

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

И.А. Кленова

ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Ростов-на-Дону
2017

УДК 504(07) + 06

Рецензенты: доктор технических наук, профессор
Г.И. Шульга (ЮРГТУ);
доктор технических наук, профессор
В.А. Кохановский (РГУПС)

Кленова, И.А.

Экология: учеб. пособие / И.А. Кленова; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2017. – 259 с.: ил. – Библиогр.: с. 223–225.

Учебное пособие предназначено для студентов II–III курсов высших технических учебных заведений, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» и изучающих дисциплины «Промышленная экология», «Общая экология», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Обращение с твердыми отходами», «Охрана окружающей среды» и др. Рассмотрены вопросы биологической, промышленной и правовой экологии. Используются наработки федеральных, региональных и местных надзорных и исполнительных органов по вопросам охраны окружающей среды. Отражен опыт преподавания этих дисциплин в технических высших учебных заведениях.

Рекомендуется использовать также при подготовке аспирантов и инженерно-технических работников, занимающихся охраной окружающей среды.

Одобрено к изданию кафедрой «Безопасность жизнедеятельности».

ВВЕДЕНИЕ

Экология – наука о взаимодействии живых организмов и их систем с окружающей средой (ОС), их взаимовлиянии и взаимопроникновении, что позволяет определить пути оптимизации и возможного изменения условий для окружающей среды и живых организмов. Под окружающей средой понимается практически вся Вселенная. Очень часто термин ОС заменяют словом «природа» (в шутливом изречении «ОС – это то, что останется от природы, если из нее изъять человека» есть доля истины).

Под живыми организмами понимается не только человек, но и все остальные живые представители природы: животные, растения, простейшие организмы.

Экологические знания необходимы при изучении многих наук, и прежде всего биологии, медицины, дисциплин инженерного и социально-экономического циклов. Для изучения основ экологии достаточно иметь знания по общеобразовательным курсам анатомии, зоологии, физики, химии, географии.

Экология – наука о доме, обители человека (от др.-греч. «οἶκος» – дом, жилище и «λόγος» – учение).

Термин «экология» возник сравнительно недавно, но свой вклад в эту науку внесли еще ученые древности: Аристотель, Гиппократ, Эпикур и др. Известен, например, постулат Эпикура, в котором говорится: «...нельзя насиловать природу, следует повиноваться ей, необходимые желания исполняя, а также естественные, если они не вредят. А вредные – сурово подавляя» (интересно сравнить с общеизвестным у нас – через два тысячелетия – тезисом: «Нам нельзя ждать милостей от природы! Взять их у нее – наша задача»).

Вопросам взаимоотношения человека и среды уделяли внимание виднейшие представители человечества: Леонардо да Винчи (вода – организм человека); М. Ломоносов (воздух – тепло – человек) и др. Но накопление экологических знаний шло в основном в сфере зоологии и анатомии. Качественный скачок произошел в середине XIX в., когда экология оформилась как самостоятельное ответвление анатомии, зоологии, ботаники. По сути это была лишь биоэкология. основоположники ее – Ч. Дарвин, Э. Геккель и профессор МГУ К. Рулье. В начале XX в. появились первые экологи, которые трудились в заповедниках, в основном наблюдая за животным и растительным миром, анализируя изменения их численности (популяцию). Чаще их именовали «естественниками».

Позднее в биоэкологию входят другие науки: о климате (Ю. Ганн, А. Воейков), о почвах и покровах земли (А. Гумбольдт, В. Докучаев), ландшафтах (Л. Берг) и др. Следует отметить особую роль трудов В.И. Вернадского, который, по сути, был основателем второго этапа развития экологии. Примечательно, что Владимир Иванович Вернадский родился в Петербурге 12 марта 1863 г. в годы, когда Геккель назвал новую науку экологией. Он закончил физико-математический факультет Петербургско-

го университета, в котором тогда преподавали Д.И. Менделеев, В.В. Докучаев, И.М. Сеченов, А.И. Воейков и другие всесторонне развитые люди и известные ученые. Они, безусловно, оказали влияние на В.И. Вернадского, для которого наука стала средством познания природы. Он блестяще знал «добрый десяток наук», что позволило ему широко понимать сложные природные взаимосвязи. От изучения почв и жизни минералов к динамической минералогии, единству живой и мертвой материи, от истории естествознания, геохимии – к основанию Московского радиологического института (1921 г.), лекциям в Сорбонском университете по эволюции жизни, биогеохимии (1923–1926 гг.) и – после возвращения в Москву – к публикации знаменитой монографии «Биосфера» (1926 г.). С этого времени он только расширяет и углубляет свои исследования в трудах «Эволюция видов и живое вещество», «Проблема времени в современной науке», «Биогеохимические очерки», «Размышления натуралиста» и многих других. Поражает его умение выявить глубинные связи между казалось бы абсолютно разными природными явлениями и сущностями. Но главной для него «остается тема биосферы – области жизни и геохимической деятельности живого вещества». Достаточно перечислить законы экологии, открытые В.И. Вернадским в последние годы жизни («О биогенной миграции атомов», «О константности живого вещества биосферы», «О максимуме биогенной энергии», «О физико-химическом единстве живого существа» и др.), чтобы убедиться в этом. Труды В.И. Вернадского и после его смерти в 1945 г. продолжают оставаться на переднем крае науки, связанной с биосферой. Он настолько опередил свое время, что только на третьем этапе развития этой науки, когда она сформировалась как всеобщая (глобальная) экология и стала учитывать влияние человеческой деятельности на все условия ОС, стало понятно, как далеко Вернадский заглядывал в будущее.

В конце второго этапа развития экологии (1945–1955 гг.) к биологам добавились гигиенисты-медики, агрономы, лесоводы, инженеры и т.д. Стали отрабатываться нормативы взаимодействия человека и ОС, принципы инженерного подхода к защите среды.

Второй этап завершился, когда человек осознал, какой вред может принести неконтролируемое развитие крупной промышленности ОС, природе. Начался «экологический бум», вызванный интенсификацией промышленной деятельности человека, фактом обнищания, исчезновения биоматресурсов. До этого ресурсы успевали восстанавливаться, теперь же цепочка нарушилась.

Третий этап развития экологии характеризуется деятельностью таких ученых, как Б. Коммонер, Д. Одум, С. Шварц (российский академик, умерший в 1976 г., один из создателей экологии человека), А. Молчанов (разработавший основы математической экологии) и др.

Сейчас у экологии две основные функции – прогностическая и формирующая. Первая, как правило, – удел деятелей науки, вторая – всеобщая, опирающаяся на прогноз, грамотность человека.

Из чего же состоит экология? Сейчас у нее, по С. Шварцу, около сорока ответвлений, и даже их простое перечисление затруднительно. В соответствии с историей развития экологии в ней можно выделить такие отрасли:

а) *биоэкология* – экология микроорганизмов, грибов, простейших, животных (отдельно рассматривается биоэкология птиц, рыб и т.д.), а также палеоэкология (эволюционная экология);

б) *экология систем* – тундр, пустынь, полупустынь, лесов, степей и т.п. Сюда же относится радиационная и химическая экология. Термин «экосистема» предложен в 1935 г. английским ботаником А. Гексли;

в) *экология человека* – историческая, археологическая, собственно человека, города (урбоэкология), промышленная, сельскохозяйственная, рекреационная (экология зон отдыха), правовая, экономическая и т.п.

В последнее время предметом изучения любой отрасли науки стали математико-физические модели. Часто говорят о науке – «математической экологии» (в университетах изучается отдельная дисциплина). В перспективе многим экологам видится цельная система экологического управления народным хозяйством и социальными проектами.

В последние годы во всем мире резко возросло внимание к вопросам природопользования; изменены и усилены государственные органы охраны природы в нашей стране. Признано необходимым, чтобы каждый проект, каждое вновь вводимое предприятие имели экологическое обоснование, прошли экологическую экспертизу.

Экологический бум нашел отражение и в публикациях; возросло не только их количество, но и улучшилось качество. Очень много сделали и продолжают делать для популяризации знаний и развития экологии отечественные ученые Н. Реймерс, М. Лемешев, А. Яншин, А. Яблоков и др., а также зарубежные ученые Б. Коммонер, Д. Одум, К. Уатт, Ф. Дре, М. Танг и др.

В работах ведущих экологов иногда имеет место неоднозначное толкование отдельных терминов, таких как «природоохранительные меры», «усилия» и т.п., или «охрана природы». В последние десятилетия чаще говорят об охране окружающей среды (ОС), а не природы. Это точнее. Действительно, ОС – это все, что нас окружает, включая звезды, галактику и т.д. А под термином «природа» часто понимают живой мир и неживую материю нашей планеты. В дальнейшем, говоря о природе, будем оперировать более широким понятием – Вселенная, т.е. окружающая среда в этом случае равнозначна природе. Причем последняя, по В. Вернадскому, состоит из живой составляющей Земли – «живого вещества» и неживого компонента – атмосферы, гидросферы и литосферы. К последним логично добавить и дальний Космос (т.е. космосферу), который все больше обживает человек. Область обитания живых организмов называют биосферой (сферой жизни).

Биосфера – относительно тонкая оболочка жизни на Земле, занимающая нижнюю часть атмосферы (12–15 км), всю водную среду планеты и

ее недра до 3–5 км (в том числе область «былых биосфер» с остатками следов живых организмов). Границы биосферы не остаются застывшими (выходы в космос, проникновение в глубины Земли). Совокупность живых и неживых компонентов биосферы составляет экосистему (подробнее см. гл. 1).

В. Вернадский подчеркивал, что человечество стало «геологической силой», т.е. земной, сравнимой с силами самой природы. Но если силы природы направлены на ее благо, т.е. на круговорот в природе, то человечество действует не всегда разумно. Потребляя больше, чем восстанавливая, оно зачастую становится вредной силой, большей, чем природная. Воздействие человека (и всего человечества) на природу является антропогенным фактором, т.е. созданным человеческой деятельностью. Убил мамонта – проявил антропогенное воздействие; отравил воды реки канализационными сбросами – то же самое; провел очистку – тоже антропогенное воздействие.

Таким образом, антропогенный фактор может иметь и позитивные, и негативные стороны. Главные негативные стороны – загрязнение воздуха, воды, поверхности земли и истощение ее ресурсов, позитивные – предотвращение всего этого в рамках биосферы. Преобразуемую человеком биосферу называют, по В. Вернадскому, «ноосферой» (или сферой разума). Это название может быть оправдано только в том случае, если человек будет вести себя как «гомо сапиенс» – человек разумный.

Сейчас все больше людей начинают понимать, что сила человека в его связях с природой, а знание экологии развивает и дополняет их новым содержанием.

Право человека на благоприятную окружающую среду законодательно закреплено в Конституции РФ (ст. 42). Это право должно обеспечиваться и подкрепляться целым сводом законов РФ, принятых и принимаемых в последнее время.

Важнейшими из них являются: «Об охране окружающей среды» (2002 г.), «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999), «О животном мире» (1995 г.), «О недрах» (1992 г., 1995 г.), «Об использовании атомной энергии» (1995 г.), «Об экологической экспертизе» (1995 г.), «Водный кодекс» (1995 г.), «Земельный кодекс» (2002 г.) и др. В основу этих законов положены принципы экономического стимулирования рационального природопользования, органической связи между развитием экономики и экологизацией всех сфер жизни. Они же закреплены и в международных соглашениях. Так, в решении Конференции ООН по окружающей среде (Рио-де-Жанейро, 14.06.1992 г.) записано: «Для того чтобы добиться устойчивого развития, охрана окружающей среды должна стать неотъемлемой частью процесса развития» (принцип 4). И далее: «Мир, развитие и защита окружающей среды взаимосвязаны и неразделимы» (принцип 25).

1 ОСНОВЫ БИОЭКОЛОГИИ

В биоэкологии выделяют несколько взаимосвязанных разделов:

- учение о взаимодействии отдельных организмов и факторов среды их жизни – экология организмов, или аутэкология;
- учение о взаимоотношении организмов одного вида в пределах популяций – популяционная экология, или демэкология;
- учение о взаимоотношении организмов разных видов в пределах биогеоценозов и экологических закономерностях функционирования экосистем – синэкология.

Далее рассматриваются основы учения о факторах среды и аутэкологии.

1.1 Экологические факторы

Все организмы живут в среде обитания, или окружающей среде, которая является совокупностью элементов, способных оказывать прямое или косвенное воздействие на организмы. Элементы окружающей среды, оказывающие влияние на живые организмы, называются экологическими факторами. Они подразделяются на абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы – это температура, свет, влажность, осадки, ветер, атмосферное давление, радиационный фон, химический состав атмосферы, воды, почвы и пр.

Биотические факторы – это живые организмы (бактерии, грибы, растения, животные), вступающие во взаимодействие с данным организмом.

К *антропогенным* факторам относятся особенности среды, обусловленной трудовой деятельностью человека. Роль антропогенных факторов постоянно нарастает.

Следует учитывать, что на отдельные организмы и их популяции одновременно воздействуют многие факторы, создающие комплекс условий, в котором могут обитать те или иные организмы. Одни факторы могут усиливать или ослаблять действие других факторов. Например, при оптимальной температуре повышается выносливость организмов к недостатку влаги и пищи. В свою очередь обилие пищи увеличивает устойчивость организмов к неблагоприятным климатическим условиям. Степень воздействия факторов окружающей среды зависит от силы их воздействия.

Зависимость степени благоприятствования фактора от интенсивности его воздействия на организм графически выражается куполообразной кривой, в которой можно выделить несколько зон воздействия (рис. 1.1). Так, при оптимальной силе воздействия (1–1) данный вид нормально живет, развивается и размножается (зона оптимума). Как при более сильном, так и при более слабом воздействии этого фактора на популяцию наблюдается зона угнетения (2–2). Максимальное и минимальное значение фактора, при котором возможна жизнь, называется пределами выносливости, или границами толерантности, или экологической валентностью по отно-

шению к данному фактору (3–3). За пределами зоны экологической валентности наблюдается зона гибели. Экологическая валентность вида всегда шире экологической валентности каждой отдельной особи.

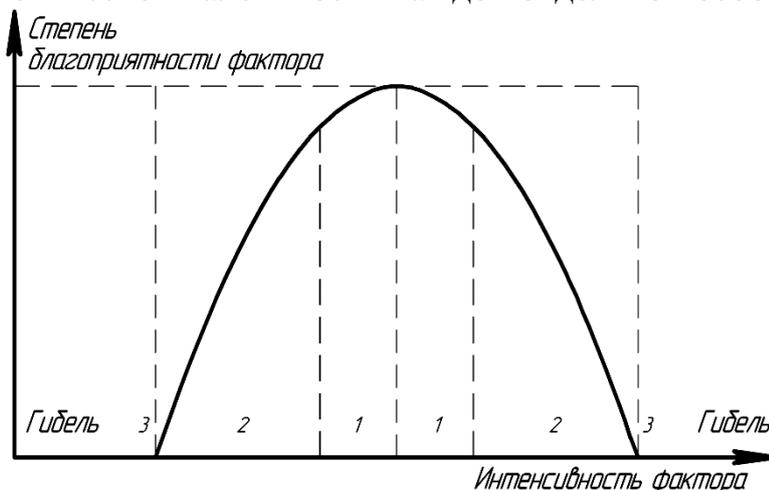


Рис. 1.1. Воздействие экологических факторов на организм

Значение экологических факторов неравноценно. Жизненно важные факторы называются *лимитирующими*, если при их отсутствии жизнь невозможна (например, кислород воздуха для наземных организмов). Однако лимитирующими экологическими факторами называют все факторы, которые ограничивают развитие организмов из-за недостатка или избытка их по сравнению с оптимальным содержанием. Всю сложность влияния экологических факторов на организм отражает закон толерантности В. Шелфорда, смысл которого заключается в невозможности успешного процветания вида как в условиях недостатка, так и избытка любого из факторов, влияющих на организм, т.е. за пределами толерантности.

1.1.1 Абиотические факторы

К *абиотическим* факторам относят почвенные, климатические, топографические и другие факторы, в том числе волны, морские течения, пожары.

Почвой называют слой вещества, лежащий поверх горных пород земной коры. Почва образуется в результате многих факторов, основными из которых являются климат, материнская порода (геологические условия), топография (рельеф), живые организмы и время.

Климатическими факторами являются свет, температура, вода, ветер. Солнечный свет является основным источником энергии, которая используется для всех жизненных процессов на Земле. Под действием света осуществляется фотосинтез, транспирация, фотопериодизм, движение, зрение, синтез витамина *D* и пр.

Главным источником тепла является Солнце. Это важнейший лимитирующий фактор. У большинства организмов процессы жизнедеятельности протекают при температурах от -4°C до $+45^{\circ}\text{C}$. Однако жизнь воз-

можно при колебаниях температуры от $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Антарктиде (пингвины) до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ в горячих источниках (некоторые виды водорослей).

Важным лимитирующим абиотическим фактором является влажность, т.к. без воды не может существовать ни один организм. Вода непосредственно участвует в биохимических реакциях клетки. Ее содержание в клетке достигает 70–90 %. Недостаток влаги служит ограничивающим фактором, определяющим границы жизни и ее зональное распределение.

Соленость среды обитания также является важным экологическим фактором. В природе преобладают организмы, приспособленные только к пресной воде (карповые) или только к соленой (сельдевые). Однако имеются пограничные виды. Так, взрослые угри живут в пресных водоемах, их личинки – в морях, у лососевых – наоборот.

К важным абиотическим факторам относятся барометрическое давление и состав атмосферного воздуха. Большинство живых организмов приспособлено к колебаниям давления от 720 до 740 мм рт. ст. на уровне мирового океана, а также к определенному составу атмосферного воздуха, доли кислорода и азота в котором составляют около 21 % и 78 % соответственно.

Главным топографическим фактором является высота. С высотой снижается средняя температура, увеличивается суточный перепад температур, возрастает количество осадков, скорость ветра и интенсивность радиации, понижается атмосферное давление и концентрация газов.

1.1.2 Биотические факторы

Под *биотическими* факторами среды понимают компоненты живой природы, прямо или косвенно действующие на организм. Все виды взаимодействий между организмами можно подразделить:

- на конкуренцию;
- хищничество;
- антибиоз;
- симбиоз.

Конкуренция возникает тогда, когда для существования организмов необходимы сходные условия. В конкурентные отношения могут вступать особи как одного, так и разных видов (сосны – за свет, разные виды хищников – за жертву).

При *хищничестве* наблюдается прямое уничтожение жертвы и использование ее в пищу.

Под *антибиозом* понимают такие отношения между организмами разных видов, когда особи одного вида путем выделения определенных веществ, фунгицидов или антибиотиков, оказывают угнетающее воздействие на особей других видов.

Симбиозом называется любое сожительство организмов разных видов, приносящее пользу хотя бы одному из них. При этом различают четыре вида симбиоза:

- взаимовыгодный, примером которого являются лишайники (сожительство водоросли и гриба);
- квартиранство (особь одного вида использует особь другого вида как жилище, не принося хозяину ни пользы, ни вреда);
- нахлебничество наблюдается тогда, когда один организм использует другой как жилище и источник питания, но не приносит при этом вреда хозяину. В качестве примера можно привести микрофлору кишечника человека, которая использует последний как дом, питаясь при этом остатками пищи;
- паразитизм – это форма антагонистического сожительства организмов разных видов, при котором паразит, поселяясь в организме тела-хозяина, питается за его счет и приносит ему вред.

Антагонистические отношения хищников и паразитов со своими жертвами поддерживает численность одних и других на относительно постоянном уровне, что имеет большое значение в выживании видов.

1.1.3 Антропогенные факторы

Антропогенные факторы связаны с деятельностью человека и могут быть как положительными (посадка лесов, парков, садов, создание новых пород растений и животных), так и отрицательными (вырубка лесов, загрязнение окружающей среды отходами производства и т.д.).

С антропогенными факторами связано возникновение сложных экологических проблем современности (парниковый эффект, кислотные дожди, загрязнение окружающей среды токсикантами, обезлесивание). Масштаб воздействия человеческого общества на природу стал планетарным, заметно ухудшив условия жизни на Земле. Ежегодно уничтожаются влажно-тропические леса на площади около 11 млн га, возникает около 6 млн га пустынь, в результате кислотных дождей повреждены леса на площади около 31 млн га и тысячи озер в разных странах света. Под угрозой исчезновения находятся многие тысячи видов растений и животных. Иными словами, происходит деградация окружающей среды.

Наряду с этим антропогенные факторы имеют и некоторое положительное значение: создание заповедников, заказников, посадка лесов, укрепление берегов рек зелеными насаждениями и пр.

1.2 Биогеоценозы, их структура и характеристика

Однородные участки суши или воды, заселенные живыми организмами, называются *биотопами* (местами жизни). Исторически сложившееся сообщество организмов разных видов, населяющих биотоп, называется *биоценозом*.

Сообщество организмов биоценоза и окружающая их неживая природа образуют устойчивую динамичную систему – биогеоценоз, или экосистему. Таким образом, *биогеоценоз* – это совокупность биома и биотопа.

Некоторые авторы усматривают различие в терминах «экосистема» и «биогеоценоз». В этом случае отличие заключается в том, что экосистема

может не содержать растительных сообществ, а биогеоценоз невозможен без фитоценоза. Границы биогеоценоза совпадают с границами растительного сообщества, являющегося его основой. Биогеоценоз функционирует как целостная, самовоспроизводящаяся и саморегулирующаяся система. В состав биогеоценоза входят следующие компоненты:

- неорганические вещества, включающиеся в круговорот (соединения углерода, азота, кислорода, вода, минеральные соли и пр.);
- климатические факторы (температура, давление, освещенность и др.);
- органические вещества (белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды);
- продуценты – автотрофные организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических под действием солнечного света (в основном зеленые растения);
- консументы – гетеротрофные организмы (растительноядные и плотоядные потребители готового органического вещества), в основном животные;
- деструкторы и редуценты – гетеротрофные организмы, разрушающие остатки мертвых растений и животных (черви, мокрицы, раки, сомы) и превращающие их в минеральные соединения (бактерии, грибы).

Каждый биогеоценоз характеризуется видовым разнообразием, численностью и плотностью популяции каждого вида, биомассой и продуктивностью. Численность определяется поголовьем животных или количеством растений на данной территории (бассейн реки, акватория моря и пр.). Это мера обилия популяции. Плотность характеризуется числом особей, приходящихся на единицу площади. Например, 800 деревьев на 1 га леса или количество человек, приходящихся на 1 км². Первичной продуктивностью называется прирост биомассы растений за единицу времени на единице площади. Вторичной продуктивностью является биомасса, образованная гетеротрофными организмами за единицу времени на единице площади. Биомассой называется общая совокупность растительных и животных организмов, присутствующая в биогеоценозе в момент наблюдения.

Взаимоотношения между организмами в экосистеме в процессе жизнедеятельности строятся на основе цепей питания, или *трофических* цепей. Исходным источником энергии всякой трофической цепи любого биогеоценоза является энергия Солнца. Первое звено всякой цепи питания представляют собой зеленые растения (продуценты), превращающие в процессе фотосинтеза световую энергию в энергию химических связей органических соединений. Такому превращению подвергается всего лишь 1–4 % солнечной энергии, поступающей на Землю.

Второе звено составляют травоядные животные (первичные потребители, консументы), поедающие растения. Третье и последующие звенья трофической цепи – это плотоядные потребители, консументы. Только около 10 % потребляемой энергии животные всех уровней тратят на по-

строение своего тела. Остальные 90 % энергии тратятся на процессы жизнедеятельности, т.е. на обмен веществ, рост, дыхание, размножение, выделение. На рис. 1.2 приведена схема потока энергий через лиственный лес по исследованиям бельгийского ученого М. Танга.

В среднем из одной тонны растений образуется 100 кг тела травоядных животных, 10 кг плотоядных 1-го порядка, а вторичные хищники могут построить из этого исходного количества растительной биомассы только 1 кг своего тела.

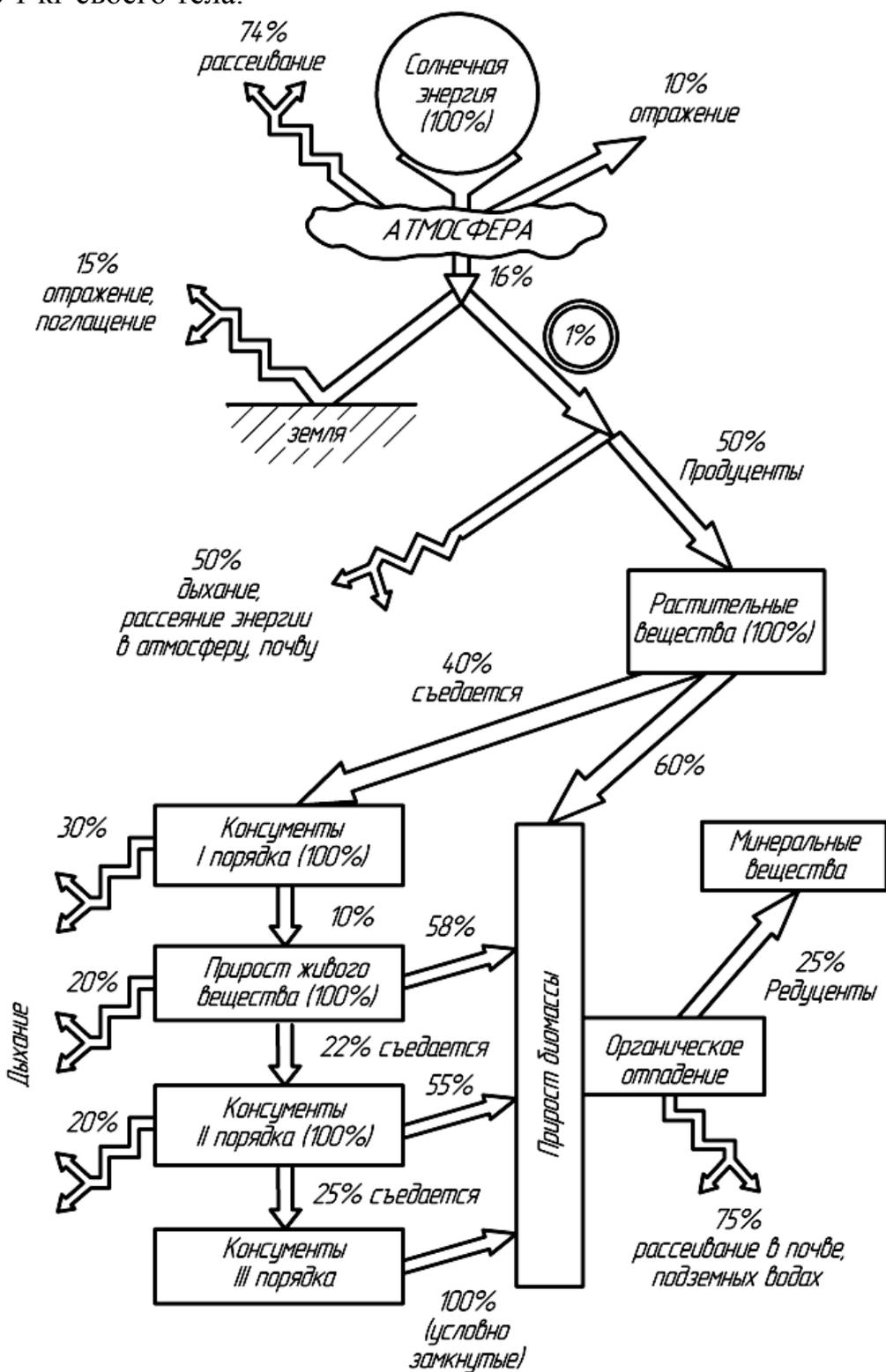


Рис. 1.2. Схема потока энергий для лиственного леса

На рис. 1.3 изображена диаграмма биомассы для букового леса по годам. Т.к. на каждой ступени питания тратится около 90 % энергии, цепи питания не могут быть длинными в результате прогрессивного уменьшения массы каждого последующего звена трофической цепи. Эта закономерность называется *правилом экологической пирамиды*.

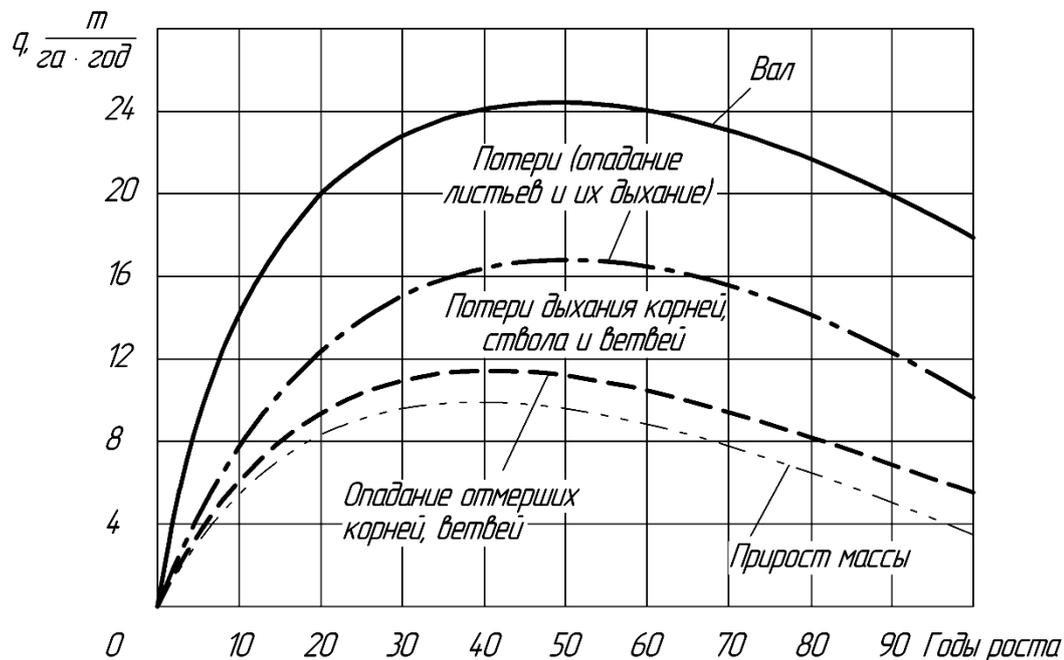


Рис. 1.3. Диаграмма биомассы для букового леса

Различают 3 типа экологических пирамид:

- пирамиды чисел;
- пирамиды биомассы;
- пирамиды энергии.

Первые два типа экологических пирамид в водных системах из-за нарушения масштабов и скорости образования фито- и зоопланктонов могут быть перевернутыми. Пирамиды энергии перевернутыми не бывают. Почти все виды животных используют несколько источников пищи, поэтому если один член экосистемы выпадает, вся система не нарушается. Важнейшим фактором, регулирующим численность популяций в биогеоценозе, являются кормовые ресурсы.

Популяция обычно насчитывает столько особей, сколько их может прокормиться на занимаемой территории. Структура биогеоценозов складывается в процессе эволюции, которая приводит к тому, что каждый вид занимает в экосистеме определенную нишу, т.е. место расположения данного вида в пространстве и цепи питания.

Совместное развитие нескольких видов на одной территории способствует их взаимоприспосабливаемости, т.е. коадаптации, что является обязательным условием стабильности биогеоценоза. Плотность жизни и зональность в различных экосистемах определяется неравномерным распределением солнечной энергии как по широте, так и по высоте над уровнем моря. Изобилие влаги и тепла в тропиках и субтропиках способствует

большому разнообразию видов и их чрезвычайной плотности в этих широтах. Недостаток тепла в тундре и влаги в пустыне обуславливают низкую продуктивность растительности и скудность видового состава растений и животных. Распределение наземных растений обусловлено в основном климатом и составом почв, а распределение животных – климатом и кормовой базой.

Численность особей в популяциях варьируется в зависимости от интенсивности размножения, гибели и миграций. В относительно постоянных условиях численность популяций остается примерно на одном уровне.

Каждый биогеоценоз при изменении климатических или других условий (лесной пожар, хозяйственная деятельность человека и пр.) может закономерно изменять свои сообщества, т. е. на его месте развивается более приспособленный к новым условиям биогеоценоз. Смена биогеоценозов называется *сукцессией*, это направленная и непрерывная последовательность появления и исчезновения популяций разных видов в данном биотопе, которая происходит в направлении от менее устойчивых к более устойчивым. Завершающее сообщество, устойчивое, самовозобновляющееся и находящееся в равновесии со средой, называется *климаксным* сообществом. В природных условиях от момента появления первого (пионерского) до климаксного сообщества проходят сотни и тысячи лет.

При анализе экосистем рассматривают (кроме продуктивности) круговороты углерода С в воде и атмосфере. Схематически это выглядит так:

С → фотосинтез → сахара, протеиды,
липиды и т.п. → питание → разложение → С.

Для круговорота азота N₂ в воде, воздухе схема следующая:

N₂ → корни в виде нитратов → питание → разложение → N₂.

Кроме того, осуществляется круговорот и других веществ: воды; Р, S; биогенных элементов (К, Na, Ca, Ма, Р, Mn и др).

Все организмы, взаимодействующие со средой, должны поддерживать динамическое равновесие – *гомеостаз*. Адаптация организмов к условиям существования совершенствуется в процессе эволюции.

Следует отметить, что правила (законы) биоэкологии во многом способствовали выработке и формулированию основных закономерностей глобальной экологии.

1.3 Основные закономерности экологии

Знание основных связей и закономерностей экологии – науки о взаимосвязи между живыми организмами и окружающей средой – имеет для природопользователей, естественников, практиков и научных работников решающее значение. Некоторые исследователи трактуют их как общие законы. На наш взгляд это не так: они носят вероятностный характер, определяют лишь основное, наиболее вероятное направление. В последние полвека специалисты представляют *закономерности* экологии в четырех постулатах. При всем разнообразии их формулировок суть обычно одна –

она отражает особенности взаимодействия между живыми организмами и средой.

Удачными примерами таких постулатов могут быть формулировки, предложенные в 70-х годах XX в. двумя учеными. Изложены они в словаре-справочнике по природопользованию академика Н.Ф. Реймерса и в учебниках американского эколога Б. Коммонера (1917–2012 гг.) «Технология прибыли», «Замыкающийся круг» и др.

Рассмотрим эти четыре постулата (закономерности), снабдив их несколькими примерами.

1 Результаты развития любого объекта определяются соотношением его внутренних особенностей с особенностями той среды, в которой он существует. Без этого не было бы ни круговорота, ни связей в биоценозах и биосфере.

В последнее время получили распространение формулировки, предложенные американским ученым Б. Коммонером. По Б. Коммонеру, «все связано со всем». Эта закономерность раскрывает внутренние связи в экосистемах и биосфере. Экосистемы находятся в состоянии экологического равновесия. Его может нарушить уничтожение вида или вселение нового вида.

Осушение болот влечет за собой обмеление рек, выпас в горных лесах разрушает почвы, уменьшает впитывание дождевых и снеговых вод. В результате высыхают родники.

Р. Эмерсон пишет: «Что такое сорняк? Растение, достоинства которого еще не открыты». Непонимание этой закономерности приводит к катастрофическим последствиям и «диким» предложениям. Так, в 1894 г. геолог Дж. Макги сказал: «Подчиняя себе диких животных, человек сохранит лишь тех, кто может быть приручен. Остальные должны быть уничтожены». Не потому ли в 1970 г. в США охотники уничтожили более 190 тысяч крупных млекопитающих (рысей, волков, лисиц и др.)?

Еще один пример. В Болгарии для получения охотничьего билета в 1970-х гг. необходимо было ежегодно представлять комиссии шкурку или лисицы, или белки, или норки и т.п. В результате истреблялись не только эти животные, но и ястребы, орлы и другие враги грызунов. Это привело в 1988 г. к нашествию мышей и крыс на такие города, как София и Варна.

Без учета этого закона мир может погибнуть от действия антропогенных факторов, поскольку железо, огонь и зубы – три средства, которые при отсутствии регулирования могут уничтожить экосистемы.

2 Жизнь может существовать только в процессе движения через живой организм потока веществ, энергии и информации, причем сам организм, выделяя в окружающую среду продукты своей жизнедеятельности, изменяет ее, ухудшая условия и приближая их к непригодным для жизни. По Б. Коммонеру, «ничто не дается даром». Из этого следует, что показаны все формы движения: от гимнастики до умственной деятельности, иначе – гиподинамия.

Характерно и достаточно поучительно отражение этой закономерности, имевшее место на первом этапе освоения космического пространства (см. публи-

кации академика О. Газенко). При первых длительных полетах космонавтов они испытывали острую головную боль в начале полета. Это было следствием казалось бы безобидного воздействия невесомости (организм, веками приспособленный к реакции на вес, не мог перестроиться мгновенно – повышалось внутричерепное давление). Реакцией было повышенное влагоотделение (потоотделение, диурез) и, как следствие, вымывание солей калия (питание сердечной мышцы), кальция («кирпичики» костей) и др. Нарушался водно-солевой баланс. «Ничто не дается даром!» Отсюда – нарушение функции сердечно-сосудистой системы, снижение прочности костей. Все это было установлено отечественными учеными, изучавшими медико-биологические проблемы жизнедеятельности космических экипажей. Для исключения нарушений пришлось не только изменить рацион питания космонавтов в полете, но и ввести специальные нагрузочные комплексы, тренажеры и костюмы, ликвидировать гипокинезию.

Указанная закономерность вытекает из первого и второго законов термодинамики. Первый – о сохранении энергии; второй утверждает: все в природе протекает так, что если не прикладывать усилий к организации вещей, процесс будет идти в направлении хаотизации, увеличения энтропии и уменьшения работоспособности системы.

Биосфера – глобальная экосистема. Все, что извлечено человеческим трудом, должно быть возвращено ей. Платежа нельзя избежать, он может быть только отсрочен. За «удобства» городской жизни человек расплачивается здоровьем, травматизмом от агрессивной техногенной среды, повышенной смертностью. Необходимы большие затраты на восстановление естественных экосистем, нарушенных неправильным использованием, на создание особо охраняемых территорий. Необходимо нести расходы на создание условий для выращивания культурных растений и содержание скота, а также ресурсов агроэкосистемы: почв, кормовых угодий, лесов, водоемов.

3 Постоянное существование организмов в ограниченном пространстве возможно только в экологических системах, внутри которых отходы жизнедеятельности одних видов организмов в основном утилизируются другими, а остатки не оказывают решающего воздействия на их функционирование.

По Б. Коммонеру, «все должно куда-то деваться»; по В. Вернадскому, «... ни один вид не может существовать в созданных им отходах».

Круговороты веществ не замкнуты без человека на 100 %. Например, торф, уголь, нефть и др. – это отходы, которые человек пустил в дело, а так они были исключены из круговорота и надежно захоронены. Деятельность человека из-за нарушения этой третьей закономерности может привести к экологическому кризису. Выход в безотходности (малоотходности) производства. Интересно проанализировать в этой связи предложения о захоронении отходов в космосе, разрабатываемые в США Дж. Слейтоном. На наш взгляд, захоронение в космосе – это разрыв естественной цепи в экосистемах, впрочем, как и кремация. Но в отличие от последней, полный и недостаточно оправданный разрыв, да еще с ощутимым засорением околоземного пространства.

4 Стабильность систем определяется их развитием и возможностью

приспособления. В этом смысле миллионы лет существования сделали природу самым грамотным экологом и позволяют полагаться на нее в подавляющем большинстве случаев. Поэтому Б. Коммонер четвертую закономерность экологии сформулировал так: «Природа знает лучше».

Более подробно эту же закономерность выразил ростовский профессор Ю. Куражсковский: «Устойчивость экосистем определяется соответствием их состава условиям окружающей среды и степени развитости этих систем». Под словом «развитость» для биocenозов с участием человека понимается и экологическая грамотность направленного воздействия со стороны человека. Лучшие умы человечества понимали это всегда. В. Белинский считал, что «природа – вечный образец искусства», М. Монтень утверждал: «В природе нет ничего бесполезного». Из последнего положения некоторые люди делают неправильный вывод: «Назад, к природе!» И дело даже не в том, что без развития промышленности, сельского хозяйства человек не может удовлетворить свои потребности. Смысл в том, что неиндустриальный метод развития подорвет основы экосистемы.

Так, в индийском штате на р. Брахмапутра в 1960–70-х гг. использовалось не топливо, а сухой помет коров, ежегодно 300 млн т (эквивалент 35 млн т угля). Из-за скудности лесов, вырубаемых в связи с ростом населения, уменьшился возврат листьев в почву, вдобавок без помета разорвалась цепь экосистемы, и почва быстро иссушилась, как в пустыне. *Земле надо давать больше, чем берешь!* Но как это сделать? Над этим необходимо думать всем.

1.4 Понятие о биосфере

Биосфера по Вернадскому (как было отмечено ранее) – это область распространения жизни, включающая наряду с организмами среду их обитания (нижнюю часть атмосферы, верхнюю часть литосферы, гидросферу), связанная в единое целое обменом веществ и энергии. Биосфера, по Вернадскому, является геологической оболочкой земного шара. Наиболее благоприятные условия для жизни сконцентрированы у поверхности суши и воды, поэтому здесь максимально сконцентрировано «живое вещество».

Исходя из учения В.И. Вернадского о биосфере, она включает:

- живое вещество планеты;
- биогенное вещество, к которому относятся газы атмосферы, каменный уголь, нефть, известняки и пр., т.е. то, что создается и перерабатывается в процессе жизнедеятельности живого вещества;
- косное вещество, которое образуется без участия живого вещества. Это продукты тектонической деятельности, метеориты;
- биокосное вещество, образующееся в результате совместной деятельности организмов и абиогенных процессов (почва).

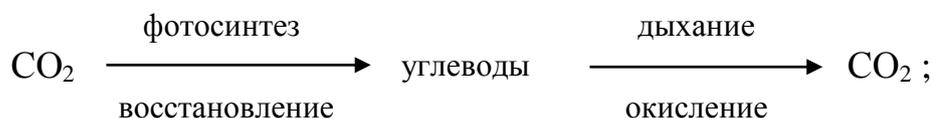
Вся масса «живого вещества» Земли составляет ее биомассу. Это лишь 0,25 % всего вещества биосферы, но благодаря обмену веществ «живое вещество» играет ведущую роль в биогеохимических процессах. Деятельность живых организмов обуславливает химический состав атмосферы

и гидросферы, формирование почвенного покрова литосферы. Живое вещество играет огромную роль в круговороте веществ в природе и осуществляет важнейшие биогеохимические функции:

– газовая функция заключается в поглощении растениями двуокиси углерода и выделении кислорода, в восстановлении азота, сероводорода и пр., т.е. в поддержании газового состава атмосферы;

– концентрационная функция заключается в поглощении и накоплении живыми организмами углерода, азота, водорода, кислорода, фосфора, серы, йода, железа и др. На местах массовой гибели животных и растений обнаруживаются отложения мела, известняка, нефти, угля и других полезных ископаемых;

– окислительно-восстановительная функция заключается в восстановлении и окислении различных веществ в живых организмах, например, восстановлении двуокиси углерода до углеводов в процессе фотосинтеза и окислении их до CO_2 при дыхании:



– круговорот веществ в природе, который осуществляется при участии всех организмов биосферы. Он заключается в циркуляции веществ между почвой, атмосферой, гидросферой и живыми организмами. Благодаря ему возможно длительное существование и развитие жизни при ограниченном запасе элементов в природе. Около 40 элементов вовлекаются в круговорот. Одновременно с круговоротом веществ идет и круговорот энергии, основным источником которой является Солнце.

Таким образом, биосфера представляет собой сложную экологическую систему, стабильность которой обусловлена тем, что результаты деятельности продуцентов, консументов и редуцентов уравновешиваются.

Деятельность человека превратилась в мощный экологический фактор, нарушивший равновесие в биосфере. В результате деятельности человека (извлечение полезных ископаемых, использование синтетических продуктов, синтетических ядохимикатов, нетрадиционных источников энергии и пр.) нарушается биотический круговорот, он становится незамкнутым. За последние 300 лет существования человека биомасса земли уменьшилась почти на четверть.

Согласно учению В.И. Вернадского человечество неизбежно должно вступить в ноосферу – сферу человеческого разума, сферу разумной жизни человека, которая охватывает и космическое пространство. Ноосфера является новым этапом в развитии биосферы, предполагающим разумное регулирование отношений между человеком и природой.

2 ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

2.1 Человек как биологический вид

Экология человека – это аутоэкология особи (от греческого *autos* – сам), изучает взаимоотношения человеческих организмов со средой их обитания. В основе этих отношений лежат морфофизиологические реакции организма (генотипа) человека на воздействие среды. Устанавливается влияние на организм биотических, абиотических и антропогенных факторов среды. Таким образом, *экология человека* – это наука о взаимоотношениях человека как организма со средой его обитания.

С экологических позиций человечество можно рассматривать как общемировую популяцию вида *Homo sapiens*, составную часть экосистемы Земли, однако этот вид особый, существенно отличный от всех других на планете. Экологической нишей человека является вся Земля. На Земле не осталось места, где не ступала бы нога человека. Более того, человек вышел в космос. Фундаментальные законы физики, химии, биологии и экологии распространяются на человека, и требуется дальнейшее всестороннее изучение взаимосвязей человечества и природы, чтобы не допустить их кризиса, сохранить целостность общеземной экосистемы. Экологическое сходство человека с другими биологическими видами выражается в сходстве спектра экологических связей и объясняется биологическим происхождением и принадлежностью человека к миру живой природы.

Биологическая природа человека проявляется, во-первых, в обмене веществ и энергии с окружающей природой, а во-вторых, в характерном для всего живого стремлении сохранить жизнь и продолжить ее во времени и пространстве через размножение. Эти потребности осуществляются через постоянное взаимодействие со средой обитания.

Все люди потребляют пищу, являясь консументами 1-го и 2-го порядка в пищевых цепях. Они выделяют продукты физиологического обмена, утилизируемые редуцентами, участвующими в круговороте биогенных элементов. Человек – один из 3 млн известных сейчас биологических видов на Земле.

Вид *человек разумный (Homo sapiens)* относится к царству животных, типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, подклассу плацентарных, отряду приматов, семейству гоминидов, роду человек (*Homo*), в котором до нашего времени дожил только один вид (*Homo sapiens*).

В строении тела человека и животных много общего. Наличие хорды на ранних этапах эмбрионального развития позволяет отнести человека к хордовым.

Жабрные щели в глотке, двусторонняя симметрия тела, наличие 5 отделов головного мозга, замена хорды позвоночным столбом, развитие черепа и челюстного аппарата, формирование сердца на брюшной стороне позволяют отнести человека к позвоночным.

Как у млекопитающих, у человека позвоночник разделен на 5 отделов, кожа покрыта волосами, имеются потовые и сальные железы, теплокровность и четырехкамерное сердце.

Наличие матки и питание плода через плаценту позволяет отнести человека к плацентарным.

Такие признаки, как передние конечности хватательного типа, одна пара молочных желез, объемное зрение и др., позволяют отнести человека к отряду приматов.

О родстве человека и животных свидетельствует также наличие у него рудиментов (недоразвитых органов, таких как копчик, жаберные щели, аппендикс) и атавизмов (появление у отдельных организмов данного вида признаков, которые были в наличии у отдаленных предков, но утратились в процессе эволюции).

В то же время между человеком и человекообразными обезьянами имеются и существенные отличия в строении скелета, а также в развитии и функционировании мозга, наличии сознания, мышления и речи.

Возникновение людей современного физического типа осуществилось 50–40 тысяч лет назад. Некоторое время древнейшие люди (архантропы) и современные люди (неоантропы) существовали вместе, но затем произошло полное вытеснение последними всех существующих в то время подвидов. В настоящее время наиболее вероятной является гипотеза происхождения современного человека от архаичной формы *Homo sapiens* из Африки, откуда он распространился в Азию и на все остальные континенты, кроме Антарктиды.

В 1996 г. английские ученые Д. Уэйнскотт и А. Хилл, исследуя последовательность нуклеотидов ДНК, сделали вывод, что все народы мира происходят от одной маленькой группы доисторических африканцев, связанных между собой кровными родственными узами. По мере того как наш подвид распространялся по всему миру, разные группы людей оказывались в разных климатических зонах. В ходе естественного отбора люди физически приспосабливались к различным природным условиям, в результате чего сформировались эколого-адаптивные группы конституции человека, передающиеся по наследству. Они возникли в результате приспособления человека к экологическим факторам. Так возникли расы. Расовые особенности внешне носили адаптивный (приспособительный) характер. Так, темная кожа негроидов предохраняла организм от ярких солнечных лучей, в шапке курчавых волос создаются воздушные прослойки, защищающие от жары. Светлая кожа европеоидов пропускает ультрафиолетовые лучи и этим предохраняет от рахита, узкий выступающий нос способствует согреванию вдыхаемого воздуха; уплощенность лица монголоидной расы уменьшает возможность его обморожения.

По мере развития общества и производства большинство расовых признаков утратило приспособительный характер.

Таким образом, человеческие расы – это систематические подразделения внутри вида *Homo sapiens*, к которому в настоящее время относится

всё население земного шара. Расы появились в результате расселения и географической изоляции популяций неоантропов, живших в разных природно-климатических условиях. С формированием социальных взаимоотношений и ослаблением действия биологических факторов темпы эволюции человека как вида резко снизились, и ни одна из рас не достигла видового обособления. О видовом единстве рас свидетельствуют неограниченные возможности скрещивания с образованием плодовитого потомства. Раса – это мелкая систематическая категория вида *Homo sapiens*.

Продолжается ли биологическая эволюция человека в настоящее время? Ученые отвечают на этот вопрос отрицательно. Биологическую эволюцию сменила социальная эволюция, которая предохраняет вид от необходимого для биологической эволюции естественного отбора.

2.2 Неотделимость человека от биосферы

Человеку как биологическому виду необходимы строго определенные эволюцией условия окружающей среды, или экологические факторы: газовый состав воздуха, набор ассимилируемых с пищей веществ, температура окружающей среды, режим освещенности, влажности и многое другое. При этом требования любого живого организма к качеству окружающей среды консервативны. При отклонении факторов среды от нормы возможны нарушения жизнедеятельности вплоть до несовместимости с жизнью.

Человек входит в биотический компонент биосферы, где он связан пищевыми цепями с продуцентами. Сам, являясь консументом 1-го и 2-го порядков, гетеротрофом, пользуется готовыми органическими веществами и биогенными элементами, участвует в биотическом круговороте веществ. Человек подчиняется закону физико-химического единства живого вещества (В.И. Вернадский). При всей разнокачественности живых организмов они настолько физико-химически сходны, что вредное для одних не может быть абсолютно безвредным для других.

Для человека выполняется закон соответствия условий среды генетической предопределяемости организма: вид организмов может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его природная среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям. В связи с этим преобразование человеком природы опасно для ныне существующих видов, в том числе и для самого человека, представляющего собой биологический вид.

Биосфера является единственным местом обитания человека и других живых организмов. Из теории В.И. Вернадского следует закон незаменимости биосферы: биосфера – это единственная система, обеспечивающая устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях. «Человек, как и все живое, может мыслить и действовать ... только в области жизни – в биосфере ..., с которой он неразрывно связан и уйти из которой он не может. Его существование есть ее функция». Экологической нишей человека, т.е. совокупностью всех факторов среды, в пределах ко-

торых возможно существование в природе данного вида, является вся земля.

Неотделимость человека от биосферы, считал В.И. Вернадский, указывает на главную цель построения ноосферы. Она заключается в сохранении того типа биосферы, в которой возник и может существовать человек как биологический вид, сохраняя свое здоровье и свою жизнь. Разумная человеческая деятельность становится главным определяющим фактором глобального развития. «Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете, а человек – крупнейшая геологическая сила».

В организме человека как «живого вещества» все процессы жизнедеятельности подчинены определенным ритмам, т.е. синхронизированы с периодическими солнечно-лунно-земными, а также космическими влияниями, вследствие постоянного обмена информацией, энергией и веществом с окружающей средой.

Суточные биоритмы активности человеческого организма складываются под воздействием процессов, протекающих на поверхности Земли. Их называют *циркадными*. К таким циклам относятся: сон – бодрствование, колебания температуры тела, концентрации электролитов и уровня гормонов. Более длительные циклы называют *инфраничными* (менструальный цикл), а более короткие – *ультраничными*. К ним относятся ритм дыхания, сердечный ритм, ритмические разряды нервных импульсов. Суточные и околосуточные ритмы – неотъемлемое свойство живых систем. Важность циркадного ритма, основного для жизнедеятельности организма, обусловлена совпадением длительности его периода с длительностью обращения Земли вокруг собственной оси. Характерно, что средний период каждого отдельного циркадного ритма не равен суткам в точности. В этом проявляется особенность живых систем, т.к. существа с жесткой временной привязанностью к циклическим явлениям не могли бы адаптироваться к постоянно меняющимся условиям окружающей среды.

Так, у человека период ритма температуры тела имеет волнообразный характер с максимальными значениями в 18 часов и минимальными между 1-м и 5-м часами утра. Частота сердечных сокращений становится наибольшей к 18 часам. В это же время наблюдаются максимальные величины кровяного давления. Наименьшие величины этих параметров наблюдаются к 4 и 9 часам утра соответственно. Ночью, особенно между 2 и 4 часами, у человека отмечается замедленность в действиях, снижается мышечная сила, понижается память, увеличивается число ошибок при решении задач. Люди в большинстве своем рождаются ночью, ночью чаще умирают.

Комплексом суточных ритмов управляют синхронизаторы ритмов, физические и социальные. К физическим относится чередование света и темноты. Свет побуждает к активной деятельности, темнота – к покою. К социальным синхронизаторам относится трудовой ритм, атрибуты городской жизни (изменение городского гула, огни и рекламы вечерних улиц).

Месячные биоритмы (29,5 дней) связаны с вращением Луны вокруг Земли. С лунным циклом связаны такие явления, как интенсивность брожения вина, поглощение кислорода сельскохозяйственными культурами, периоды размножения у животных, месячная периодичность овуляции у человека.

Годовые биоритмы связаны со сменой сезона года, зависящей от потока энергии, поступающего от Солнца. В зависимости от солнечного потока меняются такие параметры, как влажность, аэроионизация, парциальное давление кислорода и пр. Так, максимум аэронов наблюдается с августа по октябрь, минимум – с февраля по март. Т.к. легкие активно работают тогда, когда в атмосфере много аэронов, то наибольшая активность их наблюдается осенью.

Нарушение биологических ритмов, особенно циркадных, приводит к десинхрозу, т.е. глубоким нарушениям физиологии человека, которые характеризуются триадой симптомов: стойкими нарушениями сна, желудочно-кишечными расстройствами, невротами. В условиях возрастания удельного веса вредных факторов при сложившейся в большинстве городов неблагоприятной экологической ситуации это серьезно угрожает здоровью человека.

2.3 Обмен веществ и энергии

Между живым организмом и средой происходит непрерывный обмен веществами и энергией, которая необходима организму для поддержания всех его жизненно важных функций. Единица измерения энергии – калория или джоуль. Откуда же берется энергия в организме? Она выделяется за счет окисления сложных органических соединений, т.е. белков, жиров и углеводов. Накопление энергии происходит в молекулах аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), которая является универсальным источником энергии в организме. Высвобождение энергии происходит при разрыве макроэргической химической связи концевой фосфатной группы. Часть этой энергии выделяется в виде теплоты, часть идет на совершение работы.

Совокупность в живом организме всех химических превращений, обеспечивающих его жизнедеятельность, называется обменом веществ, или метаболизмом. Процессы метаболизма разделяются на две группы: *анаболизм* или *ассимиляция*, и *катаболизм* или *диссимиляция*. Первая группа включает процессы биосинтеза органических веществ. Анаболизм обеспечивает рост, развитие организма, обновление его структур и накопление энергии. Катаболизм – это процессы расщепления сложных молекул до простых веществ. В детском возрасте преобладают процессы ассимиляции, в пожилом – превалируют процессы диссимиляции.

Обмен белков. *Белки* – это сложные полипептиды, мономерами которых являются 20 α -аминокислот. Аминокислоты, входящие в состав белков, подразделяют на заменимые и незаменимые. Первые синтезируются в организме, вторые поступают только извне. Белки, содержащие все

необходимые аминокислоты в необходимых количествах, называются *полноценными*. Это в основном белки животного происхождения. Белки растительного происхождения, как правило, *неполноценные*, т.к. в них зачастую отсутствуют незаменимые аминокислоты. Функции белков крайне разнообразны: ферментативная, защитная, транспортная, двигательная, а также пластическая (строительная) и энергетическая. При сгорании одного грамма белка в организме высвобождается 4,1 ккал энергии. В сутки человек должен потреблять 85–90 г белка. При избытке поступающих белков они превращаются в жиры и углеводы.

Обмен жиров. *Жиры* (липиды) – это эфиры высших жирных кислот и глицерина. Их функция энергетическая и пластическая (входят в состав клеточных мембран). При сгорании в организме одного грамма жира высвобождается 9,3 ккал энергии. В сутки потребность в жирах составляет 80–100 г.

Обмен углеводов. Углеводы условно можно разделить на моносахара (глюкоза), дисахара (сахароза) и полисахара (крахмал). Они выполняют энергетическую и пластическую функции; входят в состав нуклеиновых кислот ДНК и РНК, а также АТФ. Потребность в углеводах составляет в сутки 350–450 граммов. Углеводы могут запасаться в организме человека в виде животного крахмала (гликогена) в печени. При избытке их в пище углеводы могут превращаться в жиры, а при недостатке – образуются из белков и жиров (рис. 2.1).

Углеводный, жировой и белковый обмены строго согласованы между собой. Их единство обусловлено тем, что при распаде белков, жиров и углеводов образуются общие промежуточные продукты, из которых в определенных условиях могут образовываться либо аминокислоты, либо жирные кислоты или же общие метаболиты, которые могут вовлекаться в окислительные реакции до углекислого газа и воды с выделением энергии.

Регуляция белкового, жирового и углеводного обменов происходит под действием гормонов щитовидной железы, гипофиза, надпочечников, поджелудочной железы.

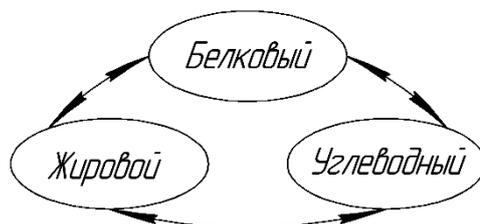


Рис. 2.1. Взаимодействие жирового, белкового и углеводного обменов

Таким образом, соотношение в пищевом рационе основных питательных веществ составляет 1 : 1 : 4 (белков, жиров, углеводов). При составлении пищевых рационов требуется учитывать энергозатраты человека при выполнении им работы. Следует отметить, что при правильно подобранном рационе и нормальном обмене веществ источником энергии являются углеводы и жиры, и только в крайних случаях энергия черпается за

счет разложения белков. Этот путь без своевременной коррекции ведет к истощению и гибели организма.

В состав пищи входит также вода, минеральные (неорганические) вещества и витамины, без которых невозможна жизнь (табл. 2.1).

Все витамины можно подразделить на жиро- и водорастворимые. К водорастворимым относятся витамины группы *B* и витамин *C*. Они содержатся в продуктах растительного происхождения. Источником жирорастворимых витаминов (*A, D, E, K*) является пища животного происхождения. Некоторые витамины синтезируются микрофлорой кишечника (*K, B₆*). При полном отсутствии витаминов в пище возникают авитаминозы, которые сопровождаются различными заболеваниями (цинга – авитаминоз *C*, бери-бери – авитаминоз *B₁*, куриная слепота – авитаминоз *A*, рахит – авитаминоз *D*). В настоящее время чаще встречаются гиповитаминозы, связанные с недостаточным поступлением витаминов с пищей. Этот недостаток легко устраняется приемом поливитаминных препаратов.

Таблица 2.1

Важнейшие витамины

Вита-мин	Физиологическое действие	Источники, пищевые продукты	Суточная норма
<i>B₁</i>	Обмен углеводов, жиров, белков, проведение нервных импульсов. При недостатке – расстройство нервной системы, болезнь бери-бери	Зерновые и бобовые культуры, печень, желток яйца	1,5–2 мг
<i>B₂</i>	Клеточное дыхание. При недостатке – помутнение хрусталика, поражение слизистой оболочки рта	Пивные дрожжи, печень, яйца, зерновые и бобовые, томаты	2–3 мг
<i>B₆</i>	Обмен белков, синтез ферментов, обеспечивающих обмен аминокислот. Влияет на кроветворение, при недостатке – заболевания кожи, нервной системы, анемия	Печень, почки, яйца, зерновые и бобовые; синтезируются микрофлорой кишечника	1,5–3 мг
<i>B₁₂</i>	При недостатке – анемия, нарушения нервной системы	Печень, почки, мясо; синтезируются микрофлорой кишечника	2 мкг
<i>PP</i>	Участвует в клеточном дыхании, нормализует функцию желудочно-кишечного тракта, печени. При недостатке – пеллагра (слабоумие)	Дрожжи, отруби, рис, арахис; синтезируются в организме	15 мг

Вита-мин	Физиологическое действие	Источники, пищевые продукты	Суточная норма
С	Участвует в окислительно-восстановительных процессах. Увеличивает устойчивость к инфекциям. При недостатке – цинга	Фрукты, овощи	100 мг
А	Влияет на зрение, рост и развитие. При авитаминозе – куриная слепота, повреждение роговицы глаз, сухость эпителия	Животные жиры, яйца, молоко, каротин	1,5 мг
D	Регулирует обмен кальция и фосфора. При недостатке у детей – рахит	Рыбий жир, яичный желток, печень; образуется в коже под воздействием ультрафиолетовых лучей	2,5 мг
Е	Обладает антиоксидантными свойствами. При недостатке – ослабляется половая функция, развивается дистрофия скелетных мышц	Растительные масла, рыбий жир	15 мг
К	Способствует нормальной свертываемости крови. При недостатке – кровотечения	Овощи; синтезируются микрофлорой кишечника	0,2–0,3 мг

Водно-солевой обмен. Вода составляет около 70 % массы тела. Суточная потребность в воде для взрослого организма зависит от климатических условий проживания и возраста человека и составляет в среднем 2,5–3 литра.

