателях топлива. В перспективе предполагается, что в стоимость топлива будут включаться затраты, необходимые для оздоровления окружающей среды и нейтрализации последствий воздействия на нее автотранспорта.

Использование показателя загрязнения воздушной среды объектом и стоимости воздуха, расходуемого на разбавление выбрасываемых источником вредных веществ до ПДК, создает механизм, способствующий уменьшению концентрации вредных веществ до ПДК и уменьшению общего количества вредных веществ, выделяемых производством в окружающую среду.

Затраты на мероприятия по защите атмосферы обычно сопоставляют с размером реального ущерба, причиняемого отсутствием этих мероприятий. Экономическая оценка ущерба загрязнений, связанных с отдельными технологическими процессами, сводится к установлению потенциальной экономической ценности побочных продуктов процесса, загрязняющих окружающую среду. Эти продукты могут быть нежелательными, не утилизируемыми или могут служить сырьем в каких-либо других технологических процессах. В последнем случае экономическая оценка сводится к определению стоимости загрязняющего вещества - сырья для очередного технологического процесса и к определению стоимости отделения твердых и газообразных загрязняющих веществ из выбросов предприятия. Оценка производится по конкретным методикам. Рассматриваются капитальные и эксплуатационные затраты, стоимость расходуемых веществ (вода, реагенты, катализаторы), инструментов лабораторных и измерительных работ, исследований и перспективных разработок.

Капиталовложения в оборудование для отделения загрязняющих веществ обычно составляют значительную часть стоимости оборудования, например для теплоэлектростанций, это около 7 % их стоимости. В металлургической промышленности затраты на защиту атмосферы составляют до 15 % от суммарных капиталовложений в отрасль, приблизительно такие же затраты необходимы в строительной отрасли, при производстве строительных материалов.

9. ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

В истории использования природы человеком выделяют два этапа.

На первом этапе производственная деятельность, которая обеспечивалась, в основном, естественным возобновлением природных ресурсов и нахождением их новых источников. В развитии производства на первом этапе ведущая роль принадлежит усовершенствованию технических средств.

На втором этапе, который продолжается и в настоящее время, развитие техники достигло такого уровня, что охрана природы и социальные мероприятия по воспроизводству природных ресурсов стали главным фактором сохранения и развития производственной деятельности.

Рациональное природопользование определяется как система промышленно-технической деятельности общества, при которой обеспечивается неисчерпаемость его энергоресурсной и сырьевой базы в сочетании с сохранением оптимальных параметров среды обитания.

Соблюдение принципов рационального природопользования особенно актуально для хозяйственной деятельности в городах. Совокупность принципов, обеспечивающих рациональное природопользование, сводится к следующим основным положениям.

1. Системный подход к природопользованию — предусматривает комплексную оценку влияния промышленно-технической деятельности общества на природу с обязательным прогнозированием реакции природы на это влияние, включая изменение качества среды и определяемое им состояние людей, а также влияние на производительность труда и качество выпускаемой продукции.

2. Оптимизация биосферы — предусматривает не пассивное использование ресурсов биосферы, а разумное управление этим процессом так, чтобы все системы биосферы гармонировали с деятельностью общества, которое само является элементом (подсистемой) биосферы.

3. Концентрация производства предполагает создание территориально-промышленных комплексов, т. е. приближение перерабатывающих предприятий к источникам сырья и энергии, что повышает эффективность ресурсного цикла.

4. Гармонизация отношений природы и техники обеспечивается созданием и эксплуатацией таких систем, которые смогут обеспечить высокие производственные показатели при обеспечении в зоне своего влияния благоприятной экологической обстановки. Таким условиям отвечают системы, работающие на принципах самоуправления (кибернетики).

5. Планирование природопользования и охрана окружающей среды осуществляется на основе разработки мероприятий, обеспечивающих экономии ресурсов и природоохранных мероприятий.

6. Прогноз регионального развития хозяйства — предполагает решение внутривозрастных проблем региона с учетом отдаленных перспектив его развития и с учетом природных и социально-экономических факторов.