Воду, которую человек получает в виде питья и в составе пищевых продуктов, называют *экзогенной*. Воду, которая образуется в результате окисления жиров, белков и углеводов – *эндогенной* (около 500 мл в сутки). Поступление воды контролируется потребностью в ней, проявляющейся в чувстве жажды. Это чувство возникает при возбуждении питьевого центра в гипоталамусе. Организм нуждается в поступлении не только воды, но и микро- и макроэлементов. В сутки человеку необходимо 8 г натрия, 4 г хлора, 3 г калия, 0,8 г кальция, 20 мг железа, 2 г фосфора, а также микроколичества таких элементов, как йод, цинк, кобальт, медь. В последние годы большой интерес вызывает магний, который участвует в окислительно-восстановительных процессах, входит в систему антиоксидантов, препятствует старению человека и развитию многих патологических процессов в организме.

2.4 Размножение человека

Размножение – воспроизведение себе подобных – одно из определяющих свойств живой материи. Жизнь на Земле продолжается благодаря размножению. Большинство организмов, в том числе и человек, размножаются половым путем. При половом размножении происходит слияние мужской и женской половых клеток, в результате чего будущий организм получает генетическую информацию от обоих родителей.

Женская половая клетка называется яйцеклеткой, мужская – сперматозоидом. Известно, что клетки тела человека имеют двойной набор хромосом ($23 \times 2 = 46$). В отличие от других клеток тела человека половые клетки содержат одинарный, т.е. уменьшенный вдвое набор хромосом. При слиянии сперматозоида с яйцеклеткой во время оплодотворения восстанавливается двойной набор хромосом, образуется зигота, из которой развивается организм человека.

Половые клетки образуются в половых железах. Сперматозоиды образуются в мужских половых железах – яичках, или семенниках, которые находятся вне таза – в мошонке. Яйцеклетки вырабатываются яичниками – половыми железами женщины, которые расположены в малом тазе.

Оплодотворение – это слияние мужских и женских половых клеток, в результате чего возникает зигота, которая является оплодотворенной яйцеклеткой, из которой в матке развивается плод. За 9 месяцев беременности из оплодотворенной яйцеклетки микроскопических размеров развивается ребенок массой около 3 кг и ростом 50 см. Беременность заканчивается родами. Рождается человек, здоровье которого будет зависеть от многих факторов, в том числе и от факторов окружающей среды.

3 ПОНЯТИЕ О ЗАГРЯЗНЕНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Загрязнением в узком смысле считается привнесение в какую-либо среду новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов или превышение естественного уровня этих агентов в среде. Т.к. объектом загрязнения всегда является биогеоценоз (экосистема), наличие вредных веществ означает воздействие экологических факторов, что приводит к нарушению в экологической нише (или звена в пищевой цепи). Это в свою очередь приводит к нарушению обмена веществ, снижению интенсивности ассимиляции продуцентов, а значит, и продуктивности биоценоза в целом.

Загрязнения можно классифицировать следующим образом:

- а) ингредиентное (химическое) загрязнение, представляющее собой совокупность веществ, чуждых естественным биогеоценозам;
- б) параметрическое (физическое) загрязнение среды, связанное с изменением качественных параметров окружающей среды;
- в) биологическое загрязнение, заключающееся в воздействии на состав и структуру популяций и отдельных ее представителей – биологических агентов;
- г) механическое загрязнение, заключающееся в загрязнении окружающей среды твёрдыми бытовыми и промышленными отходами.

3.1 Химические загрязнения

Химические загрязнения вызываются химическими загрязнителями. Химические загрязнители могут вызывать острые отравления, хронические болезни, а также оказывать канцерогенное, мутагенное, тератогенное, эмбриотоксическое, аллергенное и другие виды воздействий. Рассмотрим влияние некоторых из них на организм человека.

Тяжелые металлы получили свое название благодаря высоким значениям атомной массы. Они способны накапливаться в растительных и животных тканях, оказывая токсичное воздействие. В небольших количествах некоторые тяжелые металлы необходимы для жизнедеятельности человека. Среди них – медь, цинк, марганец, железо, кобальт, молибден и другие. Однако увеличение их содержания выше нормы вызывает токсичный эффект и представляет угрозу для здоровья. Кроме того, существуют около 20 металлов, не являющихся необходимыми для функционирования организма. Наиболее опасные из них – ртуть, свинец, кадмий и мышьяк. Отравление человека ртутью известно как болезнь Минимато. Она впервые была обнаружена у японских рыбаков при потреблении рыбы из загрязненных ртутью водоемов. Клиническая картина связана с необратимыми изменениями в нервной системе вплоть до летальных исходов.

Воздействие кадмия на организм приводит к нарушению работы почек и вызывает необратимые изменения в скелете. Кадмий представляет собой один из самых опасных токсикантов среды. Он опасен в любой фор-

ме – доза 30–40 мг может оказаться смертельной. Больше всего кадмия мы получаем с растительной пищей. Растения и грибы поглощают до 70 % кадмия из почвы и 30 % из воздуха. Поскольку кадмий ядовит в малой дозе, то даже питье из сосудов, материал которых содержит кадмий, чревато опасностью. Из-за того, что однажды поглощенное количество кадмия выводится из человеческого организма чрезвычайно медленно (0,1 % в сутки), легко может происходить хроническое отравление организма. Заболевание называется «Итай-Итай». Самые ранние симптомы его – поражение почек, нервной системы, половых органов. Позднее возникают острые костные боли в спине и ногах. Типично также нарушение функции легких. Аккумуляцию кадмия в организме тормозит достаточное количество железа в крови, а большие дозы витамина *D* действуют как противоядие при отравлении кадмием.

Свинец и многие его соединения используются в промышленности для изготовления некоторых сплавов, аккумуляторов, припоев, химической аппаратуры, защитных средств от ионизирующего излучения, в производстве хрусталя, а также в качестве красок (свинцовые белила), глазури для гончарных изделий и пр. Возможно отравление свинцом в быту при употреблении пищевых продуктов, хранящихся в посуде, покрытой изнутри свинцовой глазурью, а также при употреблении консервов, хранящихся в банках с добавлением свинца. Попадая в организм, свинец накапливается во многих органах и тканях, создавая депо: большая часть его откладывается в костях, вытесняя соли кальция из костной ткани. Кроме того, он депонируется в мышцах, печени, почках, селезенке, головном мозге, сердце и лимфатических узлах. Из депо свинец выделяется медленно, иногда в течение нескольких лет после прекращения контакта с ним. Для свинцовой интоксикации характерна так называемая «свинцовая колика», характеризующаяся резким спазмом сосудов, повышением артериального давления, спастико-атоническими явлениями в кишечнике, появлением судорожных приступов. Характерным также является развитие гипохромной анемии.

Не менее опасен и мышьяк. Помимо острого отравления, характеризующегося появлением металлического вкуса во рту, рвотой, сильными болями в животе, развитием острой сердечно-сосудистой и почечной недостаточности и появлением судорог, возможны хронические интоксикации. Так, потребление воды, содержащей более 0,1 мкг/л мышьяка, вызывает гиперпигментацию, кератоз и даже рак кожи. Следует отметить, что для свинца смертельная доза при приеме внутрь составляет 20–50 г, солей ртути – 0,5 г, для мышьяка – 0,06–0,2 г.

Кроме тяжелых металлов особо опасными загрязнителями являются диоксины, которые образуются из хлор- и фторпроизводных ароматических углеводородов, используемых при производстве бактерицидных и гербицидных препаратов. Диоксины практически не выводятся из почвы и водной среды. Они чрезвычайно токсичны для человека и животных даже в очень низких концентрациях, вызывают поражение печени, почек, им-

мунной системы, обладают канцерогенным, тератогенным и мутагенным действием (см. п. 5.4).

Формальдегид выделяется из прессованных плит, используемых в конструкции настилов полов, шкафов и другой мебели. Обладает выраженным эмбриотоксическим действием, а также канцерогенным, тератогенным и мутагенным эффектами.

Бенз(а)пирен содержится в загрязненном городском воздухе, выхлопных газах, сигаретном дыме. Является сильным канцерогеном.

Группа полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) образуется при неполном сгорании органических веществ, содержащих углерод и водород (например, при лесных пожарах и вулканических извержениях). Но основная их масса образуется при горении мусора, древесины, нефти. Обнаружены в табачном дыме, жареных, копченых и печеных пищевых продуктах. ПАУ насчитывают сотни соединений, они встречаются в воздухе, почве и воде и почти все являются канцерогенами.

Широкая химизация сельского хозяйства привела к активному применению для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур пестицидов, к которым относятся: гербициды – препараты для борьбы с сорняками, инсектициды – с насекомыми, бактерициды – с бактериями и пр. Все они являются ядохимикатами и при контакте с человеком могут привести как к хроническим интоксикации, так и к острым отравлениям. Хлорорганические (ХОС) и фосфорорганические (ФОС) ядохимикаты при поступлении в организм внутрь, а также через дыхательные пути, слизистые и кожные покровы могут вызвать острые отравления, проявляющиеся рвотой, резкими болями в животе, повышением артериального давления, явлениями почечной и сердечно-сосудистой недостаточности, нарушениями со стороны ЦНС.

Следует отметить, что при химических загрязнениях атмосферный путь поступления токсичных веществ в организм человека является ведущим, т.к. в течение суток он потребляет около 15–25 кг воздуха, 2,5–5 кг воды и 1,5–2,5 кг пищи. Кроме того, при ингаляции химические элементы поглощаются организмом особенно интенсивно. Так, свинец, поступающий с воздухом, абсорбируется кровью на 60 %, тогда как поступающий с водой – на 10 %, а с пищей – на 5 %. Влияние на организм человека основных химических загрязнителей представлено в табл. 3.1. Загрязнением атмосферы обусловлено до 30 % общих заболеваний населения промышленных центров.

С вредными химическими веществами человек ежедневно встречается и в быту. Некоторые приемы борьбы с такими загрязнениями описаны в прил. 3.

Таблица 3.1

Влияние на организм человека основных химических загрязнителей

Загрязнители	Основные заболевания
Диоксины	Острые и хронические отравления, <i>мутагенный и тератогенный эффект, канцерогенное действие, иммунодефицит</i>
Соединения тяжелых металлов (кадмий, ртуть, свинец)	Острые и хронические отравления, поражение сердечно-сосудистой, мочеполовой и нервной систем
Хлорорганические пестициды (ДДТ, гексахлоран и пр.)	Поражение печени, ЦНС, <i>канцерогенное действие</i>
Бенз(а)пирен	<i>Канцерогенное, мутагенное, тератогенное действие</i>
Нитраты, нитриты, продукты метаболизма азотистых удобрений	Вызывают острые отравления, а также нарушение обмена веществ, аллергию, нервные расстройства, злокачественные новообразования
Фреоны	Разрушают озоновый слой и, как следствие, обладают <i>канцерогенной опасностью</i>
Винилхлорид	Обладает <i>канцерогенным действием</i>
Формальдегид	Вызывает болезни органов дыхания, обладает аллергенным и канцерогенным действием
СО в воздухе	Воздействует на психические функции, вызывает удушье
Диоксид серы в воздухе	Вызывает заболевание дыхательных путей, конъюнктивит, головную боль
Пыль, образованная в результате сжигания мусора	Вызывает хроническое раздражение дыхательных органов, приступы бронхиальной астмы, раздражает слизистые оболочки, обладает канцерогенным действием
Асбест	<i>Канцероген</i> , вызывает развитие рака легких

3.2 Физические загрязнения

Физическим загрязнением называют волновое загрязнение, которое связано с применением физических параметров среды: шумовых, радиационных, световых, температурных, электромагнитных и т.п.

В настоящее время ученые многих стран мира ведут различные исследования с целью выяснения влияния шума на здоровье человека. Полученные ими результаты показали, что шумовое загрязнение отрицательно воздействует на организм человека, вызывая повышенную утомляемость, снижение умственной активности, понижение производительности труда, развитие сердечно-сосудистых и нервных заболеваний. По мнению ученых, шум сокращает продолжительность жизни человека в больших горо-

дах на 8–12 лет. В Древнем Китае существовала даже звуковая казнь за богохульство (подробнее см. п. 7.1–7.3).

Сильный шум является для человека физическим наркотиком. Поэтому часть людей (прежде всего молодежь), увлекаясь современной музыкой с большой интенсивностью звучания, подвергает свое здоровье опасности. Женщины менее устойчивы к сильному шуму, который быстрее приводит их к неврастению. А слабые бытовые шумы в доме, обусловленные плохой звукоизоляцией квартир, разрушительнее действует на нервную систему мужчин.

Как показали исследования, неслышимые звуки также могут оказывать вредное воздействие на здоровье человека. Так, *инфразвуки* особое влияние оказывают на психическую сферу человека: поражаются все виды интеллектуальной деятельности, ухудшается настроение, появляется ощущение ужаса, растерянности, тревоги, испуга, страха и т.д. По мнению ученых, именно инфразвуками, неслышно проникающими сквозь самые толстые стены, вызываются многие нервные болезни жителей крупных городов. Давно подмечено, что животные начинают беспокоиться задолго до первых признаков землетрясения или извержения вулкана. Ученые считают, что в основе такого поведения лежат инфразвуки, издаваемые подземной стихией, которые и вызывают у животных панику.

Ультразвуки, занимающие заметное место в гамме производственных шумов, также опасны. Механизм их действия на живые организмы крайне многообразен. Особенно сильно их отрицательному воздействию подвержены клетки нервной системы.

Шум обладает кумулятивным эффектом, т.е. акустическое раздражение, накапливаясь в организме, все сильнее угнетает нервную систему. Несмотря на то, что со временем развивается привычка к шуму (у людей, связанных с «шумным производством»), а также у жителей, чьи окна выходят на проезжую часть улиц либо чьи дома расположены вблизи железнодорожных вокзалов или аэропортов), физиолого-биохимическая адаптация человека к шуму невозможна. Это означает, что шум совершает свое разрушительное действие, даже если человек к нему привык и как бы его не замечает.

Шум стал бедствием современного мира и, по мнению ряда ученых, самым нежелательным продуктом технической цивилизации. По воздействию на организм он иногда даже более вреден, чем химическое загрязнение.

Несмотря на то, что шум наносит ощутимый вред здоровью человека, но и абсолютная тишина пугает и угнетает его. Так, сотрудники одного конструкторского бюро, имевшего прекрасную звукоизоляцию, уже через неделю стали жаловаться на невозможность работы в условиях гнетущей тишины. Они нервничали, теряли работоспособность, впадали в депрессию. И, наоборот, звуки определенной силы и тональности стимулируют процессы мышления, повышают настроение, излечивают от ряда заболеваний.

В настоящее время развивается такое направление современной медицины, как музыкальная терапия. Лечение музыкой подчас более эффективно, чем лекарствами, т.к. музыка действует непосредственно на структуры мозга, которые отвечают за интуицию, настроение, взаимодействие с окружающим миром. Музыка является мощным психомодулятором. Она может вызывать различные эмоции: от ужаса и страха до желания жить и любить. Недаром существует музыкальное сопровождение к фильмам, которое «настраивает» человека на определенные эмоции.

Нет музыки, которую слушать вообще нельзя. Необходимо ориентироваться на свои внутренние желания: у каждого человека свой биоритм. Но в любом случае нужно разнообразие.

Однако жесткие ритмы нельзя слушать более одного часа, т.к. ритм у такой музыки часто бывает 200–250 ударов в минуту. Жесткие ритмы действуют на человека как шаманские бубны, вводят при длительном прослушивании в состояние медитации. Увлечение жесткими ритмами часто приводит к язве желудка, расстройству психики, разбалансировке организма.

Организм чувствительнее всего к ритмическим звукам в диапазоне частот от 1,2 до 4 Гц. Современная музыка основана чаще всего на частотах 1–1,2 Гц, что является частотой сердечных сокращений спокойного здорового человека.

Калифорнийский ученый Авраам Гольдштейн считает, что «музыкальное удовольствие» человек получает благодаря высвобождению эндорфина – «гормона радости».

Ученые считают, что музыка активизирует гораздо больше зон головного мозга, чем речь. Эмоции, которые она вызывает, приводят к гормональным и биохимическим изменениям, влияют на обменные процессы, дыхательную и сердечно-сосудистую системы, тонус головного мозга. Музыкальная стимуляция мозга активизирует связи между нейронами и предохраняет мозг от дегенерации.

В настоящее время в клиниках разных стран музыкой (в основном классической) лечат такие заболевания, как язва желудка, старческое слабоумие, младенческое беспокойство. В нашей стране имеется методика лечения некоторых заболеваний современными эстрадными песнями. И все же, по мнению западных специалистов, учить уроки лучше всего под медленную музыку в стиле барокко: Баха, Генделя, Корелли.

Электромагнитное загрязнение возникает в результате изменений электромагнитных свойств среды. Оно в основном зависит от совокупности электромагнитных волн, длина которых варьирует от 10^{-4} м до многих километров. По длине волн различают гамма- и рентгеновские лучи, ультрафиолетовые излучения, видимый свет, инфракрасное, микроволновое и радиоизлучение.

По классификации электромагнитных полей (ЭМП), предложенной Центром электромагнитной безопасности (ЦЭМБ), электромагнитные поля по их происхождению можно разделить на две группы.

К *природным источникам* относятся: электромагнитное поле Земли, космические источники радиоволн (Солнце и другие звезды), процессы, происходящие в атмосфере Земли (молнии, колебания в ионосфере). Человеческий организм также является источником слабого электромагнитного поля.

К *искусственным источникам*, которые делятся на две группы, относятся:

- устройства, специально созданные для излучения электромагнитной энергии (радио- и телевизионные вещательные станции, радиолокационные установки, физиотерапевтические приборы, системы радиосвязи и т.п.);

- устройства, не предназначенные для излучения электромагнитной энергии в пространство (линии электропередач и трансформаторные подстанции, бытовая и организационная техника и т.п.).

В современном мире люди постоянно испытывают на себе воздействие электромагнитных полей. Происходит это и днем, и ночью. Достаточно сказать, что мощность радиоволн в крупных городах в 2 миллиона раз превосходит естественный фон, который создает Солнце. Но кроме радиоволн, есть и множество других источников электромагнитного излучения: электропроводка, телевизоры, компьютеры, мобильные телефоны, рекламные щиты, высоковольтные линии электропередач, осветительные приборы и т.д.

Широкое распространение электромагнитной энергии и ее стремительное проникновение во все сферы деятельности человека привели к появлению сравнительно нового комплекса загрязнителей, получивших название «электромагнитного смога», под которым понимают совокупность электромагнитных полей и излучений, возникающих во время работы электромагнитного оборудования.

В настоящее время на Земле возникли электромагнитные «пятна», являющиеся порождением супергородов, которые полностью изменили внешний геофизический облик нашей планеты. Как следствие этого светимость Земли в радиодиапазоне превзошла светимость Солнца.

На значительных территориях Российской Федерации напряженность электрических и магнитных полей возросла от двух до пяти порядков, создавая тем самым реальную опасность для людей, животного и растительного мира. По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения, сегодня степень электромагнитного загрязнения среды выходит на уровень, характерный для нынешнего загрязнения ее вредными химическими веществами.

Широко распространенными источниками электромагнитных излучений являются радиотелевизионные передающие центры, излучающие в окружающую среду ультракороткие волны высокочастотных и ультравысокочастотных диапазонов. Причем наибольшие уровни облучения людей и других биологических объектов наблюдаются в районах размещения радио- и телепередающих центров с высотой антенной опоры не более 180 м. Наибольший вклад в суммарную интенсивность воздействия вносят «угол-

ковые» трех- и шестиэтажные антенны очень высокой частоты частотно-модулированного вещания.

Например, Останкинский телецентр – самая опасная технопатогенная зона Москвы. Ее размеры – около 4,5 км в диаметре. Действие телебашни – это концентрирование энерго-, радио-, информационных, технических и другого рода вредных излучений, которые проецируются отсюда на огромный регион, негативно воздействуя на биополя живой природы.

Электромагнитные поля обладают очень высокой биологической активностью. Понятно, что неприятностей приходится ждать, когда источник излучения воздействует на человека долго. Но, наверное, не многие знают, что важна еще и частота. Сравнительно безобидны волны сверхвысокой частоты, но бытовые приборы их, как правило, не излучают. Короткими, средними и длинными волнами в современной квартире заполнено все пространство, они легко проникают через препятствия.

Наиболее уязвимы для электромагнитных полей нервная, иммунная и половая системы, причем вредное воздействие, подобно радиации, с годами накапливается. По крайней мере, эксперименты на животных показали, что при длительном контакте с интенсивным источником электромагнитного излучения возникают серьезные заболевания центральной нервной системы, лейкозы, опухоли мозга, гормональные нарушения. Для людей столь однозначной взаимосвязи обнаружить пока не удалось, но, тем не менее, врачи настоятельно советуют максимально ограничить контакт с сильными электромагнитными полями детей, беременных женщин, людей с хроническими заболеваниями центральной нервной системы, сердца, ослабленным иммунитетом, аллергиков.

Электромагнитные волны даже низкой интенсивности нарушают «общение» между клетками мозга – нейронами. Давно замечено, например, что люди, живущие вблизи высоковольтных линий электропередач и ретрансляторов, часто жалуются на раздражительность, нетерпеливость. У некоторых появляется чувство внутренней напряженности, суетливость. Нарушаются внимание и память. Возникают жалобы на бессонницу и быструю утомляемость. Снижается иммунитет, тяжелее протекают инфекционные заболевания. В крови увеличивается содержание адреналина, интенсивнее свертывается кровь – а это прямой путь к инсультам и инфарктам.

Недавние исследования показали, что электромагнитные поля провоцируют аутоиммунные заболевания (псориаз, витилиго, рассеянный склероз и многие другие недуги – всего их известно более двадцати), когда антитела принимают «свои» клетки за «чужие» и начинают их истреблять.

Электромагнитное излучение негативно влияет на половую функцию. Есть сведения, что интенсивные поля могут быть причиной преждевременных родов, нарушений в развитии и даже врожденных уродств, если будущая мама подверглась их воздействию на ранних сроках беременности. У мужчин возможны проблемы с потенцией.

Случаи опасных заболеваний, конечно, происходят нечасто, потому что редко люди по роду своей работы или из-за неудачного места жительства сталкиваются со сверхмощными источниками электромагнитного излучения (ЭМИ). Но многие все-таки находятся в потенциальной группе риска. Прежде всего, это пользователи ПК (ведь ни с одним прибором, кроме телевизора, человек не проводит столько времени, как с компьютером (см. п. 7.5)).

Кроме того, в группе риска находятся пользователи сотовых телефонов. Сегодня ученые однозначно заявляют, что ЭМИ радиотелефона, как и любого другого источника ЭМИ, оказывает влияние на здоровье человека, находящегося с ним в контакте. Область облучения во время работы сотового телефона – головной мозг. Часто длина волн излучения незначительно превышает линейные размеры головы человека. В этом случае может измениться биоэлектрическая активность различных структур мозга с нарушением функции мозга. Имеются сведения о возможности опухолевого поражения мозга, причем сторона поражения коррелирует с местом приложения сотового телефона. Особому риску подвергаются люди, разговаривающие по сотовому телефону внутри автомашины, поскольку металлический корпус автомобиля служит резонатором и многократно усиливает дозу поглощенного излучения.

В то же время нельзя не отметить, что дозированное ЭМИ разных частей электромагнитного спектра используется в медицине для диагностики и лечения ряда заболеваний. Мы не представляем себе жизнь без рентгеновского и ультразвукового обследования, без аппаратов «УВЧ», «КУФ» и пр. В последнее время находят широкое применение в медицине приборы ядерно-магнитного резонанса, лазерная хирургия и др.

Одним из видов физического загрязнения является *ионизирующее излучение*. Оно обладает энергией, достаточной для того, чтобы выбить один или более электронов из атомов и образовать положительно заряженные ионы, которые, в свою очередь, вступают в реакцию и разрушают ткани живых организмов. Примерами ионизирующего излучения являются ультрафиолетовое излучение Солнца, рентгеновское излучение, нейтронное излучение, возникающее в ходе реакции ядерного деления и ядерного синтеза, а также альфа-, бета- и гамма-излучение, испускаемое радиоактивными изотопами. У некоторых веществ все изотопы радиоактивные (технеций, прометий, а также все элементы таблицы Менделеева, начиная с полония и кончая трансурановыми).

Организм человека постоянно подвергается естественному ионизирующему излучению, источниками которого являются космическое излучение и природные радиоактивные элементы, присутствующие в воздухе, почве и тканях самого организма. Уровни природного излучения от всех источников в среднем составляют 100 мбэр в год. В современных условиях человек сталкивается с превышением этого среднего уровня, что и является радиационным загрязнением.

Воздействие ионизирующего излучения приводит к повреждению клеток человеческого организма двумя способами. Один из них наносит генетические повреждения, которые изменяют гены и хромосомы. Другой способ вызывает соматические повреждения: ожоги, выкидыши, гладкие катаракты, раковые заболевания костей, щитовидной и молочной желез, легких.

Ионизирующее излучение вызывает острую и хроническую лучевую болезнь, тяжесть которой зависит от дозы облучения (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Возможные последствия для человека различных доз облучения всего организма за короткий промежуток времени

Доза, миллирентген	Последствия
0–50	Нет достоверных симптомов
50–200	Уменьшение количества белых кровяных клеток, тошнота, рвота, около 10 % погибают в течение нескольких месяцев при уровне 200 миллирентген
200–400	Потеря кровяных клеток, высокая температура, кровотечение, выпадение волос, тошнота, рвота, диарея, усталость, кожные нарывы; около 20 % погибают в течение нескольких месяцев
400–500	Такие же симптомы, как и при уровне 200–400 миллирентген, но в более тяжелом проявлении, рост числа инфекционных заболеваний из-за недостатка белых кровяных клеток; уровень смертности достигает 50 % при уровне излучения в 450 миллирентген
500–1000	Тяжелые расстройства желудочно-кишечного тракта, острая сердечно-сосудистая недостаточность, поражение центральной нервной системы; дозы, превышающие 700 миллирентген, вызывают гибель в течение нескольких недель
более 10 000	Смерть в течение нескольких часов
более 100 000	Смерть в течение нескольких минут

Ионизирующее излучение оказывает мощное мутагенное, эмбриотоксическое и тератогенное воздействие. При этом более чувствительны к нему высокоорганизованные организмы, в том числе человек, а наиболее устойчивыми являются микроорганизмы.

Громадный урон здоровью наносит загрязненность продуктов питания радиоактивными изотопами, причем особенно высокие концентрации могут быть в мясе, молоке, грибах.

Тепловое загрязнение является результатом повышения температуры среды, возникающее при отводе воды от систем охлаждения в водные объекты, при выбросе потоков дымовых газов или воздуха. Тепловое загряз-

нение водоемов приводит к последовательной смене видового состава биоценоза водорослей. Известны факты, когда сброс теплых вод создавал тепловой барьер для рыб на путях к нерестилищам.

Разновидностью теплового загрязнения является попадание в атмосферу парниковых газов, в частности CO_2 , которые образуются в результате деятельности человека. Эти газы уменьшают проницаемость атмосферы для теплового излучения, идущего от Земли. В результате тепловое излучение не уходит в космическое пространство, а возвращается на Землю, создавая «парниковый эффект». Именно этим объясняют глобальное изменение климата на планете в последние десятилетия.

Световое загрязнение создается при нарушении естественного режима освещенности в результате воздействия искусственных источников света, приводит к аномалиям в жизни животных и растений.

3.3 Биологические загрязнения

Чрезвычайно опасными являются биологические загрязнения, которые вызываются патогенными микроорганизмами. Такие эпидемии, как холера, оспа, чума, вызываются бактериями, грипп, СПИД – вирусами. Недостаточно очищенные и обезвреженные бытовые сточные воды содержат большой комплекс патогенных микроорганизмов, вызывающих кожные, кишечные, глистные заболевания. Однако бактерии содержатся повсеместно, и жизнь на земле была бы невозможна без этих одноклеточных микроорганизмов, помогающих разлагать и утилизировать органические остатки.

Более того, существуют непатогенные или условно-патогенные микроорганизмы, которые в качестве биотопа (места обитания) избрали организм человека. Так, полости рта, носа, толстого кишечника, влагалища являются местом обитания многих микроорганизмов, которые не только не вредят человеку, но и стимулируют его защитные силы, способствуют перевариванию остатков пищи, вырабатывают витамины. Однако превышение нормы количества этих микроорганизмов при неблагоприятных для человека условиях (изменение температуры окружающей среды, снижение иммунитета и пр.) изменяет соотношение микроорганизмов, приводя к дисбактериозу, а это уже болезнь. При этом условно-патогенные организмы, которые в норме являются сапрофитами (такие, как дрожжеподобные грибки – кандиды и некоторые вирусы), вызывают заболевания – кандидозы и ОРВИ соответственно.

В ряде случаев случайно переселенные в новые экосистемы животные или растения могут приносить большой ущерб сельскому хозяйству (макробиологические загрязнения). Так случилось, например, в Европе с американским колорадским жуком, ставшим здесь массовым вредителем пасленовых. Европа «отплатила» Америке случайным заносом в дубовые леса непарного шелкопряда, который быстро размножился, найдя здесь свою экологическую нишу, и стал опасным вредителем.

В отдельную группу стоит отнести лекарственные загрязнения. Некоторые лекарственные препараты даже в терапевтической дозе оказывают неблагоприятное влияние на организм человека. Такие препараты, как амидопирин, фенацетин запрещены к производству, т.к. являются выраженными канцерогенами. Антибиотики тетрациклинового ряда обладают ототоксическим эффектом. При неправильном подборе дозы они, поражая слуховой нерв, вызывают глухоту. Прием тетрациклина во время беременности может вызвать глухоту у новорожденного ребенка. Кроме того, многие антибиотики поражают биоценоз кишечника и других внутренних сред организма, вызывая дисбактериозы и кандидозы.

Особый вид загрязнения внутренней среды организма имеет место при использовании в пищу нетрадиционных продуктов питания, в том числе белка микробного происхождения, выращенного на различном сырье. В качестве микроба-продуцента предлагают к использованию условно-патогенные грибы кандиды альбиканс, а в качестве среды культивирования – нормальные парафины нефти. В этом случае внутренняя среда организма человека может подвергнуться загрязнению нетрадиционными для нее жирными кислотами с нечетным количеством атомов углерода, нетипичными для макроорганизма аминокислотами, остаточными количествами среды культивирования, а также антигенными детерминантами микроба-продуцента, что может привести к различным заболеваниям, в том числе к кандидозам.

В последнее время широко обсуждается вопрос, связанный с загрязнением внутренней среды человека чужеродным генетическим материалом, получаемым организмом при употреблении в пищу продуктов, полученных с применением технологии генной инженерии. Эти продукты называются трансгенными. Их получают из растений, в клетку которых «вмонтирован» чужеродный ген. Эти растения ничем не отличаются от своих «собратьев» за исключением одного гена, который наделяет растение каким-то новым качеством. В частности, благодаря «особому» гену колорадский жук не ест картошку, растения не болеют, помидоры подолгу, не перезревая, висят на кусте и т.д.

Однако официальная наука во всем мире не может ни предвидеть, ни опровергнуть влияние трансгенных растений на здоровье человека. Некоторые ученые считают, что трансгенные растения изменяют свой обмен веществ и могут образовывать токсичные для человека вещества. Кроме того, такие растения через пыльцу могут передавать гены родственным растениям, которые станут суперсорняками, устойчивыми к гербицидам. Через пыльцу они таким же образом будут генетически загрязнять окружающую среду.

Другие ученые доказывают безвредность трансгенных растений для здоровья человека. И более того, пытаются с помощью трансгенной технологии победить опасные заболевания. В частности, ученые США вывели сорт помидоров, способный, по их мнению, защитить от рака.

Через несколько лет американцы обещают произвести растения, ко-

торые будут содержать антигенный материал для профилактики и лечения некоторых опасных заболеваний, в том числе и СПИДа. В организме человека при попадании таких растений будут образовываться антитела, помогающие побороть болезнь.

Главный принцип ученого – не навреди! А пока может быть так, что генные инженеры вместе с полезным геном переносят в растение что-то ненужное. Например, в картошке, сое, кукурузе может оказаться, в частности, ген устойчивости к антибиотикам. И тогда человеку в случае болезни данный антибиотик уже не поможет. В любом случае потребитель имеет право знать, что он покупает. В России, как и в большинстве стран мира, в настоящее время ввели обязательную маркировку пищевых продуктов, полученных из трансгенных растений. На этикетке продукта должна быть надпись: «Содержит генетически модифицированный источник (ГМИ)». Однако маркироваться по новым санитарным правилам в РФ будут только те продукты, в которых более 5 % состава составляют ГМИ. Между тем в Таиланде такая концентрация ГМИ считается потенциально опасной для организма человека. В Европе маркируют продукты с 1 % ГМИ и собираются снизить планку до 0,5 %. Подробнее эта проблема рассмотрена в п. 4.2.

В настоящее время, таким образом, нет единого мнения не только по генетически модифицированным продуктам, трансгенным растениям, но и многим лекарственным препаратам, сельскохозяйственным удобрениям и т.п. Остается бесспорной необходимость очень внимательного отношения к этим проблемам. Ведь «все связано со всем», и попадание в пищу человека недостаточно проверенных на безопасность веществ чревато тяжелыми последствиями для его здоровья.

4 ЭНЕРГЕТИКА И НАРОДОНАСЕЛЕНИЕ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

4.1 Связь между ростом народонаселения и проблемой питания

Виднейшие ученые задолго до появления экологии как науки задумывались над проблемами роста населения Земли и необходимостью обеспечения его материальными и энергетическими ресурсами, промышленным сырьем и мерами по предотвращению загрязнения мест обитания отходами жизненной деятельности (см. гл. 5, 6, 8, 9). Об этом говорили ученые древности – Аристотель, Гиппократ, а также виднейшие представители человечества – М. Ломоносов, Л. Винчи и др. Попытки комплексного подхода к этим проблемам удавались далеко не всем, но важно, что им уделялось внимание. С XIX в. эти вопросы стали рассматривать с позиций экологии – взаимодействия человека и окружающей его природы. Рассмотрим подход одного из первых ученых-естественников, занимавшихся этими проблемами еще в XVIII в..

Известно, что в 1800 г. население составляло 1 млрд человек; в 1960 г. – 3 млрд; в 1985 г. – 4,6 млрд. В 1824 г. британец Томас Мальтус проанализировал имеющиеся у него данные и предположил, что население увеличивается в геометрической прогрессии (2; 4; 8; 16 и т.д.), а продукция – в арифметической (1; 2; 3; ...). Отсюда он сделал вывод о неизбежности всеобщего голода, нехватки площадей, хаоса и войн. По Мальтусу, численность человечества каждые 25 лет должна удваиваться: в каждой семье должно быть четверо детей, и все взрослые должны быть объединены в семьи. Это не оправдалось и, тем не менее, рост народонаселения тревожит многих ученых. В чем же здесь дело? Ученые считают, что рост народонаселения в геометрической прогрессии невозможен не из-за болезней, голода, войн и других причин, на которые уповал Мальтус, а вследствие роста культуры населения, сознательно регулирующего свою рождаемость. По данным ООН, численность населения в 1985 г. составила 4,6 млрд, в 1992 г. – 5,48 млрд, а к 2110 г. ожидается стабилизация на уровне 10,5 млрд человек¹. При этом средняя плотность составит 70 человек на 1 км² суши. Заметим, что сейчас в Европе этот показатель – 95 чел./ км².

Таким образом, проблем с пространством не возникнет даже в далеком будущем. И здесь Мальтус не прав. Наконец, современные исследователи этого вопроса считают неправомочным его утверждение об арифметическом росте (т.е. не поспевающим за населением) ресурсов питания. Ведь корм составляет часть биомассы. А она, по Мальтусу, растет в геометрической прогрессии. Но для опасений все же есть основания: увеличение плотности населения идет не в ногу с увеличением продукции фито- и

¹ Некоторые современные демографы вслед за Мальтусом считают, что в настоящее время удвоение населения происходит за 36 лет. Но и эта прогрессия не подходит для долгосрочных прогнозов. В последние годы ежегодный прирост населения Земли стабилизировался на уровне 97 млн человек.

зооценозов. Тщательные расчеты, проделанные Коллином Кларком для ООН, показывают, что на Земле могут свободно прокормиться 45 млрд человек (без учета ресурсов океанов и пресных вод, достижений пищевой биотехнологии и химии). Другие исследователи называют цифру 83 млрд человек (М. Танг). Конечно, эти данные основаны на нормальной эффективности хозяйствования для развитых стран. Но сейчас необходимо исходить из того, что в мире недостаточно питаются около 1,5 млрд человек. В ООН было подсчитано, что для нормального питания всех 6 млрд землян к 2000 г. необходимо увеличить за 30 лет (с 1970 г.) продукцию фитоценоза на 200 % (т.е. в 3 раза), а животного – на 300 % (в 4 раза). Вначале казалось, что это возможно. Ведь с 1950 по 1990 гг. мировой объем производства зерновых увеличился с 631 млн т до 1780 млн т – почти в 3 раза, улов рыбы вырос в 4 раза (а на душу населения в год с учетом его роста – с 8 до 17 кг!). Это достигнуто за счет интенсивного внедрения удобрений в сельском хозяйстве, расширения квот на вылов рыбы и т.п. Но в последние десятилетия эти факторы уже не работают так, как раньше: объем зерновых культур вырос лишь на 3 %, а улов рыбы замер на 89 млн т. Рост продуктов животноводства не превысил 1,9 % (и это понятно – для получения 1 кг говядины необходимо около 7 кг зерна, 1 кг свинины – 4 кг зерна). И все же реальные пути есть:

- регуляция роста населения;
- увеличение площади сельхозугодий, интенсификация ее использования и одновременно переход, хотя бы частично, к вегетарианской, более здоровой пище;
- рост отдачи от посевов и животных на базе развития науки, использования продукции вод и синтеза продуктов из окружающих минеральных веществ;
- рост культуры населения, прежде всего экологической.

Еще один резерв улучшения питания – борьба с вредителями и болезнями растений. Подсчитано, что в год по этой причине исчезает столько же пищи, сколько необходимо для пропитания 150 млн чел. (при этом не рассматривались катастрофические случаи. Например, в 1861 г. от фитофторы погиб весь урожай картофеля в Ирландии – голод унес около 1 млн чел.). Считается, что около 20 % сельскохозяйственных продуктов в мире не доходит до потребителей. Ранее этот процент был даже выше.

Очень велик был ущерб от саранчи. В. Вернадский в своем труде «Биосфера» приводит пример перелета саранчи над Красным морем: пространство, занятое ею, составляло 6 тыс. м³, масса – 44 тыс. т.

Мы еще возвратимся к проблемам почв, лесов, растений и океанов, рассматривая их защиту в следующих темах. Но в отношении питания (наличия биомассы, ее продуктивности) с учетом развития науки можно утверждать: проблема разрешима. Здесь необходимо сделать лишь одно замечание. Отдельные исследователи от лозунга «Назад, в пещеры!» пришли к более скромному «Умерить потребности!» (в пище). Есть обоснованные нормы – и плохо, «если больше», но не лучше, «если меньше».

Специалисты ООН считают, что зерновой эквивалент питания на одного человека в год – 1 т зерна пшеницы (или около 260 кг зерна, сахара, других углеводов и жиров, 90 кг мяса, 250 кг молока). Эти цифры – не догма, но они близки к оптимальным, и можно лишь заменить одно другим или перейти к искусственной пище. Не выглядит ли неправомерным при этом призыв к вегетарианству? Нет, ибо он обоснован не только экологами, но и медиками.

Последние утверждают, что возможность и вероятность болезней века (ишемия, рак) меньше там, где больше полноценной, витаминизированной растительной пищи. А экологи утверждают, что для производства 1 кг мяса животными потребляется в среднем около 80 кг травы. Превращение пастбищ в пашни не только позволило бы прокормить большее число людей, но и обогатило бы атмосферу кислородом.

На примере этого призыва мы видим: правильность или ошибочность подобных лозунгов можно оценить лишь, будучи вооруженным знаниями экологии и смежных наук.

Еще одно суждение. При рассмотрении перспектив увеличения численности населения не всегда учитывается тенденция к увеличению продолжительности жизни. Чем выше уровень жизни, тем больше ее продолжительность. К 1985 г. в Японии средняя продолжительность жизни составляла 80,1 года для мужчин и 74,5 года для женщин; в Швеции – 73,8 и 79,8; средняя по Европе – 70 и 76; в СССР – 65 и 74. Эти цифры справедливы и для Ростовской области. Но уже в 1993 г., как и по всей Российской Федерации, они уменьшились: 60,6 и 72,3. В Африке – 45 и 53,5; в США – 71 и 78,3; в Индии – 55 и 55. Цифры говорят сами за себя.

И, тем не менее, необходимость сознательного, продуманного регулирования роста населения сейчас признают практически все страны. Многими отмечается положительный опыт Китая и Японии, которые мерами экономического и организационного стимулирования добились снижения прироста населения с 1990 г. по 1997 г. в два раза. Правда, в настоящее время власти Китая признают, что ограничение рождаемости наряду с увеличением продолжительности жизни породило новую проблему: количество пенсионеров намного превысило число работающих, государственные социальные гарантии поставлены под угрозу. В России сейчас такой проблемы по объективным причинам нет. Но специалисты считают, что и для нашей страны в ближайшем будущем эта проблема станет актуальной. Во всяком случае возврата к временам, когда существовал налог на бездетность, уже не будет.

К сожалению, в литературе отсутствуют подробные данные распределения продуктов питания по регионам бывшего СССР. По данным за 1988 г. одним «средним» жителем потреблялось: мяса и мясопродуктов 65 кг (с учетом субпродуктов второй категории), молока и молочных продуктов 351 кг, яиц 273 шт., картофеля 98 кг, овощей и бахчевых 100 кг, фруктов 52 кг, что ниже рекомендуемых норм по мясу и картофелю на 7 % (с той же оговоркой), овощей и бахчевых – на 29 %, фруктов – на 31 %. На

Всероссийском Пироговском съезде врачей (1995 г.) названы следующие данные. В последние годы потребление мяса в РФ наполовину меньше, чем в США, Франции, Германии; фруктов и ягод – на две трети. Дефицит белков – 25 %, аскорбиновой кислоты – 70 % на душу населения. У трети населения обнаруживается поливитаминовая недостаточность. Углеводистая модель питания (преимущественно хлеб, сахар, крупы, картофель) привела к тому, что до 30 % населения к началу 1990-х гг. имели лишний вес. Несбалансированное питание, как полагают, является одной из основных причин роста числа заболеваний органов пищеварения: в 1987 г. зарегистрировано 5,6 млн больных язвой желудка, гастритом, мочекаменной болезнью и холециститом.

В последнее время большинство специалистов сходятся во мнении, что состояние среды определяет здоровье (уровень заболеваемости) жителей развитых стран не менее чем на 20–30 %. Остальное, по данным Всемирной организации здравоохранения при ООН, зависит: от генных факторов – на 20–25 %; уровня развития здравоохранения – на 10–15 %; степени удовлетворения потребностей людей, их образа жизни – на 40 – данные не опровергаются 45 %. Эти, а во многом подтверждаются сведениями о рождаемости и особенно смертности по развитым странам. Так, для России за последние 50 лет обобщенные данные приведены на рис. 4.1 (следует иметь в виду, что для юга РФ эти данные демографически даже менее благоприятны – см. рис. 4.2 для г. Ростова-на-Дону. Аналогичная картина для городов Краснодар, Волгоград и им подобных). Но резерв рождаемости в России есть. Ведь в последние годы на каждые 100 рождений приходится 209–215 абортс!

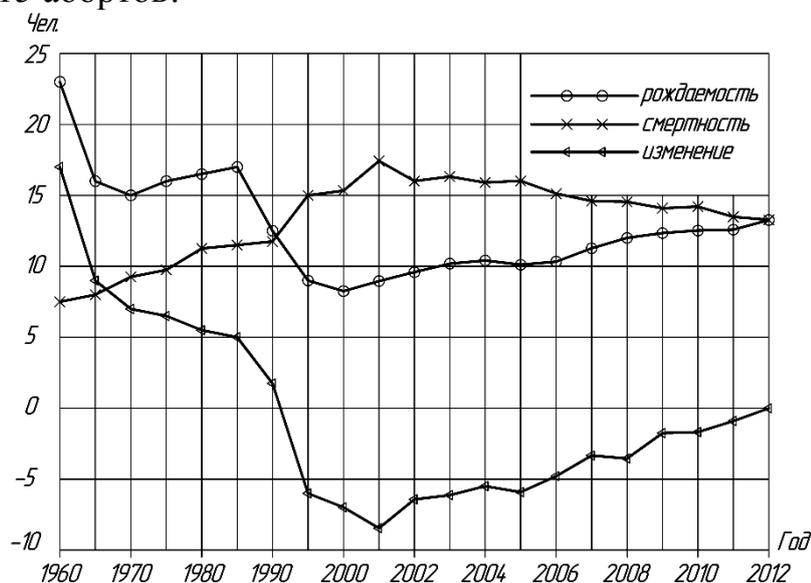


Рис. 4.1. Естественное изменение численности населения России (на 1000 человек)

Характерна картина распределения причин смерти для РФ в результате заболеваний. В период с 1990 по 1995 гг. согласно данным Совета безопасности РФ более половины смертей произошло из-за болезней си-

стемы кровообращения, наиболее подверженной влиянию окружающей среды, т.е. из-за ишемической болезни сердца, инфарктов миокарда, инсультов, гипер- и гипотонии и др. (в 1990 г. – 55 %, а в 1995 г. – 53 % всех причин смерти). Немалую долю составляют и новообразования – от 17,3 % в 1990 г. до 13 % в 1995 г. Если добавить к этому смертельные исходы при болезнях органов дыхания (около 5 % от всех причин) и органов пищеварения (около 3 %), которые также во многом связаны с состоянием среды, то станет ясно, что без кардинального улучшения природного окружения невозможно обеспечить выживание человечества.

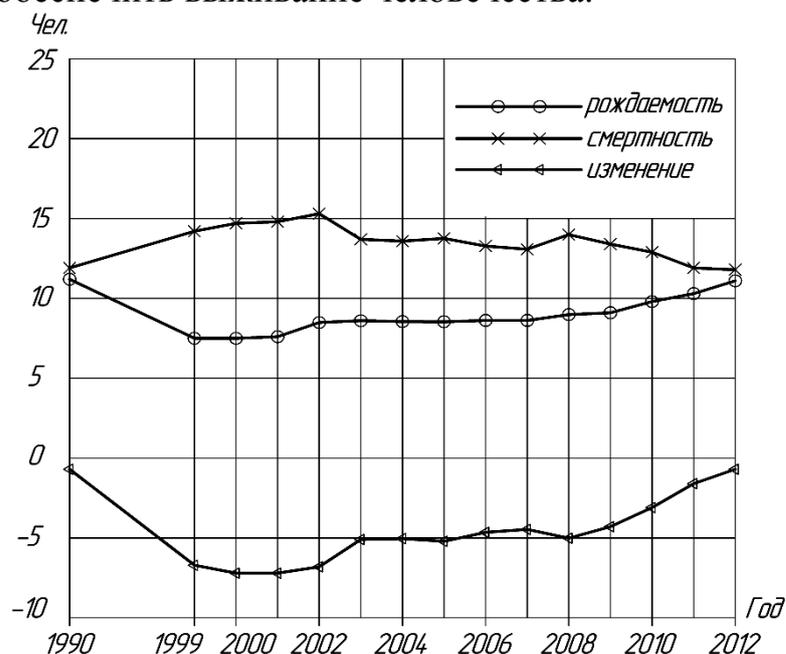


Рис. 4.2. Естественное изменение численности населения г. Ростова-на-Дону за последние годы (на 1000 человек)

Жизнь подтверждает еще одну закономерность в причинах смертности для нашей страны – они во многом (около 40 %) зависят от образа жизни людей, наличия или отсутствия вредных привычек, возможностей удовлетворения жизненно важных потребностей. Лишь один пример: в РФ постоянно растет число легковых автомобилей на 1000 жителей (подробнее – в п. 5.5) – от 80–100 шт. в конце прошлого века до 245 шт. в 2010 г. (в 2 раза больше, чем в Турции, близко к Венгрии, Израилю и лишь в 1,8 раза меньше, чем в США, в 1,9 раза меньше, чем в Швеции, и в 2 раза меньше, чем во Франции). Это соответствует потребности россиян в осуществлении мобильного передвижения по стране. Но это же и вызывает резкое повышение смертности в результате ДТП вследствие применения алкоголя водителями. В 2010 г. число фактически погибших в ДТП в РФ составило 26600 человек. Из них 5,95 % водителей были в состоянии опьянения. И эта доля пока практически не снижается, несмотря на большие усилия Правительства РФ и надзорных органов (в 2004 г. – 10,2 %, 2006 г. – 7,5 %, 2008 г. – 6,2 %, 2011 г. – 6,1 %). Попытки оправдать эту статистику ростом числа легковых автомобилей в РФ (1990 г. – 9 млн шт., 2010 г. – 34,5 млн

шт.) несостоятельны: во Франции и Швеции число погибших в ДТП в 2010 г. составило 4400 чел. и 2100 чел. соответственно (число машин в этих странах приведено выше).

Заканчивая рассмотрение проблемы народонаселения, нельзя не отметить одну особенность. В большинстве развитых и развивающихся стран в последние годы смертность на 1000 жителей превышает рождаемость, т.е. население не растет, а уменьшается. Для 2012 г., например, для Украины – на 6,17 чел., Болгарии – 5,12 чел., Белоруссии – 4,0 чел., Латвии – 3,63 чел., Венгрии – 3,21 чел., Эстонии – 3,17 чел., Германии – 2,71 чел., Чехии – 2,29 чел., Италии – 0,87 чел., Японии – 0,76 чел. (для России впервые за последние 20 лет население перестало уменьшаться). И вместе с тем мы говорим о проблеме народонаселения – население нашей планеты продолжает возрастать, и все меры по предотвращению кризиса, о котором говорил не только П.Л. Капица, но и М.В. Ломоносов (в статье «О размножении и сохранении русского народа», 1761 г.), остаются актуальными.

4.2 Проблемы народонаселения и возможности генной инженерии

Как показано в п. 4.1, проблемы народонаселения (в первую очередь в связи с обеспеченностью продуктами питания) достаточно остро ставились учеными еще в XVIII в. Т. Мальтуса (1766–1834 гг.), о котором речь уже шла, считали даже основателем «реакционной» разновидности философии – «мальтузианства». Он утверждал, что человечеству грозит абсолютный избыток людей на фоне заметного отставания средств существования от численности народонаселения. Это утверждение, по мнению Т. Мальтуса, отражает действие «естественного закона народонаселения». Незадолго до своей смерти Т. Мальтус даже предсказал, что не пройдет и 200 лет, как этот закон приведет к катастрофическим последствиям – человечество погибнет от недостатка средств существования (в первую очередь – пищи и воды). А 200 лет со дня смерти Мальтуса не за горами!

В той или иной мере эту проблему признавали виднейшие ученые, отметававшие, обычно, такие крайности, как допустимость и даже полезность снижения населения за счет эпидемий, войн и других подобных причин, но признававших важность рассмотрения этой проблемы, как и необходимость сознательной регуляции численности населения и поисков новых средств его существования. Лауреат Нобелевской премии, почетный член Британской и 15 других академий наук П.Л. Капица (1894–1984), например, в докладе на пленарном заседании Британской академии наук в 1976 г. проблему народонаселения поставил на первое место (до проблем энергетики и загрязнения окружающей среды). Вот выдержки из его доклада.

«Для предотвращения назревающего кризиса в первую очередь необходимо решить четыре основные проблемы глобального характера:

1 Контроль над ростом народонаселения (его количественными и качественными показателями).

2 Создание новых энергетических ресурсов (поскольку есть перспектива истощения природных запасов газа, нефти, угля и др.).

3 Преодоление угрозы истощения источников промышленного сырья.

4 Преодоление угрозы глобального загрязнения окружающей среды».

Как человек незаурядного ума, колоссального кругозора П.Л. Капица предложил и меры по решению этих глобальных проблем:

«Мы располагаем тремя количественными оценками, которые определяют характер развития данной общественной структуры.

1 Улучшение здорового образа жизни – по долголетию.

2 Рост материального благосостояния – по валовой продукции на душу населения.

3 Рост духовных и умственных качеств населения – по сокращению преступности, нервных заболеваний, наркомании.

Теперь мы подходим к самому важному вопросу. Какое «качество» народонаселения нужно, чтобы человечество успешно развивалось? Для этого недостаточно, чтобы данная государственная структура успешно функционировала. Требуется еще, чтобы сама структура общества была прогрессивной и способствовала развитию всего человечества».

Важно, что Нобелевский лауреат в области физики считал основным залогом решения экологических проблем прогрессивность общества на благо всего человечества.

Английский ученый Джеймс Лавлок в 60-е годы XIX в. также признал существование проблемы, но пошел дальше. Он обратил внимание ученых, что речь идет уже не о питании, а о разрушении окружающей среды (Земли, воды, живых организмов) вследствие безудержного роста потребления. Из-за него «в середине прошлого века биомасса человечества – всех людей, разводимых ими животных и ежегодного урожая – на суше стала больше биомассы дикой природы», – утверждает академик А.В. Яблоков. А это – первый признак грозящей нашей Земле катастрофы! Даже некоторое замедление роста народонаселения нас не должно успокаивать. «Это – результат глобального химического и радиационного загрязнения биосферы» (по мнению А.В. Яблокова).

Возникла даже и серьезно обсуждается предложенная Дж. Лавлоком так называемая концепция «Геи» (по имени богини Земли), суть которой заключается в реакции всего «живого существа» нашей планеты (воды, живых организмов, почвы и др.) на наносимые ей раны. Планета старается залечить нанесенные ей человеком раны, «замедляя увеличение численности людей» (А. Яблоков).

Наряду с этим целый ряд современных биологов, экологов, генетиков полагают, что проблемы питания разрешимы (см. п. 4.1) – это показывают современные достижения генной инженерии. Считается, что к 2050 г. необходимо удвоить (а то и утроить) запасы продуктов питания и при этом улучшить качество и структуру питания. Ведь сейчас человек потребляет в среднем на 15 – 20 % животных белков и витаминов меньше нормы, ощу-

щает недостаточность микроэлементов (таких, как кальций, железо, фтор, селен и др.).

И в решении этой проблемы, как считают многие биологи, может помочь генная инженерия – раздел молекулярной биологии, связанный с целенаправленным конструированием новых сочетаний генов с помощью генетических и биохимических методов, соединением их с молекулами нуклеиновых кислот и внедрением полученных гибридных клеток в клетки другого организма. Такие осторожные и тонкие операции могут (как считают оптимисты) придать трансгенным организмам (ТГО) или продуктам (ТГП) новые и необходимые свойства.

Не останавливаясь на вопросах техники и технологии внесения чужеродных для данных растений или животных ДНК (различают, как минимум 3 способа таких операций, достаточно сложных и разнообразных), обратим внимание на наиболее важные достоинства во внедрении ТГО и ТГП, которые уже сегодня отмечают практически все биологи:

- для ряда видов ускоряется селекция и повышается урожайность (клубника – несколько урожаев в год);
- повышается резистентность к вирусам, насекомым, пестицидам, вредителям;
- увеличивается срок хранения (для томатов, например);
- возрастает количество витаминов, аминокислот (у картофеля);
- растет устойчивость к климатическим изменениям (в определенных пределах);
- возможно создание в растениях некоторых белков животного происхождения и др.

Многие задаются вопросом: почему же вокруг применения ГМО возникает столько споров, почему специалисты разделились на два больших лагеря: сторонники генной инженерии и ее противники? Практически нет равнодушных и безразличных к этим проектам! Казалось бы, селекционеры и раньше делали ту же работу? (Вспомним Лысенко и Мичурин: «Нам нельзя ждать милостей природы, взять их у нее – наша задача...») Не это ли «взять» относится к генетическим инженерам?) К сожалению, это не так: селекционеры использовали скрещивания внутри видов – рожь с рожью, пшеница с пшеницей, и даже прививки одного фрукта на другой – в пределах одного вида. Здесь же в ДНК вносятся чужеродные последовательности и новые соединения.

Внесение в ДНК чужеродных последовательностей могут изменять генетическую информацию вида, и появляется риск получения нестабильного вида растений, передачи в кишечник человека встроенного гена и образование из модифицированных белков так называемых «минорных» компонентов, способных вызвать негативное влияние, как считают пессимисты. К последним, например, относится биолог, председатель международного общества геронтологов, сотрудник Лондонского института медицинских исследований Жорес Медведев.

Не отрицая успехи генетиков США, которые создали морозоустойчивые сорта помидоров и клубники, используя гены северных рыб, и кукурузы, не боящейся вредителей (ген змеи), а также быстро растущий крупный рогатый скот (гормон роста), он обращает внимание на возможное влияние этих ТГП на грядущие поколения. Согласно с его опасениями и биолог А. Вячеславова (Институт общей генетики РАН), но и она обращает внимание на успехи трансгенной науки не только в США, но и в Канаде, Аргентине и Бразилии: в массовом производстве находятся такие ТГО, как соя, кукуруза, картофель, рапс, подсолнух и др. В России уже есть фитосыр, концентраты соевого белка, 1 сорт картофеля и 2 – кукурузы.

За их использованием и получением наблюдают ведущие институты РФ: НИИ питания РАМН, Институт им. Мечникова и Институт им. Эрисмана РАМН. В 2002 г. введена маркировка Минздрава для ТГП и ТГО. Но специалисты утверждают, что эта маркировка часто (30 % случаев) исчезает с образцов ТГП даже в Москве. Может быть, это связано с тем, что в литературе встречается упоминание о том, что у некоторых крыс, питавшихся трансгенным картофелем, наблюдались одиночные случаи патологии крови.

Вместе с тем следует иметь в виду, что сейчас в США более 30 млн га находятся под ГМО, а 500 тыс. коров получают гормон роста. Кандидат биологических наук А. Вячеславова утверждает, что и трансгенные растения и их производные активно поставляются в Россию (до 70 % всего сырья для производства продуктов питания).

Что же делать? Приведем слова Жореса Медведева: «Реклама сильно опережает реальные успехи генетической инженерии. Но эта технология уже никуда не исчезнет. Планета Земля не обеспечивает слишком быстро растущие потребности увеличивающегося населения ... Возникающий острый дефицит энергии люди надеются решить с помощью атомной и термоядерной энергии, а возникающий дефицит продовольствия – с помощью новых форм растений и животных».

В последнее время в России уделяется серьезное внимание этой проблеме. С 1 июля 2014 г. вводится государственный реестр, в который будут вноситься все ввозимые в страну ГМО для выпуска в окружающую среду или получения продукции из них. В нем же регистрируются ввозимые товары с ГМО. До создания реестра уточнить, содержит ли тот или иной товар ГМО, можно в организациях, которые отвечают за реестр (по принадлежности): Минздрав (лекарства); Росздравнадзор (медицинские изделия); Роспотребнадзор (сырье и продукты питания); Россельхознадзор (корма, семена и др.).

4.3 Потребности в росте энергетики, материальные ресурсы и экология

Потребности человечества в ресурсах и энергии растут значительно быстрее, чем численность населения. И это утверждение движет научно-техническим прогрессом, который требует жертв. Так, с 1951 по 1980 гг.

численность населения увеличилась в 1,4 раза, а это потребовало (вместе с ростом благосостояния) увеличения добычи угля в 2,8 раза; электроэнергии – в 13,1; нефти – в 16 раз и т.д. А ведь в 1986 г. на Международном конгрессе энергетиков доказывалось, что запасов угля хватит примерно на 430 лет, нефти – на 35, газа – более чем на 50. Там же показано, что только за счет энергосбережения можно было бы сейчас сэкономить 50 % энергии! Это тем более важно, что энергия достается все труднее, а требуется ее все больше.

В США, например, с 1950 по 1970 гг., по данным Б. Коммонера, эффективность использования электроэнергии упала в 1,5 раза: с 1 кВт энергии в 1950 г. произведено продукта на 0,69 долл., а в 1970 г. – на 0,44 долл. Данные по России имеют ту же тенденцию, но эффективность энергоотдачи существенно меньше. И самое главное, уменьшается отдача до определенной суммы национального дохода, причина: все меньше этих ресурсов, все труднее их получать, все еще велики отходы (и они увеличиваются с ростом продукции), наконец, требуется очистка, а она пока нерентабельна (плохо замыкаются циклы). Следовательно, продукты стоят все дороже, и не последнюю роль в этом играет энергетика.

В ООН считают, что природоохранные мероприятия позволят восстановить ее запасы. Приводятся такие данные: если 1–2 % от национального дохода затратить на это, то произойдет увеличение продукта на 5 % (т.е. экономия от вложения – в 2–5 раз). Упор должен быть сделан, прежде всего, на создание безотходных и малоотходных производств, размещение предприятий и системы транспортных потоков с учетом экологических требований, охрану и восстановление всех видов ресурсов.

При этом должно обеспечиваться:

- соблюдение нормативных требований к сохранению качества окружающей среды (о них дальше);
- получение максимального народнохозяйственного эффекта от улучшения природопользования.

Это особенно важно для стран с рыночной экономикой. Появляется мнимое противоречие между требованиями хозрасчета, прибыли и экологического благополучия. Рост прибыли невозможен без минимизации расходов, а экология требует удорожания производства. Но уменьшение отходов обязательно даст о себе знать! И, тем не менее, на данном этапе особое значение приобретают экономические санкции:

- плата за использование природных ресурсов (это побуждает делать малоотходное производство);
- нормативы отчисления прибыли в государственный бюджет или в региональный фонд воспроизводства природных ресурсов;
- система штрафных санкций.

И все же, несмотря на ограниченность минеральных ресурсов, необходимость их восполнения и замены искусственными составляющими, П.Л. Капица ставил на первый план потребность в энергии. Она растет быстрее увеличения добычи минеральных ресурсов, быстрее роста населе-

ния. Так, по данным Б. Коммонера и В. Троицкого потребность в электроэнергии – 3–5 % в год на 1 чел., в первую очередь, за счет промышленного потребления. Причины этого: механизация и автоматизация (в связи с необходимостью снижения трудоемкости и увеличения прибылей); рост новых энергоемких производств.

В быту потребление электроэнергии растет не только за счет роста населения, но и за счет увеличения комфортности проживания.

Что же делать? Не рассматривая сейчас проблемы загрязнения среды детально, можно согласиться с рекомендациями Б. Коммонера относительно бытового потребления энергии:

- шире внедрять топливные (солнечные и газовые) элементы;
- улучшать изоляцию всех помещений (только за счет кондиционирования можно сэкономить в быту 44 % энергии);
- внедрять многокамерные холодильники периодического действия (экономия в быту – до 30 %);
- увеличивать эффективность светильников, применять бытовые приборы с высоким коэффициентом полезного действия и т.п.

Что касается типов электростанций, то в табл. 4.1 приведены данные по суммарным мощностям за последние 10–15 лет для России.

Таблица 4.1

Мощности Российских электростанций, млн кВт и %

Годы	Типы ЭС						Общая мощность N_{Σ}
	ТЭЦ и ТЭС		ГЭС		АЭС		
	N	%	N	%	N	%	
1995	150,7	69,7	44	20,4	21,3	9,9	216
2011	149,3	68,4	44,6	20,4	24,3	11,1	218,1
2012	159,8	68,1	40,0	20,6	25,3	11,3	223,1

Доля ТЭС и ТЭЦ в нашей стране остается пока практически неизменной (около 70 %). На это расходуется около 25 % всего добываемого топлива. Чаще ТЭС связаны с источниками тепла и образуют теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). К сожалению, они чрезмерно загрязняют атмосферу при работе на угле или мазуте, и источники их энергии конечны. Тем не менее, многие ученые считают именно их наиболее перспективными при условии резкого снижения уровня выбросов (известны, например, разработки ряда фирм США и Канады, предложения отечественных ученых по сжиганию угля в псевдоожигенном слое с применением трехступенчатой очистки выбросов). Пока же, по данным ученых из США Р. Гейла и М. Мали, выработка каждого миллиарда киловатт-часов на ТЭЦ уносит от 100 до 226 человеческих жизней. По тем же данным перевод ТЭЦ на газ может уменьшить эту цифру на 1–2 порядка. И это наиболее приемлемый в настоящее время путь (особенно для России с ее запасами газового топлива). Например, на юге Европейской части РФ состояние атмосферы во многом определяется выбросами Новочеркасской ГРЭС с ее восемью тур-

бинами и угольным топливом. Вредные выбросы от этой ГРЭС составляют около 200 тыс. т в год (больше, чем от остальных источников всей Ростовской области). Перевод одной этой ГРЭС на газ позволит значительно улучшить воздушную среду не только на Дону и Северном Кавказе, но и в прилегающих районах Украины. Проект перевода есть, дело в ресурсах – на перевод только четырех турбин, по оценке экспертов Всемирного банка, требуется более 30 млн долл. (см. прил. 3). Но те же экспертные оценки показывают, что затраты достаточно быстро окупятся за счет снижения стоимости электроэнергии даже без учета благоприятных последствий улучшения экологической обстановки в регионе.

Запасы углеводородов в России все еще велики. Минприроды России впервые опубликовало ранее засекреченные данные о количестве запасов нефти и газа. Так, запасы нефти в России на 1 января 2013 г. составляли 17,8 млрд т, запасы газа – 48,8 трлн м³ по категории природных запасов АВС1 (ресурсы, которые в той или иной степени хорошо разведаны). По категории С2 (перспективные запасы, выявленные за пределами разведанных частей месторождений) запасы нефти оценивают в 10,9 млрд т, запасы газа – в 19,6 трлн м³ (пересчеты на привычные кубические километры дают 26 км³ нефти, 48800 км³ газа). Кроме того, по данным Минэнерго США, Россия обладает крупнейшими запасами сланцевой нефти – 75 млрд баррелей. За Россией и США (58 млрд баррелей) следуют Китай (32 млрд баррелей), Аргентина (27 млрд баррелей) и Ливия (26 млрд баррелей). Конечно, это еще много, но все же это невозобновляемые источники энергии, и конец им виден.

Роль ГЭС в выработке энергии для бывшего СССР почти в четыре раза меньше, чем ТЭЦ. Экологически (по воздуху) эти станции почти безвредны, но приносят большой ущерб при затоплении обширных территорий. Только в бывшем СССР водохранилищами ГЭС затоплено около 90 тыс. км² земель или примерно 0,5 м² на каждый 1 кВт/ч. При этом на мелководье при малых скоростях течения интенсивно развиваются сине-зеленые водоросли (особенно, если в воде присутствуют смытые с почвы азот и фосфор). Жизнь в таких водоемах со временем погибает. Необходимы специальные меры: рыбоподъемники, очистка, пропуски и т.д. Сейчас снова привлекают внимание малые ГЭС без затопления. Так, при мощности в 1 МВт можно электрифицировать до 500 жилых домов в сельской местности (со всеми удобствами). К сожалению, с 1952 г. численность малых ГЭС упала с 6614 примерно до 1000. Положение начинает изменяться к лучшему. Во всем мире, например, мощность, вырабатываемая ГЭС, увеличилась в 1,8 раза за 1978–83 гг.

В последнее время очень большое внимание уделяется АЭС. Чернобыль резко поляризовал мнения специалистов и населения. И это неудивительно: вследствие взрыва в мае 1986 г. четвертого блока ЧАЭС 15 субъектов РФ подверглись радиоактивному загрязнению, последствия которого ощущаются до сих пор. Это Брянская, Белгородская, Воронежская, Калужская, Курская, Липецкая, Ленинградская, Орловская, Рязанская, Тамбов-

ская, Тульская, Пензенская, Смоленская, Ульяновская области и Мордовская республика. Есть и другие негативные примеры. Так, на Красноярской АЭС активная зона реактора 35 лет охлаждалась водой, напрямую сбрасываемой в Енисей.

Единственное, в чем все сходятся: проблемы надежности и размещения – первоочередные. Именно неудачное размещение и отсутствие твердых гарантий высочайшей надежности не только вызвало протесты населения против пуска ближайшей к нам Ростовской (Волгодонской) АЭС, но и заставило донских ученых провести свою, независимую общественную экспертизу, где на эти факторы было обращено особое внимание. Конечно, протесты населения и общественная экспертиза почти на 10 лет задержали пуск этой станции. Но усилия граждан и ученых не пропали даром: многие особенно важные недоработки в проекте и при строительстве были устранены.

Сейчас на территории бывшего СССР за счет АЭС получают чуть больше 10 % энергии (около 12–15 %), в то же время в среднем в мире – 16 %, в США – 18 %, во Франции – 70 %. Сторонники АЭС особо подчеркивают, что во Франции с 1980 г. кислотные дожди уменьшились в шесть раз за счет замены ТЭЦ на АЭС. Другие специалисты подчеркивают, что у нас самый низкий уровень энергонасыщения в мире: в США вырабатывается в год на 1 человека 12 тыс. кВт/ч, в Норвегии – 26 тыс. кВт/ч, а у нас – 6 тыс. кВт/ч. Но ведь энергонасыщения можно достичь и за счет других, возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Солнечные батареи или СЭС. Ежедневно на Землю с лучами Солнца поступает в 200–250 тысяч раз больше энергии, чем вырабатывается всеми электростанциями. Схемы ее использования могут быть различными – от создания различных нагревательных установок (и даже целых солнечных домов) до использования фотоэлементов, космических «парусов» и солнечных электростанций. Пока развитие этих способов сдерживает относительно высокая стоимость. За счет энергии Солнца можно получить мощность 1 кВт с 1 м². Эти станции достаточно интенсивно исследуются. С 1985 г. в Крыму вблизи п. Щелкино действует гелиоэлектростанция мощностью 5 МВт (как когда-то первая советская АЭС в г. Обнинске). Во Франции, например, с 1983 г. в Пиренеях работает СЭС в 2,5 МВт, в США (по обычной схеме: нагрев воды фокусированными лучами Солнца) строится СЭС на 100 МВт. Там же уже действует (в Калифорнии) установка на 20 МВт. Своеобразные микросолнечные электростанции используются во многих калькуляторах, часах, фотокамерах, в виде солнечных фотоэлементов. Фотоэлектрические преобразователи активно внедряются в отдаленных от автономного электроснабжения жилых домах (США, Канада, Япония). Солнечная энергетика демонстрирует наибольшие темпы роста – 50 % прироста мощности в 2008 г. (по данным ООН за счет Западной Европы, Северной Америки, Индии и Китая).

Геотермальные электростанции (ГеоТЭС), использующие тепло подземных вод. Мощность таких станций в США превысила тысячи мега-

ватт. У нас создается ГеоТЭС на Камчатке, рассматривались подобные варианты для городов бывшего СССР: Тбилиси, Махачкалы, Львова, Харькова, Мукачево и др. Во всяком случае, необходимые ресурсы там имеются. Но следует решить вопрос об очистке использованных вод этих станций: она сильно загрязнена соединениями бора, мышьяка, цинка, фтора, свинца и других опасных элементов.

Приливные станции (ПрЭС), использующие энергию морей и океанов. Возможных (и удобных) мест их размещения не так уж много. В 1970 г. в бывшем СССР на Баренцевом море построена ПрЭС на 400 кВт. Начало строительства на 10 МВт на Белом и Охотском морях, где приливы поднимают воду на 9–13 м. Но длина плотины исчисляется десятками километров (схема: энергия воды преобразуется в сжатый газ, далее – турбина). Самая крупная ПрЭС построена во Франции, в устье реки Ранс – на 240 МВт. Удачное расположение станции позволило существенно уменьшить длину дамбы. Интересный проект ПрЭС в Белом море осуществляется в рамках программы инновационного развития на 2011–2015 гг. ООО «РусГидро» с тремя трехъярусными гидроагрегатами мощностью до 12 МВт.

Ветровые электростанции (ВЭС) традиционно самые древние (именно поэтому термин «нетрадиционные» здесь не вполне удачен). В Швеции имеется ВЭС на 3 МВт, в бывшем СССР есть сотни унифицированных ВЭС мощностью до 100 кВт, разрабатываются и мощные – до 5 МВт. Их можно использовать в постоянно «продуваемых» регионах: Приморье, Казахстане, высокогорьях Памира и др.

Следует иметь в виду, что нам грозит не только нехватка энергии, но и тепловая смерть от избытка тепловыделений при ее получении (так называемый «парниковый эффект»).

Изменение структуры выработки электроэнергии за счет уменьшения доли сжигаемого органического топлива позволит, таким образом, не только решить проблемы энергетики и материальных ресурсов, но и снизить загрязнение окружающей среды, о чем речь пойдет далее. Причем следует ожидать, что структура выработки электроэнергии изменится не только за счет нетрадиционных источников.

В принципе сам общеприменяемый термин «нетрадиционные» не вполне логичен. Ведь за эпохой мускульной энергетики (до X в.) следовала эпоха именно этих – «возобновляемых» – источников (X–XVIII вв.). Ветер, солнце, вода традиционно служили нашим предкам. И только затем наступила и продолжается эпоха химических источников энергии, запасы которых имеют видимый предел и которые поэтому называют «невозобновляемыми». Так что возврат к «возобновляемым» источникам на новом уровне развития человечества логичен и неизбежен. К этим же источникам примыкают и все три вида ядерной энергетики: установки на медленных нейтронах (наиболее отработанные), на быстрых нейтронах и термоядерные реакторы. Запасы энергии для них практически не ограничены, но внедрение возможно только после решения вопросов безопасности,

надежности и захоронения отходов. Специалисты уверены: у ВИЭ в ближайшем будущем альтернативы нет. Это подтверждает тот факт, что в январе 2009 г. в Бонне утверждено Международное агентство по возобновляемым источникам энергии – IRENA. В 2007 г. Европарламент утвердил показатель вклада ВИЭ в энергобаланс сообщества: 2020 г. – 20 %, 2040 г. – 40 %. В США к 2025 г. планируется за счет ВИЭ получать 25 % электроэнергии. Что касается России, то специалисты МГУ считают, что у России есть факторы, говорящие в пользу ВИЭ (централизованное энергоснабжение охватывает лишь 1/3 страны, более 50 % энергодефицитны и газифицированы около половины населенных пунктов). Но пока доля ВИЭ в Российском энергобалансе не более 1 %. Сдерживают наши запасы ископаемого сырья. Тем не менее, в январе 2009 г. Правительством РФ утверждены основные направления государственной политики в сфере повышения эффективности ВИЭ до 2020 г. до 4,5 % (с учетом малых ГЭС).

Следует отметить, что соотношение между ростом народонаселения и возможностями развития энергетических и материальных ресурсов в последнее время усиленно обсуждается учеными мира в ходе прогнозов на XXI в. Большинство ученых считает, что мир находится в конце первого этапа глобального экологического кризиса (У. Кларк, Л. Браун, Г. Хефлинг, Н. Реймерс, А. Яблоков и др.). Человечество сейчас потребляет 40 % всей продукции, произведенной фотосинтезом на суше. Весь XX век оно жило за счет потомков: биосфера истощена, 1/3 почв утеряна, леса на 2/3 вырублены, животный и растительный мир потерял за последний век почти 20 % своего видового состава, загрязнение токсичными отходами превысило все нормативы. Рост пашни на душу населения прекратился в 1981 г., прирост зерна с 1984 г. стал ниже прироста населения, с 1987 г. – то же с мясом, с 1989 г. – с рыбой. Через 40–50 лет (В. Горшков, Д. Медоуз и др.) эти изменения станут необратимыми – кризис закончится катастрофой.

При обсуждении этой важнейшей проблемы, ее причин и возможных последствий целым рядом ученых высказываются разные мнения, иногда достаточно экзотические. Так, по мнению проф. В. Зубакова, причины сегодняшнего кризиса были заложены на заре человечества, когда произошла, по сути дела, эволюционная отмена системы биологического ограничения рождаемости путем увеличения срока эструса (время сексуальной возбудимости) у женщин. Ведь у самок всех видов животного мира время эструса строго ограничено; у обезьян – около 5 дней, собак – 10–15 дней и т.д. В древности эта особенность позволила человеку выжить, но она же стала первым шагом к современному экологическому кризису (Ю. Семенов, В. Зубаков).

Второй шаг (уже в XX в.) был сделан в ходе научно-технического прогресса, резкого роста природопользования, а особенно химизации производства. Уровень загрязнения среды за счет этого вырос в последнюю четверть века в разных районах на 200–2000 %. Причем наибольшая доля

приходится на развивающиеся и бывшие социалистические страны (Л. Браун).

Какой же выход предлагают ученые? Многие считают, что одним лишь технологическим путем – созданием системы безотходных производств и ростом научных возможностей – ограничиться нельзя хотя бы из-за отсутствия времени. Следует перейти к системе глобальной регуляции рождаемости по принципу: «семье – один ребенок». И, по мнению Зубакова, этот принцип должен быть закреплен в международных соглашениях (хотя бы так, как сейчас в Библии закреплен противоположный принцип: «Плодитесь и размножайтесь»). Причем с медицинской стороны поддержание этого принципа после открытия препаратов, безболезненно прерывающих беременность (до 8-недельного срока), и разработки других подобных средств, не представляет труда. В. Зубаков предлагает и другие меры: ужесточение наказания за преступления, наблюдение за качеством генного отбора, использование кибернетических организмов (киборгов) и др. Многое из предлагаемого далеко не бесспорно с моральной, этической точек зрения, но исключить эти соображения не позволяет серьезность обстановки.

5 ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

5.1 Строение атмосферы и физические процессы в ней

Важнейшая задача экологии – определение путей, направлений и способов защиты воздушной среды (атмосферы) от газопылевого загрязнения, шумов, электромагнитного и радиоактивного излучений. Последние три воздействия часто объединяют термином «физические загрязнения». Подробнее они рассматриваются ниже.

Из каких же частей состоит атмосфера, что представляет собой воздух? Атмосфера – это основа жизни, она играет роль защитной тепловой оболочки, предохраняющей Землю от резких перепадов температур (суточный перепад на Луне без атмосферы – до 150–200 °С), воздействия космического излучения, ультрафиолета. Только для дыхания одному человеку в сутки необходимо около 20 м³ воздуха. Недаром говорят, что без пищи человек может прожить пять недель, без воды – пять дней, а без воздуха – пять минут. Кроме того, подсчитано, что при отсутствии атмосферы среднегодовая температура приземного слоя составила бы минус 23 °С, а на самом деле она близка к +15 °С.

Основная часть воздуха содержится в нижних слоях атмосферы, имеющей сложный характер по высоте. Нижний слой наиболее плотный. Он определяет погоду, содержит около 80 % воздуха, простирается до 12–15 км (рис. 5.1) и называется тропосферой (давление на высоте 3 км составляет почти 0,7 от земного, а на высоте 9 км – 0,3). Над тропосферой до высоты 40 км находятся стратосфера и озоновый слой, поглощающий ультрафиолет (озоновые «дыры» образуются именно здесь).

От 40 до 1300 км расположена ионосфера – слой ионизированного газа, определяющего отражение и прохождение радиоволн и снижающего интенсивность идущей к Земле космической радиации (этот слой часто разделяют на мезосферу (80 км) и термосферу).

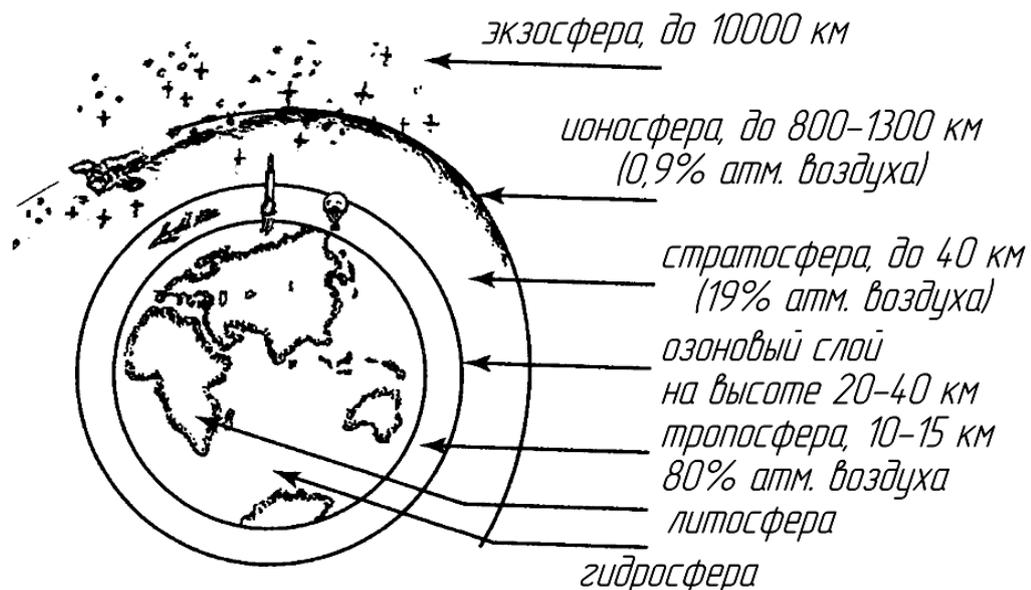


Рис. 5.1. Элементы биосферы

Выше ионосферы (до 10 тыс. км) располагается экзосфера, где плотность воздуха² убывает, приближаясь к разреженности в межзвездном пространстве. Уже в ионосфере ионы кислорода отделены километрами пути. Скорость звука здесь практически равна нулю. Воздействие радиации в ионосфере на высоте более 1000 км и экзосфере достаточно велико. Считается, что однократное прохождение этих слоев космонавтами без защиты от радиации может привести к потере 0,1 % нейронов головного мозга.

Переносу составляющих воздуха способствует циркуляция в атмосфере. Изменение температуры воздуха по высоте в основном соответствует давлению: в нижних частях атмосферы сжатие воздуха его столбом, расположенным над этими слоями, приводит к почти адиабатическому разогреву. Но это в идеальном случае. На самом же деле, кроме всеобщего круговорота (циркуляции) воздуха, в атмосфере постоянно происходят отклонения температуры, давления и влажности от расчетных величин, вызывающие дополнительную поперечную и продольную циркуляцию (ветры), приводящую к переносу частей воздуха и, конечно, загрязнителей, о которых речь пойдет ниже.

Основной компонент воздуха – азот, составляющий около 78 %, в котором как бы «растворен» кислород (около 21 %). Остальную долю в нормальном чистом воздухе составляют: аргон (около 0,9 %) и примеси инертных газов (неон, криптон, ксенон), а также небольшое количество озона. Наконец, в воздухе содержатся пары воды и двуокись углерода CO_2 , количество которых переменное и во многом зависит от антропогенного воздействия на атмосферу.

Даже очень небольшое процентное содержание любых примесей в воздухе дает колоссальную абсолютную цифру. Так, в атмосфере содержится лишь около 0,03 % CO_2 , и это составляет $1,56 \cdot 10^{12}$ т. В океане же растворено на 1–2 порядка больше углекислого газа, и он при нагреве воды (особенно в тропиках) переходит в атмосферу, а растворяется в холодной воде (в полярных широтах). В год этот круговорот составляет 10^{11} т (т.е. около 6 % от всей массы CO_2). Около $1,6 \cdot 10^{11}$ т CO_2 извлекают из атмосферы растения, утилизируется он в почве, на дне океанов и в недрах Земли.

Формирование круговорота CO_2 в природе происходило миллионы лет. И то, что раньше поступало в атмосферу при сжигании, гниении и разложении органических веществ, компенсировалось реакциями фотосинтеза, накоплением в почве, недрах. Деятельность человека поставила под угрозу в первую очередь этот механизм. Считается, что до 1975 г. в атмосферу дополнительно выброшено за счет сжигания топлива около $2,5 \cdot 10^{11}$ т CO_2 (т.е. общий рост составил бы около 15 % к общей массе CO_2 , если бы не утилизация), поэтому ежегодную величину прироста выбросов оценивают в 0,1–1,0 % (от 10^9 до 10^{10} т CO_2 !).

² Здесь атомарный газ, состоящий в основном из водорода и гелия, воздухом называется условно.

Если не принять меры, то накопление CO_2 приведет к аккумуляции тепла в нижних слоях тропосферы (поскольку CO_2 не пропускает тепловые лучи, излучаемые Землей). Наряду с колоссальными (до $3 \cdot 10^{14}$ МДж в год) выделениями энергии от теплоисточников это может привести к нагреву атмосферы, таянию льдов, повышению влажности, изоляции от Солнца, похолоданию и т.д. В конце этой цепочки не исключен потоп с последующим ледниковым периодом. Этот механизм, часто называемый гипотезой «парникового эффекта», подтверждается многопараметрическими расчетами на ЭВМ. Ученые считают, что процесс уже начался: 1987 г. – самый теплый по средней мировой температуре, зима 1989 г. – самая жаркая, 1980-е гг. – самое теплое десятилетие. Драматические последствия может принести мировое потепление всего на 2–3 градуса.

Термодинамическое разъяснение. Сжигание топлива – это процесс окисления. Основные горючие элементы – Н и С. Продукты полного сгорания – H_2O и CO_2 . Для тепловых лучей и света «непрозрачны» (а значит, поглощают и нагреваются) трех- и более атомные газы, H_2O и CO_2 в их числе. Присутствие сравнительно большого количества подобных газов делает атмосферу непрозрачной, приводит к ее нагреву от Солнца в верхних слоях и изолирует, как шубой, Землю. Таков механизм «парникового эффекта» и возможной гибели жизни от него. Ученые рассматривают этот же вариант как следствие начала применения ядерного оружия. Появился и термин «ядерная зима». Важно понять, что чистый воздух, содержащий N_2 , O_2 , Ar, He, Ne и им подобные соединения, прозрачен для тепловых лучей, не задерживает излучение и сам не нагревается.

Что нас ждет: похолодание или потепление? На этот вопрос ученые отвечают по-разному. И это объяснимо, ведь действуют два разноречивых фактора – тепловое излучение от Земли и Солнца (рис. 5.2). Первое примерно в семь раз меньше второго. Академик И. Петрянов-Соколов считает, что наличие в стратосфере непрозрачных частиц в виде аэрозолей³ (сажа + газ; пыль + газ) и поглощающих газов препятствует поступлению тепла в приземный слой и меняет тепловой баланс Земли в сторону похолодания. Именно это может привести к «ядерной зиме» при забросе в стратосферу пылесажевых частиц от массовых ядерных взрывов. Те же газовые частицы при их нахождении в нижних частях атмосферы – в тропосфере – дают парниковый, т.е. тепличный, эффект, который пока превалирует: среднегодовая температура на Земле за последние 100 лет выросла примерно на полградуса. Расчеты показывают, что при концентрированном попадании в атмосферу 200 млн т пыли наступит очередной ледниковый период на Земле. Это может быть вызвано не только ядерной войной, но и столкновением Земли с большими небесными телами. Следы этого есть, например, на земле Америки: Аризонский кратер диаметром 1,2 км и глубиной 0,175 км – больше, чем от взрыва мощнейшей водородной бомбы.

³ Аэрозолями называют взвешенные в воздухе частицы с размерами до одного микрометра.

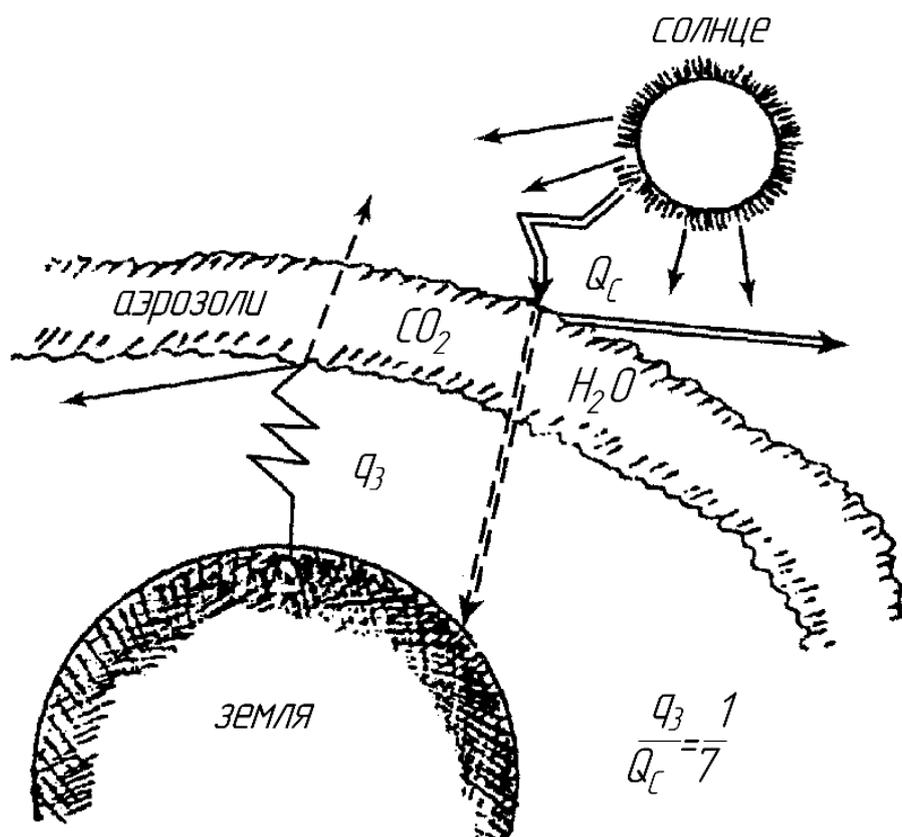


Рис. 5.2. Схема теплообмена

Многие ученые считают, что гибель динозавров связана с резким похолоданием в древности. А это могло быть результатом столкновения Земли с кометой, вызвавшего пылесажевый выброс (в том числе метана) в толщу стратосферы. Так что тенденция к резкому потеплению, наблюдающаяся сейчас, может смениться на противоположную при определенных обстоятельствах.

Важно помнить, что CO_2 с помощью фотосинтеза растений может быть переведен в O_2 естественным путем. Даже сейчас реакции фотосинтеза дают кислорода на порядок больше, чем необходимо человеку в год.

5.2 Оценка загрязнения воздуха и его влияния на человека. Нормативы ПДК

До сих пор не существует государственного стандарта, оговаривающего понятие «чистый воздух». Условимся считать чистым такой воздух, в котором содержание основных компонентов находится в пределах норм (см. п. 5.1), а концентрация вредных примесей не превышает допустимых нормативов. Для каждой из таких примесей устанавливается норматив предельно допустимой концентрации – ПДК, который при действии на организм человека в течение заданного промежутка времени не вызывает необратимых (патологических) изменений в нем. Различают нормативы предельных концентраций для атмосферного воздуха – ПДК_а (ими занимаются экология, охрана среды) и для рабочей зоны – ПДК_{р.з} (охрана труда). В по-

следнее время при определении ПДК_а учитывают не только реакции организма человека, но и других живых организмов.

Величины нормативов ПДК разрабатываются специально уполномоченными государственными органами. Установление ПДК – длительный и сложный процесс, которому предшествуют многочисленные опыты на растениях и животных, проводимые в институтах АН РФ (ведущий – Институт общей и коммунальной гигиены). При появлении первых признаков нарушения обмена веществ, состава крови, кислородного обмена и т.п. доза считается предпатологической. Она выявляется при длительном опыте по физиологическим, биохимическим, физическим и другим показателям. Только биохимических тестов при этом не менее 40!

Сейчас установлены нормативы ПДК, измеряемые в мг/м³, для более чем тысячи соединений в воздухе. Почти в два раза больше ПДК, регламентированные для воды, размерность их – мг/дм³. Имеются соответствующие ПДК для почвы, пищевых продуктов.

Для воздуха различают максимально разовую дозу – ПДК_{ам.р} (в дальнейшем индекс «а» будем опускать) и среднесуточную – ПДК_{ас.с}. Максимально разовая концентрация устанавливается из условия отсутствия рефлекторных реакций в организме при действии в течение 20 мин, среднесуточная – круглосуточном действии. По величине ПДК_а различают четыре класса опасности вредных веществ, причем самый опасный – первый (для него обычно нет различия в ПДК_{м.р} и ПДК_{с.с}). Для третьего и четвертого классов опасности ПДК существенно различаются (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Нормативы ПДК для воздуха

Вредная примесь	Химическая формула	Величина ПДК, мг/м ³		Класс опасности
		максимальная разовая	среднесуточная	
Оксид углерода	CO	5	3	IV
Пыль	–	0,5	0,15	III
Сернистый ангидрид	SO ₂	0,5	0,05	III
Сажа	–	0,15	0,05	III
Сероводород	H ₂ S	0,008	–	II
Свинец	Pb	0,0003	–	I
Бенз(а)пирен	C ₂₀ H ₁₂	–	10 ⁻⁶	I
Диоксины (СОЗ*)	–	0,5·10 ⁻⁹	0,5·10 ⁻⁹	I

* стойкие органические загрязнители

Следует отметить, что отечественные ПДК едва ли не самые жесткие в мире.

Действие некоторых веществ настолько характерно, что позволяет даже без приборов судить о наступлении опасных признаков. Например, сернистое загрязнение атмосферы ощущается в виде кислого привкуса

во рту, а при достаточно высоких концентрациях вызывает слезотечение, удушье. Индикатором избытка SO_2 в воздухе могут быть и хвойные деревья (особенно голубые ели), они погибают первыми. Очень сильно раздражают слизистые оболочки окислы азота, поражают альвеолярный эпителий и бронхи, вызывают изменения в составе крови. Двоокись азота сильно повреждает растения, способствует их хлорозу.

Особо опасное действие на живые организмы оказывает бенз(а)пирен – непредельный углеводород, который связывает гемоглобин крови, вызывая выраженное нарушение нервной системы и мочеполовой сферы. А ведь его появление очень вероятно во всех случаях, где не полностью сгорает органическое топливо: от работы двигателей (при взлете современного самолета в атмосферу поступает от 2 до 10 мг бенз(а)пирена; плохо отрегулированный ДВС за один час может дать и больше) до тления сигарет, металлургических, литейных и коксохимических производств. Примерно так же действует на организм человека формальдегид (CH_2O), но он на несколько порядков (по величине ПДК) слабее бенз(а)пирена. Вообще бенз(а)пирен относится к наиболее опасным веществам из детально обследованных к настоящему времени. Появились еще более опасные, но менее обследованные вещества – так называемые диоксины, о которых речь пойдет далее.

ПДК устанавливаются для среднестатистического человека (правда, с некоторым запасом). Но ослабленные болезнью и другими факторами люди могут почувствовать себя дискомфортно при концентрациях вредных веществ, меньших ПДК. Это относится и к заядлым курильщикам. Доказано, что степень воздействия вредных веществ на организм человека во многом связана с количеством выкуриваемых сигарет в день, а значит, и с поступлением в организм бенз(а)пирена, диоксинов, фуранов. Обычный фильтр сигареты, к сожалению, задерживает лишь 5–10 % выделяющихся канцерогенов (инициирующих раковые клетки веществ) и тератогенов – веществ, действующих на гены, искажающих и убивающих их. Так что борьба с никотином, который «убивает лошадь», оказалась в этом смысле мало эффективной. Страшнее то, что курение способствует аккумуляции в крови соединений свинца из выбросов карбюраторных двигателей, все еще работающих на этилированном (запрещенном с 2003 г.) бензине. Сравнительное содержание свинца в крови и показатели смертности от онкологических заболеваний приведены на рис. 5.3.

Обследование показывает, что для курильщика, который выкуривает в среднем не более 10 сигарет в день в течение 25 лет, вероятность заболеть раком легких в 11 раз выше, чем для некурящего человека того же возраста и живущего в тех же условиях. Если же среднее количество сигарет, выкуриваемых в день, 20–30 штук, эта вероятность возрастает до 22 раз, а средняя продолжительность жизни уменьшается примерно на 5 лет. По данным Минздрава РФ (д-р мед. наук В. Лившин) в России уменьшение продолжительности жизни за счет курения у мужчин в 1990-е гг. со-

ставило 6,7 года, у женщин – 5,3 года. Эти данные качественно подтверждают исследования ученых Великобритании. Они, кроме того, свидетельствуют об усилении отрицательного воздействия курения на здоровье женщин, принимающих противозачаточные средства.

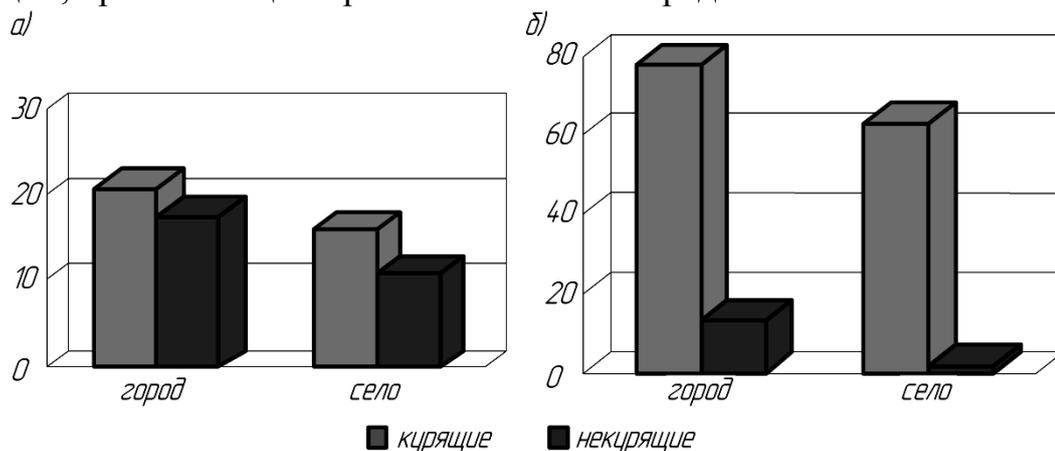


Рис. 5.3. Влияние соединений свинца и курения на здоровье человека: а – содержание свинца в крови, мкг/100 г; б – смертность от рака легких на 100 тыс. чел

5.3 Нормирование выбросов в атмосферу. Нормативы допустимых выбросов

Научно обоснованные нормативы ПДК в приземном слое атмосферы должны обеспечиваться контролем для всех источников выбросов – от стационарных до передвижных (транспортных). Для них устанавливают нормативы предельно допустимых выбросов – ПДВ. Это максимальные выбросы в единицу времени для данного природопользователя по данному компоненту, которые создают в приземном слое атмосферы концентрацию этого вещества C_i , не превышающую ПДК, с учетом фоновое (существующее) загрязнение $C_{\phi i}$ и эффекта суммации веществ однонаправленного действия. Условие их назначения имеет вид:

$$\text{ПДВ}_i \rightarrow \sum_{i=1}^n \frac{C_{\phi i} + C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1. \quad (5.1)$$

Концентрацию $C_{\phi i}$ принимают по данным Росприроднадзора в мг/м³; величину C_i в мг/м³ для данного природопользователя рассчитывают по определенным методикам, учитывая условия рассеивания и массу выбросов M_i в г/с. Та максимальная масса, при которой выполняется условие по ПДК, и будет ПДВ_i в г/с. При расчете веществ однонаправленного действия используют специальные таблицы и методику, разработанную Главной геофизической обсерваторией им. А. Воейкова. Однонаправленными вредными веществами являются, например, окислы серы и азота или различные соединения серы.

Величины ПДВ в зависимости от условий работы пересчитываются из граммов в секунду на тонны в квартал (и год). Расчет ПДВ проводится либо самим природопользователем, либо организацией, имеющей на это лицензию. Вступают они в действие после утверждения специально упол-

номоченными подразделениями Министерства природных ресурсов и экологии, корректируются не реже одного раза в пять лет и служат основой для расчета выплат за загрязнение среды данным природопользователем. Все это справедливо для стационарных источников выбросов. Для транспортных средств величины ПДВ устанавливаются соответствующими ГОСТами и ОСТами как в виде величин выбросов для данного стандартного испытания, так и в виде пробеговых выбросов на километр пути. В случае если данный природопользователь не может (объективно) достичь величины ПДВ (по причине очень больших $C_{\phi i}$ или по существенным технологическим факторам), назначаются временно согласованные выбросы (ВСВ) с обязательным установлением графика их постоянного снижения до ПДВ и разработкой конкретных мер для этого.

Не назначаются нормативы ПДВ только для веществ, действие которых недостаточно изучено и для которых вместо ПДК временно вводятся *ориентировочно безопасные уровни воздействия – ОБУВ* (до недавнего времени такое положение было с диоксинами).

От каких же факторов зависит норматив ПДВ для стационарных источников? Общее правило: чем больше площадь рассеивания вещества и меньше его вредность, тем больше и разрешенная масса выбросов. Поясним это на примерах выбросов через одиночные незатененные трубы высотой H , м, расходом Q , м³/с, горячих газов (5.2) с избыточной температурой ΔT или холодных газов (5.3). Формулы получены из условия (5.1):

$$\text{ПДВ}_i = \frac{(\text{ПДК}_{\text{м.р.}i} - C_{\phi i}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \xi}, \quad (5.2)$$

$$\text{ПДВ}_i = \frac{(\text{ПДК}_{\text{м.р.}i} - C_{\phi i}) \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \xi} \cdot \frac{8 \cdot Q}{D}, \quad (5.3)$$

где A – коэффициент атмосферной температурной стратификации, определяющий условия вертикального перемещения слоев (240 – для субтропиков, 200 – для Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Сибири и т.п., 160 – для Севера и Северо-Запада РФ, 120 – для Центра РФ); F – коэффициент, учитывающий скорость оседания частиц (для газов – 1, для пыли при различных степенях очистки – от 2 до 3); m , n – коэффициенты, учитывающие условия выбросов (при оценочных расчетах их произведение может быть принято равным 1); ξ – коэффициент, характеризующий местность (для равнинной – 1, для пересеченной – 2); D – диаметр устья трубы, м.

Таким образом, основной фактор – высота трубы H (рис. 5.4), на выходе из которой концентрация вредного вещества равна C_{TRi} . Она при высокой трубе H_1 на уровне приземного слоя $H_{ПС}$ может снизиться до C_1 , а для низкой трубы H_2 – лишь до C_2 . Отсюда и разница в назначаемых ПДВ. Иллюстрация не дает ответа на вопрос: на каком расстоянии от трубы происходит максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое? Ответ может быть получен с помощью специальных расчетов. Но для прикидок принимают величину (10–50) H .

Кроме того, чем легче частицы, меньше вертикальное перемешивание слоев, ровнее местность и больше температура газов (или скорость их выброса), тем больше ПДВ.

Величина допускаемых выбросов сильно различается в зависимости от вредности вещества. Например, при прочих равных условиях величина выбросов окиси углерода СО (ПДК_{м.р} равна 5 мг/м³) будет больше в десять раз (если не учитывать фоновую концентрацию C_f), чем для пыли и сернистого ангидрида (ПДК_{м.р} составляет 0,5 мг/м³). Наконец, если в данном месте уже достигнута фоновая концентрация C_f , равная ПДК_{м.р}, то любые дополнительные выбросы недопустимы до улучшения ситуации. В Государственном докладе РФ «О состоянии окружающей природной среды», публикуемом ежегодно с 1991 г., приводится список населенных пунктов, для которых систематическое превышение ПДК в приземном слое атмосферы по основным вредным веществам является стабильным фактом. Именно таких городов, в числе которых достаточно часто встречаются Москва, Ростов-на-Дону, Новочеркасск и ряд других, непосредственно касается это положение.

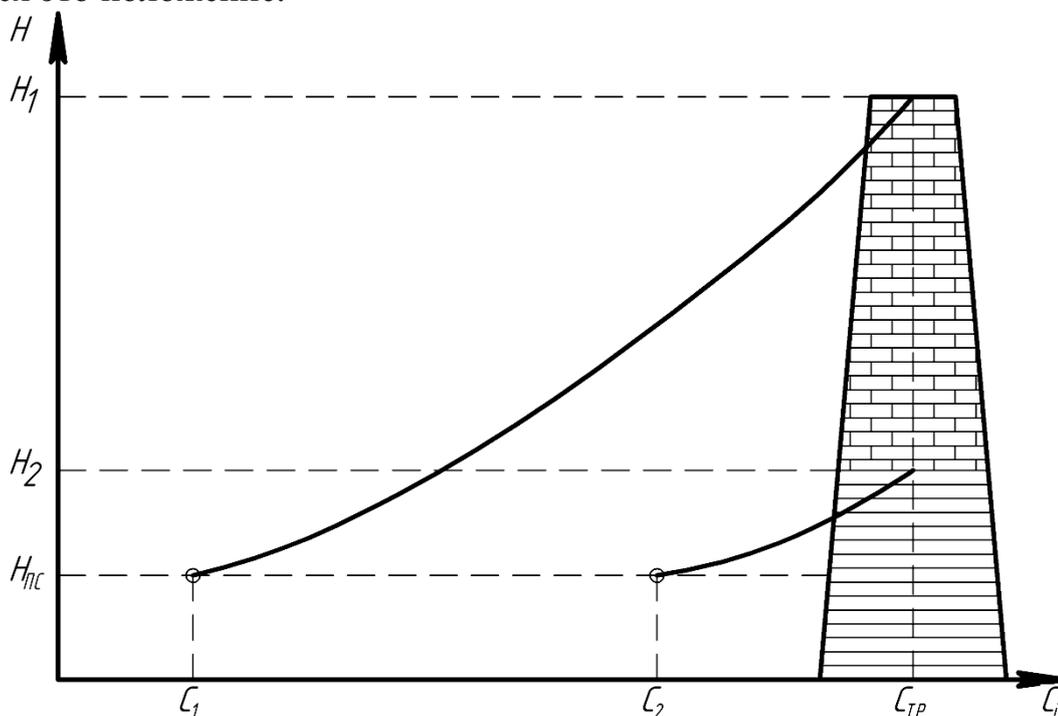


Рис. 5.4. Зависимость рассеивания выбросов от высоты трубы

В ряде случаев оценка ПДВ для передвижных источников выбросов производится как для стационарных. Так оцениваются, например, выбросы магистральных и маневровых тепловозов в районе железнодорожных станций и узлов. Однако для автомобилей кроме ПДВ, определяемых на специальных испытаниях (они имеют значение прежде всего для данной марки автомобиля как сдаточные нормативы), устанавливают пределы пробеговых выбросов в граммах на километр пути (или на стоянке — на единицу времени холостого хода). Для дизельных автомобилей эти нормативы приводятся в граммах на киловатт-час. Несмотря на то, что они до-

статочно часто изменяются, можно констатировать их очень большую величину в сравнении с допустимыми пределами в других развитых странах. Например, пробеговые выбросы окислов азота в Японии для «крейсерских» режимов основных легковых автомобилей составляют около 0,25 г/км, в Швейцарии – 1,2 г/км, у нас – на порядок больше. По окиси углерода норма для автомобилей в Швейцарии – 9,3 г/км, у нас же для современных моделей – 15 г/км!

Имея самые жесткие требования по ПДК, Россия пока не всегда может технологически и законодательно подкрепить их соответствующими требованиями к выбросам.

5.4 Особо опасные загрязнения среды

Все загрязнения среды опасны для живых организмов. Особенно опасны те, которые наносят наибольший вред человеку, и борьба с которыми пока еще недостаточно эффективна. К таким загрязнениям обычно относят диоксины, а также другие вредные вещества, порождающие озоновые дыры в стратосфере и смог в городах.

Диоксины относятся к классу полихлорированных полициклических соединений (ПХПС). Под этим названием объединено более 200 веществ – дибензодиоксинов и дибензофуранов. Например, условные химические формулы двух из них, наиболее токсичных веществ, известных сейчас, выглядят так, как показано на схеме рис. 5.5.

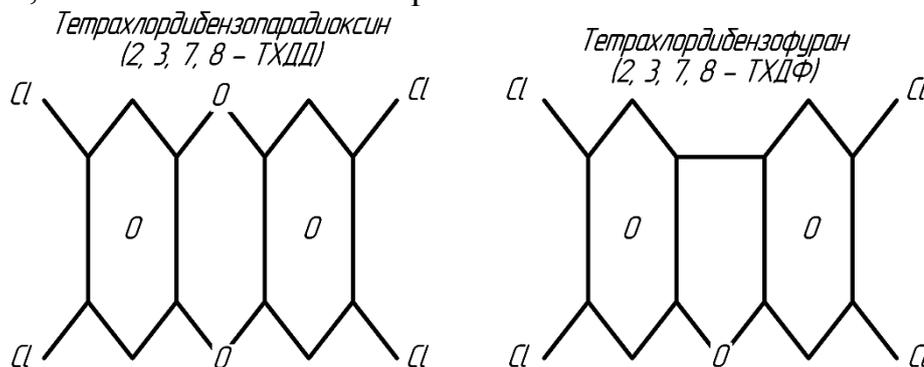


Рис. 5.5. Условные химические формулы диоксинов

Основным элементом диоксинов является хлор⁴, кроме того, диоксины содержат кислород⁵, углерод и водород.

Диоксины являются типичными и очень стойкими *ксенобиотиками*, т.е. веществами, неприемлемыми для живых организмов. Они способны легко проникать в ядра клеток живых организмов, вызывая, с одной стороны, ускоренное разрушение гормонов, витаминов, лекарств и др., а с другой – активацию канцерогенов, нейротоксических ядов и даже превращение многих безвредных соединений в чрезвычайно токсичные. Видимо, этим объясняется крайне высокая чувствительность пораженного диокси-

⁴ В отдельных соединениях хлор может замещаться бромом.

⁵ При отсутствии кислорода эти соединения входят в семейство бифенилов, легко преобразующихся в диоксины.

нами организма к стрессовым воздействиям физической, химической, биологической природы и психическим факторам. При хроническом отравлении малыми дозами отмечается дискомфорт, снижение трудоспособности, авитаминоз, развитие иммунодефицита, нарушение нервной, психической деятельности и репродуктивных функций.

В природной среде диоксины вследствие химической инертности, высокого сродства с органической фазой и способности к комплексообразованию чрезвычайно эффективно переносятся по цепям питания, выносятся в атмосферу, мигрируют в почве и накапливаются в воде. Это способствует поражению аэробных организмов во всех нишах экосистемы и может при определенных условиях полностью разрушить экоценоз. Нечто подобное происходит во Вьетнаме, где с 1961 по 1970 гг. армия США под предлогом борьбы с партизанами распылила 57 тыс. т яда «оранж» для уничтожения растительности. Впоследствии, когда обнаружили массовые необратимые заболевания у участников событий, рождение у них детей-уродов, эти обработки были прекращены. Но, как установлено, в составе яда выброшено около 170 кг диоксина, который и явился причиной этих бед. До сих пор 10–15 % рождающихся во Вьетнаме детей имеют необратимые генные отклонения. Подобные катастрофы бывали и ранее, но приписывались они воздействию чистого хлора и даже болезнь называлась «хлоракне»: 1949 г. – штат Вирджиния, США, фирма «Нитро» (32 человека умерших); 1953 г. – ФРГ, фирма *BACF* (55 человек); 1968 г. – Япония, пищевое отравление (24 человека). Самый известный случай – г. Севезо (Италия), июль 1976 г., когда вследствие аварии на фирме, вырабатывающей гербициды, пришлось эвакуировать целый город.

Итак, основная опасность для человека от диоксинов состоит в подавлении иммунной системы, канцерогенном (возбуждающем злокачественные опухоли), тератогенном (искажающем гены) и эмбриотоксичном действии. Нарушаются детородные функции, развиваются хронические заболевания, наступает ранняя инвалидность и смерть.

До недавнего времени в России были лишь ориентировочные нормы на диоксины – ОБУВ, да и концентрации диоксинов до 1995 г. способны были проверять лишь несколько лабораторий: слишком малы опасные концентрации. Так, по нормам, принятым за рубежом, опасными считались концентрации в 10^{-14} – 10^{-11} относительных единиц. Это означает, например, для воды, что опасную концентрацию составит 1 г диоксина в 10^{10} г воды, т.е. на 10 тыс. т воды.

С 1994 г. в РФ приняты ПДК на диоксин: $0,5 \times 10^{-9}$ мг/м³ – для воздуха и 2×10^{-8} мг/дм³ – для воды. Интересно, что для диоксинов величины ПДК в России мягче, чем в США, например: в воздухе – $0,02 \times 10^{-9}$ мг/м³, в воде – $0,013 \times 10^{-8}$ мг/дм³. Это связано, по всей видимости, с недостаточной изученностью свойств диоксинов в наших условиях – в РФ пока ограничено число лабораторий, способных наблюдать за этими токсикантами. Этим объясняется и то, что в нашей стране отсутствуют нормы на выброс диок-

синов из характерных источников (химических и мусорных заводов и др.). Такие ПДК для мусоросжигательных заводов (МСЗ), например, установлены в Германии, Нидерландах и Швеции. МСЗ остаются наряду с химическими предприятиями основными поставщиками диоксинов в окружающую среду, особенно для несортированного мусора, когда пластик, резина, линолеум, изоляционная лента, пакеты и пленки, пропитанные синтетическими смолами и клеями древесные материалы, лакокрасочные составы и т.п. подаются в камеру сгорания вместе с влажными пищевыми отходами (см. п. 9.10.2).

Диоксиновая опасность заставила Правительство РФ в мае 2002 г. подписать специальную Стокгольмскую конвенцию о стойких органических загрязнителях (СОЗ), среди которых наиболее опасными являются диоксины. Эта Конвенция ратифицирована Россией в 2011 г. Это продолжение шагов России в нужном направлении (подробнее – см. п. 9.10.2). Ведь еще в 1995 г. была принята специальная целевая программа, в которой предусматривались не только мероприятия по контрольному мониторингу, правовые и организационные меры, но и предложения по предотвращению опасного загрязнения. Предусматривалась разработка лечебных препаратов и средств, препятствующих всасыванию ядов в организм. Но самое главное – не допустить накопления диоксинов в природе. По возможности следует избегать применения хлорсодержащих материалов в быту. К сожалению, и сегодня в больницы наших городов поступают люди с симптомами явного отравления хлорсодержащими дезинфицирующими средствами. Врачи диагностируют такие случаи у хозяек, страдающих рипофобией – патологической боязнью грязи. Некоторые из них постоянно моют руки хлоркой, ею же моют овощи и фрукты, протирают тело хлористой антисептической салфеткой. Немудрено, что при этом погибают не только микробы.

Диоксиновая опасность остается основным препятствием для сжигания хлорсодержащих отходов.

Диоксины недаром называют «химическим СПИДом»: они появляются везде, где хлор вступает в контакт с каким-либо органическим соединением. По данным Гринписа, на 1996 г. в РФ насчитывалось более 160 предприятий, работающих с выбросами диоксинов. Где же следует ожидать появления диоксинов? При сжигании любых полимерных пленок и материалов, пластиков, техногенной (пропитанной синтетическими клеями, пестицидами и т.п.) древесины, резины и т.д. Очень опасны не только пожары трансформаторов (горение полихлорвиниловой изоляции) и вагонов (пластики), но и сжигание мусора, листьев и т.п. Мусоросжигательные заводы, работающие при температуре 800–900 °С вместо 1100–1200 °С, как и автомобили, работающие на этилированном бензине, в котором есть специальные хлорированные добавки, – один из основных источников диоксинов в городах. Отбеливание целлюлозы хлором на бумажных комбинатах и выбросы самых разных химических предприятий – еще один вид источников. Применение хлористых ядохимикатов в сельском хозяйстве

при определенных условиях также может вызвать поражение растительности и людей диоксинами. Избыточное хлорирование воды – важный источник диоксинов в наших домах. Но против этого найдено противоядие: специальные сорбенты, которые удаляют до 85–95 % диоксинов, уже внедрены в Уфе и Москве. Существенное количество диоксинов выделяется при термическом разложении хлорфторуглеродов (фреонов). Это происходит не только при сжигании аэрозольных баллончиков, но и при пожарах холодильников, вагонных рефрижераторных секций.

Фреоны, как считает большинство специалистов, наряду с ядерными взрывами и работой мощных двигателей космических ракет являются основной причиной возникновения *озоновых дыр*.

При нормальном земном давлении толщина озонового слоя всего 3 мм, но он предохраняет Землю от избытка ультрафиолетового излучения, способствующего возникновению рака кожи. Возрастающая опасность производства фреонов, разрушающих озоновый слой, заставила принять в 1989 г. Хельсинкское международное соглашение: к 2000 г. отказаться от фреонов (хлорфторуглеродов). При принятии этого соглашения учитывались данные, согласно которым фреоны обладают способностью к накоплению. Они не реагируют в тропосфере ни с какими соединениями, не растворяются в океанах и лишь медленно диффундируют в верхние слои атмосферы – в стратосферу. Здесь они разрушаются под действием ультрафиолетового излучения Солнца на отдельные элементы, которые приобретают способность к реакции с озоном.

Специалисты считают, что до недавнего времени содержание фреонов в атмосфере возрастало на 5–10 % в год. Большинство из них полагают, что именно в этом основная причина образования озоновых дыр, которые, по недостаточно объясненным причинам зарождаются над Антарктидой и имеют тенденцию к расширению в сторону Австралии, Южной Америки и Африки. Некоторые ученые признают, что озоновая дыра – это гигантский атмосферный вихрь, циркулирующий против часовой стрелки. Несомненно одно: существует прямая зависимость между местонахождением, величиной озоновых дыр и кожными онкологическими заболеваниями. Это подтверждено последними наблюдениями в России, когда в июле 1996 г. громадная дыра перемещалась с запада на восток. Считается, что уменьшение толщины озона на 1 % приводит к росту числа заболеваний на 7 %.

Результатом мощного загрязнения атмосферы городов может быть ядовитый туман – *смог* (от англ. «*smoke*» – дым, туман и «*fog*» – ядовитый).

При наиболее известном виде смога окислы серы в присутствии влаги образуют ядовитые вещества (вызывающие резь в глазах, кашель, удушье). В 1952 г. в Лондоне за неделю от смога погибло 3200 человек. Подобное явление отмечалось и в других городах (Нью-Йорке, Чикаго, Токио, Милане, Мадриде и пр.).

Различают два вида смога. Первый – лондонский, наблюдается чаще всего: он непрозрачный и видимый, образуется при захвате каплями естественного тумана аэрозольных частиц (в том числе соединений тяжелых металлов и непредельных углеводородов) и сорбировании их на поверхности сернистого газа. Капля при этом превращается в серную кислоту, содержащую ряд вредоносных веществ. Второй называется лос-анжелесским, или фотохимическим. Он связан с образованием соединений частичек азотной кислоты, озона, пироксиацетонитрила и т.п. с продуктами неполного сгорания автомобильного топлива. Этот вид смога возможен только при высокой интенсивности солнечного освещения и мощном загрязнении атмосферы, а также при наличии соответствующего рельефа местности, способствующего застою воздуха. Особенность фотохимического смога – в слабом уменьшении прозрачности воздуха. Первый вид смога отмечался в Запорожье, Новокузнецке, Кемерово, Львове и других городах, второй – в Душанбе, Ереване, Тбилиси, Алма-Ате и др. Оба вида смога при недостаточном к ним внимании в одночасье могут унести тысячи жизней.

5.5 Основные загрязнители атмосферы. Меры борьбы с загрязнением

Ранее основную долю загрязнения атмосферы (до 75 %) давали естественные природные источники. По данным Обнинского института экспериментальной метеорологии, в 1980 г. доля антропогенных факторов в эмиссии сернистого газа составляла 17,2 %, окиси углерода 23,1 % (что давало в год колоссальные цифры – $8,5 \times 10^6$ и $0,3 \times 10^9$ т соответственно). Однако даже для таких обычных природных компонентов доля антропогенных выбросов продолжает увеличиваться. Что касается наиболее вредных веществ, то их источниками почти на 100 % является производство: для мышьяка – 87 %, ртути – 95,3 %, а диоксинов, хлорфторуглеродов и бенз(а)пирена – около 100 %.

Конечно, в первую очередь локальное воздействие сказывается в месте выброса. Поэтому, когда говорят о загрязнении, следует различать локальные (местные) значения и средние (всеобщие). Доказано, что общие загрязнения в атмосфере распределяются крайне неравномерно:

86 %	– над промрайонами;	} в сумме – 98,9 %
12,9 %	– над городами;	
1 %	– над сельской местностью;	
0,1 %	– над океанами.	

Именно поэтому последствия загрязнения сказываются, прежде всего, в городах, ведь основная масса загрязнителей образуется при сжигании топлива на ТЭЦ, заводах, использующих жидкое или твердое топливо для получения энергии или тепла, химических и биологических производствах, газотурбинном, дизельном и карбюраторном транспорте и т.п. Выбросы этих источников кроме СО содержат SO_2 , HCl, HF, а также особо вредные

для здоровья ароматические углеводороды типа бенз(а)пирена, соединения свинца, диоксины и ряд других веществ, обладающих канцерогенным действием. Ранее отмечалась повышенная заболеваемость раком легких в ряде городов из-за загрязнения. Дополнительные данные Б. Коммонера по США:

- сталевары болеют раком легких в 3,29 раза больше остальных работающих, туберкулезом – в 1,41 раза (из-за выбросов SO₂);
- доменщики – раком – в 2,04 раза (бенз(а)пирен);
- работающие с асбестом болеют раком кожи в несколько раз чаще остальных.

Подобные данные имеются и у нас. Доказано, например, что рабочие, имеющие дело с анилиновыми красителями, болеют раком мочевого пузыря в 33 раза чаще, чем обычный «среднестатистический» работник промпредприятия. Очень вреден контакт с асбестом и мышьяком – типичными канцерогенами.

Доля основных промышленных групп в загрязнении атмосферы с годами меняется. Так, в связи с промышленно-экономическим кризисом в России доля промпредприятий в последние годы несколько упала, возросла роль автотранспорта и энергетики.

Кроме того, более строго стали учитываться выбросы даже от различных «прочих» источников: индивидуальных печей, локомотивов, самолетов и др. (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Выбросы от различных источников

Источники загрязнения	Доля выбросов вредных веществ, %			
	1987 г.			1999 г.
	Общие мировые выбросы	из них:		РФ
СССР		США		
Энергетика с топливодобычей	44	31	25	25
Промышленность (без энергетики)	35	24	20	18
Автотранспорт	13	37	42	38
Прочие (железнодорожный, авиа, водный и др.)	8	8	13	19

Как видно, по относительным показателям мы во многом близки к США. Однако следует иметь в виду, что у нас почти на порядок меньше автомобилей и работающая не на полную мощность промышленность. Тем не менее доля РФ в общем загрязнении атмосферы достаточно велика – в последнее время около 50 млн т в год.

Это близко к 5 % мировых выбросов! (При этом ВВП РФ сейчас не превышает 1 % от мирового). На душу населения РФ это составляет около 300 кг в год, или 800 г в день. При этом удельное распределение крайне неравномерно. В Норильске и Челябинске, например, на одного жителя в день приходится десятки килограммов в сутки, а в г. Ростове-на-Дону – 300–450 г выбросов. Без учета влияния выбросов промышленных предприятий г. Новочеркаска на атмосферу Ростова-на-Дону (в первую очередь, Новочеркасской ГРЭС, завода синтетических продуктов, электродного завода и др.) общая масса выбросов в Ростове-на-Дону составляет в последние годы около 150 тыс. т в год, из них лишь около 5 % (7–8 тыс. т) приходится на стационарные источники, а остальное – на автотранспорт. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) высокий и очень высокий (от 10 до 14), основные загрязнители – бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества (пыль), сажа и диоксид азота. Для Новочеркаска к этим веществам добавляются оксид углерода и фторид водорода. Концентрация некоторых из них намного превышает средние по стране (формальдегид, оксид углерода и др.). Уровень загрязнения очень высокий (ИЗА около 15 и выше). В г. Новочеркасске, где сумма годовых выбросов составляет 250–270 тыс. т, на жителя в день приходится около 3 кг выбросов! Конечно, эти выбросы ввиду близости городов влияют и на жителей Ростова. От смога эти города спасает их равнинность, продуваемость. Но обстановка пока не улучшается. Уровень загрязнения атмосферы в 2000 г. оценивался как высокий в 69 городах, как очень высокий – в 30 городах (в 1996–1999 гг. – 72/65 и 44/25 городах соответственно). В начале XXI в. среди наиболее неблагоприятных – Москва, Екатеринбург, Кемерово, Красноярск, Краснодар, Омск, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Саратов и др.

С начала второго десятилетия к ним «по справедливости» добавились Норильск, Магнитогорск, Новокузнецк, Нижний Тагил, Иркутск, Чита, Иваново, Братск, Волжский и Южно-Сахалинск. Министерство природы и экологии подчеркивает, что города этого списка «не ранжируются по степени загрязнения воздуха» (они располагаются по алфавиту, что авторы пособия не учитывали – см. выше о загрязнении атмосферы г. Норильска и г. Челябинска). Это связано с большим загрязнением атмосферы ряда городов и достаточно большой «текучестью» списка. В городах с высоким и очень высоким загрязнением воздуха на 2011 г. проживает 55,1 млн чел. (53 % населения России), а «приоритетный» список городов меняется от 34 (2009 г.) до 36 (2010 г.) и 27 (2011 г.). Следует отметить, что качество атмосферы изменяется не так быстро (особенно, в сторону улучшения).