7. Осуществление экологического мониторинга, обеспечивающего знание существующей экологической обстановки и возможность ее прогнозирования на будущее.

Соблюдение перечисленных условий должно обеспечить качество среды, удовлетворяющее существованию человечества. Под качеством среды принято понимать такую совокупность ее параметров, которая удовлетворяет как условиям существования человека, так и научно-техническому прогрессу.

Одной из мер, способствующих улучшению состояния окружающей среды, в том числе и в городах является обязательное экологическое образование, предусмотренное Законом РФ «Об охране окружающей природной среды», на уровне средней школы и вузов.

ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бродская Н. А., Воробьев О. Г., Реут О. Ч.* Экологические проблемы городов. — СПб.: Изд. центр СПб., 1998. — 150 с.
2. *Стадницкий Г. В., Радионов А. И.* Экология. — СПб.: Химия, 1996. — 238 с.
3. *Природоохранные нормы и правила проектирования. Справочник.* — М.: Стройиздат, под редакцией Н. В. Лосева, 1990. — 526 с.
4. *Павлова Е. И.* Экология транспорта: учебник для вузов. — М.: Транспорт, 2000. — 248с.
5. *Алексеев С. А., Зубрилов С. П., Потапов И. О., Растрьгин Н. В., Яковлев А. В.* Природопользование: учебное пособие — СПб.: СПГУВК, 2009. — 137с.
6. *Федоров М. М.* Региональная экология. — 1994, №1, стр.25–29.
7. *Литовка О. П., Федоров М. М.* Принципы формирования методики по комплексной оценке, прогнозу и выявлению устойчивых состояний городских структур в условиях экологического кризиса. — СПб.: ИСЭП РАН, 1994. — 25с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Основные понятия, термины, определения.....	4
2. Экологические проблемы города.....	7
2.1. Проблемы, связанные с ростом населения.....	8
2.2. Урбанизация.....	8
2.3. Урбанизация в России.....	9
2.4. Экологическая ситуация в городах.....	11
3. Климат в городе.....	12
3.1. Особенности климата в городах.....	12
3.2. Роль зеленых насаждений в городе.....	15
4. Специфика окружающей среды города.....	17
4.1. Электромагнитные излучения.....	17
4.2. Биологическое действие электромагнитных полей.....	19
4.3. Ионизирующие излучения.....	24
4.4. Биологическое действие ионизирующих излучений.....	26
5. Основные загрязнения в городе.....	33
5.1. Индустриальные загрязнения, их экологические последствия.....	33
5.2. Защита от индустриальных загрязнений, основные термины, понятия, определения.....	37
5.3. Способы очистки вредных выбросов.....	38
5.4. Рассеивание вредных веществ путем отвода выбросов на большую высоту.....	40
5.5. Санитарно-защитные зоны.....	43
5.6. Использование водных ресурсов.....	46
5.7. Сточные воды города.....	47

5.8. Условия сброса сточных вод.....	48
6. Промышленные и бытовые отходы.....	56
6.1. Проблема промышленных и бытовых отходов.....	56
6.2. Безотходные технологии и замкнутые циклы производства.....	59
7. Заболевания, связанные с условиями труда	62
8. Оптимизация хозяйственной деятельности в городах	64
8.1. Нормирование качества окружающей среды	66
8.2. Природоохранные меры предприятий	72
8.3. Экологические и экономические требования к хозяйственной деятельности	74
9. Принципы рационального природопользования.....	78
Литература	81

Учебное издание

Алексеев Сергей Андреевич

Потапов Игорь Олегович

Растрьгин Николай Васильевич

Яковлев Алексей Владиславович

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА

Учебное пособие

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 28.06.13

Сдано в производство 28.06.13

Формат 60×84 1/16

Усл.-печ. л. 4,88.

Уч.-изд. л. 4,2.

Тираж 100 экз.

Заказ № 77

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
198035, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВПО ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова
198035, Санкт-Петербург, Межевой канал, 2