С 2013 г. Министерство природы и экологии РФ использует другую методику оценки рейтинга городов России, созданную на основе критериев организации экономического сотрудничества и развития (ОСЭР). Первая оценка сделана по материалам 2011 г. Здесь учитывается не только качество воздушной среды, вода, отходы, но и транспорт, управление воздействиями, использование территории, энергопотребление – всего 7 пока-

зателей. В 2011 г. лидеры по этому комплексу – Волгоград, Санкт-Петербург, Саранск, Вологда, Курск, Москва, Казань, Тамбов и Ставрополь. Аутсайдеры – Псков, Омск, Пермь, Челябинск, Биробиджан, Владивосток, Самара, Ульяновск, Астрахань и Магас. Отдельно по воздуху лидеры – Вологда, по воде – Курск, по отходам – Волгоград, по транспорту – Краснодар, энергопотреблению – Иваново, по использованию территории – Петропавловск-Камчатский, по управлению воздействием на среду – Саранск. По мнению Министра Министерства природы и экологии С. Донского этот рейтинг является прикладным – позволяет судить о качестве работы не только по трем составляющим биосферу средам, но и по воздействиям на них.

Основными мерами борьбы с загрязнением атмосферы являются: грамотное применение экономических санкций (порядок платы за загрязнение предусматривает кратное повышение выплат при превышении ПДВ или несанкционированных выбросах), строгий контроль выбросов вредных веществ (в том числе экспертизами – государственными и общественными) и обоснованное регулярное финансирование природоохранных мероприятий. Нормативной базой для этого служит введенный с января 1997 г. новый УК РФ, в котором целая глава отводится экологическим правонарушениям. Так, ст. 251 устанавливает наказание за особо опасные случаи загрязнения атмосферы – лишение свободы до 5 лет. Хуже с финансированием. По вполне объективным причинам доля финансирования всех природоохранных мероприятий (включая оплату труда работников контрольных органов) в РФ не превышает 0,5 % от расходов бюджета. Считается, что она должна составлять не менее 3 % (как в США) и даже 5 % (как в Японии).

Кроме общих мероприятий в зависимости от группы источников существуют и специфические. Кратко перечислим их.

Энергетическая промышленность (см. п. 4.2). Важнейшими способами снижения выбросов являются энергосбережение всеми предприятиями, перевод ТЭЦ на газ, повышение роли безотходных источников энергии (ВЭС, СЭС, ПрЭС, ГеоТЭС) и даже АЭС. (Некоторые ученые – противники использования АЭС – часто называют эти станции не безотходными, а безвыходными. И при сегодняшней их ненадежности, нерешенности вопросов утилизации отходов это не лишено оснований). Наконец, для этих предприятий особую роль играет очистка выбросов не только от взвешенных частиц, углекислого газа, сернистых и азотистых соединений, но и от формальдегида, бенз(а)пирена и других газов.

По данным института «Энергосетьпроект» (г. Ростов-на-Дону) выбросы вредных веществ и углекислого газа ТЭС остаются достаточно большими. В табл. 5.3 приведены эти величины по данным государственной статистической отчетности. Следует отметить, что выбросы вредных веществ за последние 10 лет уменьшились более, чем на 15 %, но доля парникового газа CO₂ при этом существенно увеличилась.

Таблица 5.3

Выбросы тепловыми электростанциями России, млн т/год

Вещества	Годы							
	1990	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2011
Вредные, всего	7,14	3,89	3,61	3,43	3,33	2,76	2,92	2,72
в том числе:								
твердые частицы (зола)	2,41	1,13	1	1,05	1,03	0,87	0,90	0,81
диоксид серы (SO ₂)	3,12	1,72	1,64	1,44	1,38	1,10	1,13	1,04
оксиды азота (NO _x)	1,61	1,04	0,97	0,94	0,92	0,79	0,89	0,87
диоксид углерода (CO ₂)	705,9	489,8	476,9	487,9	476,3	547,1	591,4	586,5

Промышленные предприятия. Основное – снижение всех видов отходов за счет совершенствования технологии. Замена токсичных исходных продуктов на нетоксичные (отказ от фреонов, асбеста, хлороводородных органических соединений и т.п.).

Переход на замкнутые циклы, очистка от вредных выбросов, прежде всего газовых (в настоящее время степень очистки выбросов промпредприятий РФ от твердых частиц превышает 90 %, в то же время от газов – лишь около 30 %. Только улавливание пыли на металлургических предприятиях может дать дополнительно около 11 млн т металла в год).

Наконец, оптимизация размещения предприятия. Нерационально размещать их слишком далеко от источников сырья или места проживания работников – это чревато ростом выбросов от транспорта. Но нельзя и приближаться к жилым зонам и зонам рекреации (отдыха). Необходимо выдерживать требуемые санитарно-защитные зоны (СЗЗ), которые по действующим нормам составляют величину от 1 км до 50 м. Для чрезвычайно опасных предприятий (I класс) – 1 км, для предприятий II, III классов – 500 и 300 м, а для IV и V, к которым относится большая часть предприятий железнодорожного транспорта и машиностроения, – 100 и 50 м.

Роль автотранспорта, а значит, и выбросов от него, во всем мире растет. Сейчас в мире ежегодно выпускается около 25 млн машин. В 2000 г. численность мирового автопарка составила почти 700 млн машин и из них около 600 млн – легковых. Причем количество автотранспорта для различных стран существенно отличается. Обычно это число приводится в статистических ежегодниках в количестве машин на 1000 жителей на какой-либо год. Для 2010 г., например, число легковых автомобилей составило: 610 – в Италии, 515 – Германии, 500 – Канаде, 490 – Франции, 480 – Испании, 470 – Швеции, 465 – Великобритании, 445 – США, 300 – Венгрии, 280 – Израиле, 250 – Белоруссии, 245 – России, 100 – Турции. В России при этом население по переписи 2010 г. было равно 142,857 млн чел.

(из них городского – 74 %), а количество автомобилей – около 40 млн шт. (грузовых – 5,5 млн, 38,5 на 1000, легковых – 34,5 млн, 241,5 на 1000). Некоторые огорчительные данные по ДТП со смертельными исходами приведены в п. 4.1. В среднем нормально эксплуатируемый автомобиль в сутки выбрасывает около 4 кг только углекислого газа! Для многих городов России выбросы автотранспорта являются преобладающими. Для Ростова, например, доля выбросов автотранспорта, по официальным данным (к сожалению, они не всегда точно учитывают транзитный транспорт), возросла с 69 % в 1990 г. до 81 % в 1994 г. при общем росте автопарка почти в 2 раза (до 199 545 шт.). Характерно, что качество дорог при этом не улучшилось, не созданы даже запланированные развязки и объезды, а вынужденное увеличение количества светофоров лишь привело к росту выбросов.

Известно, что количество бенз(а)пирена в выхлопных газах резко возрастает на режимах торможения автомобилей – до 50–100 мг за 1 мин работы на низкосортном бензине. Если это количество распределить равномерно, оно способно создать концентрацию, равную ПДК, в громадном объеме воздуха – чуть меньше одного кубического километра! Пути снижения вредного воздействия этих выбросов следующие:

- безусловное выполнение «Закона об отказе от этилированного бензина» для исключения выбросов соединений свинца (ведь в этилированном бензине имеются присадки триэтилсвинца для устранения опасности детонации при высоких степенях сжатия смеси в двигателях внутреннего сгорания) и уменьшения непредельных углеводородов.

- переход на газ или биотопливо (токсичность при этом снижается в 18–22 раза).

- повышение полноты сгорания за счет автоматического управления процессом, специальных систем и регулировок (см. п. 5.6 и п. 5.7). Это сказывается и на расходе топлива (уже сегодня в Японии достигнут уровень 2,5 л на 100 км!);

- замена карбюраторных двигателей, где это возможно, дизельными, дающими менее вредные выбросы;

- решение вопросов по созданию электротранспорта, в том числе по величине пробега с одной зарядки и снижению выбросов от аккумуляторных батарей. Перевод общественного транспорта на электрическую тягу там, где нет дефицита в энергии (метро, троллейбусы, трамваи и т.п.).

Загрязнение среды соединениями свинца вызывало все большее опасение, прежде всего – за счет автотранспорта. В 1995 г. в РФ было выброшено около 5,7 тыс. т соединений свинца, из них почти 4 тыс. т – от автомобилей, 700 т – от предприятий цветной металлургии; по 400 т – от авиационных и ракетных двигателей и от ТЭЦ; 200 т – от предприятий лакокрасочной, стекольной и оборонной промышленности. Законодательный запрет на использование с 2003 г. этилированного бензина (его потребление в 1995 г. составляло более 50 % от всего автотоплива) может снизить загрязнение соединениями свинца в несколько раз. Это особенно ак-

туально для субъектов Федерации, в которых уровень такого загрязнения недопустимо высок: для Московской, Рязанской, Тульской, Ростовской, Ленинградской и Нижегородской областей. Соединения свинца вызывают угнетение нервной системы, снижение физической активности, рост сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Особенно тяжелые поражения соединения свинца вызывают у детей.

Значительна роль архитектурно-планировочных мероприятий и зеленых насаждений в снижении количества и уменьшении вредности выбросов. Специальные развязки и объезды, улучшение качества дорог и ликвидация ненужных участков торможения могут увеличить среднюю скорость движения транспорта. При этом, если, например, скорость возрастает с 20 до 60 км/ч, общее количество выбросов уменьшится в 4–5 раз, а наиболее вредных, например, бенз(а)пирена – еще значительно. При остановке у светофоров выбросы вредных веществ увеличиваются в 1,5–2 раза даже по сравнению с движением на первой скорости. Дороги с интенсивным движением следует выносить за пределы жилых и рекреационных зон или хотя бы защищать эти зоны «зеленым щитом» от загазованности. Даже однорядная высадка деревьев с кустарниками (высотой 1,5 м) на ширине до 3–4 м снижает уровень загазованности на 10–15 %, а при четырех рядах шириной 30–50 м – на 60–70 %! В НИИ им. И.В. Курчатова подсчитано, что во избежание губительного «парникового эффекта» нужно уменьшить сжигание органического топлива в 2 раза в ближайшие 20 лет. Но того же эффекта можно добиться увеличением площади зеленых насаждений на 1–2 млн км² при стабилизации сжигаемой массы на сегодняшнем уровне.

Среди прочих источников выбросов большую роль (5–8 %) играют объекты *железнодорожного транспорта*, особенно гражданские сооружения, локомотивные и вагонные депо. Вместе они дают примерно 2/3 всех выбросов объектов рельсового транспорта, очищая лишь небольшую их часть. Лучше обстоит дело на заводах ОАО «РЖД», где очищается почти 3/4 выбрасываемых газов. Для снижения выбросов от этих объектов необходимо улучшить работу теплосиловых и тепловых установок (маломощных котельных), переводя их на газ, используя очистку выбросов, совершенствуя процесс сгорания. Последнее касается и снижения выбросов от тепловозов (дожигание отработанных газов, добавление к топливу небольшого количества воды, присадок и др.). Вместе с тем следует отметить положительную динамику в результатах работы по охране природы данного ведомства. Основой этой работы являются отраслевые экологические программы, принимаемые с 1991 г. на 5 лет. Выполнение заданий по охране атмосферы позволило снизить выбросы от стационарных источников почти на 4 % за 10 лет, а от передвижных источников только за 2000–2001 гг. уменьшить на 20 %. Но проблемы остаются: степень очистки выбросов от вредных веществ (прежде всего – газовых) остается невысокой – чуть больше трети.

5.6 Об улучшении экологических характеристик топлива

5.6.1 Газовое топливо

Определяющее влияние транспорта на состояние окружающей среды требует особого внимания к применению новых экологически чистых видов топлива. К ним, как отмечалось в п. 5.5, относится, прежде всего, сжиженный или сжатый газ. Важность этого вопроса для России подтверждается тем, что на уровень федерального закона вынесен законопроект «Об использовании природного газа в качестве моторного топлива», вызвавший очень большой интерес не только у специалистов транспорта, но и у экологов.

В мировой практике в качестве моторного топлива наиболее широко используется сжатый природный газ, содержащий не менее 85 % метана. По энергоемкости 1 м³ природного газа при нормальных условиях эквивалентен 1 л бензина марки А-76. Природный газ можно также хранить и использовать в сжиженном виде (при глубоком охлаждении). Сжиженный природный газ – криогенная жидкость с температурой кипения 112 °К, состоящая на 98 % из метана.

В меньшей степени распространено применение попутного нефтяного газа, представляющего собой смесь в основном пропана и бутана. Эта смесь может находиться в жидком состоянии при обычных температурах под давлением до 1,6 МПа. Для замещения 1 л бензина требуется 1,3 л сжиженного нефтяного газа, а экономическая эффективность его по эквивалентным затратам на топливо в 1,7 раз ниже, чем у сжатого газа. Следует отметить, что природный газ, в отличие от нефтяного, нетоксичен.

Исследования экологических преимуществ газовых топлив ведутся многими организациями России (ВНИИГАЗ, ГНЦ НАМИ, ВНИИЖТ, РГУПС и др.) и за рубежом. Они свидетельствуют о несомненных выгодах применения таких топлив на транспорте. В табл. 5.4 приведено сопоставление удельных выбросов в процентах для ДВС автомобилей при условии, что выбросы от ДВС на неэтилированном бензине приняты за 100 %.

Анализ показывает, что применение газа сокращает выбросы: окислов углерода – в 3–4 раза; окислов азота – в 1,5–2 раза; углеводородов (не считая метана) – в 3–5 раз; частиц сажи и двуокиси серы (дымность дизельных двигателей) – в 4–6 раз.

При работе на природном газе с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,1$ выбросы образующихся в двигателе при сгорании топлива и смазочного масла ПДВ (включая бенз(а)пирен) составляют 10 % от выбросов при работе на бензине. Двигатели, работающие на природном газе, уже сегодня удовлетворяют всем современным нормам по содержанию газообразных и твердых составляющих в выхлопных газах.

Особо следует остановиться на выбросах углеводородов, которые претерпевают в атмосфере фотохимическое окисление под действием ультрафиолетового облучения (ускоряющееся в присутствии NO_x). Продукты этих окислительных реакций образуют так называемый смог. В бензиновых двигателях основное количество углеводородных выбросов приходит-

ся на этан и этилен, а в газовых – на метан. Это связано с тем, что часть выбросов бензиновых двигателей образуется в результате крекинга паров бензина в несгорающей части смеси при высоких температурах, а в газовых двигателях несгорающий метан никаким преобразованиям не подвергается.

Таблица 5.4

Содержание токсичных компонентов в выхлопных газах ДВС, %

Вид топлива	Токсичные компоненты выхлопных газов				
	СО	C _n H _m (без метана)	NO _x	Сажа	Бенз(а)пирен
Бензин	100	100	100	нет	100
Бензин (двигатели с нейтрализаторами)	25–30	10	25	нет	50
Дизельное топливо	10	10	50–80	100	50
Газ + дизтопливо	8–10	8–10	50–70	20–40	30–40
Пропан-бутан	10–20	50–70	30–80	нет	3–10
Газ природный сжатый	5–10	1–10	25–40	нет	3–10

Легче всего под воздействием ультрафиолетового облучения окисляются непредельные углеводороды, такие, как этилен. Предельные углеводороды, включая метан, более стабильны, т.к. требуют для фотохимической реакции более жесткого (коротковолнового) излучения. В спектре солнечного излучения составляющая, инициирующая окисление метана, имеет столь малую интенсивность по сравнению с инициаторами окисления других углеводородов, что практически окисление метана не происходит. Поэтому в ограничительных стандартах автомобильных выбросов ряда стран углеводороды учитывают без метана, хотя пересчет ведется на метан.

Таким образом, несмотря на то, что сумма углеводородов в выхлопных газах двигателей, использующих газомоторное топливо, оказывается такой же, как и у бензиновых двигателей, а в газодизеле часто и выше, эффект загрязнения воздушного бассейна этими компонентами при газовом топливе в несколько раз меньше, чем при жидком.

Очень важно, что газовое топливо практически для всех вариантов его получения имеет несомненные экономические преимущества в России перед другими топливами передвижных транспортных средств. Важно иметь в виду, что при применении газового топлива увеличивается моторесурс двигателя в 1,4–1,8 раза; срок службы свечей зажигания – в 4 раза; моторного масла – в 1,5–1,8 раза; межремонтный пробег – в 1,5–2 раза. При этом снижаются уровень шума на 3–8 дБ и время заправки. Все это обеспечивает быструю окупаемость затрат на перевод транспорта на газомоторное топливо.

Внимание специалистов привлекают вопросы безопасности использования газомоторного топлива. В целом взрывоопасная смесь газовых топлив с воздухом образуется при концентрациях, в 1,9–4,5 раза (верхний и нижний пределы) больших, чем с бензином и дизельным топливом, что снижает опасность образования такой смеси.

Однако определенную опасность представляют утечки газа через неплотность соединений. В этом отношении наиболее опасен сжиженный нефтяной газ, т.к. плотность его паров больше, чем воздуха, а для сжатого – меньше (3 : 1 и 5 : 0,5 соответственно). Следовательно, сжатый газ после выхода из неплотностей поднимается вверх и улетучивается, а сжиженный – образует местные скопления и, подобно жидким нефтепродуктам, «разливается», что при возгорании увеличивает очаг пожара.

Отечественный и мировой опыт эксплуатации автомобилей на газомоторном топливе не позволяет считать их более опасными, чем автомобили на бензине. Если к этому добавить имеющийся в России на сегодня комплекс технических средств, обеспечивающих применение газа на транспорте (комплектов оборудования, сети заправочных станций, контрольной и измерительной аппаратуры, опытных и серийных образцов не только автомобилей, но и тепловозов, судов), то необходимо признать, что переход на газомоторное топливо – вопрос ближайшего времени. Он диктуется экономическими, экологическими и технологическими соображениями.

5.6.2 Биотопливо

Еще одно направление, рассматриваемое многими экологами как перспективное в улучшении экологических характеристик автотранспорта, – производство биотоплива. В основе этого топлива лежит биомасса специально выращенных растений или полученных отходов при их переработке. Считается, что такое топливо снижает попадание в атмосферу «парникового» углекислого газа – CO_2 , т.к. при выращивании исходной (для топлива) биомассы за счет фотосинтеза потребляется CO_2 , что компенсирует его выделение при сжигании в двигателях.

Биотопливо – это твердое, жидкое или газообразное топливо, получаемое из биомассы термохимическим или биологическим способом по ГОСТ Р 52808-2007.

Жидкое биотопливо представляет собой наиболее перспективный класс биотоплива, которое применяется в двигателях. Его получают из самых разнообразных растений – от пшеницы, кукурузы и сахарной свеклы, до рапса и отходов деревообработки.

Жидкое моторное биотопливо – вещество, получаемое в ходе переработки растительного сырья (кукурузы, рапса, сахарной свеклы, сахарного тростника) по технологии, в основе которой лежит использование естественных биологических процессов (например, брожения). Большая доля мирового производства жидкого (моторного) биотоплива приходится на биоэтанол (этанол, получаемый из сахарного тростника, зерна и сахарной

свеклы, а также рапсового метилового эфира из семян рапса). Причина популярности биоэтанола кроется в экономической эффективности его производства, т.к. при урожайности семян рапса 2–4 т/га с 1 гектара можно получить 1–1,5 т биоэтанола и 2–2,5 т высококачественных растительных кормов. Характеристики моторного топлива, получаемого из растений, близки к показателям дизельного топлива. При этом вредные выбросы при использовании биодизельного топлива существенно меньше. Сокращение выбросов зависит от многих факторов: используемое растительное сырье, климатическая зона, накладные расходы на выращивание, транспортировку и переработку. Снижение выбросов CO₂ при производстве этанола из зерна по состоянию на 2008 г. в США составляло в среднем 21 %. Однако при модернизации спиртового производства, заключающегося в переводе его на природный газ, возможно снижение выбросов углекислого газа на 29–35 %.

Кроме него рассматривают также биометанол – метанол, получаемый посредством биологического преобразования морского фитопланктона. Сейчас данное направление производства биотоплива считается одним из самых перспективных, т.к. отличается от других более высокой выработкой биомассы (до 110 т/га фитопланктона в год).

Специалистами широко обсуждаются возможности биодизеля – вида биотоплива, для производства которого используются жиры растительного, микробного и животного происхождения (а также получаемый из них эфир). Сырьем для производства биодизеля может выступать пальмовое, рапсовое, соевое и другие масла, отходы пищевой промышленности, а также морские водоросли. Биодизель находит применение в автомобильных двигателях, причем использовать его можно как в чистом виде, так и в виде смесей с традиционным дизельным топливом. Обычно такие смеси маркируют, указывая процентное содержание биодизеля. Так, в США для обозначения смесей дизельного топлива с биодизелем используется буква B, после которой следует число, означающее процентное вхождение биодизеля (B2 – 2 %, B100 – 100 %). Применение таких смесей не требует внесения конструктивных изменений в двигатели. Кроме того, в отличие от классического дизельного топлива биодизель почти не содержит серы, а воде и почве приносит меньше вреда, чем обычное топливо. Высокие технико-экономические показатели биодизеля и его экологические преимущества обуславливают рост объемов производства и потребления биодизеля.

Газообразное и твердое биотопливо получило пока меньшее распространение (не считая дров).

Газообразное биотопливо (биогаз, биоводород) – продукт, получаемый в результате брожения биомассы или использования иных термо- и биохимических процессов, направленных на ее переработку. Наиболее распространенный вид газообразного биотоплива – биогаз, одной из разновидностей которого является биоводород.

Биогаз – газ, получаемый в ходе брожения органических отходов посредством воздействия различных видов бактерий. В основном это органи-

ческие отходы, такие как фекальные осадки, навоз, птичий помет, пивная дробина, свекольный жом, трава, бытовые отходы, а также отходы рыбных и забойных производств. Практическое применение биогаза возможно во всех сферах, где используется обычный природный газ.

В качестве твердого биотоплива (кроме дров) используется так называемый пеллет (древесные топливные гранулы) и топливные брикеты – для отопления зданий, а также в малых котельных. Их отличает малая зольность.

В настоящий момент вопросы дальнейшего наращивания производства биотоплива вызывают во всем мире ожесточенные дискуссии. Это связано с тем, что увеличение производства биотоплива во многих местах (особенно в тропиках) ведет к уничтожению природных экосистем.

5.6.3 Водородное топливо

Кроме сжиженного или сжатого газа и биотоплива многие специалисты предрекают большое будущее жидкому водороду как практически идеальному, с экологической точки зрения, моторному топливу. Еще несколько десятилетий назад применение жидкого водорода в качестве горючего казалось достаточно отдаленным. К тому же трагическая гибель в канун второй мировой войны наполненного водородом дирижабля «Гинденбург» настолько подмочила общественную репутацию «топлива будущего», что надолго вычеркнула его из каких-либо серьезных проектов.

Быстрое развитие космической техники вновь заставило обратиться к водороду, на этот раз уже жидкому, как почти идеальному горючему для исследования и освоения мирового пространства. Сегодня члены мирового космического клуба – США, Россия, Западная Европа, Япония и Китай – являются главными потребителями жидкого водорода. Помимо серии американских программ «Шаттл», а также советской ракеты «Энергия» и программы «Буран» здесь следует отметить такие перспективные западноевропейские космические проекты, как «Ариан-5», «Гермес» и «Зингер», использующие жидководородное горючее. Тем не менее, по-прежнему не исчезли сложные инженерные проблемы, связанные со свойствами самого водорода и его производством. Как горючее для транспорта водород удобнее и безопаснее применять в жидком виде, где в пересчете на 1 кг он превосходит по калорийности керосин в 6,7 раза и жидкий метан в 1,7 раза. В то же время плотность жидкого водорода меньше, чем у керосина, почти на порядок, что требует значительно больших баков. К тому же водород должен храниться при атмосферном давлении при очень низкой температуре (минус 253 градуса Цельсия). Отсюда необходимость соответствующей теплоизоляции баков, что также тянет за собой дополнительный вес и объем. Высокая температура горения водорода приводит к образованию значительного количества экологически вредных окислов азота, если окислителем является воздух. И, наконец, пресловутая проблема безопасности. Она по-прежнему остается серьезной, хотя и считается теперь значительно преувеличенной.

Отдельно следует сказать о производстве водорода. Почти единственным сырьем для получения водорода служат на сегодня те же горючие ископаемые: нефть, газ и уголь. Поэтому истинный перелом в мировой топливной базе на основе водорода может быть достигнут лишь путем принципиального изменения способа его производства, когда исходным сырьем станет вода, а первичным источником энергии – Солнце или сила падающей воды. Водород принципиально превосходит все ископаемые виды горючего, включая и природный газ, в своей обратимости, т.е. практической неисчерпаемости. В отличие от горючих ископаемых, добываемых из-под земли, которые после сгорания теряются безвозвратно, водород добывается из воды и сгорает опять в воду. Разумеется, чтобы получить водород из воды, нужно затратить значительно большую энергию, чем можно использовать затем при его сгорании. Но это не имеет существенного значения, если так называемые первичные источники энергии будут, в свою очередь, неисчерпаемыми и экологически чистыми.

В работах профессора А.А. Силина приводятся две концепции, которые уже сегодня поставлены на практические рельсы. По поручению комиссии экономического сотрудничества Германским фондом «Людвиг–Белков Систем-техник», Оттобрун, поддерживается программа «Евро-Квебек гидроводород». Программа предусматривает следующую последовательность работ. Избыточные гидроэнергетические ресурсы Канады вводятся в действие на первой стадии для получения электроэнергии. Последняя используется затем для разложения воды на водород и кислород. Полученный водород сжижается, переливается в специальные танкеры и доставляется через Атлантический океан в Европу. С этой целью в местечке Финкенвердер в районе Гамбурга будет сооружен первый в Европе терминал по приему с моря жидкого водорода. В дальнейшем предполагается развозить водород потребителям в жидком виде в специальных цистернах. По уже принятому в Германии законодательству емкость таких цистерн может достигать 42 тыс. л. Вторая возможность транспортировки уже газообразного водорода – специально приспособленные для этого обычные газовые сети.

Разрабатывается и второй проект, где в качестве источника первичной энергии используется Солнце. Подсчитано, что на широтах ± 30 – 40 градусов наше светило греет примерно в 2–3 раза сильнее, чем в более северных широтах. Это объясняется не только более высоким положением Солнца на небе, но и несколько меньшей толщиной атмосферы в тропических регионах Земли. Однако почти вся эта энергия быстро рассеивается и пропадает. Получение с ее помощью жидкого водорода – наиболее естественный способ аккумуляции солнечной энергии с последующей доставкой ее в северные районы планеты. И не случайно научно-исследовательский центр, организованный в Штутгарте, имеет характерное название «Солнечный водород – источник энергии будущего». Установки, аккумулирующие солнечный свет, предполагается согласно указанному проекту разместить в Сахаре. Сконцентрированное таким обра-

зом тепло будет использовано для привода паротурбин, вырабатывающих электроэнергию. Дальнейшие звенья схемы те же, что и в канадском варианте, с той лишь разницей, что жидкий водород доставляется в Европу через Средиземное море. Принципиальное сходство обоих проектов в том, что они экологически чисты на всех стадиях, включая даже перевозку сжиженного газа по воде, поскольку танкеры работают опять-таки на водородном топливе. Уже сейчас всемирно известные немецкие фирмы «Линде» и «Мессергрисхейм», расположенные в районе Мюнхена, производят все необходимое оборудование для получения, сжижения и транспортировки жидкого водорода, за исключением разве что криогенных насосов. Громадный опыт по использованию жидкого водорода в ракетно-космической технике накоплен фирмой «МББ», расположенной в Мюнхене и принимающей участие практически во всех престижных программах Западной Европы по освоению космоса. Научно-исследовательское оборудование фирмы в области криогеники использует также на американских космических челноках широко известная немецкая авиакомпания «Дейче Эрбас», которая разрабатывает первый в мире аэробус, летающий на жидком водороде. Помимо экологических соображений применение жидкого водорода в обычной и сверхзвуковой авиации предпочтительно и по другим причинам. Так, примерно на 30 % при прочих равных условиях снижается взлетный вес самолета. Это позволяет, в свою очередь, сократить разбег и сделать взлетную кривую более крутой. В результате снижается шум – этот бич современных аэропортов, расположенных зачастую в густонаселенных районах. Не исключена также возможность снижения лобового сопротивления его носовых частей, встречающих поток воздуха. Программа, учитывая ее выдающееся экологическое значение, поддержана не только федеральным правительством Германии, но и общественными фондами, поощряющими защиту окружающей среды.

Следует учитывать также, что сертификационные нормы на выброс в атмосферу вместе с выхлопными газами экологически вредных продуктов становится все более жесткими, что подкрепляется и налоговой политикой. В Германии и ряде других стран Запада и Востока подобная политика коснулась в первую очередь автомобильного транспорта, способствуя установке на выхлопных трубках катализаторов, нейтрализующих вредные вещества. Швеция, насколько известно, стала первой страной, которая ввела ограничения на выхлопные газы самолетов. Значительные штрафы, которые вынуждены платить теперь авиакомпании, в том числе и «Дейче Эрбас», стимулировали не только усовершенствование авиадвигателей, но и обращение к альтернативным, экологически чистым видам горючего. Тем более, что шведскому примеру намерены последовать в самое ближайшее время Германия и ряд других стран.

В 1980-х гг. в Советском Союзе был создан, а в 1989 г. впервые продемонстрирован за рубежом пассажирский самолет, способный летать помимо авиационного керосина также на сжиженном водороде или жидком метане. Экспериментальная машина такого типа была создана на базе се-

рийного Ту-154 под руководством А. Туполева с двигателем Н. Кузнецова. Неудивительно, что в поисках партнеров при создании серийно выпускаемого пассажирского криоплана немецкие разработчики обратились в первую очередь к специалистам указанных советских фирм.

Картина была бы неполной, если не сказать об инициативе ведущих немецких автомобильных компаний по созданию автомашин на жидком водороде. Здесь имеются в виду модели фирмы «Мерседес-Бенц» и компании «БМВ». Спроектирован также оригинальный топливный бак для жидкого водорода, предназначенный для грузовых автомашин. По оценкам экспертов фирмы «МББ» производство жидкого водорода в Германии в ближайшие годы резко возрастет. При этом ракетно-космический комплекс перестанет быть главным потребителем этого вида горючего. Указанная роль перейдет к гражданской авиации, доля которой составит 75 %, а также автотранспорту, потребности которого превысят 20 %. В общем энергетическом балансе Германии тенденция также прослеживается вполне отчетливо. По оценкам Штутгартского центра в 1987 г. доля потребляемой в стране энергии «Солнце-водород» составила всего 2,6 %; к 2000 г. она возросла до 6 %; к 2020 г. достигнет 28 % и, наконец, к 2050 г. выйдет на уровень 72 %. Интересно, что немецкие специалисты предусматривают снижение национального расхода энергии за счет экономии к 2000 г. примерно на 10 % по сравнению с 1987 г., а к 2020 г. уже на 35 % с сохранением этого уровня до 2050 г. Такова альтернатива, позволяющая резко затормозить выбросы углекислого газа и других вредных продуктов в атмосферу.

Все изложенное позволяет сделать вывод, что переход на водородное топливо, в первую очередь в авиации, а затем и в наземном транспорте, станет реальностью уже в XXI в. К этому времени будут преодолены технические проблемы, окончательно ликвидировано недоверие к водороду как чересчур опасному виду горючего и создана необходимая инфраструктура. К сожалению, в заявлениях официальных лиц, ответственных за будущее нашей энергетики, отсутствует слово «водород» в прогнозах на ближайшие десятилетия. Главная надежда возлагается, как правило, на природный газ, запасы которого в стране достаточно велики. Но, располагая мощной ракетно-космической техникой, мы имеем солидную базу для производства, сжижения и хранения жидкого водорода, опытный и высококвалифицированный персонал. Они могут быть использованы в качестве основы для развития водородно-топливной структуры ближайшего будущего с ориентацией на гражданскую авиацию, а затем и на наземные виды транспорта. Появление на международных авиалиниях криогенных аэробусов позволит нашей стране с ее огромной территорией принимать и заправлять подобные самолеты на своих аэродромах с большой экономической и экологической выгодой. Это обстоятельство предопределяет и следующий аргумент в пользу отечественной водородной энергетики. Он состоит в необходимости глобального подхода к решению подобных проблем.

Тенденция к всеобщей интеграции торгово-экономической системы сегодня такова, что требует анализа мирового рынка для подавляющей номенклатуры товаров и услуг. В этих условиях Россия уже не может быть вырвана из глобальных промышленных и торгово-экономических связей. Нельзя не считаться, не неся при этом крупных материальных и моральных потерь, со все более жесткими экологическими требованиями, закрепляемыми международным и национальными законодательствами. Закон «О чистом воздухе», принятый Конгрессом США, уже упомянутые выше ужесточения на химический состав выхлопных газов воздушного и наземного транспорта в Западной Европе и других регионах планеты, а также ряд других законодательных мер служат, по существу, основой для «Глобального экологического кодекса». Назрела необходимость создания национальной концепции использования водорода в топливной базе страны как экологически чистого горючего для воздушного и наземного транспорта.

Соответствующие организационные формы могут вылиться в национальную ассоциацию и акционерные общества с широким привлечением иностранного капитала, спонсоров и общественных фондов, выделяемых на охрану окружающей среды. Сейчас же отечественная законодательная политика поощрения производства и использования экологически чистых источников энергии находится в зачаточном состоянии. Надзорные природоохранные органы всех уровней не могут остаться в стороне.

5.7 Особенности загрязнения среды рельсовым транспортом

В последние годы внимание исследователей привлекает дополнительное загрязнение среды в контактных парах рельсового транспорта (работы А.А. Силина, Ю.А. Евдокимова, В.И. Колесникова и др.). Это связано с повышением скоростей и нагрузок на рельсовом железнодорожном и городском электрическом транспорте, расширением сферы применения такого транспорта в народном хозяйстве. На поверхности трущихся частей образуется пленка, обладающая смазочными свойствами и ориентированная в направлении скольжения. Пленка переноса в зависимости от режима трения может находиться в твердом и вязко-текучем состоянии, а температура плавления ее на 15 градусов превышает температуру плавления исходного материала. Именно эта пленка может служить источником загрязнения среды, состав которого зависит от трущихся поверхностей. Это могут быть металлические частицы (для металлических контртел), остатки композитов на основе различных волокон, фенольных смол, а также результаты разложения на контактных поверхностях смазывающих материалов (если таковые имеются). При этом чем меньше износ материалов на контактных парах, тем меньше загрязнение среды. Применение самосмазывающихся материалов, улучшение фрикционных свойств металлополимерных узлов трения за счет применения функциональных добавок и наполнителей (В.А. Белый, А.К. Погосян), направленное регулирование и структурное модифицирование электрическими и магнитными полями термопластиков и композитов на их основе не только улучшают мощност-

ные характеристики, но и снижают нагрузку на окружающую среду, причем она может быть достаточно существенной.

Исследования показывают, что при средних и легких режимах трения, характерных для современных нагрузок и скоростей ($p \cdot v = 0,05 \dots 0,2$ МПа·м/с), толщина пленки составляет 5–10 мкм, причем основная масса материала уносится из зоны трения и может попадать в окружающую среду. Аналогичные результаты были получены и при более тяжелых режимах работы (0,6 МПа·м/с). При этом в составе выделений в окружающую среду появлялись (в зависимости от типов полимеров и композитов) соединения типа кетонов, альдегидов, эфиров и др. Особенно опасны режимы трения для некоторых полимеров (типа ПКА), образующих пленку переноса с сильным когезионным взаимодействием с поверхностью. Повышение температуры в зоне трения приводит к расплавлению пленки, образованию скатки из нее и выносу из зоны трения. Для снижения этого эффекта предложено использовать специальные наполнители, причем в качестве матрицы берется жесткий, высокопрочный полимер (типа ПКА, ЭД-20 и др.), а наполнителя – более мягкие смеси на основе стекловолокна и других нетканых материалов. При этом связующее активно участвует в формировании пленки, обеспечивает способность воспринимать внешнюю нагрузку и снижает загрязнение среды.

Наиболее перспективным в этом плане направлением является применение самосмазывающих композитов, включающих антифрикционные и противоизносные добавки. Они позволяют снизить интенсивность износа материала в 1,6–1,8 раза, повысить несущую способность в 4–5 раз. Пример – применение самосмазывающей композиции на основе тканевого материала из волокон политетрафторэтилена в качестве разделяющих прокладок для пятникового узла моторных вагонов электроподвижного состава. Износ гребней колесной пары при этом уменьшился на 30–35 %, соответственно снизилось и загрязнение среды. Дополнительный выигрыш (10 % расхода электроэнергии) также приводит в конечном счете к улучшению экологических параметров среды и снижению шумовых характеристик потоков поездов.

5.8 Принципы очистки пылегазовых выбросов

5.8.1 Пылеуловители

Наиболее отработаны в настоящее время очистители от пыли, золы и других твердых частиц. Причем, чем мельче частицы, тем труднее обеспечивается очистка. Класс пылеуловителей для частиц диаметром более 50 мкм – 5-й, наиболее легко обеспечивающий почти полное пылеулавливание. Значительно сложнее извлекать мельчайшие частицы с диаметрами от 2 до 0,3 мкм – нужен очиститель 1-го класса.

Все пылеуловители, кроме того, подразделяются на сухие и мокрые. К сухим относятся циклоны, пылеосадительные камеры и пылеуловители, фильтры и электрофильтры, которые наиболее отработаны и отличаются

сравнительно простым устройством. Однако для удаления мелкодисперсных и газовых примесей их применение не всегда эффективно. Мокрые пылеуловители подразделяются на скрубберы форсуночные, центробежные и Вентури, пенные и барботажные аппараты и другие, которые работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель, пленки или пены жидкости.

Из сухих пылеуловителей наиболее применимы аппараты, работающие на принципе отделения тяжелых частиц от газов силами инерции (при раскрутке газов или их резком повороте). На рис. 5.6 показаны принципиальные схемы некоторых из них: циклонов (а); ротационного пылеуловителя (б) – вход газа по оси вентилятора; радиального (в) и вихревого (г) пылеуловителей.

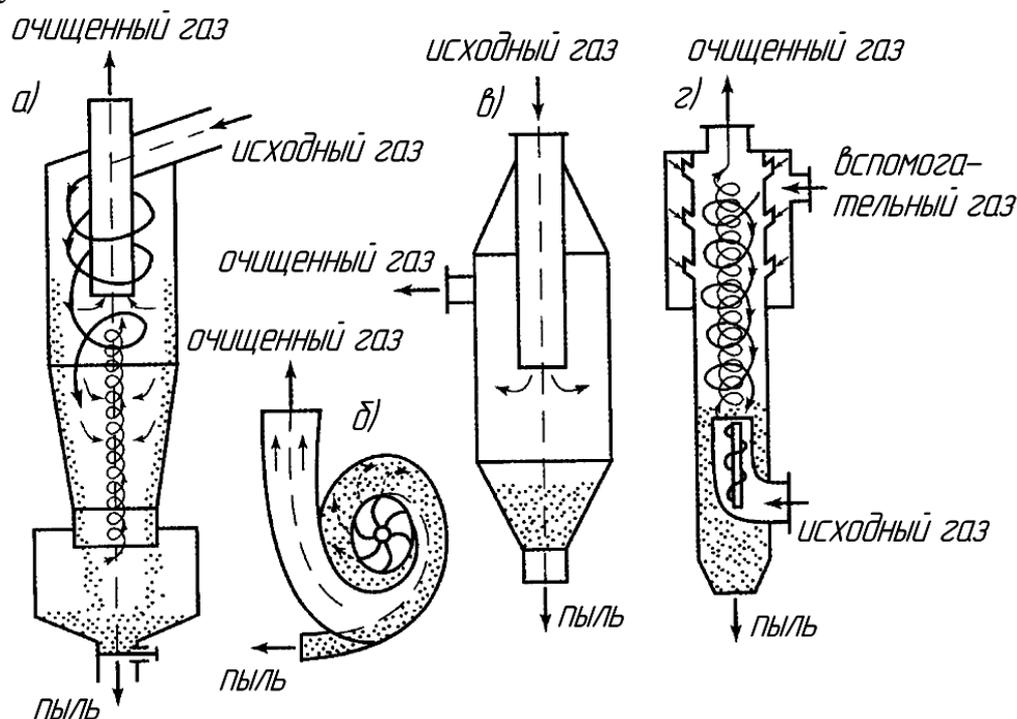


Рис. 5.6. Схемы пылеуловителей

Для тонкой очистки широко используются фильтры с зернистыми слоями (песок, титан, стекло и т.п.), гибкими пористыми перегородками (ткань, резина, полиуретан и др.), полужесткими и жесткими перегородками (вязаные сетки, керамика, металл и др.).

Часто применяют несколько ступеней очистки пылегазовых выбросов, и почти всегда одной из них является электрофильтр.

Электрофильтры высокоэффективны в борьбе с пылью и туманом, работают на принципе осаждения ионизированных примесей на специальных электродах. Ударная ионизация газа происходит в зоне коронирующего разряда, возникающего между цилиндрическим конденсатором и осадительным электродом, расположенным по оси цилиндра. Аэрозольные частицы в этой зоне адсорбируют на своей поверхности заряженные ионы и осаждаются на электродах.

Мокрые пылеуловители, как правило, применяют для тонкой очистки, что требует систем водоподготовки и шламоудаления. Кроме того, жидкость должна быть раздроблена на капли или пленки для увеличения адсорбирующей поверхности. Конструктивно это достигается разными способами.

В форсуночном скруббере (рис. 5.7, б) вода дробится центробежным или струйным распылителем (форсункой), а в центробежном (рис. 5.7, в) газ, как в циклоне, подается через тангенциальные (касательные к стенке) входные каналы, обеспечивающие закрутку и движение газа навстречу жидкости.

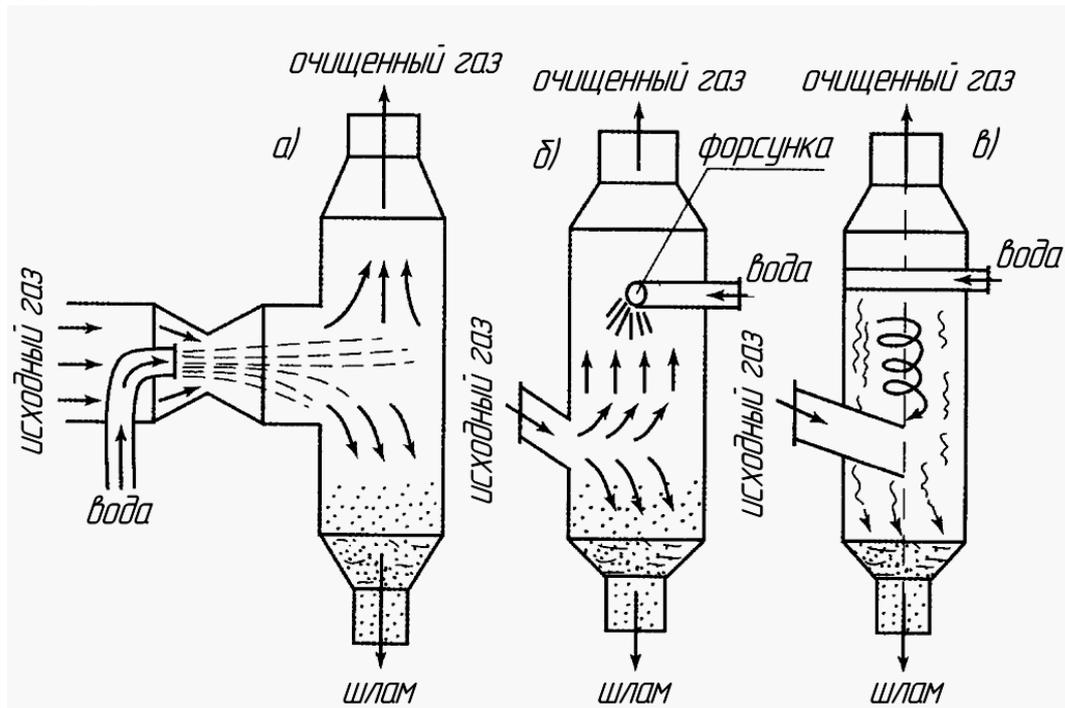


Рис. 5.7. Схемы скрубберов:

а – Вентури; б – форсуночного; в – центробежного

5.8.2 Газо- и пароочистители

Эти аппараты по принципу действия можно подразделить на пять групп.

Наиболее распространены скрубберные газоочистители, которые практически не отличаются от скрубберных пылеуловителей (зачастую они выполняют двойную функцию пыле- и газоулавливания).

Работают они по принципу *абсорбции* – поглощения веществ жидкостью (абсорбентом). В качестве абсорбентов применяют воду (для поглощения аммиака, хлористого и фтористого водорода и т.п.); растворы сернистой кислоты и суспензий вязких масел (для хлора, сернистого ангидрида и т.п.), растворы извести или едкого натра (для окислов азота, хлористого водорода) и др.

Метод хемосорбции основан на химической реакции при поглощении газов и паров жидкими поглотителями с образованием малолетучих и слабо растворимых соединений. Например, для отделения сероводорода

применяют щелочные растворы, причем процесс идет в скрубберных аппаратах того же типа, что и для метода абсорбции.

Метод *адсорбции* (задержания, извлечения) основан на способности некоторых твердых пористых тел селективно (избирательно) извлекать элементы. Адсорбентами чаще всего служат:

- активированный уголь, имеющий поверхность пор до 10^5 – 10^6 м²/кг, хорошо адсорбирует сернистые соединения, органические растворители и др.;

- оксиды простые и комплексные типа силикагеля, глинозема, цеолитов; они обладают высокой селективной способностью, которая, однако, снижается при повышении влажности газов.

Иногда сорбенты обрабатывают реактивами для хемосорбции. Адсорбенты требуют регенерации, которая чаще всего производится нагревом, продувкой паром или специальным реагентом.

Три других метода в настоящее время применяются значительно реже и лишь для небольших выбросов: *термический* (дожигание), *каталитический* (реакция на катализаторы) и *биохимический* (работа микроорганизмов).

Прямое сжигание – разновидность термического метода – применяется при утилизации горючих отходов, с трудом поддающихся другой обработке (например, для лакокрасочной промышленности). Каталитическая обработка экономнее термической по времени процесса, но требует особого внимания к активности катализатора и его долговечности. Во многих случаях катализаторами служат благородные металлы или их соединения: платина, палладий, оксиды меди, марганца и др. Эффективность метода повышается с ростом температуры газов. Наиболее широко применяются каталитические нейтрализаторы для отработанных газов автомобилей.

Биохимическая очистка применяется для очистки газов, состав которых слабо меняется. Этот процесс происходит в биофильтрах или биоскрубберах, где микроорганизмы находятся в фильтрующей насадке из почвы, торфа, компоста и т.п. или водной суспензии активного ила.

В целом выбор системы очистки определяется многими факторами, важнейшие из которых:

- номенклатура и концентрация загрязнителей, их вредность;
- требуемая степень очистки (с учетом фонового загрязнения);
- объемы выбросов, их температура и влажность;
- наличие сорбентов и реагентов;
- потребность в продуктах утилизации;
- стоимостные оценки.

Сейчас главное – обеспечить максимальное снижение выбросов вредных веществ и теплоты, возврат их в исходный технологический процесс.

Для современного производства, как правило, требуется многоступенчатая очистка, особенно если номенклатура примесей многообразна. Так, при производстве электронной аппаратуры количество вредных ве-

ществ доходит до 20–30 наименований: от углекислого газа и пыли до соединений меди и свинца, формальдегида и эпихлоргидрина. Поэтому необходимы сухие и мокрые аппараты, адсорбенты и абсорбенты наряду с электрофильтрами. Но и для этого производства основная задача – уменьшение объема и перечня отходов, их рециклизация, создание замкнутых циклов.

5.9 Общие сведения о расчетах выбросов из стационарных источников

Основная задача расчетов – определение количества вредных веществ, которые могут поступить от данного источника за единицу времени (в секунду, сутки, квартал, год). Необходимо также определить предельно допустимые выбросы при данных условиях, сравнить их с ожидаемыми фактическими и оценить плату за загрязнение среды.

На основе этих расчетов делают вывод о необходимости очистки выбросов и дают технико-экономическую оценку вариантов систем очистки; рассчитывают рассеивание выбросов в атмосфере; определяют концентрации вредных веществ в приземном слое и уточняют границы санитарно-защитной зоны.

Расчеты выбросов для каждого типа источников достаточно специфичны, методики их излагаются в специальной литературе. Подчеркнем лишь общие стороны.

Если речь идет о сжигании топлива, то исходными данными для расчета являются:

- вид топлива;
- его расход B ;
- теплотворность H_u ;
- его поэлементный состав X_i , (т.е. процентное содержание С; Н; N; S; О и др.);
- параметры Y , характеризующие организацию процесса сжигания, и конструктивные характеристики агрегатов Z .

Далее для каждого вещества расчет ведут по полуэмпирическим зависимостям, которые функционально выглядят так:

$$M_i = f(B, H_u, X_i, Y, Z), \quad (5.4)$$

Приведем, например, зависимость для определения массы выбросов сернистого ангидрида SO_2 при работе котельной:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot S^p \cdot B \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}),$$

где S^p – содержание серы в топливе, %; η'_{SO_2} – доля SO_2 , связанная золой (зависит от вида топлива); η''_{SO_2} – доля SO_2 , улавливаемая с золой в пылеуловителе, если он есть; B – расход топлива, г/с.

Аналогичные зависимости имеются для большинства веществ; к сожалению, пока их нет для бенз(а)пирена, диоксинов и им подобных соединений.

При работе технологического оборудования массы выбросов M_{ij} определяются для данного i -го вещества через удельные выбросы на единицу типовой продукции или на единицу оборудования для данной j -й операции g_j ; чаще всего не в секунду, а в час, г/ч:

$$M_{ij} = m_{ij} \cdot k \cdot N; \quad (5.5)$$

$$M_{ij} = g_{ij} \cdot P, \quad (5.6)$$

где m_i – выбросы i -го вещества на единицу типовой (условной) продукции; k – коэффициент подобия для пересчета реальной единицы продукции на условную (по габаритам, массе и т.п.); N – объем продукции в час; g_j – удельный выброс на единицу оборудования, г/ч; P – количество единиц оборудования, шт.

Например, при производстве электронного оборудования, где основными элементами, определяющими выбросы, являются печатные платы, для каждой из основных операций (получение заготовок, гальванообработка и др.) имеются величины m_i , в граммах на одну условную печатную плату заданных размеров, причем для всех ожидаемых веществ (пыли, стеклотекстолита и меди, аммиака, фенолов и др.). Остается только для каждой операции подсчитать величины по формуле (5.5), определив предварительно коэффициенты подобия k и зная производительность N .

По формуле (5.6) рассчитывают выбросы от ремонтно-механических цехов, столярных мастерских и т.п. Величины удельных выбросов берутся по справочникам; в некоторых случаях они даны не на единицу времени, а на основную величину, характеризующую процесс. Например, для аккумуляторного участка удельные выбросы серной кислоты приводятся в граммах на ампер-час. Соответственно выбросы должны рассчитываться умножением на емкость батарей, их количество и количество зарядок. Выбросы при сварке определяют по массе расходуемых электродов и т.д. Для каждого вредного вещества после расчетов по формулам (5.5) или (5.6) определяют валовые выбросы в сутки, квартал, год по условиям работы (трехсменная, двухсменная, без выходных и т.п.):

$$M_{i_\Sigma} = \sum_{i=1}^j M_{ij} \cdot T, \quad (5.7)$$

где T – годовой фонд работы оборудования, ч.

Эти выбросы для каждого вещества сравнивают с величинами ПДВ_{*i*}, подсчитанными по формулам (5.2) и (5.3) из условия (5.1) и переведенными соответственно на квартал или год, и определяют, если $M_{i_\Sigma} > M_{ПДВ_i}$, необходимую степень очистки \mathcal{E}_i :

$$\mathcal{E}_i = \frac{M_{i_\Sigma} - M_{ПДВ_i}}{M_{i_\Sigma}} \cdot 100 \%. \quad (5.8)$$

Оценка «приоритетности» выбросов по их влиянию на загрязнение атмосферы может быть сделана с помощью универсального показателя вредности (УПВ), как показано в п. 5.14.

5.10 Понятие о выбросах от передвижных источников

Закон об охране окружающей среды требует от всех юридических и физических лиц, осуществляющих эксплуатацию (ст. 45) и проектирование (ст. 34 и 36) автомобильных и иных оказывающих негативное воздействие на ОС транспортных средств, соблюдения нормативов допустимых выбросов в атмосферу.

Транспортные средства загрязняют воздух веществами, которые выбрасываются вместе с отработавшими газами (ОГ). Ранее при сопоставлении экологических характеристик различных топлив (табл. 5.3) рассматривались лишь токсичные вещества (в сравнении между собой). Но в составе ОГ имеются и нетоксичные, и невредные вещества (см. табл. 5.5).

Таблица 5.5

Типовой состав отработавших газов двигателей

Вещество	Формула	Объемная доля, % и массовая, мг/м ³		Токсичность, вредность (т; н/т; вр; н/вр)
		бензиновый	дизельный	
Кислород	O ₂	0,05–8,0	2,0–18,0	н/т; н/вр
Двуокись углерода	CO ₂	5–12,5	1–12	н/т; вр
Пары воды	H ₂ O	3–13	0,5–10	н/т; н/вр
Азот	N ₂	74–77	76–76	н/т; н/вр
Окислы азота	NO _x	0,05–0,5	0,1–1	т; вр
Оксид углерода	CO	0,1–10	0,01–0,5	т; вр
Углеводороды (без бенз(а)пирена)	C _x H _y	0,2–2,0	0,01–0,5	т; вр
Сажа, мг/м ³	C	до 100	до 20000	т; вр
Бенз(а)пирен, мкг/м ³	C ₂₀ H ₁₂	25	100	т; вр
Окислы серы	SO ^x	0,003	0,015	т; вр

Механизм образования и действия важнейших из приведенных в табл. 5.5 веществ достаточно подробно описан в специальной литературе (например, работы ученых МАДИ под руководством проф. В.Н. Луканина и Ю.В. Трофимова). Напомним наиболее важные моменты этого механизма, касающиеся общих положений промышленной экологии.

Диоксид углерода CO₂ – не токсичное (н/т), но вредное (вр) вещество в связи с фиксируемым повышением его концентрации в атмосфере и влиянием на так называемый «парниковый эффект». Измеренная доля CO₂ в выбросах автомобилей в 300–500 раз выше, чем в атмосферном воздухе. Образование CO₂ происходит в камере сгорания, окисление CO до CO₂ продолжается в выпускной трубе, а также нейтрализаторах (дожигателях), устанавливаемых на современных автомобилях.

Оксид углерода CO – токсичное вещество, образующееся при сгорании углеводородного топлива с некоторым недостатком воздуха и при диссоциации CO₂ (при температурах, больших 2000 К). Воздействует на

организм человека, угнетая психические функции и вызывая удушье.

Оксиды азота NO_x представляет набор шести соединений (от закиси азота до пятиоксида). В двигателях из них преобладает NO (до 99 % в ДВС и более 90 % – в дизельных). Значительное влияние на выход NO оказывает неравномерность температурного поля в зоне горения и присутствие паров воды, которая в цепной реакции окисления N₂ является ингибитором. Оксиды азота вызывают острые отравления, нарушения обмена веществ, а также аллергию, нервные расстройства, злокачественные новообразования.

Углеводороды C_xH_y образуются в двигателях в результате пиролиза и синтеза (реакции цепочно-теплового взрыва). Их количество определяется качеством организации горения: чем выше неполнота сгорания, тем больше углеводородов, т.е. неоднородность топливо-воздушной смеси по сечению цилиндра, пропуск зажигания в отдельных циклах или цилиндрах, прекращение горения в отдельных зонах при низких температурах способствуют росту углеводородов. Среди C_xH_y наиболее токсичны полиароматические углеводороды (ПАУ), а из них наибольшая токсичность – у бенз(а)пирена C₂₀H₁₂. **Бенз(а)пирен** образуется одновременно с сажей и практически всегда сопутствует ей. Он является сильнейшим канцерогеном и тератогеном.

Сажа является твердым углеродом и основной составляющей твердых частиц в ОГ. Кроме сажи в них присутствуют оксиды металлов, диоксид кремния, сульфаты и др. Сажа образуется при термическом разложении углеводородов при недостатке кислорода – при объемном пиролизе. Этот процесс характерен для дизелей в зонах, обедненных кислородом. Кроме того, чем больше соотношение С/Н в топливе, тем выход сажи выше. На поверхности сажи всегда присутствуют твердые мельчайшие включения ПАУ, что заставляет относить сажу к опаснейшим загрязнителям.

Оксиды серы SO_x и, прежде всего, диоксид серы SO₂ образуются по механизму, близкому к образованию СО для серосодержащих горючих. Соединения серы вызывают раздражение слизистых оболочек, заболевания дыхательных путей, головную боль.

Свинец Pb в составе твердых частиц (из-за использования этилированных бензинов) присутствует в виде галогенидов свинца, механизм образования которых идентичен механизму появления сажи. Свинец и его соединения вызывают нарушения процессов кроветворения, повреждения печени и почек, неврологические эффекты, угнетают процессы развития и роста организма, способствуют развитию слабоумия (см. также п. 5.5). С 2003 г. использование этилированного бензина в России запрещено законом.

5.11 Общие сведения об определении выбросов от автомобилей

Выбросы от автомобилей определяются на расчетном участке или в расчетной точке в виде пробеговых (на километр пути) или валовых (в секунду, в час, в год) масс вредных веществ. Расчеты основываются на экспериментальных данных по выбросам конкретных автомобилей и изме-

ренной (или заданной) интенсивности транспортного потока N_{Σ} , автомобилей в час. Наиболее распространены три разновидности таких оценок:

- расчет часовых валовых выбросов в узлах и пробеговых на участке по аппроксимирующим зависимостям или графикам;
- расчет по удельным расходам топлива;
- расчет по удельным выбросам.

В первых двух случаях рассчитываются лишь три основные группы вредных веществ: окислы азота, углерода и углеводороды. Остальные компоненты в случае необходимости могут быть пересчитаны по соотношениям между удельными выбросами, экспериментально определенными в третьей методике.

Результаты расчетов приводятся в величинах валовых массовых пробеговых (на 1 км) M_{np}^i или узловых M_y^i – выбросах в секунду или час. Для дальнейших оценок загрязнения необходимо привести узловые выбросы к единице пути (1 км) и только после этого суммировать их с пробеговыми. Приблизительно можно принимать, что величина этих выбросов равномерно распределена по всему расстоянию между соседними светофорами $L_{c\phi_n}$. Если на расчетном участке один светофор, то выбросы распределяются по длине этого участка (величине пути) $L_n = L_{c\phi_n}$:

$$M_{\Sigma}^i = M_{np_n}^i + \frac{\sum M_{y_n}^i}{L_{c\phi_n}}, \quad (5.9)$$

где n – участок; i – вредное вещество для потока автомобилей интенсивностью N_{Σ} , 1/ч.

После такого приведения и суммирования можно оценить валовые выбросы на данном участке за сутки, квартал или год. При оценке важно знать, какая интенсивность N_{Σ} принята в расчетах. Если это среднесуточная интенсивность, и она определена по результатам многодневных наблюдений, то годовые валовые выбросы получаются умножением на число часов в году и переводом килограммов в тонны ($365 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 8,76$):

$$M_{\Sigma_n год}^i = 8,76 M_{\Sigma_n}^i, \quad (5.10)$$

где $M_{\Sigma_n}^i$ – валовые выбросы i -го вещества в час на n -м участке.

Если же в качестве расчетной интенсивности принимается максимальная (пиковая) интенсивность транспортного потока $N_{\Sigma_{max}}$, то необходимо предварительно оценить связь между нею и среднесуточной N_{Σ} на данном участке. В настоящее время единого переводного коэффициента ϕ_{cym_n} для этого случая нет: для разных участков в различных городах этот коэффициент отличается в несколько раз. Тем не менее при пересчете валовых выбросов в годовые, если величина валовых часовых выбросов определена по максимальной часовой интенсивности $N_{\Sigma_{max}}$, необходимо учитывать поправку ϕ_{cym_n} :

$$M_{\Sigma_n год}^i = 8,76 \cdot \phi_{cym_n} \cdot M_{\Sigma_n}^i. \quad (5.11)$$

По нашим исследованиям для наиболее напряженных транспортных магистралей крупных городов, которые частично используются транзитным автотранспортом, можно принимать наибольшее значение коэффициента осреднения $\varphi_{c_{\text{сум}_n}} = 0,5$. Для других улиц наиболее часто применяются значения $\varphi_{c_{\text{сум}_n}}$ от 0,2 до 0,3.

Годовые валовые выбросы получены умножением суточных на число дней в году. Для более точных оценок необходимо ввести поправку на уменьшение транспортных потоков в определенные дни и периоды года (например, выходные и неблагоприятные для поездок дни, отпускной период и др.).

Покажем, как определяются величины валовых массовых секундных и часовых выбросов M^i по различным методикам.

5.12 Особенности определения выбросов от дизелей железнодорожного транспорта

Дизельные двигатели применяются на локомотивах при грузовых и пассажирских перевозках, а также на рефрижераторах и в путевой технике. Они создают, прежде всего, локальную область загрязнений в районе станции, депо, железнодорожных узлов и др.

Доля выбросов от дизелей железнодорожного транспорта в общем балансе выбросов вредных веществ в России в настоящее время невелика и составляет около 0,5 % (от всех выбросов передвижных источников транспортного комплекса это немногим более 1 %). И это несмотря на то, что один тепловоз по валовым вредным выбросам при прочих равных условиях эквивалентен десятку грузовых автомобилей (по составу эти выбросы не отличаются от величин, приведенных в табл. 5.4).

В отличие от автотранспорта, абсолютная и относительная масса выбросов которого постоянно увеличивается, выбросы дизелей железнодорожного транспорта сокращаются за счет перехода на более экономичные модели со сниженными удельными расходами топлива, применения новых нейтрализаторов и продолжающегося перевода подвижного состава на электротягу.

Расчет выбросов от железнодорожных дизелей принципиально не отличается от описанных выше методик для стационарных объектов и автотранспорта.

Основная особенность этих расчетов – подробный учет удельных выбросов вредных веществ, расхода топлива и времени работы на различных режимах функционирования дизеля: от холостого хода до максимальной мощности P_e (обычно через каждые 25 %).

Обширный экспериментальный материал при этом применительно к дизелям рефрижераторных вагонов, путевой техники и маневровых тепловозов позволяет использовать расчетные формулы, аналогичные зависимостям (5.5), (5.6) и (5.7), для технологического оборудования:

$$M_1^i = \sum_{j=1}^j q_{1j}^i \bar{t}_{1j} K_T K_K, \quad (5.21)$$

где M_1^i – выбросы i -го вещества на всех j -х режимах данного дизеля, кг/ч; q_{1j}^i – удельные выбросы на данном режиме работы дизеля, кг/ч; \bar{t}_{1j} – относительное время работы дизеля на данном режиме, доли; K_T, K_K – коэффициенты износа за счет трения и влияния климата соответственно.

При этом для дизелей путевой техники удельные выбросы в справочных данных приводятся не только в зависимости от режима (и времени работы), но и на единицу произведенной работы за час (на 1 кВт·ч).

Полученная величина M_1^i по данному вредному веществу пересчитывается на год (или в квартал) умножением на число дизелей Z и время их работы t в часах за этот период (аналогично тому, как это делается для автомобилей).

В последнее время для всех тепловозов (магистральных, маневровых) отработана методика расчета выбросов по количеству топлива (фактически израсходованному за отчетный период или предполагаемому по нормам – прогнозному).

В связи с изменением системы платежей за загрязнение среды выбросами от передвижных источников (с 2003 г. платежи рассчитывают по расходу топлива) эта методика представляет больший интерес, чем ранее применявшаяся – по пробегу или объему выполненной грузовой работы. При таких расчетах все тепловозы разбиваются на две большие группы: новые (после постройки) и остальные – прошедшие различные стадии технического обслуживания (четыре подгруппы). Для них установлены фактические удельные средние массы выбросов $g_j^{\text{ср.ф}}$ (для первой группы – новых) и эксплуатационные $g_j^{\text{экспл.ф}}$ (для остальных) на 1 т топлива (табл. 5.10).

Таблица 5.10

Фактические удельные средние и эксплуатационные выбросы тепловозов, кг/т

Вещество	$g_j^{\text{ср.ф}}$ (новые)	$g_j^{\text{экспл.ф}}$ (остальные)
Магистральные тепловозы		
NO _x	30,9	52,3
CO	6,6	11,2
C _x H _y	5,2	8,8
сажа	1,67	2,8
Маневровые тепловозы		
NO _x	10,9	29,0
CO	5,8	15,5
сажа	1,0	2,7

Аналогичные удельные выбросы разработаны и для нормирования работы тепловозов (они в 2–6 раз больше фактических).

Величину выбросов в час M_{1j}^i для тепловоза по данным табл. 5.10 можно подсчитать, если известен расход топлива:

$$M_{1j}^i = q_j \cdot G_{Tj} \cdot 10^{-3}, \quad (5.22)$$

где G_{Tj} – расход топлива, кг/ч.

Для прогнозных оценок в методике предусмотрены нормативные значения G_{Tj} в зависимости от различных типов тепловозов (табл. 5.11).

Расчеты по формуле (5.22) могут вестись по фактически израсходованному топливу за год или квартал в килограммах для известных типов и числа тепловозов.

Таблица 5.11

Нормированные расходы топлива G_{Tj} , кг/ч

Тип тепловоза	G_{Tj}^{cp} (новые)	$G_{Tj}^{экспл}$ (остальные)
Магистральные тепловозы		
ТЭ 116	212,8	118,7
ТЭП 70	302,4	180,5
ТЭ 121	242,7	134,8
ТЭ 10У	248,6	143,9
М 62У	157,9	107,1
Маневровые тепловозы		
ТЭМ 2УМ	77,0	27,2
ТЭМ 15	67,7	24,2
ТЭМ 7А	160,0	67,4

Расчеты выбросов от передвижных источников, методика которых рассмотрена в пп. 5.11–5.13, постоянно совершенствуются как в направлении расширения перечня учитываемых вредных веществ, так и по отношению к величинам удельных выбросов.

5.13 Начало экономической защиты окружающей природной среды (1991–2003 гг.)

Имеется три основных варианта государственного экономического воздействия на природоохранную деятельность. Речь идет о том, как государство должно собирать средства на эти цели и как их расходовать. (Вариант: государство не вмешивается в охрану природы, и оздоровление среды серьезно рассматривать нельзя).

Первый – затраты на охрану природы включаются в один из основных безадресных налогов (подходный, на прибыль или на добавленную стоимость). При этом исчезает связь между состоянием среды и величиной налога – он устанавливается одинаковым для «хорошего» и «плохого» природопользователя. Исчезает стимул к строительству природоохранных сооружений, улучшению технологий, созданию экологически чистой продукции. К тому же собранные средства ввиду их «обезличенности» могут тратиться на любые задачи, не связанные с охраной среды.

Второй – введение специального экологического налога на продукцию. При этом производство прямо индексируется по уровню воздействия на среду. Проблема в том, что в большинстве случаев очень сложно оценить этот уровень. Речь идет не только о продукции, проходящей через многих производителей (от добычи ресурсов до получения из них сырья, изготовления деталей, узлов и, наконец, сложного устройства), но и о различного рода физических (волновых) воздействиях на окружающую среду.

Чаще всего в государствах с рыночной экономикой применяется *третий* (описываемый далее) принцип сбора платежей за негативное воздействие на ОС в зависимости от масштаба загрязнения и в сочетании с льготным (природоохранным) налогообложением: экологическим кредитованием, зачетами расходов на оздоровление среды и т.д.

В России до сих пор не сформировалась целостная природоохранная налоговая политика. Еще в «Законе об охране окружающей природной среды» от 1991 г. статьей 24 предусматривались специальные экологические налоги, но «Налоговым кодексом» (1998 г.) они введены не были. В кодексе не нашлось место и для обоснования действующих с 1992 г. платежей за загрязнение среды, которые были введены постановлением Правительства от 28.08.1992 № 632, по известному принципу «загрязнитель платит». В свое время во многих странах по предложению специалистов Гарвардского института международного развития введены такие платежи. Они предлагали при взимании платежей рассматривать два варианта: загрязнение в пределах лимитов и выше. В последнем случае предлагалось увеличить плату в 100 раз. Наконец, специальным коэффициентом индексации предлагалось учитывать инфляцию. Именно это положено в основу платежей в России с 1992 г. После корректировки платежей по решению Конституционного Суда России с 2003 г. появились два коэффициента индексации: на 2003 г. и 2005 г. Например, с 2008 г. коэффициент индексации по отношению к 2003 составил 1,48, в 2009 г. – 1,62, в 2010 г. – 1,79, в 2011 г. – 1,93, в 2012 и 2013 гг. – соответственно 2,05 и 2,2, т.е. коэффициент индексации с 2008 г. по 2013 г. год вырос в 1,6 раза.

Плату за загрязнение среды определяли по всем веществам обычно за квартал и год, затем суммировали. Для веществ, выбросы которых не превышали разрешенных, расчеты платы Π_i , руб./кв. или руб./год, вели по массе M_{i_s} , т/кв. или т/год:

$$\Pi_i = C_i \cdot K_u \cdot K_s \cdot M_{i_s}, \quad (5.24)$$

где C_i – базовая цена выброса одной тонны, руб., по нормативам 1992 г. (была, например, CO – 0,005; NO₂ – 0,415; NO – 0,275; SO₂ – 0,370 руб./т и т.д.);

K_u – коэффициент индексации по отношению к 1992 г.;

K_s – коэффициент экологической ситуации для данной местности устанавливается по атмосфере или почве постановлением Правительства 2003 г. (например, для Ростова-на-Дону по атмосфере – 1,6 (с дополнительными коэффициентами для городов 1,2), по почве – 1,9).

Эта плата шла за счет себестоимости продукции. Если выбросы превышали разрешенные, то плата за все дополнительные выбросы производилась за счет прибыли:

$$П_i = Ц_i \cdot K_u \cdot K_э \cdot M_{\text{ПДВ}_i} + 5 \cdot Ц_i \cdot K_u \cdot K_э \cdot (M_{i_2} - M_{\text{ПДВ}_i}). \quad (5.25)$$

Если же выбросы были несанкционированные (на них не было ни ПДВ, ни ВСВ), то вся плата подсчитывалась по зависимости (5.24) и умножалась не только на 5, но и увеличивалась в пятикратном (штрафном) размере, т.е. умножалась в целом на 25.

В соответствии с законом РФ аналогичные расчеты проводились и за загрязнение воды, почвы. Могли меняться коэффициенты, базовые цены, но принцип «кратного» увеличения выплат за сверхлимитное или несанкционированное загрязнение среды оставался в силе.

Были особенности лишь в расчете платежей за выбросы автотранспорта. Разрешалось определять плату за загрязнение среды по расчетным выбросам от автомобилей, которые могли подсчитываться по пробегу и нормативным выбросам на 1 км пути. Эти расчеты были идентичны стационарным источникам. Второй способ – по числу автомобилей (и коэффициенту их использования), третий – по израсходованному топливу. Изменялись цены. Например, по второму способу автомобиль на неэтилированном бензине имел базовую цену платежей за загрязнение в год – 2,7 руб./авт.год, а загрязнение среды при сжигании 1 т неэтилированного бензина оценивалось 0,01 руб./т (это без соответствующих коэффициентов индексации и экологической ситуации). Коэффициент использования (при втором способе) подсчитывался как отношение рабочего времени автомобиля (по путевым листам) к общему расчетному времени (за квартал или год). В последнее время наибольшее распространение получил метод расчета по израсходованному топливу.

В 2002 г. платежи были приостановлены в связи с тем, что в ст. 16 Федерального закона об охране среды, вступившего в действие с 2002 г., было определено, что порядок платежей устанавливается федеральными законами (а не постановлением Правительства или ведомственными актами). Кроме того, в марте 2002 г. по иску ОАО «Кольская горнометаллургическая компания» Верховный суд РФ принял решение отменить платежи, признав их *налогами*, введенными незаконно. В июне того же года Кассационная палата Верховного суда подтвердила правильность этого решения. Конституционный суд РФ решением от 10.12.2002 в свою очередь отменил это решение, постановив, что платежи – не налоги, а *фискальные сборы*, пропорциональные ущербу, и правительство имело право их вводить. Следовало лишь уточнить коэффициенты, цены и порядок платы, закрепив их законодательно.

5.13.1 Упорядочение платежей с 2003 г.

Правительство Российской Федерации 12 июня 2003 г. приняло Постановление № 344, в котором утвердило новые нормативы платы и экологические коэффициенты. Коэффициент индексации не вводился, т.к. пла-

тежи в 2003 г. не требуют индексации, а в дальнейшем планируется принятие специального закона о плате за негативное воздействие на окружающую среду, где все эти спорные вопросы найдут разрешение. Новые базовые цены 2003 г. (нормативы платы за выброс 1 т загрязняющих веществ) в пределах лимитов изменились не очень существенно. Для уже упомянутых веществ это выглядит так: CO – 0,6 (т.е. увеличение в 120 раз, почти точно по величине K_{u2002}); NO₂ – 52; NO – 35; SO₂ – 21; бенз(а)пирен – 2049801; соединения ртути – 6833; соединения свинца – 6833 (тетраэтил свинец – 51245); фенол – 683; формальдегид – 683 и т.д.

В 2005 г. некоторые базовые цены были скорректированы: для золы углей разных бассейнов – от 7 до 103 руб./т; CH₄ – 50; сажи – 80 и др.

Следует отметить, что, как и при установлении базовых цен в 1992 г., так и при их корректировке в 2003 г., заложены крайне низкие ставки. Если в 1992 г. это еще казалось оправданным (первые шаги к рынку), то сейчас это уже не выдерживает критики. Анализ показывает, что базовые цены сейчас для единицы загрязнения у нас на порядок ниже, чем у ближайших соседей (например, по сравнению с Польшей – в 30 раз).

Для коэффициентов экологической ситуации величины установлены по экономическим районам и умножаются на 1,2 в городах. Например, для Центрального района – 1,9 (в городах – 2,28), Уральского – 2 (2,4), Северо-Кавказского – 1,6 (1,92).

Для передвижных источников (автомобилей, тепловозов и др.) предлагается загрязнение вычислять по израсходованному топливу, причем базовая цена (норматив платы за загрязнение) при сгорании 1 т для неэтилированного бензина – 1,3 руб./т; дизельного топлива – 2,5; газового – 1,2; керосина – 2,5. С 2015 г. эти платежи отменены с коэффициентом индексации, равным 2,33.

Коэффициенты индексации K_u устанавливаются с 2004 г. для всех природоохранных платежей (за сбросы, отходы) «Законом о бюджете» (с 2006 г. – отдельно для базовых цен по постановлениям № 344-03 и № 410-05). Так для цен по постановлению № 344 K_u был установлен в 2004 г. – 1,1; 2005 г. – 1,2; 2006 г. – 1,3; 2007 г. – 1,42; 2008 г. – 1,48; 2009 г. – 1,62; 2010 г. – 1,79; 2011 г. – 1,93; 2012 г. – 2,05; 2013 г. – 2,2. Соответственно им платежи только за счет увеличения цен в стране выросли по сравнению с прошлым годом для этих выбросов – в 2010 г. на 10,5 %, 2011 г. – 7,8 %, 2012 г. – 6,2 %, 2013 г. – 7,3 %. Для базовых цен по постановлению № 410-05 K_u (по отношению к 2005 г., а не к 2003 г.) был в 2005 г. равен 1, в 2006 г. – 1,1, а в 2011, 2012 и 2013 гг. – 1,58; 1,67 и 1,79 соответственно.

С 1 января 2016 г. произведена корректировка формулы платы за негативное воздействие на окружающую среду.

В соответствии с законом «Об охране окружающей среды» (в ред. Федерального закона от 29.12.2015 № 404-ФЗ, ст. 16-16.5), а также в соответствии с постановлением Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 приняты новые формулы расчета платежей и установлены новые ставки платы, которые для территорий и объектов, находящихся под особой охраной,

применяются с использованием дополнительного коэффициента, равного двум.

Согласно этим документам платежной базой для исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду является объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ либо объем или масса размещенных в отчетном периоде отходов производства и потребления.

Платежная база определяется лицами, обязанными вносить плату самостоятельно на основе данных производственного экологического контроля.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду исчисляется лицами, обязанными вносить плату самостоятельно, путем умножения величины платежной базы по каждому загрязняющему веществу, включенному в перечень загрязняющих веществ по классу опасности отходов производства и потребления, на соответствующие ставки с указанной платой с применением коэффициентов, установленных настоящей статьей, и суммирования полученных величин (прил. 5,6).

6 ЗАЩИТА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

6.1 Общие сведения о свойствах и запасах воды

Общие запасы воды на Земле по данным многих источников несколько разнятся, но близки к $1,5 \cdot 10^9$ км³, ее распределение в гидросфере показано на рис. 6.1 (тыс. км³).

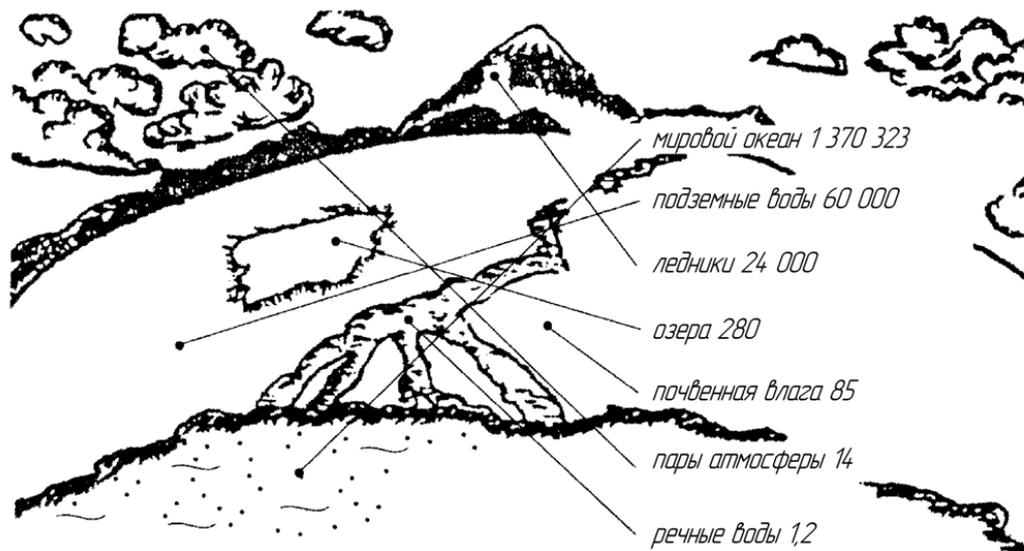


Рис. 6.1. Распределение воды, тыс. км³

Эти запасы распределены крайне неравномерно как по месту нахождения, так и по их солёности (составу). Солёные воды составляют около 94 % всех запасов и подразделяются на:

- солоноватые (1–25 г/л соли);
- морской солёности (25–50 г/л);
- рассолы (свыше 50 г/л).

Площадь солёных вод (морей, океанов) – чуть более 70 % поверхности Земли. Пресные же воды (менее 1 г/л соли) составляют чуть меньше 6 % запасов или в абсолютном выражении 90 млн км³. Но вся беда в том, что из пресных вод лишь около 3 % – легкодоступные запасы типа рек, озёр и водохранилищ, остальное – ледники, подземные воды. Таким образом, мы можем использовать лишь около 2,5 млн км³ воды. Это очень немного! А ведь часть этой воды загрязнена и непригодна к использованию.

Все воды составляют гидросферу, обновляющуюся в неизменном обмене. Считается, что для полной смены воды в атмосфере необходимо до 9–10 суток, в реках – 12–20 суток, морях – 2,5–3 тыс. лет, океанах – 30–40 тыс. лет. Эти данные свидетельствуют об особой опасности загрязнения водоемов: оно устойчиво сохраняется длительное время.

В круговорот воды ежегодно вовлекается около 0,7–0,8 млн км³ воды. Но больший интерес представляет речной сток, который для всей Земли дает лишь 40 тыс. км³ воды в год. Из этих запасов примерно девятая часть – 4,4 тыс. км³ – в границах бывшего СССР (больше лишь в Брази-

лии). Однако в европейской части России, где проживает 70 % населения, лишь 20 % запасов воды – меньше, чем в любой части нашей страны. Самые полноводные реки нашего государства расположены в Сибири – Лена, Енисей. Годовой сток рек европейской части составляет: Волга – 243 ± 50 км³ (выпадающие по водности годы: 1916 г. – 382 км³, 1921 г. – 162 км³), Дон – $29,5 \pm 20$ км³. Для р. Дон последние годы водосток сокращался до 16 км³. Прогнозы климата для Южного федерального округа, сделанные по Госконтракту ФГБУ им. А.И. Воейкова до 2050 г., неутешительны: падение стока примерно на 25 % для рек Донского бассейна. Уже в 2012 г. объем стока Дона составил 16,3 км³ (75 % от последней нормы и меньше, чем 2006 г. на 41 %. Это данные результатов НИР «СевКавНИВХ»). Среднегодовой расход – 900 м³/с. Это в 5–6 раз меньше, чем у Северной Двины, Печоры. Объем собственного стока на 1 жителя в зоне Донского бассейнового водохозяйственного управления – около 1600 м³/г, что в 16 раз меньше, чем в целом по России. В 2011 г. зафиксирован самый низший уровень в Цимлянском водохранилище за 20 лет. А ведь здесь сосредоточены крупные промышленные объекты, включая Ростовскую (Волгодонскую) АЭС.

Бассейн Волги составляет более 60 % европейской части страны. Отбор воды на нужды населения, промышленности и сельского хозяйства – около 30 км³/год, сток зарегулирован 9 крупными гидроузлами (не считая еще 3 на р. Кама).

Особую тревогу вызывает экологическая ситуация в дельте Волги. Уровень Каспийского моря в последнее время уменьшился на 0,5 м (по материалам II межрегиональной НПК «Водные ресурсы Волги» в 2012 г.), почти 44 % стоков сбрасывается в реку недостаточно очищенными. В акваторию Каспия ежегодно поступает около 28 км³ сточных вод, из них 11 км³ – загрязненных. По данным Института экологии Волжского бассейна РАН коэффициенты загрязнения бассейнов Оби – 1,7, Енисея – 0,5, Лены – 0,02, а Волги – 7. И в этих условиях ряд руководителей всерьез рассматривал проект строительства новой судоходной артерии между Каспийским морем и Азово-Черноморским бассейном в первую очередь для транзита Каспийской нефти и других грузов. Это могло бы вызвать дополнительный дефицит воды не только в реках Дон и Кубань, но и Волге и привести к катастрофическим изменениям вдоль всей трассы – вдоль аридной зоны с грунтами высокой водопроницаемости, подверженных размываемости. В данном случае здравый смысл победил. Надеемся, что навсегда. Обнадеживают лишь планы создания природного парка «Волго-Ахтубинское междуречье» (площадь 2000 км²).

В Азовское море поступает стоков около 14 км³, из них 4 км³ – загрязненных. Запасы воды в южной части европейской территории России в целом составляют от общих российских – до 20 %, а население здесь – до 70 % от российского! 90 % российских рек уходят в бассейны Северного-Ледовитого и Тихого океанов.

Воды не везде достаточно. Считается, что если общий расход воды в год на 1 человека меньше 200–300 м³, то «удельная водность» низка. По

данным Всемирной организации здравоохранения в мире около 1,2 млрд человек страдают от нехватки воды, а такие страны, как Алжир, Голландия, Сингапур и другие, импортируют воду. Около 60 % водных ресурсов, пригодных к использованию, сосредоточены в пяти странах: Бразилии, России, Китае, Канаде, Индонезии, США. Но, как выше сказано, далеко не везде в России благополучно с водой.

Каковы же свойства воды? Вода – продукт полного окисления водорода кислородом. Одиночные молекулы находятся в состоянии пара, а в жидком и твердом виде они ассоциируются в n молекул, и потому условная формула записывается так: $H_2O \cdot n$. Физические свойства воды отличаются ее от всех тел: они аномальны.

1 Максимальная плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ достигается при $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

2 При замерзании вода расширяется, а не сжимается, как все другие вещества, и $\rho_{\text{льда}} < \rho_{\text{воды}}$ (сосуд с водой при ее замерзании может лопнуть).

3 Удельная теплоемкость воды чрезвычайно велика по сравнению с другими естественными веществами (кроме водорода и аммиака).

Эти свойства воды *обеспечивают жизнь в водоемах*. Если бы лед был тяжелее воды, то водоем всегда полностью промерзал бы (начиная с придонной области), и жизнь в нем была бы невозможной. Большая теплоемкость также уменьшает колебания температуры воды и позволяет управлять погодой, отдавая накопленное тепло при похолодании и аккумулируя его при потеплении. Там, где воды мало, суточные и годовые колебания температуры всегда велики.

Вода не только обеспечивает жизнь, она – сама жизнь. Человек на 60–65 % состоит из воды, а его мозг – на 82–85 %! Недаром В. Вернадский считал, что «жизнь – это особая коллоидная система, особое царство природных вод».

Следует признать, что это «царство» нами серьезно загрязнено. По данным Минприроды России, лишь 1 % основного источника воды страны – поверхностных вод – соответствует гигиеническим требованиям. Россия – не исключение: не лучше их состояние практически во всех странах мира. Выпивая за свою жизнь от 60 до 80 т воды, человек вынужденно подвергает свой организм опасности. Недаром Луи Пастер во времена, когда еще загрязнение водных источников было не столь существенным, утверждал, что 80 % своих болезней человек выпивает. Всемирная организация здравоохранения считает этот показатель еще выше (до 85 % болезней передается с водой), а уровень смертности в мире от этого – до 25 млн человек в год.

6.2 Основные потребители воды. Способы снижения расходов

Подсчитано, что среднегодовое потребление воды на каждого жителя Земли составляет 800 м^3 (8000 тыс. л или 80 тыс. ведер, т.е. в день около 230 ведер! Конечно, имеется в виду весь расход – и бытовой, и хозяйственный). В развитых странах ежедневно расходуется 3–5 тыс. л воды,

т.е. в год 1,2–2 тыс. м³ на человека. К основным потребителям пресной воды относятся: сельское хозяйство, промышленное производство, включая энергетику, и коммунальное хозяйство. Из других отраслей народного хозяйства можно выделить водный транспорт и рыбное хозяйство.

Еще не так давно водные ресурсы считали неисчерпаемыми, не учитывая, что вода также загрязняется стоками и не всякая вода пригодна для использования. Состояние воды (пресной) все ухудшается, а потребности в ней растут.

Распределение водопотребления в границах бывшего СССР приведено в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Водопотребление, км ³ /год					
	1940 (СССР)	1980 (СССР)	1990 (РФ)	2000 (РФ)	2007 (РФ)
Население (коммунально-бытовые нужды)	3	11,7	14,6	13,6	11,6
Промышленность (из них – по питьевой воде)	7	64,2	54,1	38,8	38,0
	–	4,3	5,3	3,7	3,5
Сельское хозяйство (+ орошение)	11,0	23,0	20,5	10,6	9,0
Итого (в т.ч. потери)	88	113,3	106,1	75,9	65,6
	49	–	–	–	–
Водозабор из: поверхностных источников	–	101,9	93,2	65,7	61,0
	–	11,4	12,9	10,2	8,6
подземных источников	–	–	–	–	–
Сброс сточных вод	–	15,4	27,8	20,3	17,2

Величина водопотребления в развитых странах на одного жителя (1,2–2 тыс. м³ в год) получена делением всего водопотребления на число жителей. Если же взять только чистый расход на потребности населения, то результаты будут в 10–20 раз меньше, т.е. за сутки – до 550 л. Иными словами, на водопотребление в быту идет (без учета водохранилищ) 5–10 % от общего расхода.

Так, в 1980 г. общий забор воды на коммунально-бытовые нужды в СССР составлял 22,5 км³, и около половины этого объема в той или иной степени очищалось и возвращалось в водоемы. В промышленности расходовалось 100 км³ (это около 100 млрд т), причем из них благодаря оборотному водоснабжению экономилось 40 км³. Всего промышленный расход составляет от 10 до 30 %. На нужды сельского хозяйства уходило до 50–70 %!

В табл. 6.1 данные до 1990 г. приведены для всего СССР, а за 2000–2007 гг. – только для России. Но не только этим объясняется существенная разница в величинах расходов и их относительных долях. Объективно доля

расходов воды на орошение и общие нужды сельского хозяйства уменьшилась до 25–30 % – пропорционально снижению объемов производства. Доли промышленного и коммунально-бытового водопотребления возросли до 50 и 20 % соответственно. При этом уменьшение абсолютных объемов водопотребления объясняется не только перестройкой хозяйства и надзорных экологических органов в РФ, потребовавшей экономии водных ресурсов, но и изменением системы учета. Этим же объясняется, по-видимому, вызывающий большие сомнения малый процент утечек (около 10 %, а по другим данным – 15,7 %, что также маловероятно).

Каковы же способы снижения расходов воды? Прежде всего, необходимо разделить воду для коммунально-бытовых нужд и для промышленности. Вода питьевого качества не должна идти на технологические нужды – это слишком дорого и нецелесообразно! Считается, что рост расхода на 1 % требует увеличения подвода электроэнергии на 2,7 %, если речь идет о питьевой воде. Специалисты США утверждают, что на питьевые нужды человеку в день необходимо около 1 л воды, и эту воду – высокого качества – специально готовят, разливают в одно- или пятигаллонные емкости и продают (1 галлон – 3,7 л. Стоимость от 0,5 до 0,9 долл.⁶). По разным оценкам от 60 до 70 % американцев постоянно потребляют эту воду. В других развитых странах разделение питьевой и технической воды резко снизило расходы на одного жителя в сутки. Так, эти расходы для Лондона – 170 л, Парижа – 160 л, Брюсселя – 85 л, Праги – 345 л. В США на 1 жителя в год расходовалось 135 л в сутки, а в Ростове-на-Дону – около 700 л. Структура потребления воды жителями США такова. На питье и приготовление пищи – 5 % от потребляемой человеком воды; 45 % – расход смывного бачка; ванна, душ – 34 %; мытье посуды – 6 %; стирка – 4 %; уборка – 3 %; прочее (включая полив лужайки, мойку машины и т.п.) – 3 %. С очевидными коррективами это можно применить и к жителям благоустроенных городов России.

Для уменьшения расходов питьевой воды необходимо:

- установить на нее повышенный тариф для промышленных потребителей и оптимальный для населения. Установить водомеры и взимать плату за реальный расход, а не за пустую трубу. Так, например, с жителей в США за 1 м³ в разных штатах (в зависимости от удельной водности территории) берут от 0,1 до 1 долл.;

- снизить утечки в домах за счет совершенствования арматуры и повышения культуры населения;

- исключить утечки воды на магистральных трубопроводах.

В системах городского водовода утечки воды достигают до 30 %, а в некоторых городах и больше. В Ростове-на-Дону утечки из горводопровода достигают до 50 %. Одни только смывные бачки при емкости не более 10 л (расчетный расход на семью из четырех человек – до 150 л/сут.) пропус-

⁶ С 2000 г. такую бутилированную воду производили в г. Азове, но цена ее на порядок меньше – 0,25 руб. за 1 литр.

кают до 400–500 л/сут. По данным Академии коммунального хозяйства утечки через бачки в среднем составляют 21 % от поступающей в квартиры воды. Недаром сейчас в Швеции, например, стали применять сдувные бачки, а в Англии – бачки новой конструкции с автоматикой. В США в 1994 г. был принят специализированный закон, требующий в целях экономии воды в домах устанавливать смывные бачки объемом 5 л (вместо 15 л).

К сожалению, у нас над этим мало задумываются. Например, мы держим кран открытым при чистке зубов, разглядывании себя в зеркале и т.д. Бесплезно утекают десятки литров питьевой воды. Вот и получается, что при очень высоком суммарном водопотреблении на одного жителя в Ростове-на-Дону (от 650 до 750 л/сут.) воды не хватает. Специалисты считают, что при нынешнем состоянии горкоммунхоза Ростову-на-Дону необходимо еще 200 л/сут. на жителя. С этим трудно согласиться, т.к. утечки через порывы водовода составляют сейчас значительно большую величину.

Интересное предложение по экономии питьевой воды высказали специалисты УГТУ-УПИ (Екатеринбург). Они предложили в многоквартирных домах смонтировать третий стояк, на входе в который установить локальные установки водоочистки (предложено в программе «Чистая вода» фирмы «Акварос») с целью обеспечить каждого потребителя хорошо очищенной водой в количестве от 2 до 5 литров на жителя. Это потребует, по всей видимости, отдельного учета расхода воды на потребителей. Авторы предложения утверждают, что на 1 квартиру расходы не превышают 250 рублей в год, а экономия воды большая. Организационные вопросы по предложению остаются.

Снижение промышленного водопотребления должно идти по пути совершенствования технологии с целью уменьшения водоемкости производства. Раньше на это не обращали внимания, и сейчас для добычи 1 т угля требуется 1–2 м³ воды, а для выработки 1 т джинсовой ткани – до 800 м³ воды! Еще больше потребляют предприятия энергетики: для ТЭС в 2,5 МВт в год необходимо около 1,5·10⁵ м³ воды. По данным института «Энергосетьпроект» потребление пресной воды предприятиями электроэнергетики хотя и снизилось с 1990 г. почти на 8 км³/год (в связи с уменьшением выработки), но остается очень большим – на уровне годового стока р. Дон. Причем в последние годы потребление снова стало увеличиваться. Следует отметить некоторое улучшение качественных показателей водопотребления этими объектами (табл. 6.2), среди которых особо важен рост оборотной воды – на 17 %.

В табл. 6.2 не учтены объемы морской воды, используемой в системах охлаждения (прежде всего на Ленинградской АЭС), – примерно 5 км³/год. Также не учтены расходы воды для работы гидроэлектростанций.

Очень важно продолжать внедрение водооборотных систем и переходить, где это возможно, на сравнительно более дешевую техническую воду. Ряд заводов почти полностью перешел на замкнутые оборотные си-

стемы водоснабжения: нефтезаводы в Кашире, Кременчуге, Ачинске, металлургический комбинат в Новолипецке и др. Возврат воды в них доведен до 92–96 %. Уже сегодня на этом экономят в год почти 240 км³ (240 млрд т) воды, что почти равно годовому стоку Волги или всему водопотреблению в СССР в 1965 г.

Таблица 6.2

Удельные показатели водопотребления предприятиями теплоэнергетики России, м³/МВт·ч

Удельные объемы	Годы				
	1990	1998	1999	2000	2001
Используемая пресная вода	38	37,5	37,4	36,5	36,5
Используемая оборотная вода	97,0	111,7	113,2	114,4	113,9
Безвозвратные потери	2,2	2,41	2,27	2,21	2,09
Сточные воды, сбрасываемые в водоемы	33,49	33,6	33,87	33,06	32,77
Из них – загрязненные воды (сверх нормативов)	1,83	1,44	1,38	1,29	1,29

Положительные примеры имеются на предприятиях железнодорожного транспорта. За 10 лет водопотребление объектами железнодорожного транспорта уменьшилось на 47,6 % или на 2,42 км³, что хватило бы на год десяти городам-миллионникам в РФ.

Это достигнуто комплексом мер: совершенствованием технологии и учета, применением оборотного водоснабжения на компрессорных станциях, моечных машинах для подвижного состава и др. (показатель водооборота по отрасли в 2001 г. составил 53,6 %).

Но потери еще очень велики, особенно в сельском хозяйстве. Так, если на выращивание 1 т растительной массы необходимо в зависимости от вида растений и условий от 800 до 12000 м³ воды, то эта величина в оросительных каналах больше на 15–25 % за счет утечек и испарения. Отсюда и основной путь водосбережения – модернизация оросительной сети и аппаратов, всей гидромелиоративной системы, снижение водоемкости за счет современных методов («сухой» полив – рыхление поверхности), рационализации поливов и др.

Наряду с проблемой снижения расходов воды нельзя забывать и о необходимости пополнения и сохранения запасов пресной воды. Этому способствуют:

- аккумуляция запасов воды в водохранилищах (их в границах бывшего СССР около 1000 и емкость более 850 км³, что составляет 1/6 от всех водохранилищ Земли). Это позволяет компенсировать сезонные перепады речного стока. Особое предпочтение следует отдать подземным резервуарам;

- «подтакырный» способ сбора атмосферных осадков, распространенный в Средней Азии (вода из такырных котлованов, или такыров, зака-

чивается в подземные резервуары соленых вод и там плавает в виде «линзы», не смешиваясь, до откачки);

- регулирование стока с помощью каналов (например, в Донбассе);
- использование подземных вод. Это самое важное, но пока дает лишь 10 % возможных ресурсов, да и то чаще всего с их подпиткой за счет речных стоков. Пока эти запасы используются незначительно, в основном для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов. Почти полностью перешли на подземную воду в Тюмени; Москва потребляет в сутки более 1 млн м³ подземных вод только на питьевые нужды. Многие специалисты считают, что сравнительно сильно минерализованные подземные воды могут быть использованы для технологических нужд предприятий. К сожалению, в наиболее засушливых регионах РФ разведанных и годных к использованию источников подземных вод недостаточно. Так, по данным «Южгеологии», в Ростовской области около 37 участков по предварительным данным могут дать сравнительно чистую воду (из них сейчас частично эксплуатируется не более 25 %). При этом возможные расходы невелики: в Ростове-на-Дону – до 5 тыс. м³ в сутки (0,8 % от сегодняшней водоподдачи), а в Волгодонске и Азове – на порядок меньше. Лучше обстоит дело в Таганроге, где в сутки можно выкачивать от 35 до 50 тыс. м³, сейчас подается примерно 1/3 от этого.

Особо стоит выделить повторное использование вод, но это связано с их глубокой очисткой. В США более 100 млн жителей потребляют воду, которая уже проходила канализацию.

6.3 Нормирование качества воды

Качество воды оценивается по многочисленным параметрам, величины которых зависят от ее назначения. Они устанавливаются требованиями СанПиНов, ГОСТов, ОСТов, постановлениями Правительства, решениями администраций субъектов РФ и постоянно корректируются. Так, существовавший ГОСТ 2874-73 на питьевую воду, введенный вместо стандарта 1954 г., был заменен в 1982 г. Сейчас вступил в действие новый государственный стандарт. Этого требует жизнь. Вместе с тем остается неизменным основное требование к воде, которое должно быть обеспечено соблюдением стандартов: *безопасность воды в эпидемическом и паразитарном отношении, безвредность по химическому составу и благоприятность по органолептическим свойствам.*

Несмотря на различные величины параметров для каждого вида воды (питьевая, в водоемах зон рекреации, рыбохозяйственных водоемах, сточных водах и др.), основные требования можно объединить в следующие группы.

1 К основным физико-химическим показателям, определяющим органолептические свойства воды, относят привкус, запах, мутность, цветность, а также ПДК компонентов, которые ухудшают органолептические свойства воды. Привкус, запах, цветность определяются по специальным шкалам. Для питьевой воды, к примеру, эти показатели «на глаз» не долж-

ны ощущаться. Мутность для той же воды – не более 1,5 мг/л (для сравнения: мутность речной воды в р. Сыр-Дарья достигает 1500 мг/л, в р. Дон – до 50 мг/л). Перечень веществ, влияющих на органолептические свойства воды, постоянно расширяется. В настоящее время к нему относят железо, марганец, медь, сульфаты, хлориды, фенолы, хлор и др. Так, для питьевой воды сухой остаток – не более 1000 мг/л, хлориды – 350 мг/л, железо – 0,3 мг/л, цинк – 5 мг/л, общая жесткость – 7 мг-экв/л и др.

2 Органолептические свойства воды во многом связаны с её кислотностью или щелочностью. Степень кислотности (или щелочности) должна быть не слишком велика, т.е. реакция воды должна быть близка к нейтральной. Это оценивается величиной водородного показателя рН. Для питьевой воды он должен лежать в пределах от 6 до 9 (по стандарту 1973 г. требования были даже жестче – от 6,5 до 8,5).

Химическое разъяснение. Водородный показатель характеризует степень диссоциации воды на ионы H^+ и OH^- , соотношение между которыми определяет кислотность, щелочность или нейтральность воды (слабого электролита). Концентрация ионов H^+ определяет кислотность, а OH^- – щелочность среды. Чаще всего концентрация оценивается в грамм-ионах на 1 л воды. При концентрации H^+ в 10^{-7} грамм-ионов/л раствор нейтральный (т.е. содержит столько же грамм-ионов OH^-). Если же ионов H^+ больше, чем 10^{-7} (например, 10^{-6} или 10^{-5}), то среда кислая. При меньших концентрациях H^+ среда щелочная. Водородный показатель рН и есть показатель степени величины концентрации H^+ , взятый со знаком плюс. Более строгое определение: это отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов, т.е. $pH = -\lg H^+$. Для ориентации: рН лимонного сока – 2–3; уксуса столового – 2,4–3,3; кислого виноградного вина – до 3,5; очень кислых атмосферных осадков 2–2,1; нормальных – 5,6.

3 Безопасность воды в эпидемическом отношении определяется косвенными показателями: количеством микробов в 1 мл воды (общее микробное число для питьевой воды – до 100) и содержанием бактерий группы кишечной палочки (коли-палочек) в 1 л. Последний параметр называется «коли-индекс» (для питьевой воды в водопроводе – до 3; в водоемах зон рекреации – до 10000). Величина, обратная коли-индексу, называется коли-титр (для питья – не менее 300 мл на одну палочку).

4 Показатели токсичности воды приводятся в виде ПДК тех веществ, которые могут встретиться в исходной воде или добавляться в нее искусственно. Это достаточно широкий перечень как неорганических, так и органических компонентов, к которым относятся алюминий, барий, бериллий, ртуть, свинец, хлороформ, дихлорэтан, бенз(а)пирен и др. Для питьевой воды, например, содержание в мг/л должно быть не более: бериллия – 0,0002; свинца – 0,05; ртути – 0,001 и т.д. Причем при обнаружении в воде нескольких веществ однонаправленного действия их концентрация C проверяется по ПДК_{*i*} и суммируется так же, как и для воздуха при определении ПДВ_{*i*} (см. зависимость (5.1)).

5 Паразитологические показатели оценивают количество патогенных микроорганизмов (от дизентерийных амёб до холерных вибрионов, вирусов лептоспироза и др.). Они не должны обнаруживаться в 25 л питьевой воды.

6 Органическое загрязнение воды определяют косвенным путем – по количеству кислорода, необходимого для окисления органических примесей в одном литре воды. Чем больше требуется кислорода, тем грязнее вода. Применяют два показателя: *биологическая потребность в кислороде* за определенное время – БПК (БПК₅ – за 5 суток, БПК₂₀ – за 20 суток) и *химическая потребность в кислороде* – ХПК. Причем ХПК – более полная оценка загрязнения, при определении которой вовлекаются в реакцию даже трудноокисляемые органические вещества. Величины БПК и ХПК особенно важно учитывать для сточных вод. Если отношение БПК/ХПК меньше 0,5, то сточные воды считаются перенасыщенными трудноокисляемыми (а значит, и трудноудаляемыми) соединениями. По международным стандартам 1982 г. при величине ХПК более 100 мг/л вода считается чрезвычайно загрязненной.

Качество воды, во многом зависящее от количества растворенного в ней кислорода, можно оценить двояко: по насыщению воды кислородом в процентах от максимально возможного при данной температуре и по содержанию кислорода в 1 л. По международным стандартам 1982 г. вода высокого качества должна иметь эти величины не менее 60 % и 4 мг/л соответственно. Во многих стандартах последних лет этот параметр не оговаривался, т.к. при норме параметров предыдущих пяти групп кислородные показатели выполняются практически всегда.

Нормирование качества воды поверхностных водоемов также производится по параметрам, которые уже описаны. Но оно имеет ряд особенностей. Так, в соответствии с Санитарными правилами и нормами «Охрана поверхностных вод от загрязнений» (СанПиН 4630-88) установлено две категории водоемов (или их участков):

- питьевого и культурно-бытового назначения;
- рыбохозяйственного назначения.

Для первой категории вода должна соответствовать нормативам на расстоянии не менее 1 км от места водозабора. Для второй категории вода должна быть нормативной везде, кроме района сброса сточных вод (но не далее 500 м от него).

Ввиду многообразия вредных и токсичных веществ в водоемах их объединяют в группы и каждую нормируют по *лимитирующему показателю вредности* (ЛПВ). Для водоемов первой категории выделяют три вида ЛПВ: санитарно-токсико-логический, общесанитарный и органолептический. Они примерно соответствуют описанным выше группам (токсичность – гр. 3; органолептика – гр. 2). Для рыбохозяйственных водоемов используют еще два вида ЛПВ: токсикологический и рыбохозяйственный. Причем в данном случае многие параметры, которые в первой категории

водоемов относятся к общесанитарным, являются здесь токсикологическими (цинк, например) или рыбохозяйственными (фенолы), т.к. значительно влияют на жизнь в водоемах.

Требованиями СанПиН запрещается сбрасывать в водоемы сточные воды, если технологически этого можно избежать или если сточные воды содержат вещества, для которых не установлены ПДК.

Что может быть с водоемами, в которые канализационные и промышленные стоки сбрасываются вопреки требованиям нормативов, можно видеть на примере не только нижней части рек Темерник и Дон, но и тех прибрежных частей морей, куда сбрасываются стоки городов Владивосток, Одесса и др. Сказывается это и на подземных водах. Так, почти во всех родниках Ростова-на-Дону коли-индекс на несколько порядков выше нормативов.

Каждый потребитель предъявляет к воде свои особые требования, которые оговорены соответствующими ГОСТами. Эти требования достаточно жесткие, их все труднее соблюдать в условиях, когда потребность в воде растет и увеличивается загрязнение сбросами, что трудно совместить. Например, в воде для приготовления пива не должно быть сульфатов, а в питьевой воде их может быть до 500 мг/л; для воды на сахарном производстве не допускается присутствие соли и т.п.

6.4 Основные причины загрязнения воды и принципы борьбы с ними

Всемирная организация здравоохранения еще в 80-х гг. XX в. обнародовала сведения, согласно которым в мире ежедневно в результате употребления загрязненной воды умирает 25 тыс. человек. По данным американских исследователей воздействие единицы объема токсиканта (с концентрацией, близкой к ПДК), попавшего в воду, аналогично воздействию десяти единиц этого же токсиканта, выброшенного в воздух. Вместе с тем потребление воды в мире за XX в. увеличилось в 7 раз.

Природные воды могут быть загрязнены самыми различными примесями, разделяющимися на группы по их биологическим и физико-химическим свойствам. К первой группе относятся вещества, растворяющиеся в воде и находящиеся там в молекулярном или ионном состоянии (это две разные подгруппы). Вторая группа – это те вещества, которые образуют с водой взвеси или коллоидные системы (это также две разные подгруппы). В коллоидном состоянии могут быть минеральные или органические частицы, нерастворимые формы гумуса и отдельные вирусы. Взвесями же являются чаще всего планктон, бактерии и нерастворимые мельчайшие твердые частицы.

Содержание естественных (природных) частиц в поверхностных водах неодинаково. Минимальное содержание солей характерно для наших северных рек, а для южных, питаемых подземными водами, – максимальное, до 1,5 г/л.

По виду исходных (природных) солей, преобладающих в воде, реки подразделяют на гидрокарбонатные (Волга, Днепр), сульфатные (Дон, Северский Донец), хлоридные и т.п. Но все же состояние рек в первую очередь определяется антропогенным фактором.

Наибольшее влияние на состояние рек оказывает сельскохозяйственное производство⁷. Применение пестицидов (лат. «*pestis*» – зараза, «*caedo*» – убивать) во многих случаях буквально уничтожает биоценоз реки, особенно при работах на землях, непосредственно примыкающих к руслу. В 1984 г. в бывшем СССР было использовано более 23 млн т удобрений и более 150 тыс. т гербицидов. Вследствие их небрежного хранения, неправильной заделки в почву и просто халатности (например, химикаты с самолетов-опылителей оказались в прудах Манычской системы Ростовской области) часть этих химических средств попала в реки (в том числе с тальми и паводковыми водами), по некоторым оценкам – до 10 % (и это не единичный случай).

Загрязнение рек промышленными и бытовыми стоками по массе стоит на втором месте, но зачастую по вредности является определяющим.

Так, сбросы предприятий электронной и радиопромышленности, использующие хлорорганические растворители, отходы целлюлозно-бумажных комбинатов даже при сравнительно небольшой величине стоков убивают диоксидами все живое в ближайших водоемах. Установлены, например, громадные концентрации диоксинов в районе Уфы, вблизи предприятий «Химпром» и «Каустик» (1994 г.), в Стерлитамаке – рядом с полигоном захоронения токсичных отходов (1993–1995 гг.) и др. Хрестоматийным для Ростова-на-Дону стал, например, случай аварии на канализационной насосной станции в 1993 г., в результате которой пришлось все стоки без очистки сбрасывать прямо в Дон (около 600 тыс. м³ в сутки). Для уменьшения этих стоков хотя бы на 15–20 % было принято решение перевести предприятия, сбрасывающие стоки в канализацию, на жесткий водный режим. В результате в р. Дон сбрасывались в основном хозяйственно-фекальные воды (одновременно несколько увеличилось – на 10 м³/с – их разбавление водой из Цимлянского водохранилища). При этом анализы показали значительное улучшение всех показателей качества воды (кроме органического загрязнения) в районе ниже сброса (особо – у водозабора Азова) по сравнению с нормальной работой, когда слабо очищенные стоки предприятий вместе с канализационными поступали в Дон. Такова роль предприятий. Следует иметь в виду, что к органическому загрязнению наши водоочистные сооружения, как правило, готовы, чего нельзя сказать о загрязнении солями металлов, диоксидами и т.п. Именно такое загрязнение характерно для объектов транспорта, сбрасывающих ежегодно десятки миллионов кубометров загрязненных стоков. Так, в 2003 г. сброшено почти 40 млн м³ стоков (много, но почти вдвое меньше, чем в 1991 г.). Следует

⁷ Одним из первых загрязнителей водоемов можно, наверное, считать Геракла, который очистил авгиевы конюшни, направив туда реку.

иметь в виду серьезный характер загрязнения – нефтью, мазутом, хлоридами, сульфатами, СПАВ и др. Тем более что до требуемых нормативов очищается лишь 1/5 стоков.

Особенно следует выделить нефтяное загрязнение водоемов. Мало того, что продукты разложения нефти чрезвычайно токсичны, к тому же нефтяная пленка, изолирующая воду от воздуха, приводит к гибели живых организмов в воде. В Мировой океан ежегодно поступает до 3–10 млн т нефти и ее производных (1 т нефти покрывает воду пленкой на 10–12 км²) прежде всего за счет аварий танкеров и работы судовых дизелей. Определено влияние и лодочных подвесных моторов. За один час работы лодочного мотора «Вихрь» в водоем поступает 0,5 г бенз(а)пирена.

Созданы специальные суда для сбора нефтяной пленки с поверхности воды (одно такое судно вылавливает 250 т мазута за год). Западно-Сибирским геологоразведочным нефтяным институтом разработан специальный бактериальный препарат, несколько граммов которого достаточно для снятия пленки нефти на площади в 1 га (0,01 км²) за сутки. Но уже 1 т пролитой нефти требует более 1 кг этого достаточно дорогого вещества.

Количество мусора в морях и океанах неуклонно растет: по оценкам экспертов, из года в год масса плавающих в воде отходов увеличивается на 10 млн т! Почти 80 % всего этого мусора составляют пластмассы, причем большая часть океанского мусора находится под водой и с поверхности не видна. По концентрации в тихоокеанской воде молекулы полимеров уже превосходят планктон, как минимум, в шесть раз, даже если взять пробу в самой удаленной от цивилизации точке океана. Понятно, что такой мусор представляет серьезную опасность для его обитателей – рыб и птиц. Но это – лишь одна опасность для окружающей среды, исходящая от плавающих в море полимерных отходов. Есть и другая, совершенно незаметная, а потому обнаруженная лишь теперь. На нее указала группа ученых Калифорнийского университета в Сан-Диего. «Когда полимеры попадают в воду, они абсорбируют находящиеся в ней ядовитые вещества», – поясняет участница проекта Ч. Рокмен. К наиболее распространенным органическим загрязнителям, содержащимся в морской воде, относятся, в частности, полихлорированные бифенилы (ПХБ) и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Попав в организм, эти весьма прочные соединения склонны накапливаться в жировых тканях и часто оказывают канцерогенное, тератогенное и мутагенное воздействие. Поскольку эти вещества активно абсорбируются водоотталкивающими поверхностями многих полимерных изделий, пластиковый мусор превращается в своего рода накопитель ядов, впитывая их словно губка. Морские организмы, поедающие фрагменты такого мусора, не только блокируют себе желудочно-кишечный тракт плохо перевариваемыми кусками пластмассы, но и получают при этом внушительную дозу отравы.

В последнее время в воде все чаще встречаются вредные элементы (свинец, олово, цинк, медь, ртуть, радиоактивные изотопы), вода имеет кислую среду, в которой не могут жить рыбы. Чувствительность пресно-

водных организмов к закислению воды иллюстрирует рис. 6.2 (рН = 7,0 соответствует нейтральной воде).

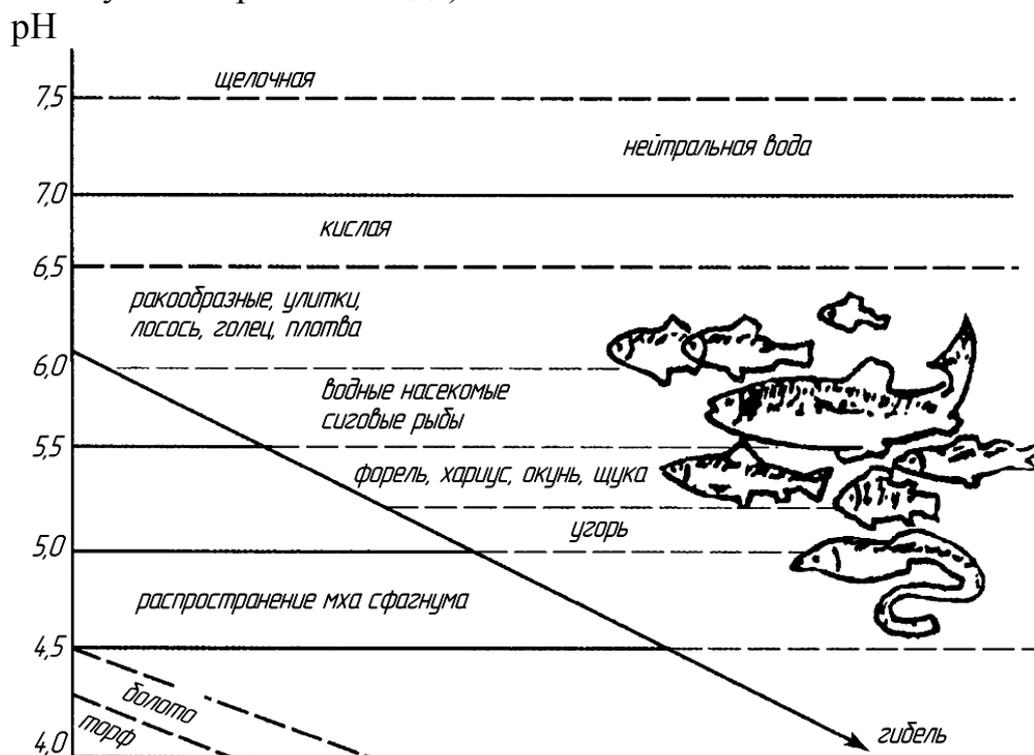


Рис. 6.2. Реакция пресноводных на закисление воды

Основные меры борьбы с загрязнением водоемов:

1 Установление прибрежных защитных полос и водоохранных зон в соответствии с «Водным кодексом РФ». В прибрежных защитных полосах (шириной 10–50 м от уреза реки) запрещаются любые работы – от распашки земли до выпаса скота, применение пестицидов, размещение предприятий и ферм. В водоохранной зоне – до 300 м от уреза воды – запрещается размещение любых объектов, которые могут оказать влияние на состояние реки, не допускается вырубка насаждений и т.п. Зоны устанавливаются на основании тщательных обследований и закрепляются специальным проектом, учитывающим рельеф местности и уже существующие объекты. Последние либо ликвидируются, либо органами МПР России для них устанавливается особый режим водопользования.

При ограничении этих зон вдоль р. Темерник (приток р. Дон) установлены особые режимы водопользования для некоторых животноводческих и приусадебных ферм, ряда заводов г. Ростова-на-Дону, садовых участков, жилых домов и гаражей.

Подтвержден большой ущерб реке за счет вырубки прибрежных лесополос строителями и садоводами. Водоохранная зона обозначается специальными знаками. Работы в ней в особых случаях могут проводиться лишь по согласованию с государственными органами.

2 Отказ от чрезвычайно ядовитых сельскохозяйственных пестицидов, прежде всего – хлорсодержащих. Ведь именно их производит завод «Химпром» (Уфа), об обстановке вокруг которого уже шла речь.

3 Уменьшение сбросов промышленных предприятий за счет снижения водоемкости производства и применения оборотных (замкнутых, полужамкнутых) систем водоснабжения.

4 Разделение промышленных и хозяйственно-бытовых стоков. Обеспечение их очистки перед сбросами в водоемы.

Для Ростова-на-Дону, например, в канализационных стоках сбросы промпредприятий или смывы с промплощадок составляют примерно пятую часть. При этом большая доля стоков поступает на очистные сооружения канализации, способные утилизировать лишь чисто бытовые воды. Поэтому в р. Дон поступают слабо очищенные воды. Ввиду недостаточной пропускной способности канализационной сети до 10 % всех городских стоков напрямую подается насосами в р. Темерник. Все это губительно сказывается на нижней части Дона, хотя общая водность Темерника на 2–3 порядка меньше. Для исправления положения пришлось объединить усилия властных структур области, города и привлечь ресурсы Мирового банка (см. прил. 4).

5 Снижение опасности загрязнения водоемов нефтью и нефтепродуктами как за счет повышения надежности танкеров, так и мер организационно-правового характера. В Государственной Думе Федерального Собрания РФ даже рассматривался проект закона «Об использовании нефтепродуктов». К сожалению, он не был принят.

Особенно страдают от нефтяного загрязнения пойменные части крупных рек. Так, затопляемая пойма Нижнего Дона – уникальное природное явление, источник природных кормов и воспроизводства рыбной молоди – в последние годы является приемником нефтесмывов южных нефтебаз (Батайской, Матвеево-Курганской и др.), разлива нефти в результате аварий на нефтепроводах и судах. Только в 1995 г. три танкера слили нефть в воды Дона.

В УК РФ (1997 г.) в главе «Экологические преступления» несколько статей посвящено охране водных объектов: ст. 250 «Загрязнение воды» (в особо опасных случаях предусматривается лишение свободы до 5 лет); ст. 252 «Загрязнение морской среды» (до 5 лет); ст. 257 «Нарушение правил охраны рыбных запасов» (исправительные работы до 2 лет) и др.

6.5 Понятие о промышленных методах очистки воды

Очистка воды производится с целью доведения всех параметров, характеризующих ее качество, до нормативных показателей. Существенно отличаются очистка воды для питьевых нужд, в технологических целях (как из поверхностных водоемов, так и подземных вод) и очистка сточных вод, причем даже для промышленных стоков, сбрасываемых в водоемы или на грунт и сливаемых в систему канализации, нормативы и требования к очистке различные. И они постоянно ужесточаются. Считается, что суммарные затраты на очистку сточных вод современных предприятий в среднем составляют 15–40 % их общей стоимости.

Методы очистки воды при всем их многообразии можно подразделить на три группы: механические, физико-химические и биологические.

Механическая очистка применяется, прежде всего, для отделения твердых и взвешенных веществ. Наиболее типичными в этой группе являются способы процеживания, отстаивания, инерционного разделения, фильтрования и нефтеулавливания (как разновидность отстаивания), все они используются для обработки сточных вод. Для водоподготовки из этой группы наиболее широко применяются отстаивание и фильтрование.

Процеживание – первичная стадия очистки сточных вод: воду пропускают через специальные металлические решетки с шагом 5–25 мм, установленные наклонно. Периодически решетки очищают от осадка с помощью специальных поворотных приспособлений (скребков).

Отстаивание происходит в специальных емкостях, которые по направлению движения воды делят на горизонтальные, вертикальные, радиальные и комбинированные. Общими для них являются выход очищенной воды в верхней части отстойника и гравитационный принцип осаждения частиц, которые собираются внизу. Разновидностью отстойника являются песколовки, используемые для сбора частиц песка в стоках литейных цехов, окалины – в стоках кузнечно-прессовых и прокатных цехов и т.д. Как правило, время нахождения воды в песколовках намного меньше, чем в отстойниках, где оно доходит до 1,5 ч (для сточных вод).

Инерционное разделение осуществляется в гидроциклонах, принцип действия которых аналогичен циклонам для очистки газов. Различают открытые и напорные гидроциклоны, причем первые имеют большую производительность и малые потери напора, но проигрывают в эффективности очистки (особенно от мелких частиц).

Фильтрование осуществляется чаще всего через пористые связанные или несвязанные материалы. Как правило, фильтры очищают воду от тонкодисперсных примесей даже при небольших концентрациях. Фильтроматериалы достаточно разнообразны: кварцевый песок, гравий, антрацит, частички металлов и др. Песчаные фильтры – основные очистители при водоподготовке.

Нефтеловушки в самом простом исполнении представляют собой отстойники, в которых очищенная вода выходит снизу, а нефтяная пленка собирается сверху.

Физико-химическая очистка обеспечивает отделение как твердых и взвешенных частиц, так и растворенных примесей. Она включает в себя множество разных способов, важнейшими из которых являются экстракция, флотация, нейтрализация, окисление, сорбция, коагуляция, ионообменные методы и др.

Экстракция – процесс разделения примесей в смеси двух нерастворимых жидкостей (экстрагента и сточной воды). Например, в специальных колонках (пустотелых или заполненных насадками) стоки смешиваются с

экстрагентом, отбирающим вредные вещества (так бензолом удаляется фенол).

Флотация – процесс всплывания примесей (чаще всего маслопродуктов) при обволакивании их пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду. В некоторых случаях между пузырьками и примесями происходит реакция. Разновидность метода – электрофлотация, при которой вода дополнительно обеззараживается за счет окислительно-восстановительных процессов у электродов.

Нейтрализация – обработка воды щелочами или кислотами, известью, содой, аммиаком и т.п. с целью обеспечения заданной величины водородного показателя рН. Самый простой способ нейтрализации сточных вод – смешение кислых и щелочных стоков, если они имеются на предприятии.

Окисление применяется как при водоподготовке, так и при обработке сточных вод для их обеззараживания и уничтожения токсичных биологических примесей. Наиболее распространенный способ – хлорирование – чреват, как уже отмечалось, появлением диоксинов (особенно при вынужденном повышении дозы хлора летом или в период паводка, при так называемом гиперхлорировании). Необходимо постепенно переходить на другие способы, например, на комбинацию – озонирование и хлорирование. Озонирование – дорогостоящее мероприятие и имеет более кратковременное действие, но оно перспективнее. (В последнее время обнаружено, что озонирование также может быть опасно при наличии в воде некоторых углеводородных соединений). В настоящее время отрабатываются комбинации реагентов с ультрафиолетовой обработкой воды. Во всяком случае вода, применяемая для питья и содержащая характерный запах хлора, перед употреблением должна отстаиваться и, как минимум, кипятиться.

Группа специалистов под руководством профессора В.А. Пашинина (МИИТ) считает, что метод обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением недаром получил широкое распространение в прошедшие 20 лет. Он имеет очень высокую эффективность по отношению к патогенным организмам и не имеет побочных продуктов. *Длительность обеззараживания 5–10 минут при расходе электроэнергии 20–60 Вт·ч на 1 м³ воды.* Необходимы стандарты на эту технологию и приборы.

Сорбция, как и при обработке газовых выбросов, способна обеспечить эффективную очистку воды от солей тяжелых металлов, непредельных углеводородов, частичек красящих веществ и т.п. Лучшим сорбентом и здесь является активированный уголь. Это относится и к различным минералам (шунгиту, цеолиту, бентониту, шлаку и др. – см. работы Т.А. Шатихиной и др. сотрудников РГУПС), специально обработанным опилкам, саже, частичкам титана и др. На этих сорбентах работают многие бытовые фильтры для воды: «Родничок», «Роса» и др.

Коагуляция – обработка воды специальными реагентами с целью удаления нежелательных растворенных примесей. Она широко распро-

странена при водоподготовке. Обработка ведется соединениями алюминия или железа, при этом образуются твердые нерастворимые примеси, отделяемые обычными способами. Для сточных вод широко применяется электрокоагуляция, при которой вблизи электродов образуются ионы (результат анодного растворения материала электродов), реагирующие с примесями. Так отделяют тяжелые металлы, цианы и др.

Ионообменные методы достаточно эффективны для очистки от многих растворов и даже от тяжелых металлов. Очистка производится синтетической ионообменной смолой и, если ей предшествует механическая очистка, позволяет получить выделенные из воды металлы в виде сравнительно чистых концентрированных солей.

В последнее время за рубежом (особенно для водоподготовки) используют *установки обратного осмоса*. В них вода продавливается через набор специальных микропленок при высоком давлении (до 30 МПа). Эти установки чрезвычайно эффективны в качестве последних ступеней (т.е. для тонкой очистки). Но они достаточно дороги и энергоемки.

Биологическая очистка возможна в естественных условиях и в искусственных сооружениях. И в том, и в другом случае органические примеси обрабатываются редуцентами (бактериями, простейшими, водорослями и т.п.) и превращаются в минеральные вещества. В естественных условиях очистка производится на полях фильтрации или орошения (через почву) или в биологических прудах (прудах-отстойниках), в которых концентрация загрязнителей снижается до требуемых норм за счет процессов самоочищения, осуществляемых микроорганизмами, водорослями, беспозвоночными. Пруды могут быть с поддувом воздуха (с искусственной аэрацией). Большой интерес представляют высшие водные растения (ВВР) для очистки воды (тростник, рогоз, камыш, уруп, ряска и др.). Способность ВВР к накоплению, утилизации, трансформации многих загрязняющих веществ делает их незаменимыми в общем процессе самоочищения водоемов.

В последнее время на территории РФ получило широкое применение тропическое цветковое растение *Eichornia crassipes* – эйхорния, или водный гиацинт. Это растение может применяться там, где в течение не менее двух месяцев температура стоков не ниже 16 °С. Эйхорния способна поглощать все, что загрязняет воду: нефтепродукты, фенолы, сульфаты, фосфаты, хлориды, нитраты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВы), щелочи, тяжелые металлы и пр., улучшает БПК и ХПК, уничтожает патогенные микроорганизмы гнилостного ряда, нормализует общее микробное число и коли-индекс. Эйхорнию можно использовать для доочистки сточной воды и на городских очистных сооружениях, а также на сельскохозяйственных и промышленных стоках. Есть опыт применения этого растения для очистки р. Темерник в городе Ростове-на-Дону (работы доцента Кленовой И.А и др).

В качестве искусственных сооружений могут применяться аэротенки, окситенки, метантенки и биофильтры. В тенках («аэро» – с подачей

воздуха; «окси» – с подачей кислорода; «метан» – без доступа воздуха) сточные воды обрабатываются микроорганизмами. Но для их нормального функционирования необходимы определенные условия по температуре, рН и отсутствию многих солей. Поэтому разновидности этих сооружений чаще всего применяются на тех очистных сооружениях канализации, куда не поступают промстоки. На промышленных очистных сооружениях чаще применяются биофильтры, в которых активная биологическая среда образуется на специальной загрузке (шлак, керамзит, гравий и т.п.). Эта биологическая среда (пленка) менее чувствительна к колебаниям параметров среды и сточных вод. Активность биопленки увеличивается при поддуве воздуха, подаваемого обычно противотоком.

Выбор способов очистки и обеззараживания воды зависит от многих параметров и требований, важнейшие из которых: необходимая степень очистки и исходная загрязненность воды, потребные расходы и время очистки, наличие очистителей и энергии и, конечно, экономические возможности. Но при всех методах очистки следует обращать внимание на утилизацию осадка, образующегося при обработке воды (особенно токсичных промстоков).

Как правило, осадок обезвоживают и производят захоронение на специальных полигонах или обрабатывают в биологических сооружениях. Существуют специальные печи для сжигания токсичных отходов с очень высокой полнотой сгорания (за счет создания взвешенного слоя сгорающего вещества, тангенциальной подачи топлива и др.) и четырехступенчатой очисткой газовых выбросов (печи канадско-американской фирмы проф. Ормстона). Есть и отечественные разработки по сжиганию этого осадка в специально оборудованных металлургических печах с получением сравнительно безвредного строительного материала. Однако эти предложения пока еще недостаточно изучены. И даже в Москве проблема осадка не решена. Тем не менее, тщательная проверка качества питьевой воды в Москве, проведенная специалистами МГУ в 1995–1996 гг., показала, что оно соответствует не только действующему стандарту 1982 г., но и подготавливаемому новому стандарту. Содержание меди, цинка, свинца и др., а также хлора на 1–2 порядка меньше ПДК-82 даже в половодье! На фоне сообщений о том, что половина жителей России употребляет воду, не соответствующую гигиеническим требованиям, это обнадеживающий факт.

Таким образом, термины «питьевая» вода и «чистая», к сожалению, часто не являются синонимами. И совсем не потому, что наши требования к воде питьевой недостаточно жесткие. Приведем для сравнения нормы европейские, США, Всемирной организации здравоохранения и российские по некоторым параметрам, веществам и соединениям (табл. 6.3).

Анализ показывает, что требования по многим веществам в РФ сопоставимы с неправительственными (ВОЗ), а по некоторым важнейшим (меди, бенз(а)пирену, марганцу) – даже жестче.

Некоторые нормативы на питьевую воду

Параметр, вещество	ПДК, мг/дм ³			
	ЕС	США	ВОЗ	РФ
рН	6,5–9,5	6,5–8,5*	6,5–8,5	6–9
Алюминий	0,2	0,2*	0,2	0,5
Бенз(а)пирен	10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁴	7·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁶
Железо	0,2	0,3*	0,3	0,3
Марганец	0,05	0,05*	0,5	0,1
Медь	2	1,3	2	1
Мышьяк	10 ⁻²	5·10 ⁻²	10 ⁻²	5·10 ⁻²
Нитраты	50	10	50	45
Нитриты	0,5	1	3	3,3
Свинец	10 ⁻²	1,5·10 ⁻²	10 ⁻²	3·10 ⁻²
Хлориды	250	250*	250	350
Цинк	5	5	3	5

Примечание. Знак * означает возможность установления норм властями штатов США.

Вместе с тем, как ежегодно отмечается в Государственных докладах о состоянии ОС России, в разводящих водопроводных сетях большинства городов качество воды далеко не всегда соответствует нормам. Виной этому не только качество используемой воды и уже отмеченные недостатки применяемых методов ее очистки, но и вторичные загрязнения, связанные с состоянием магистральных, квартальных и внутридомовых разводящих сетей. В этих условиях многие жители используют различные методы улучшения качества воды «за краном», или «на финише» (термин М. Ахманова).

6.6 Понятие о бытовых способах очистки воды

К простейшим бытовым способам очистки питьевой воды относятся: слив застоявшейся в трубах, отстаивание и кипячение используемой воды. Целесообразно набирать воду впрок в период наибольшего забора – утром или вечером – (5–10 л) в нейтральные питьевые емкости. Если вода даже на вид загрязненная, что свидетельствует об аварии или недоочистке на станции, отбирать воду не следует. Отобранную воду лучше отстоять 10–12 ч, а затем верхние 2/3 отделить для использования. Кратковременное кипячение также благоприятно скажется на качестве воды (убиваются микроорганизмы, улетучивается часть хлорорганики). Существует и более сложный способ очищения воды от вредных веществ – вымораживание. Он основан на разнице температур замораживания для тяжелой воды (дейтерий, тритий – при температуре около 3,8 °С), обычной чистой (0 °С) и рассолов (растворенных в воде соединений вредных веществ – при –1... –3 °С). При замораживании вначале образуется «дейтериевый» лед (удаляем), потом – чистый лед (отбираем), незамерзший остаток (выливаем).

Сложность применения этого метода заключается в неопределенности: какую часть при таком (фракционном) разделении составляет рассол. Чем чище вода «на кране», тем меньшую долю составляет загрязненная растворенными вредностями вода. Экспресс-оценки показывают, что в воде Москвы и Санкт-Петербурга так называемый рассол составляет не более 1/10–1/5 исходной воды, в то время как в Ростове-на-Дону и Новочеркасске – порядка 1/3–1/4. (Если остаток тоже замерз, то его можно удалить из центра вымыванием и использовать оставшийся ледовый «бублик»). В народе часто без всяких ухищрений используют талую воду, она, по народным приметам, полезна для ослабленного организма. Известно, что на полях, где задержаны были талые воды, урожай выше. В Сибири, кроме того, талую воду дегазируют нагревом почти до кипячения и быстрым охлаждением, этот метод рекомендуют некоторые целители и специалисты.

И все же сегодня наибольшее распространение в городах получила очистка «на кране» с помощью бытовых фильтров. Физико-химические основы их работы уже описаны, но они не охватывают все конструктивные и компоновочные (по составу) варианты фильтров. Насадки и кувшинные фильтры периодического действия («набрали, использовали») наиболее просты по устройству, но требуют частой смены картриджа (помещённого в оболочку фильтрующего элемента – обычно сорбента). Проточные настольные (настенные) и стационарные фильтры чаще всего имеют двух-, трех- и многоступенчатую очистку. Это может быть последовательное сочетание разных минералов (сорбентов) или разных технологий (например, сорбент, ионообменная смола, ультрафиолетовый излучатель, устройства для серебрения воды, омагничивания и др.).

При выборе фильтра важно обратить внимание на внешний вид изделия, наличие соответствующего сертификата и гарантий и по возможности разобраться (ознакомиться) с его устройством. Вряд ли необходимо иметь специальное образование, чтобы отказаться от фильтра, действие которого основано на синтетических смолах (например, эпоксидной) или вредных добавках. Современный хороший фильтр (не всегда дорогой), как правило, имеет сменные картриджи или предполагает регенерацию картриджа (кипячением, кислотной обработкой). На некоторых устанавливаются индикаторы годности (ресурса). Если они просто отсчитывают время работы или расход, то это не всегда показатель выработки ресурса. В некоторых фильтрах индикатор анализирует состояние пор картриджа (по потерям напора) или степень очистки воды. Важно понимать, что фильтр «на кране», перенасыщенный вредными веществами, более опасен, чем исходная вода. Очистить фильтр не менее важно, чем выбросить пришедшие в негодность продукты из холодильника.

Таким образом, сегодня в большинстве населенных пунктов необходимо выбирать: применять исходную воду из источников в качестве питьевой «без затей» (что не всегда безопасно), использовать бутилированную воду (в качестве постоянной питьевой – слабой минерализации, не более 1

г/л), специально подготавливать воду (отстаивать, кипятить, вымораживать и др.) или использовать бытовые фильтры с учетом рекомендаций специалистов (необходимо знать исходные свойства и состав очищаемой воды).

7 ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

7.1 Шум и его основные характеристики

Шумом (по Н. Реймерсу) принято называть звуковые колебания, выходящие за рамки звукового комфорта. Чаще всего это неупорядоченные звуковые колебания; но бывают и упорядоченные, мешающие восприятию нужных звуков либо вызывающие неприятное ощущение и повреждающие органы слуха. Как и все акустические колебания, шум может восприниматься ухом человека в пределах частот от 16 до 20 000 Гц (ниже – инфразвук, выше – ультразвук). Шумы принято делить на низкочастотные (до 350 Гц), среднечастотные (350–800 Гц), высокочастотные (выше 800 Гц). Высокочастотный шум оказывает наиболее неблагоприятное воздействие на организм и субъективно более неприятен. Но человек реагирует не на абсолютный прирост частоты и громкости, а на относительный. Так, физиологически прирост частоты вдвое на низкой или высокой частоте воспринимается одинаково. В этом суть биофизического закона Вебера – Фихтнера. Именно поэтому все звуковое частотное поле делят на девять октав. Причем конечная частота для данной октавы в два раза больше начальной f_n , а основная октавная частота – их средняя геометрическая:

$$f_{\text{окт}} = \sqrt{f_k \cdot f_n}.$$

Ряд октавных полос частот выглядит так: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Кроме частоты к основным характеристикам шума относят акустическое (звуковое) давление P , интенсивность I и уровень L шума (звука), а также мощность источника W .

Звуковое давление P , Па, – избыточное над давлением среды. Минимальное звуковое давление, воспринимаемое ухом человека, называется пороговым:

$$P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}.$$

Интенсивность звука I , Вт/м², характеризует удельную энергию звуковых волн на единицу площади:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c}, \quad (7.1)$$

где ρ – плотность среды, кг/м³; c – скорость звука, м/с.

Пороговая интенсивность звука I_0 , соответствующая P_0 для распространения звука в воздухе и подсчитанная по формуле (7.1) для распространения звука в воздухе, равна 10^{-12} Вт/м². Следует иметь в виду, что давление и интенсивность характеризуют звуковое поле в данном месте, т.е. на расстоянии r от источника. Мощность источника по измерениям в любой точке сферы радиусом r от него определяется так:

$$W = I \cdot 2\pi \cdot r^2. \quad (7.2)$$

Все эти величины имеют абсолютный характер и не вполне удобны для оценки шума: на них влияют относительные изменения интенсивности и давления. Поэтому введена величина, называемая *уровнем шума* (звука),

которая характеризуется отношением интенсивности в данном месте к пороговой и берется в логарифмических единицах:

$$L = \lg \frac{I}{I_0}, \quad (7.3, a)$$

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (7.3, б)$$

$$L = 120 + 10 \lg I. \quad (7.3, в)$$

Единица измерения – бел (Б) – характеризует рост интенсивности в 10 раз – формула (7.3, а). Это очень большая величина, поэтому применяют десятую долю бела, т.е. децибел (дБ) – формула (7.3, б). Если же учесть величину пороговой интенсивности $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², то предыдущая зависимость может быть преобразована – формула (7.3, в). Через давление уровень звука выражается с помощью зависимости (7.1):

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}. \quad (7.4)$$

Обычно суммарный уровень шума определяется с помощью шумомера по интегральной шкале А, поэтому величина обозначается дБА.

Различают тональный шум, в котором выражены дискретные тона, и широкополосный. Кроме того, если уровень шума изменяется по времени не более чем на 5 дБ, он считается постоянным, в противном случае – непостоянным.

По физической природе шумы могут иметь следующее происхождение:

- механическое, связанное с работой машин и оборудования, вследствие ударов в сочленениях, вибрации роторов и т.п.;
- аэродинамическое, вызванное колебаниями в газах;
- гидравлическое, связанное с колебаниями давления и гидроударами в жидкостях;
- электромагнитное, вызванное колебаниями элементов электромеханических устройств под действием переменного электромагнитного поля или электрических разрядов.

Основными источниками шума являются все виды транспорта (и прежде всего автомобильный и железнодорожный), промышленные предприятия и бытовое оборудование (включая звуковую аппаратуру).

Как отмечалось в п. 3.2, в древнем Китае существовала смертная казнь шумом. Шум порядка 90–100 дБ вызывает постепенное ослабление слуха, нервно-психический стресс, язвенную болезнь, сердечно-сосудистые заболевания (в крови существенно повышается уровень холестерина), заболевания щитовидной железы. Длительное воздействие очень сильного шума (более 110 дБ) приводит к агрессивному состоянию (т.н. «шумовому» опьянению), разрушению тканей тела, обострению хронических заболеваний и снижению продолжительности жизни. Недаром Луи Пастер назвал шум чумой XX века. Жители г. Осака (Япония), проживающие вблизи аэропорта, с помощью медиков доказали, что рост нервно-

психических расстройств у них – следствие шума от ночных полетов самолетов, и через суд добились компенсаций и снижения интенсивности полетов.

Специальными исследованиями в России доказано снижение работоспособности человека при занятии умственным трудом (для одного источника широкополосного шума – в 3–4 раза, а для двух – в 10–12 раз). Нижний порог слышимости для человека 1 дБ, при 115–129 дБ появляется боль в ушах, а при 150 дБ возможна потеря слуха. Причем с возрастом порог болевого восприятия снижается. Желание тишины вполне объяснимо и законно, хотя ученые установили, что и при полнейшей тишине работоспособность человека снижается – это следствие многовековой эволюции органов слуха. Обычно не рекомендуется достаточно длительное воздействие шума с уровнем выше 80 дБ (рис. 7.1).

Для справки: уровень шума электропилы до 120 дБ, рок-группы – до 80–120 дБ, электробритвы – 75–80 дБ, дыхания – 25–30 дБ, шепота – 8–10 дБ. В Англии опубликованы данные общества потребителей персональных микромагнитофонов (плейеров). Многие из них не имеют ограничения громкости, а ведь без ущерба для здоровья человек может выдержать музыку в 90 дБ лишь до 7–8 ч, а в 100 дБ – лишь 1 ч. Правда, в последних моделях плейеров это учтено.

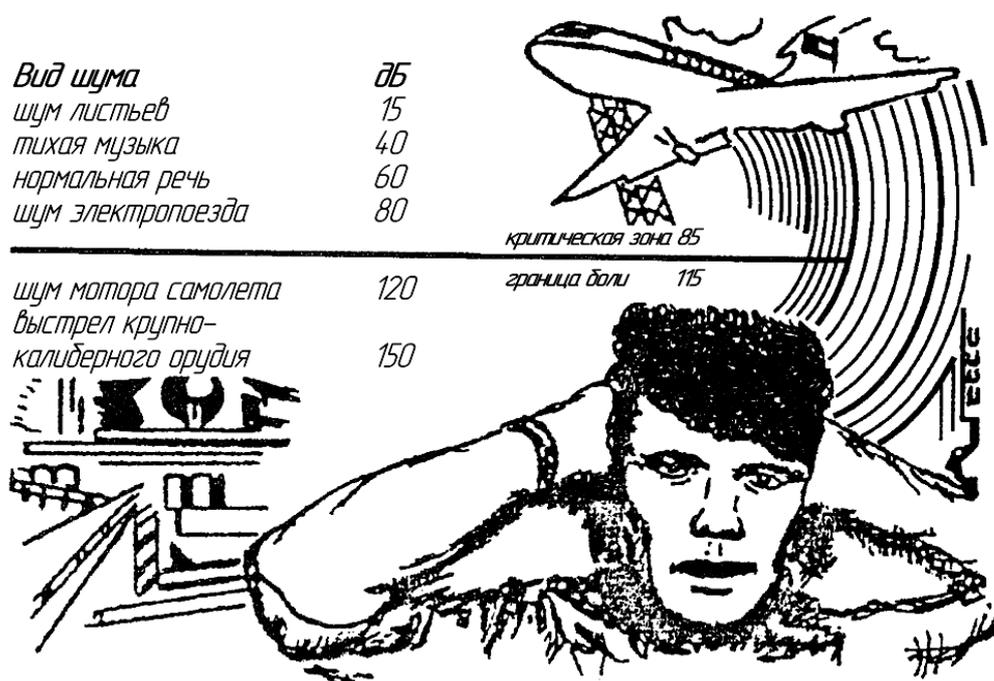


Рис. 7.1. Уровень шума некоторых источников

7.2 Нормирование шума. Меры борьбы с шумовым загрязнением

Санитарные нормы устанавливают *предельно допустимые уровни* (ПДУ) звука (звукового давления) для различных зон и в разное время суток. При этом для тонального постоянного шума используются допустимые уровни в конкретной октаве. Для непостоянного шума введены экви-

валентный и максимальный уровни. Эквивалентный уровень $L_{э\text{кв}}$ определяется из условия равенства энергии условного (эквивалентного) постоянного широкополосного шума, имеющего то же среднеквадратичное звуковое давление, что и реальный непостоянный шум:

$$L_{э\text{кв}} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right), \quad (7.5)$$

где t_i – относительное время действия шума, %; L_i – уровень шума, дБА.

Максимальный уровень L_{max} определяется по показаниям шумомера за время не менее 1 % от общей продолжительности измерения. Общее измерение во всем диапазоне октав должно быть не менее 30 мин. Результаты сравнивают с допустимыми. В табл. 7.1 приведены допустимые уровни звукового давления для палат больниц и санаториев согласно СН 2.2.4.2.1.8.562-96.

Таблица 7.1

Уровни звукового давления

Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Допустимый уровень звукового давления для непостоянного шума, дБА	
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	экви- валентный	макси- мальный
7 ⁰⁰ –23 ⁰⁰	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
23 ⁰⁰ –7 ⁰⁰	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40

В табл. 7.2 приводятся данные только по допустимым уровням звукового давления (дБА) согласно тем же санитарным нормам. Для постоянного шума нормируется эквивалентный и максимальный уровни одновременно.

Эти уровни по нормам 1996 г. вблизи магистральных улиц (на расстоянии 2 м от них) допускается принимать на 10 дБА выше приведенных в табл. 7.2. Шум от конкретных единиц согласно стандарту измеряется на расстоянии 7,5 м от осевой линии движения автомобилей. На этом расстоянии уровни шума от единичных легковых и грузопассажирских автомобилей должны быть не более 77 дБА, автобусов – 83 дБА, грузовых – 84 дБА, самых тяжелых мотоциклов – 85 дБА.

Сравнение действительных эквивалентных уровней звука заканчивается определением уровней шумового дискомфорта ΔL как разности $L_{э\text{кв}}$ и $L_{э\text{кв}}^{\text{доп}}$. Когда разница достигает 15–20 дБ, то это субъективно ощущается как увеличение шума в 3–4 раза. Постоянное действие дискомфорта более 30–40 дБА может вызвать необратимые изменения в организме. Результаты обследования влияния транспортных потоков на шум в комнатах общежитий, гостиниц, расположенных вблизи магистралей, при допустимом уровне 45 дБА представлены в табл. 7.3.

Нормативы допустимых уровней звука, дБА

Зона действия звука	Допустимый уровень звука в разное время суток			
	7 ⁰⁰ –23 ⁰⁰		23 ⁰⁰ –7 ⁰⁰	
	эквива- лент- ный	мак- си- маль- ный	экви- ва- лент- ный	мак- си- маль- ный
Учебные помещения	40	55	–	–
Жилые комнаты	40	55	30	45
Номера гостиниц, общежитий, терри- тории больниц и санаториев	45	60	35	50
Залы столовых, кафе	55	70	–	–
Залы ожидания вокзалов, аэропортов	60	75	–	–
Территории, прилегающие к жилым домам, пансионатам, детсадам и т.п.	55	70	45	60
Площадки отдыха жилых домов, школ, институтов и т.п.	45	60	–	–

Следует иметь в виду, что исходный (транспортный) уровень шума в значительной степени зависит от скорости движения, наличия естественных или искусственных экранов и др. И даже если закрыть форточку, шум уменьшится примерно на 5 дБА, а при открытом окне – на столько же увеличится в помещении по сравнению с показателями, приведенными в табл. 7.3.

Основным методом борьбы с шумом является улучшение конструкции машин, более жесткие технологические требования, особенно:

- уменьшение дисбаланса роторов;
- установка глушителей;
- переход на электротягу;
- улучшение стыковки рельсов (для рельсового транспорта), установка амортизирующих прокладок и др.

Очень важно уменьшить мощность шумовых источников за счет оптимального размещения предприятий, создания объездов, развязок, используя данные шумовых карт, удаление транспортных магистралей от жилых и рекреационных зон и др.

Не менее важны градостроительные мероприятия: вдоль транспортных магистралей необходимо уменьшать остекление домов, применять отдельные оконные переплеты, увеличивать плотность естественных экранов. Так, посадка кустарника высотой 1,5 м между дорогой и многоэтажным зданием (на расстоянии 10 м от того и другого) в Нью-Йорке позволила уменьшить шум на 10 дБА на верхних этажах. Два ряда среднерослых деревьев, высаженных на расстоянии 50 м от здания, уменьшают шум

примерно на 20 дБА. Установлено, что лесопосадки вдоль железной дороги снижают шум на 0,1–0,2 дБА на метр ширины насаждений (а для плотных зеленых изгородей даже на 0,5 дБА на один метр). Вдоль железных дорог практикуются экраны в виде складских и подобных помещений.

Таблица 7.3

Уровни шума вблизи магистралей

Тип магистрали	Интенсивность движения, 1/ч	Действие шума			
		на расстоянии 7,5 м, дБА	в помещении (при открытой форточке)		
			расстояние до помещения, м	$L_{\text{экв}}$, дБА	ΔL , дБА
Железнодорожная:					
2-путная	40	89	70	65	20
1-путная	20	87	70	63	18
Скоростная магистраль или улица городского значения	2000–6000	82–85	50	56–59	11–14
Улица районного значения	500–2000	76–81	30	61–68	16–23
Улица «спального» района	50–500	60–74	10	52–66	7–21
Открытая линия метро	40	69	50	53	8

В последнее время за рубежом в домах, расположенных вблизи мощных шумовых источников (аэропортов, например), при невозможности отселения жителей, применяют тройное остекление окон с отдельными переплетами. Шум при закрытых окнах уменьшается в 2,5 раза.

7.3 Электромагнитное загрязнение среды и его источники

Термин «электромагнитное загрязнение среды» введен Всемирной организацией здравоохранения в 1995 г., официально включившей эту проблему в число приоритетных.

Электромагнитное загрязнение (по Н. Реймерсу) возникает в результате изменений электромагнитных свойств среды, приводящих к нарушениям работы электронных систем и изменениям в тонких клеточных и молекулярных биологических структурах. Естественные изменения в электромагнитном фоне (при изменении солнечной активности, магнитных «бурях» и др.) называют электромагнитными аномалиями. В последнее время в связи с широчайшим развитием электронных систем управления передач и связи, электроэнергетических объектов на первый план вышло

антропогенное электромагнитное загрязнение – создание искусственных электромагнитных полей (ЭМП). Их влияние на нашу жизнь многообразно, но недостаточно изучено. Известен случай полного нарушения движения поездов в Японии под влиянием внешних ЭМП. Другой пример – остановка сердца у человека с электростимулятором ритма, попавшего в зону работы самодельного радиопередатчика. Под Ижевском в двух бараках под опорами ЛЭП среди нескольких сотен человек, длительно проживающих здесь, зафиксирована аномально высокая смертность от рака, туберкулеза и сердечно-сосудистых заболеваний. Вместе с тем многие исследователи считают, что для однозначного вывода об онкогенности ЭМП оснований недостаточно.

Все существующие источники ЭМП по функциональному признаку можно разделить на три группы:

- стационарные и переносные системы производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии постоянного тока и переменного: низкой частоты (до 3 кГц) – электростанции, линии электропередачи (ВЛ), трансформаторные подстанции, бытовые и производственные электроприборы (включая ПЭВМ), распределительные устройства и т.д.;

- электрический транспорт: железнодорожный, городской (трамвай, троллейбус, метрополитен и т.п.) – на частотах от 0,1 до 3 кГц;

- передающие станции и комплексы: радиовещательные станции, телевизионные передатчики, базовые системы сотовой связи, мобильные телефоны, наземные станции космической связи, радиорелейные и радиолокационные станции и т.п., эти источники могут работать на различных частотах от 30 кГц до 300 ГГц.

В принципе любое ЭМП характеризуется векторами напряженности электрического E и магнитного H полей. Из физики известно, что напряженностью электрического поля является сила, с которой это поле действует на заряд в теле или в пространстве, а напряженность магнитного поля – сила, с которой это поле действует на элемент тока в проводнике. Однако для различных вариантов ЭМП степень их влияния на биологические объекты может быть разной. Если ЭМП обусловлено неподвижными зарядами, то оно является электростатическим. Определяющей здесь является напряженность поля E так же, как и для источников постоянного тока или вблизи проводников, передающих электроток высокого напряжения (более нескольких киловольт). Для них проявление электрической составляющей выше магнитной. Наоборот, для катушек с большим числом витков для одиночных проводников с постоянным током большой силы (в сотни ампер) относительное проявление магнитной составляющей выше электрической.

Для электромагнитных полей от источников, работающих на переменных электрических токах частотой до 300 МГц, учитываются электрическая и магнитная составляющие. Этот диапазон охватывает установки промышленной частоты (50 Гц), а также радиопередающие телевизионные устройства различных диапазонов: низкой частоты (НЧ – 30–300 кГц),

средней (СЧ – 300 кГц–30 МГц); очень высокой (ОВЧ – 30–300 МГц). В этих случаях необходимо определять напряженность магнитного поля H в амперах на метр и напряженность электрического поля E в вольтах на метр. Для более высоких частот диапазона УВЧ (300–3000 МГц), СВЧ (3–30 ГГц) и КВЧ (30–300 ГГц), как и для оптического излучения, используется плотность потока энергии J в ваттах на квадратный метр. К источникам таких излучений относятся многие передающие и технологические установки (радиолокационные, телевизионные) и бытовые приборы (нагреватели и др.). Например, в Санкт-Петербурге и Ленинградской области на 2000 г. состояло на учете около 60 тыс. радиоэлектронных средств связи (без военных), эксплуатирующихся в диапазоне частоты от 27 до 1000 МГц. К этому следует добавить более 200 телевизионных УКВ-ЧМ передатчиков (частота 48–718 МГц) и многочисленные коммерческие базовые станции связи небольшой мощности (до 10 кВт) в диапазоне от 450 до 1000 МГц. Если учесть еще радиотехническое навигационное оборудование на ВСЧ в районах аэропортов и электрические поля частотой 50 Гц от воздушных линий и подстанций, то станет ясен вывод многих исследователей: жители городов «купаются» в ЭМП! В последнее время растет доля полей, создаваемых портативными станциями и телефонами, электро-транспортом (зачастую УНЧ и НЧ до 1000 Гц). Измерения показали, что за счет всех этих источников интенсивность ЭМП в 100–1000 раз больше естественного фона. Причем воздействию этих полей подвержено практически все население, из которого лишь для 30 % оно связано с профессиональной деятельностью.

При одновременном воздействии нескольких источников напряженность поля определяют как среднеквадратичное от всех источников, умноженное на их число, а плотность потоков суммируют:

$$E_{\Sigma} = \sqrt{\sum E_i^2}, \quad (7.12)$$

$$H_{\Sigma} = \sqrt{\sum H_i^2}, \quad (7.13)$$

$$I_{\Sigma} = \sum I_i \quad (7.14)$$

Величины i -х напряженностей определяют расчетами либо натуральными измерениями.

Особый интерес представляет ЭМП вблизи высоковольтных линий промышленной частоты (50 Гц). Их в России сейчас более 4,5 млн км напряжением от 6 до 1150 кВ (подробнее – см. табл. 7.5).

Вблизи высоковольтных линий (ВЛ) электропередач и открытых распределительных устройств (ОРУ) частотой 50 Гц напряженность E (В/м) на высоте около 2 м от земли можно оценить по данным табл. 7.5 (работы А. Дьякова и др.).

Установлен факт влияния излучений ВЛ на геомагнитные процессы и даже на грозовую активность в атмосфере.

Оценивая параметры полей источников радиочастотного диапазона, необходимо не только знать конструкцию излучателя, но и расположение зон излучения от него. С помощью изотропного (по сфере) или направленного излучения находят напряженности E , H или плотность потока энергии I . Причем и в том, и в другом случае расчетные формулы для ближней и дальней зон излучения будут различными. Они приблизительно разделяются так: до расстояния в одну шестую длины волны излучения – ближняя зона, свыше шести волн – дальняя, между ними – промежуточная. Расчетные формулы для этих зон – различные.

Таблица 7.5

Параметры полей источников промышленной частоты

Вид источника	Напряженность поля	
	электрического, В/м	магнитного, А/м
Открытые распределительные устройства 500–750 кВ	10^3 – $5 \cdot 10^4$	10–100
Высоковольтные линии: 380 кВ, 330 кВ, 110 кВ, 635 кВ	10^3 – 10^4 ; 10^3 – $5 \cdot 10^3$; 10^2 – $3 \cdot 10^3$; 10 – $5 \cdot 10^2$	1–40; 10–100; 0,1–20; 0,1–2
Жилые помещения, здания	1–1000	0,01–0,5
Электробытовые приборы	5–500	0,1–300
Порог индивидуальной восприимчивости	10^4 – $2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^3$ – $3 \cdot 10^4$
Нарушение ритма сокращений сердечной мышцы	$5 \cdot 10^7$	10^6
Безопасные напряженности по условиям возбуждения клеток организма	$2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$
Нормативные напряженности по данным ВОЗ	$5 \cdot 10^3$	80

7.4 Воздействие ЭМП на биологические объекты

Несмотря на то, что до настоящего времени влияние ЭМП на живые организмы изучено недостаточно, следует отметить интенсивное развитие этих исследований в последние несколько десятилетий. В нашей стране объединяющую роль играет Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений (РНКЗ НИ), созданный в 1988 г. и возглавляемый проф. Ю.Г. Григорьевым. Как межведомственный центр этот комитет сотрудничает с Институтом биофизики Минздрава России, НИИ медицины труда РАМН, Центром электромагнитной безопасности Минздрава России и другими организациями. В «Ежегодниках» РНКЗ НИ публикуются результаты как отечественных, так и зарубежных работ.

Сейчас можно сделать вывод, что влияние ЭМП на различные живые организмы существенно неодинаково. Заметное влияние эти поля оказывают на организмы, использующие геомагнитное поле Земли в качестве ориентира: простейшие (улитки и др.), насекомые (термиты, пчелы, бабочки и др.), рыбы (лещи, угри и др.), птицы. Проявление геомагнитного тропизма обнаружено и у растений – интенсивность различных физиологических процессов у семян, высаженных параллельно геомагнитным силовым линиям, наибольшая.

Обнаружено, что сильные отклонения ЭМП от естественного уровня как в большую, так и в меньшую сторону являются стрессорными факторами. Например, при полном экранировании геомагнитного поля Земли наблюдаются нарушения жизнедеятельности у животных (изменение роста тканей, клеток и др.). При повышенных напряженностях проявления изменений зависят от частоты и силы воздействия и очень многообразны.

В последнее время накоплен достаточно обширный банк данных о влиянии ЭМП от ВЛ промышленной частоты (50 Гц) на различные живые организмы. В ряде исследований отмечалось, например, уменьшение сухого веса надземной массы некоторых растений (подсолнечника, овса), растущих под ВЛ. В то же время отмечалась стимуляция прорастания семян некоторых растений в тех же условиях.

В 1980-х гг. было обнаружено явное влияние ЭМП от ВЛ на насекомых: временная потеря ориентации в пространстве вблизи ВЛ у стрекоз, бабочек, жуков, шмелей; увеличение численности тли, шпанской мушки под проводами; рост двигательной активности и одновременно повышенный уровень смертности пчеломаток улья. Однозначно установлено влияние ЭМП даже сравнительно низкой напряженности (1–15 кВ/м) на генеративную функцию подопытных крыс (вплоть до бесплодности у самцов – при высокой сексуальной активности – после 3–4-месячного нахождения их по 5 ч в день в зоне ЭМП). Обследование овец, ягнят, свиней и телят в подобных условиях дало противоречивые результаты: для первых двух видов млекопитающих каких-либо изменений обнаружено не было (возможно, это связано с низкими уровнями напряженности поля), в то время как у свиней при напряженности в 30 кВ/м отмечалось нарушение сна, а при более низких, но более длительных воздействиях ЭМП на телят – рост смертности почти на 80 % (E от 2 до 15 кВ/м). Интересные результаты получены при обследовании влияния источников радиочастотного диапазона на компоненты экосистем. Так, в Латвии в районе действия радиорелейной станции на частоте 154–162 МГц с импульсными передатчиками мощностью 1,25 МВт (импульс длительностью 0,8 мс, скважность – 50) заселенность территории птицами оказалась существенно ниже контрольной, а в клетках крови у коров на близрасположенной ферме обнаружено повышенное количество генетических повреждений.

В конце XX в. ряд исследователей (Г.В. Козьмина, А.Г. Ипатова и др.) выявили сильное влияние СВЧ-излучения на насекомых (ППЭ до 12,8

МВт/см² вызывали летальный исход под лучом), в то время как облучение картофеля и пшеницы не дало ощутимых изменений в их развитии.

О механизме воздействия ЭМП на живые организмы и человека единого мнения пока не существует. Вместе с тем многие факты электромагнитного воздействия на живые организмы считаются доказанными: рыбы плохо переносят поля промышленной частоты с достаточно высокой напряженностью; рост лесонасаждений снижается при воздействии СВЧ; некоторые цветы реагируют на звуковые частоты. А.С. Присманом доказано изменение сердечного ритма и двигательной активности у людей под действием ЭМП и даже процессов передачи генетической информации. Многие исследователи связывают эти воздействия с влиянием на молекулы воды, содержащейся в клетках человека. Электромагнитные поля, в том числе слабые, низкой частоты, изменяют метастабильные структуры клеточной воды, снижая концентрацию калия и увеличивая число активных свободных радикалов. Доказано, что при напряженности 30 кВ/м в клетку вводится за одну секунду 10^4 ионов Na^+ и выводится такое же количество ионов K^+ . Известно, что гипокалемия – одна из причин аритмии, стенокардии.

Многие из вышеописанных следствий воздействия ЭМП на здоровье людей (в том числе рост злокачественных новообразований у детей, живущих вблизи высоковольтных линий электропередач) ряд ученых объясняют нарушениями информационно-управленческих процессов в организме, вызывающих перераспределение энергии, запуск хранящихся в организме программ и т.д. информационным воздействием. Эта гипотеза не отрицает и возможного теплового воздействия на клетки (термогенный эффект, с которым многие связывают появляющуюся головную боль, раздражительность, сонливость, ослабление памяти и хронические поражения; у мужчин – снижение тестостерона в крови, импотенцию, у женщин – токсикозы беременности, патология родов). Все эти эффекты подтверждаются в дополнительных исследованиях, т.к. рост благ цивилизации, связанный с увеличением интенсивности ЭМП, неизбежен и оправдан.

7.5 Компьютерная техника как источник электромагнитного загрязнения окружающей среды

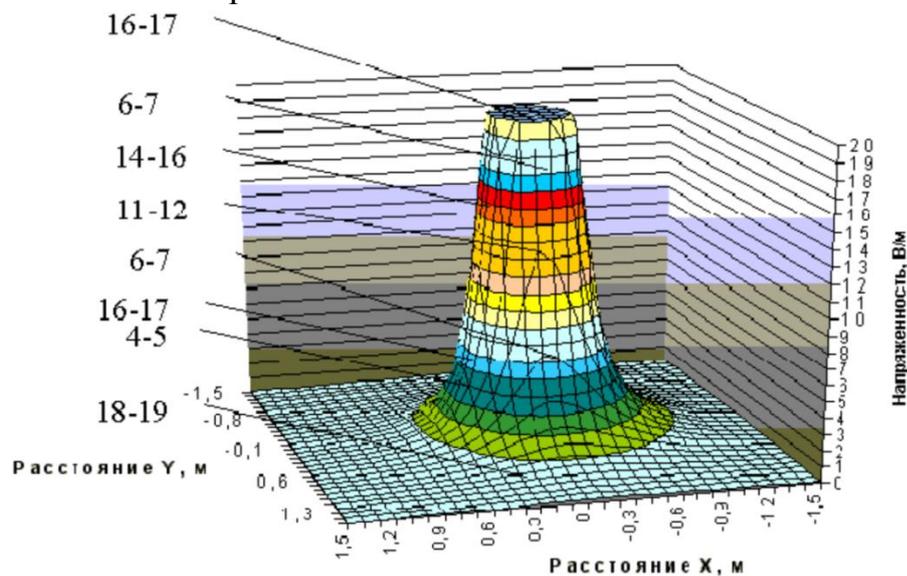
Широчайшее распространение электронных вычислительных машин вообще и персональных (ПЭВМ), в частности, заставляет рассматривать их не только как источник излучений и ЭМП в производственных условиях, но и в условиях быта, в окружающей среде. Причем, если вопрос об ЭМП от обычного телевизора снимается рекомендацией о просмотре программ с определенного расстояния (обычно не менее 2–3 м), то потребность работы пользователя с ПЭВМ при непосредственном контакте такое решение исключает.

Современные ПЭВМ создают вокруг себя электростатическое поле, переменные электрическое и магнитное поля. Часто упоминается рентгеновское и ультрафиолетовое излучения. Однако рентгеновское излучение,

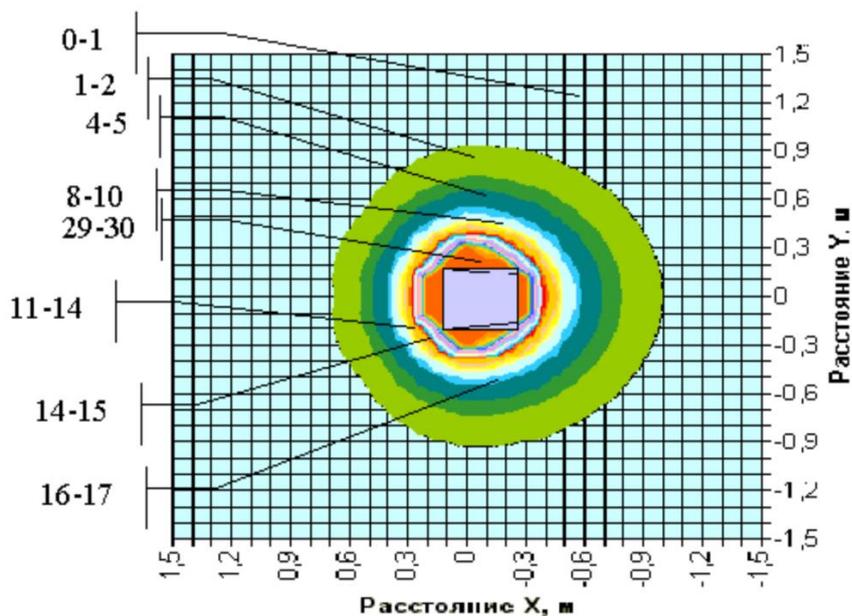
возникающее в трубке, мало и гасится стеклянным экраном монитора, а ультрафиолетовое излучение не обнаруживается даже в самых старых моделях.

Электростатическое поле возникает за счет наличия ускоряющего напряжения (потенциала) на экране трубки. В современных ПЭВМ принимаются меры по снижению напряженности данного поля, но на режимах включения и выключения в течение десятка секунд потенциал может иметь очень ощутимую величину.

Переменные электрические и магнитные поля генерируются в узлах, где присутствует высокое напряжение и (или) большой ток. Типичное распределение полей вокруг монитора современных ПЭВМ по данным наших измерений показано на рис. 7.2.



a



б

Рис. 7.2. Пространственное распределение напряженности электрического поля вокруг ПЭВМ:

a – объемное распределение; *б* – плоская проекция

Поля, создаваемые различными узлами, накладываются друг на друга, но в принципе их можно разделить на две группы:

- поля от блока кадровой развертки и блока питания (частота до 1 кГц);

- поля от блока строчной развертки (от 15 до 100 кГц).

Как отмечают исследователи Центра экологической безопасности РФ (руководитель – проф. Ю.Г. Григорьев), в спектре ЭМП вблизи ПЭВМ присутствуют колебания низкой частоты – от единиц до нескольких десятков герц (частоты, близкие к частотам биоритмов человеческого организма). Это создает особую экологическую опасность в обращении с ПЭВМ. По обобщенным данным бюро трудовой статистики США у работающих за мониторами от двух до шести часов в сутки нарушения центральной нервной системы происходят в 4,6 раза чаще, чем в контрольных группах, сердечно-сосудистые заболевания – в два раза и т.п. В связи с этим за рубежом действуют жесткие нормативы, регламентирующие правила пользования дисплеями (по излучению от них, времени работы и защите работающих). В 1996 г. были введены СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, ПЭВМ и организации работ». Эти нормативы во многом совпадали со шведским стандартом MPR- II (1990). Они учитывали, что уровни напряженности электрических и магнитных полей вблизи мониторов могут превышать ПДУ в 2–5 раз, а на поверхности электронно-лучевых трубок или на защитных экранах при отсутствии заземления может накапливаться электростатический заряд с полем в 20–50 кВ/м². В то же время уровни рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения обычно значительно ниже принятых гигиенических нормативов.

Постоянная работа с дисплеями может вызывать астенопию (зрительный дискомфорт), проявляющийся в покраснении век и глазных яблок, затуманивании зрения, утомлении, появлении нервно-психических нарушений и др. Нормы устанавливают требования к продолжительности работы за мониторами, организации рабочих мест, освещению помещений и микроклимату для взрослых пользователей, студентов и детей. Выполнение этих требований позволит не допускать появления серьезных отклонений здоровья пользователей ПЭВМ. Этими нормативами следует руководствоваться и при пользовании телевизорами, хотя формально СанПиН специально оговаривает исключение бытовых телевизоров и телеигровых автоматов из рассмотрения. Вместе с тем в РФ (по инициативе Центра электромагнитной безопасности) начали защищать пользователей от ЭМП, создав дополнительный металлический корпус, замыкающийся на встроенный защитный экран. Это позволяет резко снизить электрическую напряженность поля, сделать работу сравнительно безопасной.

В 2003 г. приняты новые правила СанПиН 2.2.2/2.4.11340-03 «Гигиенические правила к ПЭВМ и организации работы». Они распространяются на все ПЭВМ, кроме транспортных и перемещающихся в процессе работы. (Речь идет о производстве, но вряд ли кто-то будет спорить о том, что вла-

делец частного транспортного средства сам заинтересован в соблюдении норм – свое здоровье дороже). Нормами установлены временные уровни напряженности электрического поля – 25 В/м (в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц) и 2,5 В/м (от 2 кГц до 400 кГц), а плотности потока энергии – 250 нТл и 25 нТл соответственно. Для электростатического поля – 500 В/м. Площадь на одно рабочее место пользователя ПЭВМ не менее 6 м², а для плоских дискретных экранов – 4,5 м².

Измерение полей производится на расстоянии 50 см от экрана на трех уровнях (на высотах 0,5 м, 1,0 м и 1,5 м).

7.6 Мобильные телефоны как источник электромагнитного влияния на окружающую среду и человека

Оценка возможного влияния мобильной связи на среду и человека в России находится, несмотря на усилия ученых-энтузиастов (таких, как проф. О.Г. Григорьев, В.Г. Петин, Ю.А. Холодов и др.), на начальном этапе: примерно на том же, на котором обследования влияния ПЭВМ было ещё 15–20 лет назад. Вместе с тем развитие систем мобильной связи заставляет обращаться к этой проблеме постоянно. Приближённые оценки свидетельствуют о том, что темп роста числа мобильных телефонов в РФ за последние несколько лет опережает общемировой: с 2,5 млн абонентов до 10 млн при общемировом – от 400 млн до 500 млн. Систематические исследования этой проблемы ведутся только в рамках работ уже упоминавшегося Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений (РНКЗ НИ) (см. п. 7.5). Достаточно подробный обзор работ по проблеме приведён в нескольких монографиях под редакцией проф. О.Г. Григорьева, вышедших за последние 10 лет в издательстве РУДН. Краткий обзор результатов этих исследований приводится далее.

Работа системы мобильной связи основана на принципе деления территории на зоны (так называемые «соты» – шестигранники) радиусом обычно до 2 км. В узлах или центре сот располагаются базовые станции (БС), обслуживающие радиотелефоны (РТ) в зоне их действия (рис. 7.3).

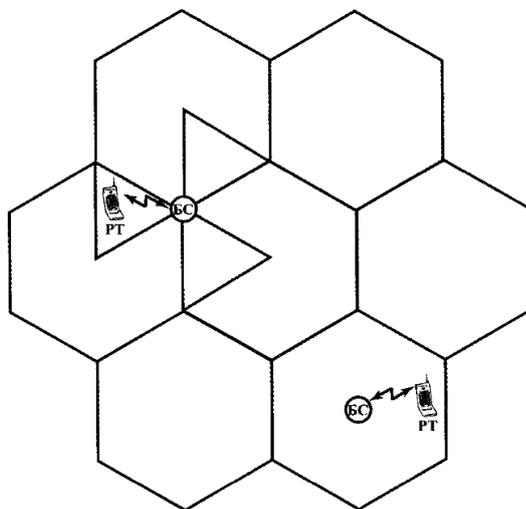


Рис. 7.3. Схема фрагмента сети сотовой связи

Приемопередающие БС работают в УВЧ-диапазоне (от 0,3 до 3 ГГц) и оснащены комплектом оборудования радиорелейной связи СВЧ-диапазона (от 3 до 30 ГГц), обеспечивающим интеграцию в общую сеть. Мощность передатчиков БС обычно не превышает 10 Вт на несущей частоте. Антенны БС устанавливаются, как правило, на высотах от 10 до 100 м на существующих постройках или на специальных мачтах (интенсивность ЭМИ в доступных для людей местах должна отвечать ПДУ – см. п. 9.8 для СанПин-2003). Базовые станции характеризуются существенным непостоянством мощности излучения по времени суток, дням недели в зависимости от числа обслуживаемых абонентов, но в большинстве случаев они не требуют санитарно-защитной зоны ввиду большой высоты размещения и малой мощности (на уровне земли интенсивность ЭМП не превышает ПДУ).

Гигиенически значимые уровни ЭМП наблюдаются вблизи БС и антенн (до 5 м). Считается, что приемопередающее оборудование БС (кроме антенн) не является потенциально опасным для населения и среды.

Такого однозначного вывода о влиянии мобильных средств связи сделать нельзя. В Италии, Швейцарии и Австрии преобладает мнение о необходимости ужесточения ПДУ, проведения предупредительных мер. Интенсивные работы ведутся в США, Польше, ФРГ, Великобритании, Швеции и Австралии. Это объясняется тем, что мобильные средства связи при работе максимально приближен к голове пользователя – на расстояние не более 5 см. Головной мозг и периферические рецепторные зоны вестибулярного, слухового анализаторов и сетчатка глазного яблока неизбежно подвергаются воздействию ЭМП различной интенсивности и частоты. Величины удельной поглощенной мощности (*SAR*) для ЭМП от сотовых телефонов различных марок по данным зарубежных источников приведены в табл. 7.6. По некоторым данным, от 15 до 68 % излучаемой радиотелефонной энергии может поглощаться тканями мозга.

Таблица 7.6

Поглощенная мощность от радиотелефонов РТ

Обозначение стандарта	Выходная мощность РТ, Вт, не более	Удельная поглощенная мощность SAR (усреднённая по 10 г биологической ткани), Вт/кг, не более
NMT-450	1	6
AMPS	0,6	4
GSM 900	0,25	3
GSM 1800	0,125	2

Но *SAR* – это косвенный параметр, позволяющий судить о возможном влиянии средств мобильной связи на пользователя. Нормирование проводится по величине *плотности потока энергии* (ППЭ) на основании экспериментальных исследований биологического воздействия ЭМП. В РФ с 1994 г. установлена временная величина ППЭ в 100 мкВт/см². Необ-

ходимо отметить, что и при таком уровне учёные РНКЗ НИ считают целесообразным введение ряда ограничений на пользование мобильными средствами связи (см. прил. 1). Японские ученые обнаруживали существенное превышение напряжённости ЭМП в замкнутом пространстве (например, в купе поезда) при использовании нескольких телефонов одновременно.

Биологические исследования влияния средств мобильной связи на пользователей производились четырьмя способами: анкетированием (наиболее субъективный метод), моделированием на фантомах головы человека, обследованием на добровольцах и животных.

Наиболее важные данные получены на добровольцах, облучавшихся до 30 мин. Оценки проводились по целому комплексу параметров и систем (биоэлектрической активности мозга, сердечно-сосудистой и дыхательной деятельности, психоневрологических показателях и др.). Большинство экспертов зарегистрировали приходящие изменения в работе систем и сделали вывод о возможности неблагоприятного воздействия ЭМП средств мобильной связи на здоровье пользователей. Вместе с тем, статистически достоверных данных о развитии возможных отдалённых последствий у пользователей средств мобильной связи на их здоровье сейчас нет (возможно, это связано с «молодостью» проблемы). Следует также отметить, что специальное обследование 1000 пользователей средств мобильной связи в Южной Корее о возможности появления опухолей мозга и молочной железы не выявили такой связи (в отличие от опухолей щитовидной железы). В опытах на крысах и куриных эмбрионах (Россия) однозначных результатов также не получено (кроме большого процента гибели эмбрионов).

Подводя итог обширному обзору, проф. Ю.Г. Григорьев и другие российские учёные сделали вывод, что на сегодняшний день можно считать доказанным факт возможности возникновения временных реакций при облучении центральных структур головного мозга пользователя при удельной поглощённой дозе от 0,4 Вт/кг и выше. Эти реакции можно трактовать как патологические (возможно, с последующей компенсацией). В РФ исследования должны быть продолжены, но сегодня же необходимы ограничительные меры для пользователей (см. прил. 1) и сертификация средств мобильной связи в стране. Следует также организовать информирование населения о возможном влиянии ЭМП от средств мобильной связи, прежде всего на среду и людей, не пользующихся этими телефонами и зачастую острее воспринимающими возможный вынужденный (в отличие от добровольного – для пользователей) риск облучения.

7.7 Предельно допустимые уровни электромагнитных полей. Защита от ЭМП

Напряженность электрического поля E (кВ/м) составляет 0,5 (внутри жилых зданий), 1 (на территории жилой застройки), 5 (в ненаселенной местности, часто посещаемой людьми), 20 (в труднодоступной местности) и принимается в качестве ПДУ для ЭМП воздушных линий электропере-

дач переменного тока промышленной частоты. При этом для всех случаев при $E > 1$ должны быть приняты меры, исключающие воздействие разрядов и токов стекания на человека.

Величины ПДУ определяют по величине опасного уровня плотности наведенных в теле человека токов – 10 мА/м^2 . Именно так установлены приведенные выше значения E . Напряженность магнитного поля H , опасная для здоровья, определена в 4 кА/м . Интенсивность ЭМП в диапазоне частот $300 \text{ МГц} - 300 \text{ ГГц}$ характеризуется плотностью потока энергии I (Вт/м^2).

Основной мерой защиты для этих случаев является соблюдение нормативов пребывания работников и нормативов санитарно-защитных зон (СЗЗ) в районе воздушных линий и подобных источников. Например, в зоне с напряженностью 10 кВ/м разрешается находиться не более 3 ч , а при 20 кВ/м – не более 10 мин в день. Санитарно-защитные зоны устанавливаются в виде расстояния от проекции на землю крайних фазовых проводов для напряжения воздушных линий: для $1150 \text{ кВ} - 300 \text{ м}$; $110 \text{ кВ} - 20 \text{ м}$; до $20 \text{ кВ} - 10 \text{ м}$. Причем допускается уменьшение этих расстояний для сельской местности и высоких напряжений почти в 6 раз при условии ограничения времени пребывания и других специальных мер.

Указанные нормативы для населения существенно отличаются от ПДУ для рабочих мест. Так, СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» (введены 1.05.2003) ПДУ напряженностей от ЭМП промышленной частоты для рабочей смены устанавливается в 5 кВ/м и 8 кА/м , а пребывание в зоне с E от 20 до 25 кВ/м без средств защиты не допускается; при E от 5 до 20 кВ/м время допустимого пребывания в часах определяется по зависимости $T = 50/E - 2$. По магнитной составляющей время ограничивается минутами ($H = 24 \text{ кА/м}$; $T = 0-10 \text{ мин}$).

Такие же (вполне оправданные) различия имеются в величинах ПДУ для радиотехнических объектов, работающих на частотах от 30 кГц до 300 ГГц (в том числе теле- и радиостанций), по их влиянию на селитебные территории и население – см. табл. 7.7 (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 – введены 30.06.2003).

Для рабочих мест величины максимальных ПДУ в 20 и более раз превышают приведенные нормы. На наш взгляд, это требует дополнительного обоснования, т.к. такое отличие нормативов на границах СЗЗ зачастую приводит к конфликтам и недоразумениям даже в тех случаях, когда, согласно СанПиН, в санитарно-эпидемиологическом заключении по данному ПРТО имеются материалы расчета распределения уровней ЭМП на прилегающей территории с указанием границ СЗЗ и зон ограничения.

Для типовых ПРТО устанавливаются санитарно-защитные зоны в зависимости от рабочей частоты и выходной мощности. Так, для радиопередатчиков от 5 до 1000 кВт ВЧ нормативами оговариваются размеры СЗЗ от 10 до 2500 м , состоящие из зоны строгого режима с напряженностью на границе 20 В/м и зоны ограниченного пользования – до 4 В/м на внешней границе.

Таблица 7.7

Величины ПДУ от радиотехнических объектов

Диапазон частот				
30–300 кГц	0,3–3 МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	0,3–300 ГГц
Нормируемый параметр				
Напряженность электрического поля E , В/м				Плотность потока энергии (ППЭ) I , мкВт/см ²
25	15	10	3*	10 (25**)

Примечание: * Кроме средств радио- и ТВ-вещания (диапазон 48,5–108; 174–230 МГц), для которых $\text{ПДУ} = 21/f^{0,37}$.

** Для случая облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

Таким образом, основными мерами защиты от ЭМП являются нормативы по расстоянию, времени пребывания и, в некоторых случаях, экраны. К сожалению, до сих пор не разработаны не только меры экономического стимулирования снижения электромагнитного загрязнения среды (впрочем, как и загрязнения шумового), но и научно обоснованные пределы воздействия ЭМП для достаточно распространенных в быту и промышленности приборов и аппаратов. Например, при работе фена на расстоянии 3 см магнитная индукция равна 2000 мкТл (напряжённость – около 1,6 кА/м), электробритвы – 1500 мкТл (1,2 кА/м), при естественном фоне – до 60 мкТл (48 А/м).

Следует отметить, что в 2003 г. впервые были введены нормативы для установок, создающих импульсные ЭМП, и для копировально-множительной техники. В этих документах рассматривается в основном влияние только на работающих. Так, СанПиН 2.2.4.1329-03 по защите персонала от воздействия импульсных ЭМП (ИЭМП) устанавливает нормы, ответственность за выполнение которых возлагается на руководителя организации (командира части), соответствующего начальника или на лицо, назначенное им. Не рассматривая нормы для рабочих мест, можно для примера привести фрагмент нормативов напряжённости электрической составляющей E , кВ/м (табл. 7.8), для персонала, не связанного с источником ИЭМП, в зависимости от длительности импульса $t_{\text{имп}}$ и длительности фронта $t_{\text{фронт}}$.

Именно этими величинами определяется граница СЗЗ, а уровни берутся на расстоянии 2 м от земли. В пределах СЗЗ запрещается размещение зданий и сооружений, в которых возможно нахождение личного состава, не участвующего непосредственно в обеспечении работы РТО ИЭМП.

Измерения ИЭМП проводятся также на высотах 3, 6, 9 м и других – по мере необходимости. По этим измерениям устанавливается зона ограничения застройки (ЗОЗ) там, где напряжённость ИЭМП превышает ПДУ ИЭМП (табл. 7.8).

Допустимая напряженность для импульсных
электромагнитных полей E , кВ/м

Длительность импульса $t_{имп}$, нс	Длительность фронта $t_{фронт}$, нс			
	0,1	1	10	50
1	1,3	–	–	–
10	0,8	0,7	–	–
100	0,7	0,7	0,9	2,3
1000	0,7	0,7	0,9	1,5

Хотя СанПиН устанавливает меры по защите только для персонала, следует иметь в виду то, что непосредственно касается окружающей среды и населения. Так, правилами устанавливается, что РТО ИЭМП по периметру оборудуется средствами наглядного предупреждения о наличии ИЭМП; во время работы должна быть звуковая или (и) световая сигнализация; обеспечивается экранирование аппаратуры; делается заземление металлических труб вентиляции, отопления и водоснабжения и др.

Следует подчеркнуть, что отсутствие нормативов приводило к конфликтам с населением, проживающим вблизи РТО ИЭМП. Так, размещение подобных средств вблизи садоводческих товариществ и жилых массивов на северной окраине Ростова-на-Дону вызывало протесты жителей и потребовало вмешательства администрации города и Росприроднадзора.

Что касается гигиенических требований к работе на копировально-множительной технике (СанПиН 2.2.2.1332-03), то в них речь идёт в основном о вредных факторах на рабочих местах – в процессе производства. Требования к видеодисплейному терминалу, который может находиться в составе копировального комплекса, не отличаются от вышеописанных требований к ПЭВМ (п. 7.7). Необходимо лишь отметить, что допустимый уровень статического электричества на поверхности оборудования здесь допускается до 20 кВ/м, что значительно выше, чем для ПЭВМ. Очевидно, здесь имеется в виду поле, образующееся в результате трения движущейся бумаги с рабочими механизмами. Из этих норм ПЭВМ следует исключить. Что касается ультрафиолетового и лазерного излучения на этой технике, в СанПиНе предусматриваются меры по их локализации на рабочем месте (шторы, экраны, крышки, светофильтры и др.), поэтому влиянием этих объектов на окружающую среду можно пренебречь.

8 ЗАЩИТА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ, ФЛОРЫ И ФАУНЫ

8.1 Земная поверхность и земельные ресурсы

Под земельными ресурсами понимают земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей. Особую важность для человека представляет земная поверхность литосферы.

Литосфера – это твердая оболочка Земли (глубиной около 200 км), под которой находятся мантия и ядро.

Возраст Земли – около 4,5 млрд лет. Общая площадь суши – около 148 млн км², примерно 15 млн км² приходится на ледники, остальная часть – пространство обитания; из нее примерно одна треть – леса, еще столько же приходится на сельскохозяйственные угодья. Причем условия сельскохозяйственного производства в районах Российской Федерации хуже, чем в основных развитых странах, и почвы менее плодородные.

Почва (педосфера) – верхний слой земной коры – образована из материнской горной породы, живых организмов (и в первую очередь из растений) под влиянием климата, бактерий, рельефа и возраста страны.

В почвах особое значение имеет верхний гумунизированный (или гумусированный) слой, здесь содержание гумуса более 1 % за счет разложения остатков живых организмов. Под ним – средний слой (минерализованный), наконец, нижний – из слабо измененных продуктов разрушения материнской породы. Использование суши в разных частях земли характеризуется данными, приведенными в табл. 8.1.

Наиболее высокий процент использования суши для сельского хозяйства – в Европе, в бывшем СССР и России – самый низкий, хотя площадь очень велика.

Таблица 8.1

Характеристика земельных ресурсов

Страна, континент	Общая использованная площадь суши			
	Всего, млн га	На одного человека, га	Освоенная для сельского хозяйства, %	Под лесами, %
СССР (в границах 1989 г.)	2240	9,22	27,1	40,6
РФ (1993 г.)	1710	11,4	13 + 18,7*	46
РФ (2002 г.)	1710	11,6	12,9 + 19*	42,9
Европа (без СССР)	493	1,07	48,7	28,4
Азия (без СССР)	2753	1,34	35,4	19,5
Северная и Центральная Америка	2242	7,00	28,1	36,5

Примечание. * Пастбища оленей.

В табл. 8.2 представлена более детальная расшифровка использования земли по видам в РФ.

Использование земли в РФ

Площадь использования земли	Под сельхозугодиями*	Лес	Болота	Под водой	Пастбища оленей	Под строительством	Дороги, прогоны	Нарушения земли	Овраги, пески, ледники	Итого
млн га	222/131,6	787	109,1	71,2	319,9	5,2	8,2	2	185,1	1709,7
%	13/7,7	46	6,4	4,2	18,7	0,3	0,5	0,1	10,8	100

Примечание. * Числитель – общая площадь, знаменатель – пашня.

Почти четверть земли России занята болотами, оврагами, песками, ледниками и покрыта водой, что создает известные трудности (особенно с учетом того, что около 20 % земель – тундра). Вместе с тем ни одна страна не имеет таких лесных богатств.

Сопоставление данных по России (см. табл. 8.1) за 1993 и 2002 гг. свидетельствует о том, что площадь под лесами за десятилетие уменьшилась почти на 3 %.

На эту неблагоприятную тенденцию обращали внимание правительства РФ специалисты на III Всероссийском съезде охраны природы в 2003 г. Требуется специальная программа охраны нашего лесного богатства.

8.2 Общие сведения о почвах

Почва – верхний рыхлый слой литосферы, строение которого показано на рис. 8.1.

В почве сложным образом взаимодействуют следующие основные компоненты (рис. 8.2):

- минеральные частицы (песок, глина), вода, воздух;
- детрит – отмершее органическое вещество, остатки жизнедеятельности растений и животных;
- множество живых организмов от детритофагов до редуцентов, разлагающих детрит до гумуса.

Таким образом, *почва – биокосная система, основанная на динамическом взаимодействии между минеральными компонентами, детритом, детритофагами и почвенными организмами.*

В своем развитии и формировании почвы проходят несколько этапов. Молодые почвы являются обычно результатом выветривания материнских горных пород или переноса отложения осадков (например, аллю-

вия). На этих субстратах поселяются микроорганизмы, лишайники, мхи, травы, мелкие животные. Постепенно внедряются другие виды растений и животных, состав биоценоза усложняется, между минеральным субстратом и живыми организмами возникает целая серия взаимосвязей. В результате формируется зрелая почва, свойства которой зависят от исходной материнской породы и климата. Недаром В. Вернадский называл этот слой корой выветривания.

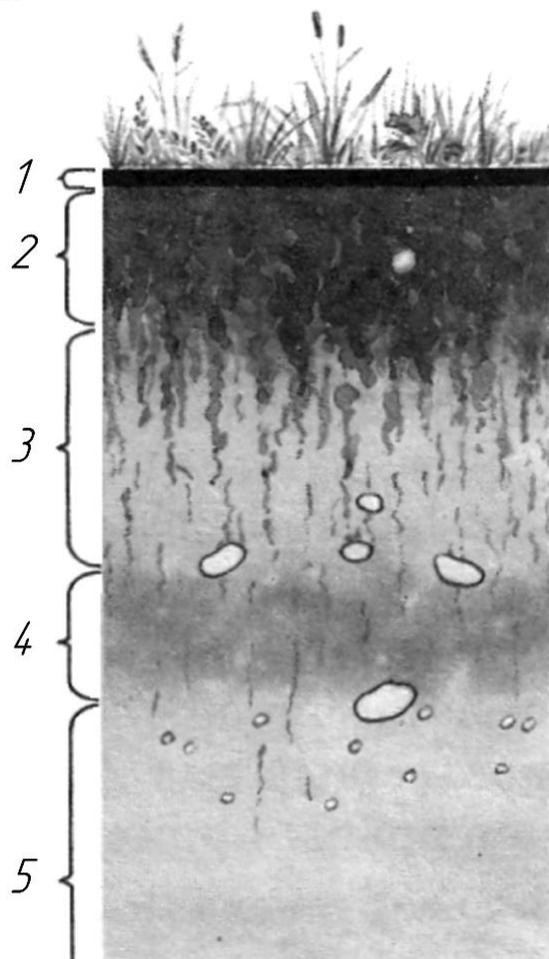


Рис. 8.1. Строение почвы (в разрезе):
1 – подстилка; 2 – перегной; 3 – слой вымывания; 4 – слой накопления минеральных солей; 5 – подпочва

Процесс развития почвы заканчивается, когда достигается равновесие: соответствие почвы растительному покрову и климату, т.е. возникает состояние стабильности. Таким образом, изменения почвы, происходящие в процессе ее формирования, напоминают сукцессионные изменения экосистем.

Типы почв очень разнообразны. Различают тундровые и подзолистые почвы хвойных лесов, бурые и серые – лиственных, черноземы и каштановые – степей, бурые и серо-бурые – пустынь.

Одно из важнейших свойств любой почвы – ее структурность, т.е. степень образования комочков в почве, их размер и количество. Оструктуренные почвы, содержащие большое количество склеенных в комочки ча-

стиц с участием минеральных и органических коллоидов, благодаря рыхлому строению хорошо питают корни растений всем необходимым.

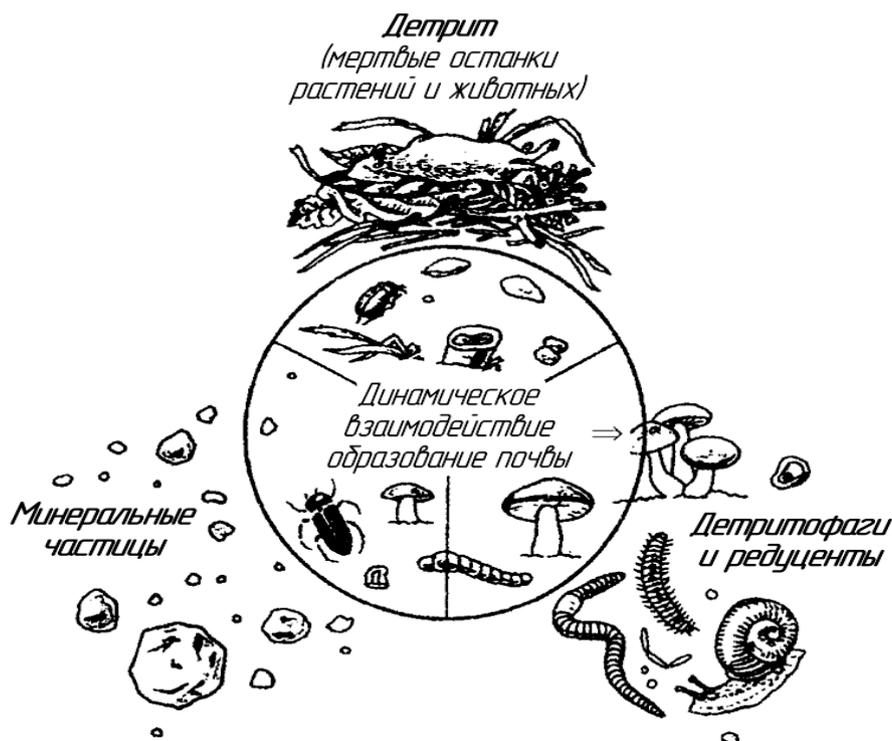


Рис. 8.2. Компоненты почвы

Толщина (мощность) почвы наиболее велика у черноземов – до нескольких метров.

Каждому типу почв соответствуют определенные типы растительных сообществ. Так, сосновые боры, как правило, растут на легких песчаных почвах, а еловые леса предпочитают более тяжелые и богатые питательными веществами суглинистые почвы.

Почва является как бы живым организмом, внутри которого протекают различные сложные процессы. Для того чтобы поддерживать почву в хорошем состоянии, необходимо знать природу обменных процессов всех её составляющих.

Поверхностные слои почвы обычно содержат много остатков растительных и животных организмов, разложение которых приводит к образованию *гумуса*. Количество гумуса определяет *плодородие* почвы.

В почве обитает великое множество различных живых организмов, формирующих сложную пищевую детритную сеть: бактерии, микрогрибы, водоросли, простейшие, моллюски, членистоногие и их личинки, дождевые черви и многие другие. Все эти организмы играют огромную роль в формировании почвы и изменении её физико-химических характеристик.

Среди почвенных есть болезнетворные организмы, вызывающие заболевания сельскохозяйственных животных и человека. Многие из них связаны с определенными типами почв. Так, гистоплазмоз вызывается паразитическим грибом *Histoplasma capsulatum*, поражающим соединительные ткани и эндотелий человека и некоторых млекопитающих. При этом

заболевании увеличиваются печень, селезенка, лимфатические узлы, происходят кожные кровоизлияния, при лёгочном гистоплазмозе – кровохарканье. Распространение гистоплазмоза связано с красно-желтыми оподзоленными почвами субтропиков и тропиков. На других почвах эта болезнь практически отсутствует. В почве могут находиться возбудители брюшно-го тифа, дизентерии, бруцеллеза, многих глистных заболеваний и т.д. Наибольшая смертность от холеры связана с заболоченными почвами пойм рек Западной Индии.

Химический состав почвы оказывает влияние на состояние здоровья человека через воду, растения и животных. Недостаток или избыток определенных химических элементов в почве бывает столь велик, что приводит к нарушению обмена веществ, вызывает или способствует развитию серьёзных заболеваний. Так, широко распространенное заболевание эндемический (местный) зоб связано с недостатком йода в почве. Малое количество кальция при избытке стронция служит причиной урвской болезни. Недостаток фтора приводит к кариесу зубов. При высоком содержании фтора (свыше 1,2 мг/л) нередко возникают заболевания костной системы (флюароз).

Почва представляет собой сложную природную систему, где под влиянием живых организмов и других факторов происходят образование и разрушение сложных органических соединений. Минеральные вещества извлекаются растениями из почвы, входят в состав их собственных органических соединений, затем включаются в органические вещества тела сначала растительных, затем насекомоядных, хищных животных. После гибели растений и животных их органические соединения поступают в почву. Под воздействием микроорганизмов в результате сложных многоступенчатых процессов разложения эти соединения переходят в формы, доступные для усвоения растениями. Они частично входят в состав органических веществ, задерживаются в почве или удаляются с фильтрующимися и сточными водами. В результате происходит закономерный круговорот химических элементов в системе «почва – растения – (животные – микроорганизмы) – почва». Этот круговорот В.Р. Вильямс назвал *малым*, или *биологическим*. Благодаря малому круговороту веществ в почве постоянно поддерживается плодородие.

В искусственных агроценозах такой круговорот нарушен, т.к. человек изымает значительную часть сельскохозяйственной продукции, используя её для своих нужд. Из-за неучастия этой части продукции в круговороте почва становится малопродуктивной. Чтобы избежать этого и повысить плодородие почвы в искусственных агроценозах, человек вносит органические и минеральные удобрения.

Применяя необходимые севообороты, тщательно обрабатывая и удобряя почву, человек повышает ее плодородие столь значительно, что большинство современных обрабатываемых почв следует считать искусственными, созданными при участии человека.

Таким образом, в одних случаях воздействие человека на почвы приводит к повышению их плодородия, в других – к ухудшению, деградации и гибели. К особо опасным последствиям влияния человека на почвы следует отнести ускоренную эрозию, загрязнение чужеродными химическими веществами, засоление, заболачивание, изъятие почв под различные сооружения (транспортные магистрали, водохранилища и др.). Ущерб, наносимый почвам в результате нерационального использования земель, принял угрожающий характер. Уменьшение площадей плодородных почв происходит во много раз быстрее, чем их образование. Особенно опасна для них ускоренная эрозия.

8.3 Эрозия почв и методы борьбы с ней

Под *эрозией* (от лат. «*erosio*» – разъедание) почвы понимают многообразные процессы разрушения и выноса почвенного покрова потоками воды и ветра.

Эрозия – естественный процесс, существующий в природе, который протекает очень медленно, а поэтому разрушение и потери почвы от выдувания и смыва уравниваются процессами почвообразования. Эта *естественная*, или *геологическая*, эрозия является частью эволюции Земли. Наряду с этим нормальным геологическим процессом существует *ускоренная*, или *разрушительная*, эрозия, возникающая под влиянием деятельности людей. При этом процессы разрушения и сноса почвы происходят во много раз быстрее, чем при естественной эрозии. Потери почвы не компенсируются естественными почвообразовательными процессами и почва частично или даже полностью теряет плодородие.

Образование плодородного гумусового горизонта мощностью 20–25 см происходит в течение 2–7 тысячелетий. При ускоренной эрозии разрушение этого слоя может произойти за 10–30 лет. При катастрофических ураганах, ливнях нарушенные хозяйственной деятельностью почвы могут быть уничтожены в течение нескольких дней или даже часов.

Различают несколько видов эрозии почв. *Ветровая эрозия* распространена, как правило, в засушливых зонах, на почвах, содержащих много мелких пылевидных частиц и лишенных растительности. Различают *повседневную ветровую эрозию* (поземку) и *пыльные*, или *черные*, *бури*. Последние возникают при сильных ветрах и могут практически уничтожить плодородный слой почвы.

Водная эрозия может быть *плоскостной*, *струйчатой*, *овражной*, а также в виде *селевых потоков* и *оползней*.

При *плоскостной эрозии* происходит смыв поверхностного слоя почвы талыми водами и дождями в более низкие места.

Струйчатая (или *бороздчатая*) эрозия развивается при дружном таянии снега весной и в результате сильных ливней на склонах, лишенных растительности.

Овражная эрозия развивается на склонах, лишенных древесной растительности, со слабо развитой растительностью.

Селевые потоки и оползни – наиболее опасные формы водной эрозии в горах. Сели (от араб. «سيل» – *бурный поток*) – это мощные грязекаменные потоки, возникающие на горных склонах после сильных дождей.

Урожай зерновых на эродированных почвах в 3–4 раза ниже по сравнению с таковыми на сохранившихся почвах, смытые участки часто заболачиваются. Если в результате эрозии с гектара площади смывается или сдувается 8 т пахотного слоя чернозема или соответственно 14 т серой лесной, 20 т дерново-подзолистой почвы, то вместе с пахотным слоем уносится столько азота и фосфора, сколько их необходимо для получения среднего урожая при интенсивном севообороте.

Исключительно опасна эрозия почвы в горах, где при обнажении склонов развиваются разрушительные селевые потоки. Главная причина их образования – неправильная рубка леса вдоль склонов с последующей трелевкой хлыстов, при которой сдвигается растительный покров, а также неумеренный выпас скота и сход снежных лавин.

Береговая эрозия связана с размыванием берегов рек, она может происходить и без влияния человека. Поэтому укрепление берегов рек, водохранилищ и каналов совершенно необходимо.

Приемы борьбы с эрозией почв весьма разнообразны и зависят от почвенно-климатических и агроэкономических условий. Они должны осуществляться на основе внедрения зональных систем земледелия. Для защиты почв от ветровой и водной эрозии разработаны следующие мероприятия:

- в районах распространения ветровой эрозии – почвозащитные севообороты с полосным размещением посевов и паров, кулисы, залужение сильно эродированных земель, буферные полосы из многолетних трав, снегозадержание, закрепление и облесение песков, выращивание полевых защитных лесных полос, а также безотвальная обработка почвы с оставлением стерни на поверхности полей. Эти мероприятия должны проводиться главным образом в районах Западной и Восточной Сибири и отдельных районах Поволжья;

- в районах распространения водной эрозии – обработка почв и посевов сельхозкультур поперек склонов, контурная вспашка, укрепление пахотного слоя и другие способы обработки, уменьшающие сток поверхностных вод, облесение оврагов, балок, песков, берегов рек и водоемов, строительство противозерозийных гидротехнических сооружений (перепадов прудов, водоемов, лиманов, вершин оврагов);

- в горных районах – устройство противоселевых сооружений, террасирование, облесение, залужение склонов, регулирование выпаса скота, сохранение горных лесов.

Работам по борьбе с эрозией обычно предшествует противозерозийная организация территории.

Самым простым и эффективным агротехническим мероприятием по регулированию поверхностного стока талых и ливневых вод, по борьбе с эрозией почв и одновременно с засухой является вспашка, культивация и

рядовой посев или посадка поперёк склонов. При этом каждая бороздка пашни, каждое выросшее растение препятствуют стоку, во много раз сокращают смыв почвы и повышают запас влаги в ней.

Кроме того, успехом пользуются обвалование зяби и паров временными земляными валиками, углубление пахотного слоя, глубокая безотвальная обработка с оставлением стерни и пожнивных остатков на поверхности, контурная вспашка, лункование и мульчирование. На эродированных почвах чистые пары заменяются занятыми и сидеральными, подбираются соответствующие культуры; весьма эффективны удобрения, особенно органические.

8.4 Лесные ресурсы, их роль и тенденции развития

Особую роль в формировании почв, в их качестве играют растения вообще и леса в частности. Мир растений насчитывает более 500 тыс. видов. У нас в стране из древесины производится более 30 тыс. изделий и продуктов. Для этого добывается от 250 (1989 г., СССР) до 174 млн м³ (1993 г., РФ) древесины. Сейчас на одного жителя России приходится 1,2–1,6 м³ древесины в год, причем около 1/3 используется как топливо. Но даже не это самое страшное: в 1993 г. пожарами уничтожено около 1 млн га лесов и еще около 2 млн га вырублено. В том же году впервые высажено больше, чем вырублено, но это не компенсирует потери от пожаров. Леса России за последние 150 лет уменьшились почти на 1/3. А лес, если суммировать все сказанное о его влиянии на атмосферу, почву, воду, – это не только лёгкие Земли⁸, но и её мышцы, печень и почки!

Один гектар леса дает от 3 до 5 т кислорода, перерабатывает около 6 т углекислого газа, осаждает 30–60 т пыли в год. Количество осадков над лесами на 10–30 % больше, чем в других местах (из-за конденсации влаги над ними). Любой лес увеличивает запас воды в почве (за счет снежного покрова) в 1,5–2 раза, снижает поверхностный сток до 10 раз, фильтрует воду (повышает ее прозрачность, улучшает цвет, запах). Фитонциды, выделяемые в лесу, убивают микробы и некоторых вредителей. Недаром садоводы используют хвойный экстракт для опрыскивания растений.

Все леса подразделяются на три группы по степени их использования:

- леса защитных функций (заповедники, лесополосы и т.п.);
- леса малоресурсные и в густонаселенной местности;
- леса многолесных районов, используемые преимущественно в эксплуатационных целях.

В рамках ООН рассматриваются предложения «малолесных» стран (Германии и др.) по сохранению и увеличению российских лесов в интересах всей планеты, а относительно тропических лесов подобное соглашение принято в начале 1990-х гг. Развитые северные страны обязались выплачи-

⁸ Легкие человека усваивают кислород, а леса его генерируют, так что принятое сравнение, конечно, условно.

вать развивающимся африканским странам своеобразную премию в 10 долл. за каждую тонну углекислого газа, переработанную в кислород (оценка по площади лесов, породе деревьев). Такие выплаты начаты в 1996 г.

В экологическом отношении интерес представляют не только растения лесных массивов, но и зеленые насаждения городов, способные улучшить состояние среды в центрах загрязнения. Площадь насаждений общего пользования не превышает 2 % от площади городов России и составляет в среднем около 10 м² на человека, что вдвое ниже нормативов. Доказано, что между площадью зеленых насаждений (обследовано 68 городов и населенных пунктов Подмосковья), приходящейся на одного жителя, и средней продолжительностью жизни в них существует прямая зависимость.

Подсчитано, что один гектар леса за один час поглощает около 8 л углекислого газа (такой же его объем выделяется при дыхании 200 человек за то же время), причем 1 га еловых насаждений задерживает в год до 32 т пыли, сосновых – 35 т, дуба – 54 т. Способность переработки СО₂ для ели наименьшая; у сосны – в 1,5 раза больше, у липы – в 2,5, у дуба – в 4,5, а у тополя – в 7 раз. Но ель может служить индикатором загрязнения: она очень быстро погибает при пылегазовом загрязнении воздуха. Вместе с тем такие деревья, как каштан, береза и дуб, достаточно устойчивы к подобным загрязнениям.

Не менее важно свойство растений выделять в окружающую среду фитонциды, которые способствуют оздоровлению окружающей среды и вместе с легкими ионами, генерируемыми растениями, создают условия для восстановления сил человека и мобилизации его иммунной системы. Один гектар зарослей можжевельника, например, выделяет в сутки до 30 кг фитонцидов.

Среди зелени человеку требуется на 60 % меньше времени для восстановления сил после рабочего дня, а выносливость людей здесь увеличивается на десятки процентов. При этом не следует забывать о влиянии общеклиматических и моральных факторов, включая благоприятное воздействие разнообразия видов растений, впечатлений и др.

Следует признать, что механизм оздоровительного действия растительности не до конца изучен. Так, по мнению Н.Ф. Реймерса, установленное Т.Д. Гавриковой соответствие между продолжительностью жизни горожан с удельной площадью насаждений, о котором говорилось выше, может объясняться положительным информационным воздействием («люди видят зелень»). Гипотеза Н.Ф. Реймерса основана на установленном факте влияния «функциональной окраски» стен и оборудования в производственных помещениях на работоспособность и утомляемость работающих.

По характеру защитного действия различают посадки изолирующие и фильтрующие. Изолирующие посадки – плотные структуры, создающие упругий механический барьер (чаще всего такими являются лесополосы

вдоль железных дорог). Они снижают газо- и парообразные примеси (сернистый ангидрид, окись углерода, азота, фенолы и т. п.) на 25–30 % за счет поглощения, а также отклоняющего и рассеивающего действия. Именно такие посадки при достаточной ширине могут снижать концентрации SO_2 от 0,27 до 0,08 мг/м³, H_2S – от 0,026 до 0,007 мг/м³, NO_2 – от 0,22 до 0,007 мг/м³. Причем (по данным Г.Е. Мищенко) плотные посадки густокронных деревьев не только задерживают 21–86 % пыли, но и на 19–44 % снижают загрязнение воздуха вредными микроорганизмами, понижают уровень шума на 8–10 дБ и уменьшают скорость ветра до 20 % от первоначальной. Как подчеркивает Г.В. Чистяков, для получения большего эффекта необходимо заполнять подкрановое пространство подлеском и кустарником.

Фильтрующие посадки – это продуваемые и ажурные по структуре зеленые массивы, выполняющие роль биологического и механического адсорбера. Они являются основными для санитарно-защитных зон (СЗЗ). Причем при планировочной организации СЗЗ для предприятий IV и V классов (размеры СЗЗ 100 и 50 м соответственно) должно быть озеленено не менее 60 % площади, для II и III классов (500 и 300 м) – не менее 50 %, а для I класса (1 км) – не менее 40 % территории.

Повышению оздоровительной эффективности системы озеленения территории уделяется большое внимание в градостроительстве. Не раскрывая подробно эти вопросы, ограничимся кратким перечнем учитываемых факторов. Очень важен выбор видов растений, поскольку чувствительность их к вредным веществам (особенно соединениям фтора, хлора, азота и серы) различная, хотя во всех случаях остается более высокой, чем у человека. Различна и интенсивность образования легких ионов (до 2–3 тыс. на 1 см³), которые наряду с фитонцидами угнетают рост бактерий. Кроме вышеперечисленных факторов, следует также учитывать регулирование радиационного режима, снижение тепловой нагрузки на поверхность (на 8–25 °С), а также интенсивности отраженной и излученной ею радиации.

Существенно также, что растения на 10–20 % повышают относительную влажность воздуха (за счет расходования большого количества тепла на транспирацию). Все это способствует снижению температуры воздуха озелененных территорий на 3–4 °С, а в отдельных случаях (для широколиственных пород) – на 6–8 °С. Помимо шумоподавляющего эффекта и способности растений снижать горизонтальную скорость ветра, следует учитывать и усиление конвекционного воздухообмена с прилегающими территориями (вертикальная конвекция вызывает разность давлений, приводящую к горизонтальному оттоку воздуха). Если добавить к этому особые гигиенические и декоративные свойства растений, разнообразие форм, красок и фактуры, то станет ясно, что тезис В.И. Вернадского – «... На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы...» – в полной мере относится к растениям. И эта сила всегда нам союзник.

Во многих городах России (Нижний Новгород, Ростов-на-Дону и др.) для сохранения городских насаждений приняты специальные решения, основанные на экономических, административных и уголовных (согласно УК РФ) санкциях. Так, при экономической оценке вынужденно сносимых насаждений (строительство, прокладка коммуникаций и т.п.) учитываются: экологическая ситуация – коэффициент $K_э$, ценность насаждения – коэффициент K_p и базовая цена $C_{баз}$. В Ростове-на-Дону, например, долгое время за базовую цену принимали государственно устанавливаемый минимальный месячный размер оплаты труда (ММРОТ), что исключило необходимость местной индексации платы:

$$П_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_{баз_i} \cdot K_{э_i} \cdot K_{p_i} \quad (8.1)$$

Например, $K_э = 5$ для ботанического сада, 3 – для парков и скверов, 1–2 – для придорожных насаждений. Достаточно широко варьируется и K_p в зависимости от породы, вида насаждения, его возраста, диаметра, высоты. Так, для хвойных деревьев K_p изменяется от 5 до 9, лиственных – от 2 до 4. При несанкционированной вырубке плата увеличивается на порядок (кроме других санкций). Причём выплата не освобождает природопользователя от компенсационной высадки насаждений в местах, указанных органами власти. Такой подход представляется правильным.

Следовательно, основные меры защиты зеленых насаждений вообще и лесов, в частности, включают в себя:

- 1) налаживание системы мониторинга;
- 2) принятие нормативных актов, ужесточение санкций к нарушителям;
- 3) лесовосстановление.

С 1997 г. действуют ст. 260 и 261 нового УК РФ, предусматривающие наказания за незаконную рубку деревьев и кустарников, уничтожение и повреждение лесов. В этих статьях наряду со штрафами (кратными минимальному месячному размеру оплаты труда) предусматривается лишение свободы на длительный срок. Все это может задержать наступление пустыни (эрозию почв): к 1995 г. опустынивание охватило 12 регионов РФ (в том числе Астраханскую, Волгоградскую, Саратовскую, Ростовскую и другие области).

8.5 Тенденции в изменении земельных ресурсов

В изменении земельных ресурсов наметились неблагоприятные тенденции для окружающей среды, а значит, и человека. Обозначились они давно, но лишь в последние 25–30 лет на них стали обращать серьезное внимание.

Первая из основных тенденций – *уменьшение сельскохозяйственных площадей*. Причины этого, прежде всего, в потребностях индустрии, расширении транспортной сети и других антропогенных факторах. Например, в СССР с 1966 по 1970 гг. ежегодно отбиралось около 2 млн га обрабатываемых площадей (т.е. около 0,3 %) на нужды урбанизации и промышлен-

ности, сейчас – в два раза меньше. Другая причина – опустынивание земель (см. выше). Пустыни и полупустыни занимают на Земле около 1/3 суши, но эта доля растет. Лишняя Земля растений, человек способствует эрозии почвы. За последние 50 лет в пустыню превратились земли, равные примерно площади Южной Америки, а Сахара, например, за 4 тыс. лет продвинулась на расстояние более 2000 км. В Ростовской области в 1969 г. пыльная буря унесла до 7–10 см плодородного слоя почвы. Третья причина – засоление и заболачивание почв из-за сбросов, неразумно организованных водохранилищ и т.п.

Вторая основная тенденция изменения земельных ресурсов – *уменьшение лесохозяйственных площадей*. Факторы и причины те же: урбанизация, рост индустрии. В Африке за последние 100 лет исчезло 2/3 лесов, в США их площади уменьшились с 365 млн га до 18 млн га. В бывшем СССР особенно пострадали Прикарпатье и центральные районы Европейской части (здесь отчасти заменили насаждения хвойные на лиственные, менее эффективные). По данным ООН в настоящее время лесобеспеченность на душу населения планеты составляет 0,81 га, но площадь лесов сокращается со скоростью 20 га в минуту, или 12 млн га в год, т.е. за один час лишаются леса 150 человек. Если бы такой темп сохранился, то лес бы исчез полностью через 3,5 тыс. лет, но вся беда в том, что вырубка и уменьшение лесных запасов идут в геометрической прогрессии. И этот срок уменьшается в 10–20 раз, т.е. у нас в запасе от 175 до 350 лет.

Третья основная тенденция уменьшения сельскохозяйственных площадей, тесно связанная с двумя первыми, – рост *антропогенных ландшафтов*. Это искусственные лесопосадки, водохранилища, заповедники. В европейской части бывшего СССР около 30 % лесов составляют искусственные лесопосадки. В РФ на январь 2003 г. насчитывалось 100 государственных заповедников и 35 национальных парков, 69 федеральных и 2854 региональных заказников и более 9 тыс. памятников природы (из них 36 – федеральных).

В принципе, третья тенденция при ее правильном научном обосновании способствует сохранению не только растительного мира (фитоценозов), но и животных (зооценозов). Но увеличиваются и земли, которые утратили ценность в результате производственной деятельности человека. Они называются нарушенными. Так, при прокладке дорог шириной 4 м нарушается 1 га земли на 2,5 км трассы (для железнодорожной колеи на 1 км с шириной вместе с насыпью в 10 м нарушается 1 га земли). Вырубка просек от 10 до 15 м приводит к уничтожению 1,5 га леса на 1 км. Прокладка высоковольтных линий электропередач приводит к таким же последствиям. Увеличивают нарушенные земли разработки месторождений. Только в Донбассе под шахтные отвалы ежегодно уходило более 500 га плодородной земли.

Четвертая тенденция – *нарушение земель из-за развития городов и их хозяйств*. В связи с ростом населения сам город (даже без его расширения)

наносит ущерб землям не только из-за захвата все новых площадей, но и за счёт общего загрязнения, захоронений, свалок и т.п. Эти проблемы (проблемы урбанизации) требуют более подробного рассмотрения (см. п. 9.2).

8.6 Меры борьбы по сохранению земельных ресурсов

В первую очередь, это борьба с эрозией почв облесением земель, особенно холмов; посадкой защитных лесополос; защитой почв неживыми (навоз) и живыми (дерн) покрытиями; введением специальных почвозащитных севооборотов с уменьшенной частотой обработки, специальными гидротехническими мероприятиями и т.п.

Вторая мера в борьбе за сохранение земельных ресурсов – это расширение площадей, но не за счет лесов, а полупустынь, болот, морей. Мелиорация первых; откачка, промывка почвы, расселение и дренаж вторых и третьих. Всё это, как считают учёные, может компенсировать нарушение земель и даже дать двойной прирост используемых земель.

Третья мера (точнее, группа мер) – все, что связано с предотвращением засорения почв промышленными и бытовыми сточными водами, твёрдыми бытовыми и промышленными отходами, санитарная очистка почвы и территории населенных мест. Как уже говорилось, установлены нормативы ПДК и для отдельных вредных веществ в почве. Но специфика в том, что их поступление в организм происходит не напрямую, что маловероятно, а главным образом по биоцепям. Сейчас санитарное состояние почвы оценивается в основном по химическим, бактериологическим и санитарным показателям. Химический показатель – санитарное число, т.е. частное от деления почвенного белкового азота на общее количество азота. При этом обычно берется 100 г сухой почвы. Для чистой почвы этот показатель от 0,98 до 1, для сильно загрязненной – 0,7 и ниже. Бактериальное загрязнение показывают титры кишечной палочки и анаэробов, которые поступают в почву с фекалиями, причем, чем меньше этот титр, тем более загрязнена почва.

Отмечая основные меры борьбы по сохранению земельных ресурсов, следует особо оговорить способы восстановления плодородия почв. Наиболее важные из них:

- внесение органических и минеральных удобрений, обработка почв с соблюдением сроков севооборота и уничтожением сорняков;
- глубокая осенняя вспашка на горизонтальных полях; специальная обработка почв при значительных уклонах; применение гидротехнических сооружений для борьбы с оврагообразованием; высадка деревьев и кустарников для той же цели;
- обработка почвы весной безотвальными орудиями; сохранение или восстановление комковатой структуры почвы и др.

Имеют свои особенности вопросы сохранения земель при эксплуатации и строительстве объектов железнодорожного транспорта вообще и железных дорог, в частности. При строительстве дорог ширина полосы отво-

да земель определяется для однопутной дороги по табл. 8.3 в зависимости от величины уклона местности $1 : m$, средней рабочей отметки H .

Таблица 8.3

Нормы отвода земель для однопутной железной дороги

Высота насыпи H , м	Ширина полосы отвода земель для линий I и II категорий при поперечном уклоне $1:m$			Глубина выемки H , м	Ширина полосы отвода земель для линий I и II категорий при уклоне местности $1:m$		
	до 1:25	до 1:10	до 1:5		до 1:10	до 1:5	до 1:3
1	23	20	22	1	25	28	33
2	26	23	25	2	28	31	37
3	20	26	28	3	31	34	41
4	23	29	32	4	34	37	45
5	26	32	36	5	37	40	49
6	29	36	40	6	40	44	53
7	33	39	44	7	43	47	—
8	37	43	48	8	46	49	—
9	40	47	—	9	49	—	—
10	44	51	—	10	53	—	—
11	47	—	—	11	56	—	—
12	51	—	—	12	59	—	—

В этих нормах учтена необходимость размещения водоотводных канав и предохранительных полос⁹. При двухпутной дороге указанная ширина B увеличивается на 4 м. Очевидно, что для уменьшения площади нарушенных земель при строительстве следует стремиться к уменьшению рабочих отметок насыпей и выемок, по возможности применять виадуки, эстакады и тоннели. И прокладывать трассу в зонах малоценных земель или по границам сельскохозяйственных угодий.

Все меры по уменьшению площадей нарушенных земель предусмотрены соответствующими законодательными актами и постановлениями. С января 1991 г. в РФ введена плата за использование и нарушение природных ресурсов. Величина ее зависит от интенсивности ущерба природе: атмосфере, воде, почвам и др. Это не штрафы, а фонд для компенсации ущерба и восстановления среды. Штрафы предусматриваются УК РФ: ст. 254 рассматривает порчу земли при любых видах деятельности, устанавливает штрафы до 500 ММРОТ и лишение свободы сроком до 5 лет.

8.7 Охрана недр

Верхнюю, доступную часть литосферы называют недрами. Если почва – относительно возобновляемая часть литосферы, то недра – не воз-

⁹ Ширина предохранительных полос от подошвы насыпи или бровки выемки установлена на 2 м, от бровок водоотводных канав – 1 м.

обновляемая её часть. Они служат для добычи полезных ископаемых, хранения их (естественного и искусственного), размещения специальных сооружений и в особых случаях – захоронения отходов. Потребителями минеральных ресурсов недр являются, в первую очередь, предприятия, добывающие полезные ископаемые. По виду народнохозяйственного использования полезные ископаемые подразделяют:

- на энергоносители (уголь, нефть, газ, уран, торий, горючие сланцы);
- рудные (все виды руд и металлов);
- горно-химические (соль, фосфорит, апатит, карбонаты и т.д.);
- механические неметаллорудные (алмаз, корунд и т.п.);
- строительные (известняки, песчаники, гипс, строительный камень);
- гидроминеральные (подземные воды).

Все, что извлекалось из недр в конце 1980-х гг., составляло около 150 млрд т, прогноз на 2002 г. даёт увеличение этих извлечений от 4 до 6 раз. Полезно используется из всей этой массы лишь около 5 % (т.е. из 150 около 7,5 млрд т), остальное теряется при добыче (угля – до 40 %, нефти – до 70 %, руд – до 25 % и т.д.), обработке и переработке сырья.

Ученые считают, что недра следует разрабатывать на большую глубину – 10–20 км. Совершенствование технологии должно привести не только к уменьшению потерь, но и к комплексному использованию всех полезных ископаемых. Ведь сопутствующие элементы (часто рассеянные) нередко имеют большую ценность, чем основные. Так, золото, серебро, кобальт, теллур и германий дороже основной медной руды Гайского месторождения. А в 1993 г. извлечение ценных попутных материалов в России было на уровне 10–30 %, и это уже после определённых положительных сдвигов, вызванных принятием законов об охране среды и о недрах. В этих законах оговорена платность природопользования, стимулирующая более полное использование ископаемых, особенно в основных районах добычи, к которым в России относят:

- Дальний Восток и Приморье (редкие, благородные и цветные металлы), разведанные запасы – 3 %;
- Западно-Сибирский район (нефть, газ, уголь), разведано – 18 %;
- Восточно-Сибирский район, металлы (10 %).

В 1993 г. только за право пользования недрами государство получило преимущественно с этих районов 633,4 млрд руб. и за акцизы (налог на товар) – 495,2 млрд руб.

Это не исключает необходимости совершенствования технологии и безопасности разработки недр. Нельзя допускать такого положения, как на Верхнекамском солевом месторождении, где бездумная эксплуатация рудников привела к образованию пустот под городами Березники и Соликамск в 330 млн м³. Целый город!

Для удовлетворения потребностей человека в минеральных ресурсах, базирующихся на совершенствовании технологии добычи, переработки и

транспортировки ископаемых, ученые наметили еще три возможных направления.

Во-первых, эффективное использование запасов вод Мирового океана, его дна и особенно шельфа (окаймляющей мелководной платформы). Пока же океан большей частью используется для сбросов отходов, в том числе ядовитых (по данным Тура Хейердала в Балтийское море в 1945 г. были сброшены контейнеры, содержащие 7 тыс. т мышьяка. Только Франция по рекам сбрасывает в океан 18 млрд т жидких отходов в год).

Сейчас Мировой океан только начинают осваивать: твёрдых полезных ископаемых добывается со дна лишь 2 % (олова 4 %). В каждом кубическом километре океанской воды содержится около 37,5 млн т твёрдого вещества, которое, как считают американские ученые, стоит более 1 млрд долл. Причем 30 млн т – поваренная соль, 4,5 млн т – магний, остальное – калий, кальций, бром, фтор, йод, марганец, никель и т.д. Все это пока не используется.

Во-вторых, утилизация сырья и возврат его в производство. Мы уже упоминали об этом, говоря о лесе, бумаге. Но все же сбор сырья и его переработка у нас поставлены плохо. На улицах больших городов ржавеют металлические детали, летает бумага, и что только не плавает в речных водах! А ведь себестоимость 1 т стали, выплавленной из металлолома, почти в 20 раз ниже полученной из руды. Загрязнение атмосферы в этом случае меньше на 75–80 %.

Значительно лучше дело поставлено в Германии, где более 40 % меди и бумаги идёт на вторичную переработку, и в Швейцарии, где черные и цветные металлы наполовину возвращаются на переработку. В Лос-Анджелесе и Сан-Франциско за макулатуру платят сдастчику (правда, в Нью-Йорке за сдачу газет, наоборот, необходимо уплатить).

В-третьих, замена металлических деталей пластмассовыми, а органического топлива – нетрадиционными источниками энергии (солнечными, ветровыми и др.). Уже на современном этапе в США до 40 % алюминиевых деталей и до 17 % деталей из черных и цветных металлов заменяются пластмассовыми (однако проблема утилизации пластмасс до сих пор полностью не решена).

Не следует забывать, что добыча ископаемых – не самоцель. Ведь бывший СССР лидировал по добыче нефти, газа, фосфатов, руды, песка, щебня и др., но использовались эти ископаемые в 2–4 раза хуже, чем в других странах. Например, по объёму выплавки стали страна опережала США более чем в 2 раза, но вдвое уступала по объёму валового продукта. Реализация принципов рационального использования полезных ископаемых позволит намного улучшить долговечность использования недр.

Есть еще один путь – запасы космоса. Из-за энергетических пока еще колоссальных потребных затрат (а значит, и денежных) этот путь остается полуфантастическим. Но тенденция снижения стоимости запусков космических аппаратов несомненна. По данным США стоимость вывода 1 кг

груза на орбиту спутника в 1958 г. составляла 2 млн долл., через 10 лет – около 2 тыс. долл., в настоящее время рассматриваются существенно более дешевые варианты.

Как видим, взгляды на запасы недр и их использование не остаются без движения, застывшими. Они изменяются в процессе развития человечества, совершенствования технологии.

8.8 Охрана фауны

На территории СНГ обитает примерно 130 тыс. видов различных животных (из них 350 видов зверей, 730 – птиц, 1500 – рыб, пресмыкающихся и земноводных – около 170, остальные – насекомые). Все они представляют собой научную, культурную и материальную ценность: дают пушнину, мясо, лекарственное и техническое сырье, племенной материал, служат объектом научных исследований, используются для борьбы с вредными видами флоры и фауны. Кроме того, они содействуют образованию почв, опылению и распространению растений, разложению органических остатков, являются составным (и очень важным) звеном круговорота веществ в природе. Особенности фауны вытекают из основных закономерностей экологии. Первая особенность фауны – *взаимосвязь всех видов*. Так, в ряде африканских озёр истребили бегемотов – пропала рыба. Оказывается, бегемоты, поедая растения, удобряли водоёмы, благодаря чему в них развивался фито- и зоопланктон – кормовая база рыб. Сейчас считается, что даже вредители сельского хозяйства (до определённого предела распространения) полезны: ими питаются птицы, другие животные. Но признание этого факта опережает технологию производства (зачастую химизация сельского хозяйства уничтожает не только вредителей и сорняки).

Вторая – *незаменимость продуктов фауны искусственными продуктами*. Замену можно сделать частично (детское питание для новорожденных, искусственные добавки в пищу для больных различными видами пищевой аллергии).

Третья – *разнообразие фауны*. То, что сегодня считается вредным, может быть завтра полезным (плесневые грибы – антибиотики). Именно разнообразие придает фауне особый, рекреационный смысл для человека. Рыбалка, охота, туризм возможны как отдых только в связи с бесконечным разнообразием природных видов.

Четвертая – *устойчивость и равновесность*. Живущие вместе популяции отдельных видов составляют биогеоценоз. От его работы зависит качество природных вод и почв, состав воздуха. Однако численность многих видов живых организмов существенно сокращается. Основные причины этого следующие.

1 Расширение зоны обитания человека. Тайга, тундра, высокогорья, пустыни перестали быть недоступными для него. Человек вытесняет некоторых животных (журавль-стерх в тундре покидает гнездовье, если к нему на несколько километров приближаются люди). Этот процесс неизбежен и

альтернативы ему нет: приручение таких животных чаще всего невозможно.

2 Прямое влияние вылова и уничтожения тех или иных видов животных. Сокращается число лягушек, бабочек, многих птиц. Часть специалистов считает, что исчезновение мамонта, пещерного медведя, большерогого оленя еще в каменном веке имело антропогенную причину. В XVII в. исчез тур, а в XX в. – морская корова. Резко сократилось число моржей, тюленей, крокодилов, земноводных, речного рака, европейской норки, выдры, барсука и др. Численность амурских тигров достигла критической отметки (200 особей) и продолжает уменьшаться.

3 Включение все большей части площадей земель в активную хозяйственную деятельность. При распашке полей, строительстве, прокладывании дорог гибнет множество животных. Так, при ручном сенокосении гибнет около 1/6 части полевой дичи, а при механизированной уборке – в два раза больше.

4 Насыщение природы несвойственными ей ранее химическими соединениями, световое и шумовое загрязнение биосферы. Так, в ряде лесов США были случаи гибели до 97 % всех полезных птиц и земноводных после обработки лесов химикатами от комаров. До 3 % водоплавающей птицы США в закрытых водоёмах погибает от отравления свинцом в результате заглатывания с кормом дробы от охотничьих патронов.

Все эти тревожные факты подтверждаются статистикой. С 1600 г. по 1974 г. с земли исчезли 63 вида и 55 подвидов млекопитающих. В международную Красную книгу внесено более 250 видов млекопитающих, около 300 видов птиц, много рыб и растений. В Красную книгу СССР, учреждённую в 1974 г., занесено более 50 видов млекопитающих, около 70 видов птиц. К сожалению, в настоящее время перечень этой книги расширился. Только в 1993 г. российские учёные дополнили её 50 амфибиями, 101 видом птиц, 55 млекопитающими, а исключили лишь 37 видов. В настоящее время кроме федеральной Красной книги в большинстве регионов России изданы региональные книги. В перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения к началу 2003 г. в эти книги внесен 2161 вид животных (из них позвоночные составляют 38,9 %, беспозвоночные – 61,1 %, в том числе 470 видов птиц, 64 % – пресмыкающиеся, 24 % – земноводные). Эти книги – первый, но не единственный шаг к охране и рациональному использованию фауны.

Дадим краткий перечень мер по охране и воспроизведению фауны.

1 Охрана мест обитания дикой фауны. Борьба с браконьерством. Правовое регулирование охоты. Не разрешается использовать самострелы, ловчие ямы, петли, яды, применять для охоты транспортные средства, добывать с помощью огнестрельного оружия бобров, выдру, норок; охотиться в маскировочных халатах на зайцев и т.д.

2 Организация заказников, заповедников, заповедно-охотничьих хозяйств, рыбоохранных зон. Уже спасены зубр, бизон и другие животные.

3 Биотехнические мероприятия для улучшения условий существования дикой фауны: улучшение кормовой базы, условий гнездования, регулирование числа хищников, помощь при стихийных бедствиях, охрана животных и др. Особенно важно предусматривать рыбоходы на водохранилищах и рыбоподъёмники на ГЭС, позволяющие рыбе плыть вверх по течению.

4 Разведение и выпуск в угодья дичи (фазанов, уток, зайцев и др.), одомашнивание части животных, регулирование отлова для зоопарков и на экспорт. Сейчас одомашнивают лося, марала, страуса, овцебыка, куропатку, перепела и др.

В последнее время в России принят новый закон о животном мире, в котором определён весь комплекс мер по охране и воспроизводству диких животных. При любом строительстве должны сохраняться условия их размножения, обитания и миграции. Несмотря на общие неблагоприятные тенденции в сохранении фауны, есть и первые положительные результаты.

Благодаря целенаправленной работе природоохранных организаций, повышению экологической грамотности населения в стране возросла численность зубра, лося, сайгака, соболя, бобра, лебедя и других животных. Ежегодно отлавливается и расселяется до 40 тыс. ценных животных.

Этой проблеме в Законе РФ «Об охране окружающей среды» уделено особое внимание. В ст. 65 указано, что растения и животные, записанные в Красную книгу, полностью изымаются из хозяйственной деятельности.

В Уголовном кодексе РФ проблема защиты фауны также нашла свое отражение. За незаконную добычу водных животных и растений (ст. 256), нарушение правил охраны рыбных запасов (ст. 257), незаконную охоту (ст. 258) и за уничтожение критических мест обитаний для организмов, занесенных в Красную книгу РФ (ст. 259), предусматриваются совершенно конкретные и жесткие санкции.

9 ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

9.1 История развития проблемы твердых отходов

Проблема твердых отходов появилась вместе с человеком, но в древности это в основном была проблема мусора, т.е. того, что мы сейчас называем твёрдыми бытовыми отходами (ТБО). Лишь позднее к ним добавились твёрдые промышленные отходы (ТПрО), к числу которых относят обычно и отходы сельскохозяйственного производства.

История этой проблемы тесно связана с историей развития городов. Население древних городов увеличивалось в ограниченном крепостными стенами пространстве. Будущие горожане переселялись из деревень вместе с живностью, что увеличивало скученность в городе и загрязненность его территории отходами жизнедеятельности людей и животных. Пандемия чумы в 1348–1350 гг., уничтожившая почти 1/3 населения стран от Исландии до Индии, была вызвана именно этими загрязнениями.

Попытки борьбы со скоплением отходов отмечались еще в глубокой древности. Так, на Крите за 3000 лет до н. э. твёрдые отходы помещались в ямы и послойно укрывались землей. У римлян в Кодексе Юстиниана I (VI в.) впервые записаны меры, ограждающие граждан от скопления отбросов. Но в целом римляне ограничивались свалками вокруг городов и деревень. Такая практика была основной и в других странах до XIX в. Хотя попытки уменьшения объема отходов делались повсеместно и в законодательном, и в организационном плане. Так, в Лондоне с 1397 г. каждому домовладельцу вменили в обязанность содержание в чистоте тротуара по фасаду своего дома. Указ 1407 г. обязывал лондонцев сохранять накопившийся у них мусор в доме до прихода мусорщика. Попытки частичного использования твёрдых отходов относятся к концу XVIII в., когда перед помещением отходов на свалку в г. Эдинбурге (Шотландия) производилась их ручная сортировка, и часть повторно использовалась или продавалась. К концу XIX в. относятся и первые наблюдения за составом твёрдых городских отходов, благодаря которым мы можем наглядно проиллюстрировать изменение их номенклатуры (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Состав мусора

Компоненты	Содержание, % по массе		
	1888 г.	1926 г.	1966 г.
Зола и пыль	81,65	54,82	19,29
Растительные и пищевые отходы, кости	13,2	14,7	19,16
Бумага	–	15,04	33,97
Ветошь	0,42	1,78	2,44
Стекло	1,3	3	10,92
Пластмасса	–	–	1,3
Металлы и различный лом	4,43	10,66	12,92

Проблема отходов становилась всё острее не только из-за изменения состава, но и в связи с ростом их массы на одного человека и общим увеличением населения городов. Все это заставило искать промышленные способы удаления твёрдых отходов.

Рост теплотворной способности отходов вызвал к жизни сжигание. Первое «мусоросжигательное заведение» было построено в предместье Лондона, Паддингтоне, в 1874 г. Чуть позднее подобные установки строятся в Гамбурге (Германия) – здесь к 1913 г. действовало уже три печи, в Нью-Йорке и Аллегене (США). В г. Олдгейм (Англия) к заводу была построена электростанция. Опыт работы этого комплекса высоко оценил В. Томпсон-Кельвин. Проблеме промышленных отходов посвятил ряд работ Д.И. Менделеев, но он не разделял энтузиазма по поводу печей для сжигания отходов.

Первые шаги к переработке мусора были сделаны в Нью-Йорке в 1895–1898 гг. по инициативе Дж. Варинга – комиссара отдела очистки улиц. Им были установлены разные по форме и цвету мусорные ящики для составляющих отходов. Это позволило большую часть отходов использовать – была построена специальная восстановительная фабрика. Но первый завод по переработке твёрдых отходов (с глубокой сортировкой) был введен в действие лишь в 1932 г. в Голландии.

Сейчас в мире более 1 000 сжигательных заводов и в несколько раз меньше – перерабатывающих. Но в последние годы это соотношение меняется в пользу переработки. Да и технологии их сближаются – перед сжиганием производится сортировка, а при переработке применяют пиролиз и т.п. (подробнее см. пп. 9.9–9.11).

Но до сих пор основным способом удаления отходов является их депонирование на свалках без всякой обработки (попытки поливать дезинфицирующими средствами в США лишь усугубили вред от свалок) или на специальных полигонах с частичными мерами по защите среды.

Российская Федерация занимает территорию в 17,1 млн км², которую можно условно разделить на 3 крупных региона: Европейскую часть (3,48 млн км²), Уральский регион (1,87 млн км²), Сибирь и Дальний Восток (11,75 млн км²).

В целом на каждого жителя России приходится около 11,4 га. Жизнедеятельность человека сопровождается образованием отходов производства и потребления, причем в среднем каждый житель потребляет продукцию с 2 га земли, или 40 т в год. Но на 1 жителя в Европейской части приходится лишь 3,85 га, а в Сибири и на Дальнем Востоке – 31,5 га. Обратной пропорционально этим величинам распределена концентрация отходов РФ.

Ежегодно в РФ образуется около 7 млрд т всех видов отходов, из которых используется лишь 2 млрд т, или 28,6 %. Зачастую в борьбе с одним видом отходов порождается другой. Так, при сжигании мусора на специальных заводах в атмосферу поступают крайне вредные вещества, а при их

улавливании образуются не менее вредные компоненты в виде шламов, золы и т.п.

На территории страны в отвалах и хранилищах к началу XXI в. накоплено не менее 90 млрд т твердых отходов, причем токсичных из них более 2 млрд т. Только под свалки и полигоны твердых бытовых отходов ежегодно официально отводится около 10 тыс. га земель.

Сложившаяся в РФ ситуация с твёрдыми отходами представляет реальную угрозу здоровью населения и отражает одну из сторон экологического кризиса, в котором находится страна. Главными причинами кризиса являются сложившаяся в стране за многие десятилетия нерациональная структура хозяйствования, при которой дефицит энергии и материалов восполнялся наращиванием их производства, с одной стороны, и сформировавшимся в обществе потребительским отношением к природе, с другой стороны. По данным РАН в стране неэффективно используется, порождая отходы, около 1/6 валового общественного продукта. Использование отходов производства и потребления в 1990 г. составило менее 10 % и за последние годы возросло несущественно.

9.2 Проблемы урбанизации

Многие исследователи полагают, что проблема твёрдых отходов неразрывно связана с ростом городов – с урбанизацией.

Урбанизация – исторический процесс повышения роли городов в жизни общества (от лат. «*urbanus*» – городской). Физические условия в больших городах хуже, чем в малых. Так, в Англии и США первые по сравнению с малыми получают на 15 % меньше солнечных лучей, на 10 % больше града, снега, дождя, на 30 % больше тумана летом и на 100 % зимой. Здесь больше тяжелых заболеваний. Онкологические заболевания в крупных городах (более 1 млн жителей) случаются почти вдвое чаще, чем в сельской местности. Процесс преобразования естественных ландшафтов в искусственные, развивающиеся под влиянием городской застройки, называется урбанизацией территории.

Вообще понятие «город» с научной и практической точек зрения не такое простое. В Дании, например, – это населенный пункт с более чем 250 жителями, в Японии – более 30 тыс., в СНГ в разных районах этот минимум различный (от 5 до 12 тыс. жителей). Рост городского населения мира характеризуется такими цифрами: в 1800 г. в городах с количеством жителей более 5 тыс. проживало лишь 3 % населения, а в городах с более 100 тыс. жителей – 1,7 %. Но уже в 1900 г. эти цифры были 6 тыс. и 2,3 %, а в 1970 г. соответственно 37,3 тыс. и 19 %, в 2002 г. – 50 тыс. и 39 %. Что касается СССР, то в 1926 г. городов и поселков городского типа было всего 1925 и в них проживало 13 % населения, в 1970 – 5,5 тыс. и 56 %, в 1989 – более 6 тыс. и 66 %.

Особое влияние на окружающую среду оказывают сверхгорода – мегаполисы. По данным ООН в 1985 г. было уже 16 городов с населением

более 10 млн чел.: Токио (25,2), Нью-Йорк (18,8), Мехико (17,9), Сан-Паулу (16,8), Шанхай (14,3), Лос-Анджелес (13,7), Калькутта (12,1), Бомбей (12,1), Пекин (12,0), Осака (11,8), Буэнос-Айрес (11,7), Рио-де-Жанейро (11,4), Лондон (11,1), Париж (10,9), Сеул (10,3), Каир (10,0). В Москве в этот период было 8,8 млн чел. (в московской агломерации – 14 млн), в Санкт-Петербурге – 4,5 млн (в агломерации – 5,5 млн).

По данным переписи населения России в 2002 г. в нашей стране продолжается рост мегаполисов. В Москве на время переписи было зарегистрировано 10,4 млн чел., в Санкт-Петербурге – 4,7 млн чел., а всего по РФ насчитывается 13 городов с населением более 1 млн чел.: Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Нижний Новгород, Екатеринбург, Самара, Омск, Казань, Челябинск, Ростов-на-Дону, Уфа, Волгоград, Пермь. Столица РФ входит в число 20 крупнейших городов мира.

Само по себе сокращение численности сельского населения не так страшно, как может показаться неспециалисту. Ведь известно, что в США лишь 6 % населения занято сельским хозяйством, а они производят 44 % мирового экспорта пшеницы, 70 % кукурузы и 86 % сои. Но это возможно лишь при высоком уровне хозяйствования и внимания к факторам, сопутствующим росту городов: загрязнению не только атмосферы и воды, но и почв.

В современных крупных городах со среднеразвитой промышленной инфраструктурой (типа Ростова-на-Дону) на одного жителя в сутки приходится: 0,7–0,8 кг мусора, 0,3–0,6 кг твёрдых промышленных отходов, 0,1–0,2 кг газообразных и взвешенных отходов от стационарных источников в атмосферу, 0,3–0,5 кг – от подвижных источников (автомобилей, тепловозов и др.). При этом на одного жителя нужно в среднем подавать 0,5–0,7 м³ воды и обеспечивать сброс сточных вод 0,4–0,55 м³, подвозить около 2 кг продуктов питания и около 10 кг всех видов топлива (в том числе газа, мазута, бензина, угля и т.п.).

Эти величины примерные, точный же расчет возможен по эмпирическим справочным формулам, учитывающим многие факторы. Немало зависит от характера промышленности, развития электротранспорта и автохозяйств, благоустроенности жилых зданий и др. Но даже примерные цифры говорят не только о сложности управления городским хозяйством, но и о необходимости экологического образования горожан. Сознательная сортировка бытового мусора в домах, как, например, в Германии, Чехии, Канаде и других странах, ускорила бы решение проблемы утилизации ТБО.

9.3 Классификация отходов и их состав

Под отходами (по Н.Ф. Реймерсу) понимают в общем случае непригодные для производства данной продукции виды сырья, неупотребимые остатки или вещества и энергия. В данном пособии рассматриваются лишь твёрдые отходы, которые подразделяются на промышленные (ТПрО) и бытовые (ТБО).

Промышленные отходы (или отходы производства) – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично потребительские свойства. С некоторой долей условности к ТПрО можно отнести и отходы потребления – изделия и машины, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа.

Бытовые (коммунальные) отходы – твёрдые вещества, не утилизируемые в быту, образующиеся в результате амортизации предметов быта и самой жизни людей. В последнее время к ТБО относят и твёрдую составляющую коммунально-бытовых сточных вод – их осадок.

Часто вместо понятия «отходы» используют термин «отбросы», относя к ним не только непригодные к использованию пищевые продукты, не утилизируемые бытовые и сельскохозяйственные компоненты, но и отходы производства и строительства. Этот термин чаще используется в разговорной речи, в научной литературе значительно реже.

За рубежом в последнее время из двух больших групп – ТПрО и ТБО – выделяют несколько специфических видов. Так, ТБО можно подразделить на домашние, коммерческие, учрежденческие и другие городские отходы (трупы мертвых животных, отходы уборки улиц, осадки сточных вод). В США в последнее время выделяют отдельную группу ТБО – упаковочные материалы, и это не случайно. Для упаковки товаров в последнем десятилетии прошлого века США использовали около 50 % бумаги, 75 % стекла, 40 % алюминия и 30 % пластика. Из состава ТПрО кроме чисто промышленных обычно выделяют медицинские, сельскохозяйственные, горные (металлургические) и др. Система сбора твёрдых отходов в РФ (особенно ТБО) пока не побуждает к раздельному изучению подобных видов, хотя в отношении выделения коммерческих, медицинских, радиоактивных отходов наметился прогресс в наиболее крупных городах.

По составу ТБО накоплены достаточно подробные данные в РФ и за рубежом, причём, с известной поправкой по времени и на климатические условия, эти данные достаточно близки. Так, если сопоставить данные по ТБО США (без учрежденческих отходов) и ТБО РФ на 1970 и 1980 гг. соответственно, то эти данные во многом сопоставимы. Обращает на себя внимание то, что в обеих странах основу ТБО составляет бумага и пищевые отходы, но доля последних в ТБО СССР была намного больше (см. табл. 9.2).

Преобладание пищеотходов в ТБО сохраняется и до сих пор. Например, для г. Ростова-на-Дону содержание основных составляющих в бытовых отходах по данным Ростовского НИИ АКХ (1990 г.) и экспресс-анализа специалистов фирмы «Халкроу» (Великобритания, 1997 г.) следующее (табл. 9.3):

Таблица 9.2

Сравнение состава ТБО, %

Виды отходов	США, 1970 г.	СССР, 1980 г.		
		средняя зона	южная зона	северная зона
Бумага, картон	35,6	30–38	20–30	21–24
Пищевые отходы	23,7	30–39	35–45	30–38
Дерево	2,5	1–2,5	1–2	2–4
Металл	8,2	2–3	1–3	3–5
Текстиль	2,3	3,5–4,5	5–7	5–7
Кожа, резина, кости	1,5	1,5–7	2–5	5–11
Пластмасса	1,1	1,5–2	1,5–2	1,5–2
Стекло	8,3	5–8	3–6	6–10
Прочее (в т.ч. саже-пылевидные частицы)	17,2	8,5–14	12–22	10–16

Таблица 9.3

Состав ТБО, г. Ростов-на-Дону

Состав	Количество по массе, %		Прогноз АО «ПромстройНИИпроект» на начало XXI в.
	1990 г.	1997 г.	
Бумага, картон	22,1	24,4	24,3
Пищевые отходы	45,3	45,9	40,6
Дерево	3,0	0,4	3,4
Металл	3,2	2,2	3,7
Текстиль	4,4	2,3	4,2
Пластмасса	4,3	11,6	5,5
Стекло	3,8	5,9	3,9
Прочие	13,9	7,3	14,9

Сопоставление данных табл. 9.2 и 9.3 свидетельствует о том, что, несмотря на перестройку, в связи с экономическими реформами системы хозяйствования и потребления состав ТБО не претерпел коренных изменений. Следует обратить внимание на рост содержания пластиков в ТБО. Предсказанное (и оправдавшееся) увеличение этой доли в США за 30 лет (к 2000 г.) в четыре раза, по-видимому, ждёт и РФ: следует ожидать рост относительной величины массы пластиков до 8–10 %. Сама же масса ТБО в РФ в последние годы имеет тенденцию к увеличению (до 0,75–0,9 % ежегодно), причём почти половина этой массы приходится на города с населением 1 млн жителей и более.

Сложнее обстоит дело с оценкой состава, количества и прогнозными предложениями по ТПрО. Различный объём образования отходов даже для предприятий одного профиля, отсутствие строгого учёта, а иногда сокры-

тие части отходов (не только в нашей стране) не позволяют дать обобщенные оценки. Такие попытки делались в США в середине 1970-х гг. Патерсоном, Клифтоном, Пассаиком и др., но они дали достаточно противоречивые результаты (табл. 9.4). Такое сопоставление ТПрО вряд ли целесообразно при решении проблемы обработки и размещения отходов, т.к. токсичные вещества даже в малых количествах требуют к себе особого внимания.

Таблица 9.4

Общий фракционный состав ТПрО США

Вид отходов	Состав, % по массе
Бумага, картон	36–63,4
Продукты питания	4,2–8,3
Дерево	1–13
Металл	0,7–5,5
Текстиль	2–6,9
Пластмасса	7–25,4
Стекло	0,4–6,5
Камни, песок	4,4–6,5
Нефтехимические продукты	0,4–5
Резина	0,3–5,6
Другие отходы	0,7–13,3

Необходимо анализировать отходы конкретных предприятий или хотя бы предприятий отдельной отрасли. Так, например, для заводов резино-технических изделий Р. Петигрю и Ф. Рониджером (США) получены достаточно конкретные данные (табл. 9.5)

Таблица 9.5

Фракционный состав отходов для заводов РТИ (США), % по массе

Вид отходов	Вид производства				
	шины	обувь	ремни	шланги	механические товары
Бумага, картон, дерево	24,4	8,1	21,6	20,2	17,6
Резиновые соединения	21,7	43,1	32,4	33	37,8
Текстиль	10,7	31,6	20	10,9	11,5
Металл	25,5	16,7	24,1	29,7	27,4

Более детально приходится анализировать отходы заводов электронного оборудования, т.к. в их составе содержится большое количество ценных материалов: до 22,9 % меди; 30,1 % алюминия и магния; 16,6 % железа; 30,1 % пластиков; небольшие количества серебра, золота, платины, палладия, рения.

Анализ состава ТПрО любого предприятия должен предшествовать разработке предложений по утилизации отходов и уменьшению их количе-

ства. Сейчас это делается обязательно – в рамках лицензирования предприятий на право обращения с опасными отходами.

9.4 Свойства отходов

При выборе способа утилизации отходов важно знать их химический состав, влажность, теплотворную способность, растворимость компонентов в воде, плотность и другие характеристики. Все они изменяются в достаточно широком диапазоне в зависимости, прежде всего, от фракционного состава отходов. Наиболее детальные обследования свойств отходов выполнены в 1970-х годах по заданию Агентства охраны окружающей среды США. Для несортированных отходов, фракционный состав которых приведен в табл. 9.1 (и который, как уже отмечалось, близок к составу ТБО РФ), химический состав характеризуется данными табл. 9.6.

Таблица 9.6

Химический состав ТБО, %

Вид отходов	Масса, %	Состав отходов, %					
		зола	С	Н	О	S	N
Бумага, картон	35,6	2,74	20,7	2,781	19,193	0,0547	0,1368
Пищевые отходы	23,7	2,17	4,13	0,574	2,73	0,0248	0,2772
Дерево	2,5	0,09	1,43	0,178	1,26	0,0033	0,0089
Металл	8,2	10,13	0,5	0,067	0,481	0,0011	0,0056
Текстиль	2,3	0,08	1,1	0,152	0,995	0,0048	0,0523
Кожа, резина, кость	1,5	0,24	1,23	0,17	0,39	0,0062	0,0205
Пластмасса	1,1	0,17	0,9	0,125	0,285	0,0045	0,015
Стекло	8,3	11,21	0,06	0,008	0,041	–	0,0034
Прочие	17,2	2,16	5,61	0,747	4,168	–	0,0825
Итого	100	28,99	35,66	4,802	29,543	0,1372	0,9022

При изменении фракционного состава данные табл. 9.6 могут быть приближенно пересчитаны – пропорционально массовым долям.

Однако элементный состав не даёт ответа на вопрос об образовании тех или иных вредных веществ при различных способах утилизации (например, об образовании диоксинов при сжигании). К тому же этот состав неполный: нет расшифровки состава золы, не оценено количество хлора (для бумаги, например), и все же результаты исследований ученых США получили общее признание.

Важнейшей характеристикой отходов является плотность ρ . Низкая первоначальная плотность ограничивает возможности транспортировки твердых отходов и во многом определяет стоимость сбора и перевозки. Для ТБО в справочниках даются ориентировочные значения плотности от 150 кг/м^3 (театры, кинотеатры), 170 кг/м^3 (гостиницы) до $200\text{--}300 \text{ кг/м}^3$

(жилые дома; последняя величина – с большим количеством пищевых отходов) и даже 500 кг/м^3 (рынки). Среднегодовые значения ТБО для городов – $90\text{--}230 \text{ кг/м}^3$.

Кроме обычной плотности отходов (в рыхлом состоянии) важно знать, как влияет давление сжатия отходов на величину их плотности (т.е. на степень уплотнения). Это компрессионная характеристика твердых отходов. Она очень сильно зависит от состава, абсолютной величины давления сжатия и начальной влажности отходов.

Зависимость степени уплотнения от сжатия и начальной плотности можно приближенно представить графиком (рис. 9.1), построенным по данным Е. Кайзера (1968 г.). Чем больше начальная плотность отходов (из-за влажности или состава), тем меньше возможная степень уплотнения. Кроме того, уплотненные отходы после снятия давления стремятся восстановить свой объём, а степень восстановления также зависит от состава и свойств ТБО. Подробнее эти факторы будут рассмотрены при оценке возможностей брикетирования. Особые свойства отходов, определяющие компрессионные характеристики, самоуплотнение и т.п., вызваны механической (структурной) связностью за счет волокнистых фракций (текстиль, бумага, проволока и др.) и сцеплением за счет влажных липких компонентов.

Именно связность приводит к налипанию ТБО на наклонные решетки даже при больших углах наклона и большом шаге между стержнями. Эта же связность способствует (вместе с силами гравитации) самоуплотнению ТБО в состоянии покоя. Из остальных параметров, характеризующих ТБО, при теплотехнических расчетах для различных способов утилизации используется величина удельной теплоемкости, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$. Для компоста эта величина находится по формуле

$$C = 21,9 \cdot W + 2000,$$

где W – влажность, %.

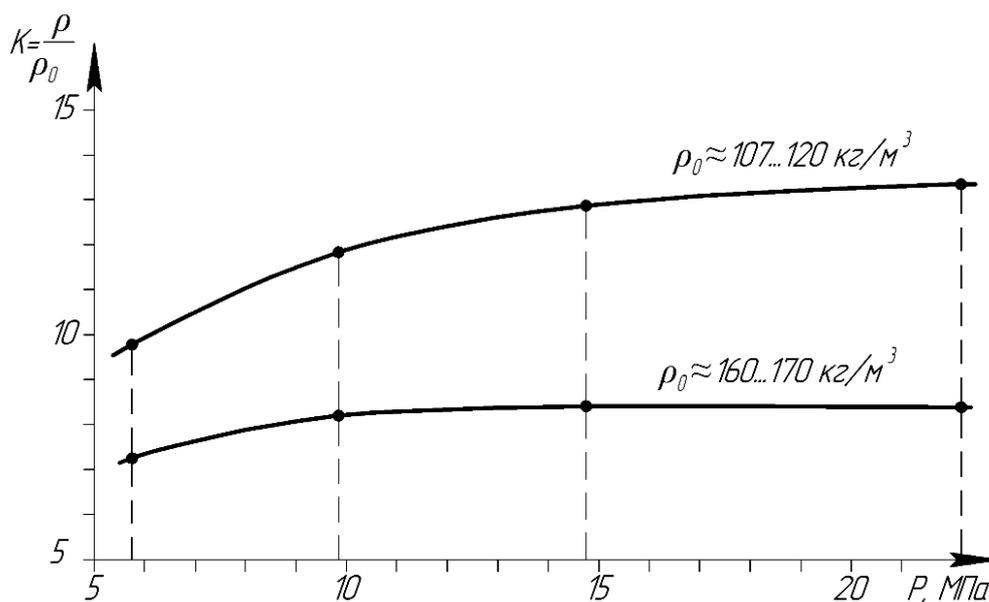


Рис. 9.1. Компрессионная характеристика ТБО

Удельные теплоемкости, Дж/(кг·К), некоторых основных компонентов отходов примерно таковы: вода – 4190; дерево, картон, бумага – 2000–2500; камни – 800–1000; железо – 400; алюминий – 860. При известных процентных массовых долях m_i компонентов общая теплоемкость легко подсчитывается:

$$C_{\Sigma} = \frac{1}{100} \cdot \sum \bar{m}_i \cdot C_i.$$

9.5 Накопление отходов

9.5.1 Накопление и сбор ТБО

Количество твердых отходов существенно зависит от их вида, условий производства и уровня жизни, климатических факторов, способов сбора и др. Поэтому конкретные расчетные, близкие к практике нормативы накопления могут быть установлены только опытным путём. Это особенно касается твёрдых производственных отходов, лишь создание системы мониторинга предприятий всех форм собственности может дать объективную картину накопления ТПрО. Несколько проще с ТБО – примерные нормативы накопления этих отходов разработаны во многих странах и корректируются с учётом установленных темпов роста. Нормы приводятся в величинах массы (или объёма) на одного человека в сутки или год. В российских источниках эти нормы относятся к конкретным единицам жилого фонда и отдельно стоящим объектам торгового или культурно-бытового назначения. В табл. 9.7 приведены оценочные нормативы для наиболее распространенных объектов ЖКХ.

Эти нормативы ориентируются на статистические данные 1983–1990 гг., когда ежегодный прирост количества отходов по массе составлял 0,3–0,5 % (в последнее время рост в 2 раза выше). Не менее важно то, что плотность отходов падает примерно с таким же темпом, т.е. объёмная норма накопления ТБО увеличивается в год приблизительно на 2 %.

Фактические нормы определяются для каждого города в результате обследования участков с охватом от 2 % до 0,5 % населения с замерами по всем сезонам года в течение недели без перерыва. Такие измерения, проведенные, например, в Москве и Ростове-на-Дону в 1997 г., показали, что на одного жителя в среднем приходится существенно различное количество ТБО – 1,1 кг/сут. и 0,7 кг/сут. соответственно. Еще более различаются данные по городам с одинаковым числом жителей в разных странах.

На рис. 9.2 приведены данные по ТБО США по годам. Очевидно, что количество ТБО в этой стране намного больше, чем в других странах. И эта разница всегда была существенной (рис. 9.3). Причем темп ежегодного прироста массы ТБО, который легко подсчитать, стабилен и составляет 2,5 %.

Следует иметь в виду, что в США к составу ТБО зачастую относят коммерческие отходы и осадки сточных вод. Ранее эти отходы называли муниципальными. Россия по величине удельного накопления ТБО близка к

Испании и Франции. В последние 5–10 лет в регионах РФ проводится большая работа по уточнению данных о накоплении, сборе и утилизации ТБО. Такая работа, например, проделана в Ростовской области, где принята целевая программа с 2014 по 2020 гг.

Таблица 9.7

Нормы накопления ТБО

Вид объекта	Нормы накопления на 1 чел.		Плотность ρ , кг/м ³
	кг/сутки·чел	кг/год·чел	
Жилой дом благоустроенный	0,58–0,62	210–225	210
То же неблагоустроенный*	0,99–1,24	360–450	300
Гостиницы (на 1 место)	0,33	120	170
Детсад, ясли	0,26	95	240
Учебное заведение	0,05	19	190
Театр, кинотеатр (на 1 место)	0,08	30	150
Учреждение	0,13	40	180
Продовольственный магазин (на 1 м ²)	0,44	160	200
Промтоварный магазин (на 1 м ²)	0,08	30	200
Рынок (на 1 м ²)	0,05	18	500
Санаторий, пансионаты	0,68	250	270
Вокзалы, аэропорты (на 1 м ²)	0,34	125	250
Общая норма для городов с населением более 100 тыс. чел.**	0,71–0,82	260–300	200

Примечания. *Неблагоустроенные дома – с местным печным отоплением, без канализации.

**Общая норма для городов приводится по благоустроенному фонду; для неблагоустроенного (при существенной его доле) должна вводиться поправка.

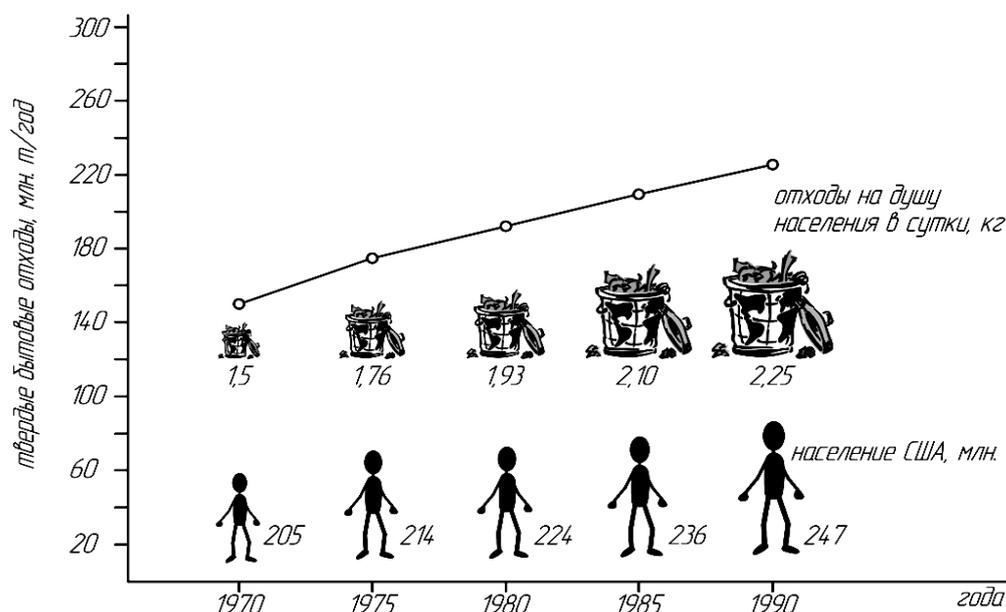


Рис. 9.2. Рост отходов и населения США по годам

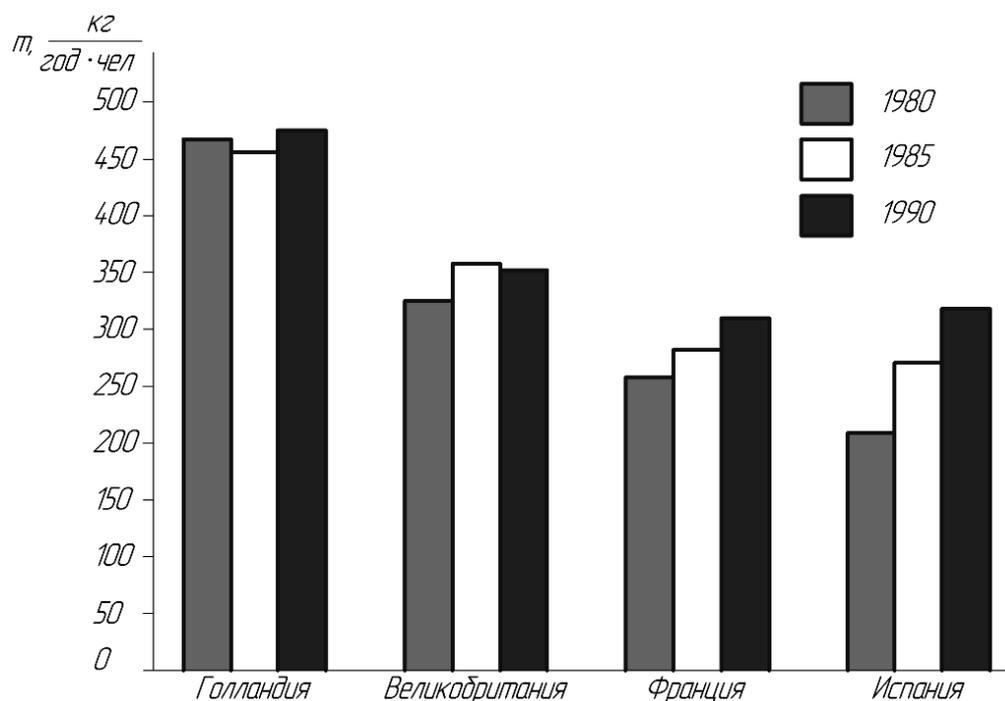


Рис. 9.3. Сопоставление удельного накопления ТБО в зарубежных странах

Сегодняшнее состояние с ТБО в области не может считаться удовлетворительным. При населении около 4,3 млн чел. и массе накапливаемых в год ТБО около 1,87 млн т (на 1 жителя – около 0,43 т/год при средней по РФ норме (см. табл. 9.7) – около 0,3 т/год, норма несколько устаревшая) имеется около 38 тыс. контейнеров и бункеров, вместимостью от 0,43 м³ (в некоторых городах – от 1,1 м³) до 25 м³, т.е. на 100–120 человек приходится один контейнер (навалый, без сортировки). Парк мусоровозов – около 500 (большая часть малой вместимости). На 1 машину приходится около 70 контейнеров и бункеров. На всю область в 2013 г. было лишь три слабо нагруженных мусоросортировочных комплекса, не подкрепленных системой переработки вторичных материальных ресурсов (ВМР) и предотвращением захоронения в землю опасных отходов (ртутных ламп, аккумуляторов, био- и медотходов и др.). Всего сортировке подвергается не более 11 % ТБО, отсюда несанкционированные и санкционированные свалки (не менее 3,4 км² и 10,74 км² соответственно) при небольшой площади 16 полигонов захоронения ТБО (1,27 км²) и охвате плановой очисткой лишь до 40 % населения.

Объективная оценка состояния дел с ТБО делает честь руководителям и специалистам, но это лишь хорошее начало. Принятая целевая программа, основанная на строительстве 8 межмуниципальных экологических отходоперерабатывающих комплексов (МЭОК) с полигонами захоронения, установками для сортировки отходов и переработки ВМР, обезвреживанием опасных био- и медотходов, компостированием пищевых отходов и др., впечатляет. В 2013 г. представлен проект для Красносулинского МЭОК на 660 000 т/г. Объем финансирования программы до 2020 г. планируется почти 6 млрд руб. (область – более 1,5 млрд руб., местные бюджеты – более

90 млн руб., внебюджетные инвестиции – около 4,2 млрд руб.). Планируется улучшить и систему сбора ТБО.

За рубежом в настоящее время кроме мусоровозов применяются трубопроводные системы транспортировки ТБО. Они бывают двух типов: с разрежением и избыточным давлением. Такие системы работают в Филадельфии, Стокгольме и других городах. Они, как отмечают исследователи, имеют несомненные преимущества при условии исключения из состава ТБО крупных отходов (или их измельчения). При этом изменяется и система сбора: должны быть специальные сборные пункты ТБО. Потери напора в трубопроводах, как показывает опыт, сравнительно невелики – 25–40 кПа на один километр при диаметре трубы порядка 0,5 м. Более детальные исследования, выполненные А. Зенди, показывают, что потери напора существенно зависят от влажности ТБО (или концентрации ТБО в жидкой фазе пульпы), их состава, скорости перемещения и диаметра труб. Отмечается и еще одна особенность транспортировки взвесей отходов – малое количество осаждающихся на стенки частиц ТБО. Исследователь объясняет это наличием волокнистых структур, поддерживающих тяжелые частицы. Трубопроводный пневмотранспорт остается перспективным способом перемещения ТБО (в том числе для железнодорожных станций).

Имеется другой путь очистки городов от мусора, перспективный и более сложный, но в то же время выгодный с экономической и экологической точек зрения – сортировка и селективный сбор ТБО (при любом способе транспортировки и утилизации).

Сортировка позволяет снизить количество образующихся отходов и повторно использовать отобранные компоненты (макулатуру, пластик, черные и цветные металлы, стекло) – так называемые вторичные материальные ресурсы (ВМР).

Существенными источниками вторсырья являются отходы из жилого фонда и общественных, коммерческих организаций. В большинстве городов России почти все возможное вторсырье попадает на свалки и полигоны (в Ростовской области – до 80 %). Лишь в некоторых городах, где уделяют внимание внедрению раздельного сбора населением отходов, постоянно информируют население о существующей системе сбора и «правилах пользования» этой системой, действует реальная схема сортировки жителями ТБО. Это такие города, как Пущино, Владимир, Арзамас.

Селективный сбор ТБО заключается в постепенном создании системы первичной сортировки мусора, начиная со сбора особо опасных компонентов (ртутных ламп, батареек) и кончая отказом от эксплуатации мусоропроводов – главного источника несортированного мусора.

Другой не менее важной проблемой в городах, где нет системы сортировки ТБО населением на стадии их образования, является сбор ВМР. Она осложняется не отсутствием желания у жителей сдавать бумагу, стекло, пластик, а неэффективностью предприятий, занимающихся сбором этих ресурсов. Отсутствует нормативная база и система льгот, нет стабильного рынка вторичных материалов.

9.5.2 Вагонные ТБО

Особый интерес представляет накопление ТБО в пассажирских поездах дальнего следования. Специальные исследования, проведенные большой группой проводников (как штатных, так и практикантов) на маршрутах «север-юг» в 1999–2009 гг., показали, что норматив накопления ТБО зависит от многих факторов, среди которых наиболее важные:

- а) направление движения (северное или южное);
- б) характер вагона, т.е. количество пассажиров и частота их замены (при частой смене – 2–3 раза за маршрут – вагон называют «трамваем»);
- в) тип вагона;
- г) социальный статус и возраст пассажиров;
- д) время года.

При этом годовое накопление на станциях сбора ТБО отличается не столь значительно (рис. 9.4).

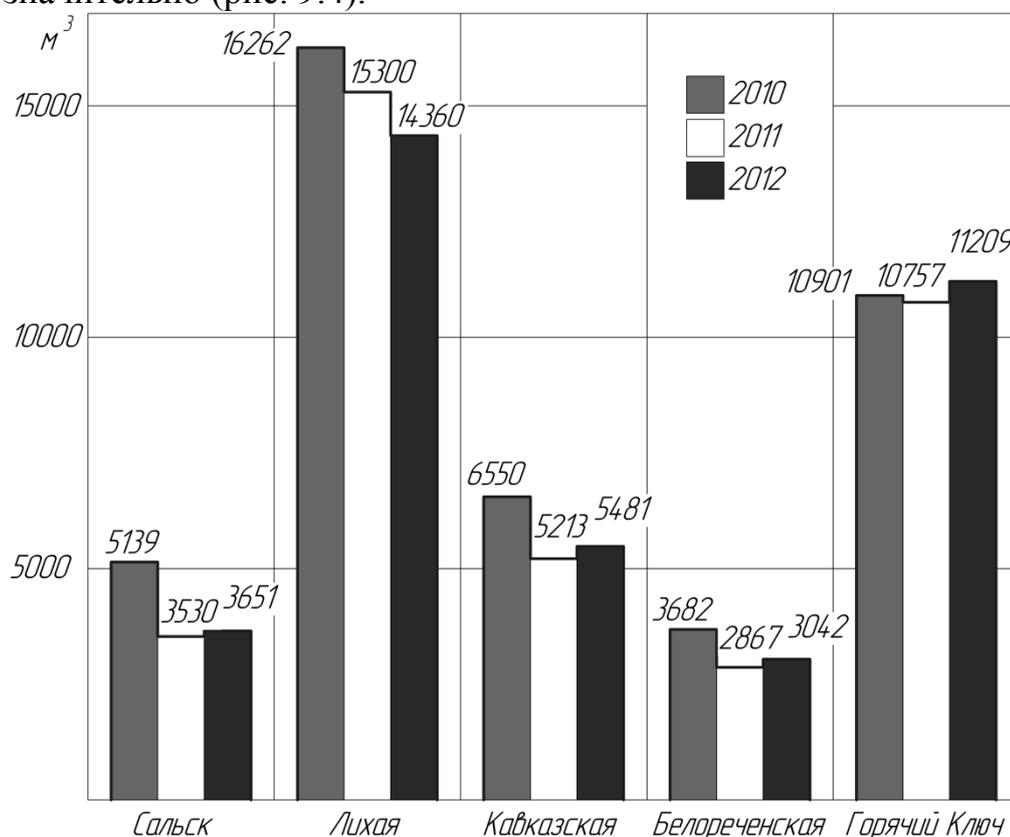


Рис. 9.4. Статистика образования ТБО на пунктах сбора отходов

Анализ показал, что средняя плотность отходов в пассажирских поездах близка к нормам для гостиниц (см. табл. 9.7) и составляет 190–250 кг/м³, но накопление отходов существенно отличается для южного направления летом – до 0,60 кг/сут.·чел и северного зимой – 0,2 кг/сут.·чел. (рис. 9.5). Для вагона-«трамвая» нормативы близки к гостиничным нормам – 0,75 кг/сут.·чел. В целом накопление ТБО в обычном вагоне не столь велико (рейс Новороссийск – Воркута, 4 сут., – не более 0,2 м³). Это в известной степени облегчает решение проблемы утилизации отходов.

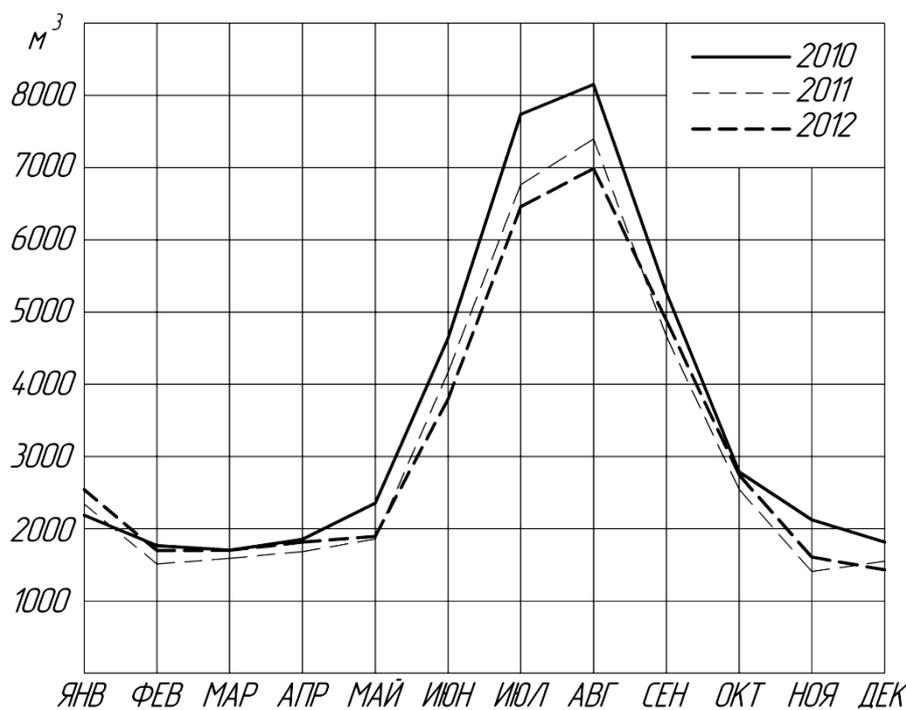


Рис. 9.5. Динамика образования ТБО на транзитных станциях

От направления движения поездов зависит не только количество образующихся отходов от одного пассажира в сутки, но и качественный их состав. Так, для пассажирского поезда № 642 Адлер – Ростов на северном направлении состав ТБО примерно такой: бумажные отходы – 55 %, отходы пластика – 13 %, пищевые отходы – 14 %, стекло – 8 %, металлолом – 4 % и прочее – 6 %. В южном направлении количество макулатуры и пищевых отходов уменьшается, доля же пластика, стекла и металла возрастает: бумажные отходы – 52 %, отходы пластика – 16 %, пищевые отходы – 11 %, стекло – 11 %, металлолом – 6 % и прочее – 4 %.

По результатам анализа движения поездов, у которых конечной станцией является г. Ростов-на-Дону (северное и южное направление) в среднем удельная масса накопления вагонных отходов составляет около 0,35 кг/сут.·чел со средней плотностью 200 кг/м³. Эти нормативы позволили провести поверочные расчеты наполнения на выбранных станциях СКЖД. Исходные данные были приняты следующие:

- расчетное число пассажиров, проезжающих через станцию за год (загрузка вагонов принималась 100 % – она бралась по расписанию);
- норма накопления ТБО на одного пассажира в сутки – 0,35 кг/сут.·чел. (около 1,75 дм³).

Расхождение фактических данных и расчетных объемов не превышало 13,5 % – по месяцам и до 10 % – по годам. Оно обусловлено наличием дополнительных вагонов, не учтенных в расписании движения поездов. Сравнение расчетных и фактических данных показывает возможность применения удельных норм образования ТБО в пассажирских вагонах, примененных при расчете.

Анализ результатов расчетных и статистических данных говорит о недостаточной емкости вагонных контейнеров и необходимости изменения схемы сбора или установки дополнительных контейнеров. Это же сравнение говорит о целесообразности рассмотрения вопроса о прессовании отходов в вагонах. Создание компактного пресса – наиболее приемлемое решение. Привод прессующего устройства наиболее целесообразно сделать питающимся непосредственно от электросети вагона. При этом значительно уменьшится поток мусора, который ежегодно падает на железнодорожное полотно. Выгруженные и складированные на станции отходы из вагонов пассажирских поездов будут занимать в 2–3 раза меньше места. Такой пресс запатентован сотрудниками СКЖД и РГУПС В.М. Гариним, А.Г. Хвостиковым, О.В. Харьковской и А.О. Алиевым (рис. 9.6). Конечно, сортировка ТБО в вагоне – это более интересное решение, но на поездах дальнего следования брикетирование – это, на наш взгляд, тоже выход.

До решения вопроса о сортировке «вагонных» ТБО непосредственно по ходу поезда (для этого необходимо пожертвовать пассажирскими местами – переоборудовать одно купе) можно на существующих площадях и приемный контейнер-бак совместить со специальным прессом, который способен уменьшить объем размещаемых ТБО на порядок. Принцип действия пресса ясен из рис. 9.6, где показан общий вид пресса и два разреза. Образующиеся в вагонах брикеты ТБО можно будет передавать на полигоны на конечных станциях.

Особенности работы пресса:

- разрезание твердых предметов и пластика ножами поршня;
- нижнее окно разгрузки брикетов;
- управление прессом с пульта проводника автоматическим отключением его при попадании посторонних предметов в камеру прессования и др.

Это исключит переполнение контейнеров, уменьшит опасность загрязнения путевого полотна, облегчит работу проводников.

9.5.3 Промышленные отходы

Количество промышленных отходов для РФ даже приблизительно оценить затруднительно. Обычный подход (на душу населения) здесь может быть применен лишь для суммарных оценок – для всей страны. Но в периоды экономических кризисов даже такая оценка затруднена. Можно, например, для приближенных оценок взять величины суточных ТПрО развитых стран на конец шестидесятых – начало семидесятых годов: 1–1,5 кг/сут. чел. Для России в год по этим удельным показателям получается около 70 млн т ТПрО. По данным государственных докладов в 1995 и 1996 гг. промышленностью образовано 75 и 84 млн т токсичных ТПрО (из них около 0,4 млн т первого класса и около 2 млн т второго класса). Их использование, по отчетности самих заводов, характеризуется следующими процентами (в скобках – 1996 г.): использовано в собственном производстве 41 (61); обезврежено 8 (2), передано другим предприятиям для захо-

ронения или использования 15 (12), в том числе на санкционированные свалки и полигоны ТБО лишь около 1,5.

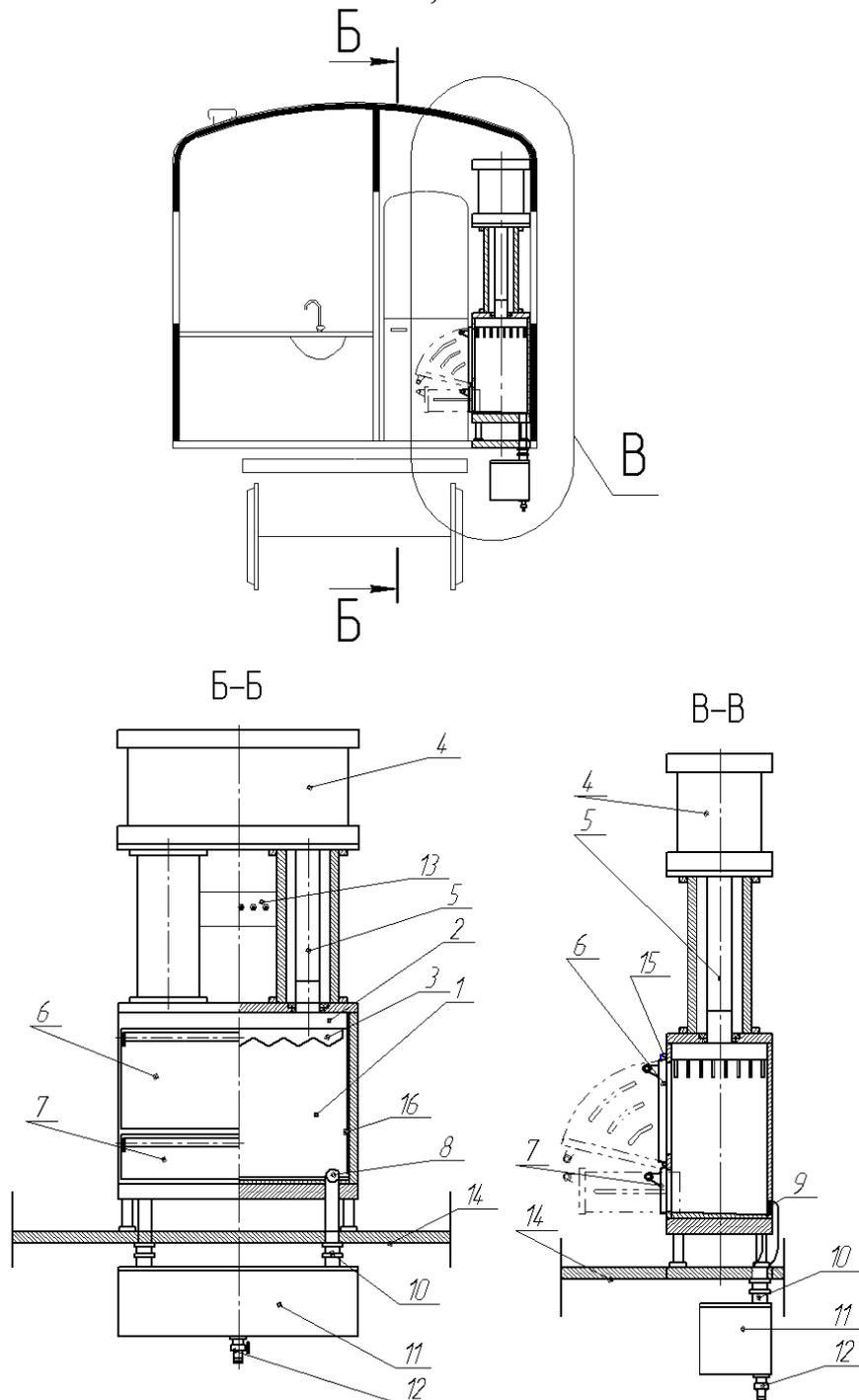


Рис. 9.6. Принципиальная схема устройства пресса:

1 – контейнер; 2 – поршень с ножами; 3, 4 – привод; 5 – штоки;
 6 – заслонка; 7 – брикеты; 8 – отверстие с решетками; 9, 10 – трубопроводы;
 11 – бак; 12 – штуцер; 13 – пульт; 14 – рама вагона; 15, 16 – концевой выключатель

В 1998–1999 гг. после выполнения специальной программы «Отходы» удалось существенно уточнить приведенные выше данные по накоплению ТПрО за счет более полного анализа работы предприятий. Так, в 1998–1999 гг. было охвачено статистической отчетностью по твердым от-

ходам около 10 000 предприятий. Округленные данные из государственных докладов приведены в табл. 9.8.

Таблица 9.8

Накопление ТПрО (1998/1999 гг.)

Вид отхода и классы опасности	Общее накопление, млн т	Обезврежено и использовано, %	Передано для использования и захоронения, %
Общая масса отходов, из них:	107	39,4	18,0
	108	34,4	38,0
I	0,25	10,8	4,8
	0,338	18,9	2,8
II	2,3	42,7	13,0
	2,8	41,7	5,0
III	11,35	80,7	14,8
	5,1	47,2	19,4
IV	93,1	34,3	16,5
	99,8	33,6	39,0

Анализ приведенных в табл. 9.8 данных показывает, что норматив накопления ТПрО для России выше, чем для развитых европейских стран: не 1,5 кг/сут.·чел., а около 2,1 кг/сут.·чел. Эта величина получается делением массы накопленных отходов на число жителей и число суток в году. Последнее кажется вполне объяснимым: в РФ больше отходов добывающей промышленности и во многом пока еще устаревшие технологии. Кроме того, приведенные данные свидетельствуют о том, что до 30–40 % ТПрО остаются (размещаются) на предприятиях.

Тем не менее в последние годы наметились положительные сдвиги в работе с опасными отходами. Так, в 2000 г. количество промышленных отходов в Ростовской области снизилось по сравнению с 1999 г. на 0,2 млн т и составило 7,2 млн т; увеличилось количество утилизируемых отходов I класса опасности. Эта тенденция имеет место и на предприятиях МПС России. На Северо-Кавказской железной дороге в 2002 г. из образованных 77 407 т отходов 51 % использован на предприятиях, обезврежено по 0,2 %, а передано другим предприятиям 42 % (из них 2,5 % – для захоронения). Следует отметить, что из общей массы отходы I класса опасности составляют лишь 65,7 т, II – 1 243 т, III – 897 т, IV – 6 677 т, а V – 68 524 т. При этом некоторые отходы разные предприятия относили к разным классам (например, шпалы). После появления федерального классификатора отходов это стало невозможным. Лицензирование деятельности предприятий по обращению с опасными отходами позволит упорядочить всю работу с отходами, уточнить их состав и опасность, активизировать решение проблемы утилизации.

Следует отметить, что в последние годы в России в целом, как и по всем ведомствам, отходы производства существенно выросли – на 60–80 %. Это связано, в первую очередь, с охватом большого числа предприятий, с одной стороны, и ростом объема производства, с другой. Для железнодорожного транспорта, например, этот рост составил с 185,7 тыс. т (1995 г.) до 690,7 тыс. т (2001 г.). Следует отметить, что, хотя темп роста используемых и обезвреживаемых ТПрО достаточно высок – с 28,1 до 134,7 тыс. т, доля используемых отходов не превышает 20 %. Заслуживают внимания шаги, которые были сделаны по решению проблемы утилизации и замены шпал, пропитанных креозотом (III класс опасности), на деревянные с менее вредным антисептиком (без фенола) и железобетонные, а также применение различных биопрепаратов для очистки замазученных грунтов.

9.6 Токсичность, классы и степень опасности отходов

Под токсичностью (по Н.Ф. Реймерсу) понимается ядовитость, способность некоторых химических элементов, соединений и биогенных веществ оказывать вредное действие на организмы (человека, животных, растения, грибы, микроорганизмы). Токсичность отходов определить значительно сложнее, чем воздуха или воды, поскольку отходы действуют на организмы, как правило, опосредованно – через почву. Основным параметром, определяющим вредность того или иного химического вещества в почве – предельно допустимая концентрация его в почве ПДК_п. Это такое максимальное количество данного вещества в миллиграммах на килограмм пахотного слоя сухой почвы, которое гарантирует отсутствие прямого или опосредованного отрицательного воздействия на здоровье человека, его потомство и санитарные условия жизни населения. При установлении ПДК_п создаются экстремальные почвенно-климатические условия, способствующие действию вредного вещества; учитывается действие этого вещества на другие живые организмы и эффект суммарного воздействия. При обосновании ПДК учитываются шесть лимитирующих показателей (признаков) вредности: органолептический (изменение запаха, привкуса, пищевой ценности, фитотест растений и т.п.); общесанитарный (влияние на самоочищение почвы); фитоаккумуляционный (передающееся растениям количество); водно-миграционный; воздушно-миграционный; санитарно-токсикологический.

В табл. 9.9 приведены ПДК_п некоторых химических веществ в почве. Следует иметь в виду, что эти величины постоянно корректируются.

Вредность отдельных веществ и отходов в целом ранее оценивалась по коэффициенту токсичности, учитывающему величину ПДК_п, растворимость вещества и концентрацию его в отходах. Коэффициентом токсичности определялась и степень опасности отходов.

С 2001 г. разработана новая система оценок опасности отходов. Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредно-

го воздействия на окружающую среду (табл. 9.10). При этом учитываются не два параметра, как ранее (растворимость и ПДК_п), а более десятка.

Таблица 9.9

ПДК вредных веществ в почве, мг/кг

Вещество	ПДК	Лимитирующий признак
Бенз(а)пирен	0,02	Общесанитарный
Ванадий	150	То же
Свинец	32	— » —
Хром шестивалентный	0,6	— » —
Кобальт	5	— » —
Кадмий	5	— » —
Ртуть	2,1	Фитоаккумуляционный
Мышьяк	2	То же
Карбофос	2	— » —
Хлорофос	0,3	— » —
Метафос	0,008	— » —
Бензин	0,1	Воздушно-миграционный

Таблица 9.10

Классы опасности отходов

Степень вредного воздействия опасных отходов на ОС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОС	Класс опасности отхода для ОС
Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I класс чрезвычайно опасные
Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II класс высокоопасные
Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	III класс умеренно опасные
Низкая	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее трёх лет	IV класс малоопасные
Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена	V класс практически неопасные

Отнесение отходов к классу опасности осуществляется экспериментальным или расчетными методами. Экспериментальный метод используется для отнесения отходов к V классу или при невозможности точного определения качественного и количественного состава отходов любого (из предполагаемых) классов опасности. Он основан на биотестировании водной вытяжки отходов.

Расчетный метод основан на определении показателя опасности отходов $K_{оп\Sigma}$, получаемого суммированием показателей компонентов отходов $K_{опi}$:

$$K_{оп\Sigma} = \sum K_{опi}. \quad (9.1)$$

Чем выше показатель, тем опаснее вещество (отход). Важно, что при определении $K_{опi}$ учитываются не только нормативы ПДК для почв, но и для водных объектов, воздуха (максимально-разовые, среднесуточные, рабочей зоны), пищевых продуктов, а также растворимость и средние смертельные дозы компонента для живых существ. Все эти величины определяют величину коэффициента степени опасности компонента отхода (вещества) W_i . При его расчётах учитывается также полнота информации по веществу путём введения соответствующих поправочных баллов. Чем опаснее вещество, составляющее отход, тем меньше коэффициент W_i . Например, для бенз(а)пирена W_i составляет 59,97; диоксинов – 24,6; ртути – 10; железа, калия, кремния и т.п. (при их содержании, не превышающем обычные для основных типов почв) – 10^6 . Показатель опасности коэффициента отхода, мг/кг, подсчитывается по концентрации вещества в отходе C_i и коэффициенту W_i :

$$K_{опi} = \frac{C_i}{W_i}. \quad (9.2)$$

Отнесение отходов к классу опасности расчётным методом осуществляется по величине суммарного показателя опасности $K_{оп\Sigma}$ в соответствии с табл. 9.11. Здесь же приведены нормативы платы за размещение отходов, введенные в июле 2003 г.

Таблица 9.11

Классы и показатели опасности отходов

Класс опасности отходов	Базовая цена при оплате, руб. за 1 т	Показатель опасности отходов $K_{оп\Sigma}$, мг/кг
I	1739,2	$10^6 \geq K_{оп\Sigma} > 10^4$
II	745,4	$10^4 \geq K_{оп\Sigma} > 10^3$
III	497,0	$10^3 \geq K_{оп\Sigma} > 10^2$
IV	248,4	$10^2 \geq K_{оп\Sigma} > 10$
V	0,4 (15 за 1 м ³)	$10 \geq K_{оп\Sigma}$

При расчетах класса опасности отходов могут учитываться почти 20 первичных показателей (табл. 9.12). Этот учет производится в баллах, как показано в табл. 9.13. Как правило, все показатели для данного компонента

отхода установить не удастся, поэтому отдельными баллами учитывается полнота охвата параметров (так называемые показатели информационного обеспечения).

Таблица 9.12

Показатели, определяющие степень опасности отходов

ПДК _п , мг/кг	Предельно допустимая концентрация вещества в почве
ОДК	Ориентировочно допустимая концентрация
ПДК _в , мг/л	Предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
ОДУ	Ориентировочно допустимый уровень
ОБУВ	Ориентировочно безопасный уровень воздействия
ПДК _{р.х.} , мг/л	Предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения
ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Предельно допустимая концентрация вещества средне-суточная в атмосферном воздухе населенных мест
ПДК _{п.п.} , мг/кг	Предельно допустимая концентрация вещества в продуктах питания
ПДК _{м.р.} , мг/м ³	Предельно допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест
ПДК _{р.з.} , мг/м ³	Предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны
МДС	Максимально допустимое содержание
МДУ	Максимально допустимый уровень
S, мг/л	Растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20 °С
C _{нас} , мг/м ³	Насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 °С и нормальном давлении
K _{ow}	Коэффициент распределения в системе октанол / вода при 20 °С
LD ₅₀ , мг/кг	Средняя смертельная доза компонента, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях
LD _{кожи50} (мг/кг)	Средняя смертельная доза компонента, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном нанесении на кожу в унифицированных условиях
LC ₅₀ (мг/м ³)	Средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях
БД	Биологическая диссимиляция

Показатель информационного обеспечения рассчитывается путём деления числа установленных показателей n на 12 ($N = 12$ – количество

наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для среды). Чем полнее перечень первичных показателей, тем большее количество баллов прибавляется к баллам от первичных показателей (табл. 9.14).

По установленным степеням опасности компонентов отхода для среды в различных условиях (табл. 9.13) рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

Таблица 9.13

Учет первичных показателей опасности

Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
	1	2	3	4
ПДК _п * (ОДК**), мг/кг	< 1	1–10	10,1–100	> 100
Класс опасности в почве	1	2	3	Не установлен
ПДК _в (ОДУ, ОБУВ), мг/л	< 0,01	0,01–0,1	0,11–1	> 1
Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	1	2	3	4
ПДК _{р.х.} (ОБУВ), мг/л	< 0,001	0,001–0,1	0,011– 0,1	> 0,1
Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	1	2	3	4
ПДК _{с.с.} (ПДК _{м.р.} , ОБУВ), мг/м ³	< 0,01	0,01–0,1	0,11–1	> 1
Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
ПДК _{п.п.} (МДУ, МДС), мг/кг	< 0,01	0,01–1	1,1–10	> 10
$Lg (S, \text{ мг/л} / \text{ ПДК}_в, \text{ мг/л})^{***}$	> 5	5–2	1,9–1	< 1
$Lg (C_{\text{нас}}, \text{ мг/м}^3 / \text{ ПДК}_{\text{р.з.}})$	> 5	5–2	1,9–1	< 1
$Lg (C_{\text{нас}}, \text{ мг/м}^3 / \text{ ПДК}_{\text{с.с.}}$ или ПД _{м.р.})	> 7	7–3,9	3,8–1,6	< 1,6
$Lg K_{\text{OW}}$ (октанол / вода)	> 4	4–2	1,9–0	< 0
LD ₅₀ , мг/кг	< 15	15–150	151–5000	> 5000
LC ₅₀ , мг/м ³	< 500	500–5000	5000–50000	> 50000

Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
	1	2	3	4
LC_{50} водн., мг/л / 96 ч	< 1	1–5	5,1–100	> 100
БД = БПК5 / ХПК 100 %	< 0,1	0,01–1	1–10	> 10
Персистентность (трансформация в окружающей среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Накопление в одном звене	Нет накопления
БАЛЛ	1	2	3	4

Примечания: * – используемые сокращения приведены в табл. 9.11;

** – в случае отсутствия ПДК токсичного компонента отхода допустимо использование другой нормативной величины, указанной в скобках;

*** – если $S = \infty$, то $\lg(S/ПДК) = 1$, если $S = 0$, то $\lg(S/ПДК) = 0$.

Таблица 9.14

Баллы информационного обеспечения

Диапазон изменения показателя информационного обеспечения (n/N)	Балл
< 0,5 ($n < 6$)	1
0,5–0,7 ($n = 6–8$)	2
0,71–0,9 ($n = 9–10$)	3
> 0,9 ($n > 11$)	4

Коэффициент степени опасности отходов W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = 4 - 4/Z_i \text{ для } 1 < Z_i < 2; \quad (9.3, a)$$

$$\lg W_i = Z_i \text{ для } 2 < Z_i < 4; \quad (9.3, б)$$

$$\lg W_i = 2 + \frac{4}{6 - Z_i} \quad \text{для } 4 < Z_i < 5, \quad (9.3, \text{ в})$$

где $Z_i = 4X_i/3 - 1/3$.

Результаты расчетов по этой методике для наиболее распространенных компонентов опасных отходов закреплены специальным приказом МПР России (табл. 9.15).

Таблица 9.15

Коэффициенты степени опасности компонентов отходов

Наименование компонента	X_i	Z_i	$\lg W_i$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,125	2,5	2,5	316,2
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4-динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди(<i>n</i>)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфталат	2,166	2,555	2,555	389,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	1,42	1,56	1,43	26,9
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4
Марганец	2,30	2,37	2,73	537,0
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Мышьяк	1,58	1,77	1,74	55,0
Нафталин	2,285	2,714	2,714	517,9
Никель	1,83	2,11	2,11	128,8
<i>N</i> -нитрозо-дифениламин	2,0	3,4	3,4	2511,98
Пентахлор-бифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,25	1,33	1,0	10,0
Стронций	2,86	3,47	3,47	2951
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	1,46	1,61	1,52	33,1
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,5	3	3	1000
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4
Фенол	2	2,33	2,33	215,44
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром	1,75	2,00	2,00	100,0
Цинк	2,25	2,67	2,67	463,4
Этилбензол	2,286	2,714	2,714	517,9

Для данных компонентов отходов расчет показателя опасности отхода K_i легко определить по формуле (9.2), зная концентрацию компонентов C_i .

Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов, как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан, в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам со средним баллом $X_i = 4$ и соответственно коэффициентом степени опасности для среды $W_i = 10^6$.

Компоненты отходов природного органического происхождения, состоящие из таких соединений, как углеводы (клетчатка, крахмал, иное), белки, азотсодержащие органические соединения (аминокислоты, амиды и иное), т.е. веществ, встречающихся в живой природе, относятся к классу практически неопасных компонентов со средним баллом $X_i = 4$ и коэффициентом степени опасности среды $W_i = 10^6$.

Для остальных компонентов отходов показатель степени опасности рассчитывается, как уже описано.

Номенклатуру ТПрО, как токсичных, так и нетоксичных, можно рассмотреть на примере Ростова-на-Дону – города с населением чуть больше 1 млн чел. По данным Ростовского государственного комитета охраны природы в 1995 г. от 269 предприятий образовано 703 269 т отходов. Общая характеристика их состава дана в табл. 9.16.

Таблица 9.16

Состав ТПрО, г. Ростов-на-Дону (1995 г.)

Класс опасности	Количество, т	Основные составляющие, % от общей массы
I	98	Ртутьсодержащие лампы (93 %), фенолы и др. ТПрО химических производств
II	810	Нефтеотходы (92 %) и отходы химических производств
III	1493	Масла и нефтеотходы (10 %), лаки, краски, эмали (10 %). Осадки и шламы (10 %). Обрезки материалов, промасленные отходы (ветошь, опилки, песок), отходы смазки охлаждения и др. (60–70 %)
IV	4622	Осадки и шламы (40 %). Отходы литейного производства, аккумуляторы, котельные шлаки и др.
Нетоксичные	694 245	Лом металлов (10 %). Строительные отходы (15 %). Отходы пищевой промышленности (55 %). Бумага, стеклобой и др.

Общая масса токсичных отходов – чуть больше 1 % от ТПрО, но от этого проблема их обезвреживания проще не становится. Кроме того, с

введением новых критериев опасности (значительно более жестких) можно ожидать увеличения процента отходов первых трех классов опасности.

9.7 Федеральный классификационный каталог отходов

Федеральный классификационный каталог (ФККО) является частью государственного кадастра отходов. Он введен приказами МПР России в 2002–2003 гг. и предназначен для систематизации данных по твердым отходам и определения классов их опасности для окружающей среды.

Учет отходов в ФККО ведется по 13-значным кодам, которые характеризуют происхождение, агрегатное и физическое состояние, опасные свойства и степень вредного влияния на окружающую среду каждого вида отхода. В табл. 9.17 приведена выдержка их ФККО для некоторых характерных отходов.

Таблица 9.17

Фрагмент ФККО для некоторых отходов

Код	Наименование
171 105 03 13005	Изделия из натуральной древесины, потерявшие свои потребительские свойства
171 10601 01 005	Опилки натуральной чистой древесины
171 20201 01 01 4	Опилки древесно-стружечных и/или древесноволокнистых плит, содержащие связующие смолы в количестве от 0,2 % до 2,5 % включительно
171 20600 1301 3	Шпалы железнодорожные деревянные, пропитанные антисептическими средствами, отработанные и брак
18720401 01 01 4	Отходы рубероида
31400901 И 004	Пыль щебеночная
31401201 11 01 3	Пыль асбоцементная
3140230201 034	Песок, загрязненный мазутом (мазута – <15 %)
353301 00 1301 1	Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки, отработанные и брак
521 001 030401 2	Шлам сернокислотного электролита
541 002 03 02 03 3	Масла дизельные отработанные
54902701 01 033	Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более)
57500202 13004	Покрышки отработанные
599001 03 1301 1	Трансформаторы с пентохлордифенилом отработанные
9120040001 004	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)
91200601 01 004	Мусор строительный от разборки зданий
921101 01 1301 2	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с не слитым электролитом
921 101 02 1301 3	Аккумуляторы свинцовые отработанные неразобранные, со слитым электролитом
923 603-00 1301 2	Кабель медно-жильный оцинкованный

Первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отхода; девятая и десятая – для кодирования агрегатного состояния и физической формы (0 – данные не установлены, 1 – твёрдый, 2 – жидкий, 3 – пастообразный, 4 – шлам, 5 – гель, коллоид, 6 – эмульсия, 7 – суспензия, 8 – сыпучий, 9 – грунлят, 10 – порошкообразный, 11 – пылеобразный, 12 – волокно, 13 – готовое изделие, потерявшее потребительские свойства, 99 – иное); одиннадцатая и двенадцатая цифры – для кодирования опасных свойств и их комбинаций (0 – данные не установлены, 1 – токсичность (т), 2 – взрывоопасность (в), 3 – пожароопасность (п), 4 – высокая реакционная способность (р), 5 – содержание возбудителей инфекционных болезней (и), 6 – т + в, 7 – т + п, 8 – т + р, 9 – в + п, 10 – в + р, 11 – в + и, 12 – п + р, 13 – п + и, 14 – р + и, 15 – т + в + п, 16 – т + в + р, 17 – т + п + р, 18 – в + п + р, 19 – в + п + и, 20 – п + р + и, 21 – т + в + п + р, 22 – в + п + р + и, 99 – опасные свойства отсутствуют); тринадцатая цифра используется для кодирования класса опасности для окружающей среды (0 – класс опасности не установлен, 1 – I класс опасности, 2 – II класс опасности, 3 – III класс опасности, 4 – IV класса опасности, 5 – V класс опасности).

Для конкретных отходов использование ФККО позволяет избежать определения класса опасности экспериментальным или расчётным методами. Например, в качестве отхода используются деревянные железнодорожные шпалы, пропитанные антисептиком (криозолом). В соответствии с ФККО определяем код отхода 171 206 00 13 01 3. Первые 8 цифр, как уже сказано, – кодирование данного отхода (шпал). Следующие две (13) свидетельствуют о том, что отход – готовое изделие, потерявшее свои потребительские свойства. Одиннадцатая и двенадцатая цифры (01) говорят о токсичности, а тринадцатая цифра относит шпалы к III классу опасности.

Пример. Определить класс опасности производственного отхода массой $M = 10$ кг следующего состава: 1) песок – 85 %; 2) цинк – 5 %; 3) медь – 6 %; 4) краситель органический активный бирюзовый – 2 %; 5) триметилксантин – 2 %.

1 Рассчитывается концентрация C_i , мг/кг, каждого компонента по формуле:

$$C_i = \frac{m_i}{M},$$

где m_i – масса i -го компонента отхода, мг.

$$m_1 = 850000 \text{ мг}; \quad C_1 = \frac{850000}{10} = 85000 \text{ мг/кг};$$

$$m_2 = 500000 \text{ мг}; \quad C_2 = \frac{500000}{10} = 50000 \text{ мг/кг};$$

$$m_3 = 600000 \text{ мг}; \quad C_3 = \frac{600000}{10} = 60000 \text{ мг/кг};$$

$$m_4 = 200000 \text{ мг}; \quad C_4 = \frac{200000}{10} = 20000 \text{ мг/кг};$$

$$m_5 = 200000 \text{ мг}; \quad C_5 = \frac{200000}{10} = 20000 \text{ мг/кг}.$$

Класс опасности отхода определяется по показателю степени опасности отхода K_{Σ} (формулы 9.1 и 9.2).

2 Рассчитывается коэффициент степени опасности каждого компонента опасного отхода для среды по табл. 9.13–9.15 и формулам для W_i (9.3, а; 9.3, б; 9.3, в).

Из табл. 9.15 принимаются величины W :

для цинка $W_2 = 463,4$; меди $W_3 = 358,9$.

Песок, как компонент отхода, состоит из кислорода и кремния. Относится к практически неопасным компонентам со средним баллом $X_i = 4$ и, следовательно, коэффициентом степени опасности для среды $W_1 = 10^6$.

На основе качественного состава отхода проводится информационный поиск токсикологических, санитарно-гигиенических и физико-химических показателей опасности остальных компонентов (кроме песка, меди и цинка). Показатели опасности выбираются из перечня табл. 9.13, а их значения – из нормативных документов и литературных источников и заносятся в заготовленную форму (табл. 9.18). По величине каждого показателя опасности ему присваивается балл от 1 до 4 (в соответствии с табл. 9.13). В расчёте используются первые 12 показателей. При отсутствии в справочной литературе информации по ним используются данные по остальным показателям.

При расчете величины X_i учитывается информационный показатель I , который зависит от числа используемых показателей опасности n и имеет следующие значения (в баллах): $I = 4$ при $n = 12$ мг/кг, 11; $I = 3$ при $n = 10$ мг/кг, 9; $I = 2$ при $n = 8$ мг/кг, 7; $I = 1$ при $n \leq 6$.

Усредненный параметр опасности компонента отхода X_i вычисляется делением суммы баллов по всем показателям, включая информационный, на общее число показателей. Расчет сводим в табл. 9.18.

Пояснения к расчету по строкам 6 и 7 табл. 9.18:

$$X_4 = (3 + 4 + 2 + 3 + 1)/5 = 2,6;$$

$$X_5 = (2 + 3 + 2 + 3 + 1)/5 = 2,2.$$

Находим значение Z_4 и Z_5 по формуле $Z_i = 4X_i/3 - 1/3$:

$$Z_4 = 4 \cdot 2,6/3 - 1/3 = 3,133;$$

$$Z_5 = 4 \cdot 2,2/3 - 1/3 = 2,6.$$

Так как Z_4 и Z_5 больше 2 и меньше 4, то значение коэффициента степени опасности W этих компонентов опасного отхода рассчитываем по формуле $\lg W_i = Z_i$:

$$\lg W_4 = 3,133; \quad W_4 = 1358;$$

$$\lg W_5 = 2,6; \quad W_5 = 398,1.$$

Вывод по расчету: т.к. $10^3 \geq K_{\Sigma} > 10^2$, то данный отход относится к III классу опасности.

Таблица 9.18

Определение W_i для компонентов отходов

Показатели опасности	Наименование компонентов отхода и его концентрация С, мг/кг															
	песок, 85000			цинк, 50000			медь, 60000			краситель органический активный бирюзовый, 20000		1, 3, 7-триметилксантин, 20000				
	числ. знач.	балл		числ. знач.	балл		числ. знач.	балл		числ. знач.	балл	числ. знач.	балл			
ПДК _в (ОДУ, ОБУВ), мг/л									0,2	3		0,1	2			
Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования									4	4		3	3			
ПКД _{с.с.} (ПКД _{м.р.} , ОБУВ), мг/м ³									0,05	2		0,03	2			
Класс опасности в атмосферном воздухе									3	3		3	3			
<i>I</i>										1			1			
<i>X</i>										2,6			2,2			
<i>W</i>		10 ⁶			463,4								1358			398,1
<i>K</i>		0,85			107,9								14,7			50,2
$K_{\Sigma} = 0,85 + 107,9 + 167,2 + 14,7 + 50,2 = 340,85$																

9.8 Особенности платежей за размещение отходов

Как было отмечено в п. 5.14, платность природопользования нормативно введена с 01.01.1993 после принятия Закона РФ «Об охране окру-

жающей природной среды»¹⁰ (19.12.1991) и ряда постановлений Правительства РФ. Основным из них было Постановление № 632 от 28.08.1992 «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия», а также Постановления № 344-03 и № 410-05.

Для всех видов загрязнения плата взималась с предприятий, учреждений, организаций и других юридических лиц независимо от организационно-правовых форм и видов собственности. Внесение платы не освобождало природопользователей от выполнения мероприятий по охране окружающей среды, а также уплаты штрафных санкций за экологические правонарушения в соответствии с Федеральным законом РФ, УК РФ и другими законодательными актами.

При расчетах платы за загрязнение среды учитывались следующие четыре фактора: вредность (опасность) вещества; масса загрязнителя (по абсолютной величине и по отношению к официально разрешенной); экологическая ситуация в данном районе и изменение уровня цен на данный год. Чем больше вредность, масса вещества, уровень цен и чем неблагоприятнее экологическая ситуация, тем выше плата. Особенно ощутим был рост платы при величинах загрязнения среды, превышающих лимиты.

Расчеты производились по формулам, аналогичным (5.24) и (5.25), в которых вместо выбросов в тоннах подставляли массу отходов, а вместо нормативов ПДВ – лимиты размещения отходов.

При этих расчетах вредность (опасность) вещества учитывалась величиной базового норматива платы, условно обозначенной «ценой вещества» (C_i , руб./т). Базовые нормативы платы определяли по величине удельного экономического ущерба от данного загрязнения (в ценах 1990 г.) и пересчитывали на 1992 г. (в связи со скачком цен). Они приведены в постановлении Правительства РФ от 26.08.1992 № 632. В частности, цены отходов (базовые нормативы платы за их размещение) определены, исходя из затрат на проектирование и строительство полигонов для хранения, обезвреживания, захоронения промышленных отходов. При этом на 01.01.1993 приняты удельные затраты на захоронение токсичных отходов IV класса 2000 руб./т (сумма в 80 руб./т в 1990 г. с учетом роста уровня цен на строительство, проектирование и прочие к началу 1993 г. увеличена в 25 раз). Цены отходов других классов пересчитывались по индексу токсичности.

Эти установленные цены действовали до 2002 г., индексируясь так, как описано в п. 5.15. С 12 июня 2003 г. базовые цены и экологические коэффициенты были изменены: за тонну отходов I класса в 2003 г. (табл. 9.10) – 1739,2 руб., IV класса – 248,4 руб., V класса – 0,4 руб. (за кубометр – 15 руб.). Экологические коэффициенты K , по отходам для Центрального района – 1,6; Центрально-Чернозёмного – 2; Уральского – 1,7; Северо-

¹⁰ Эта норма осталась в силе и в новом законе – от 20.12.2001, вступившем в действие с 10.01.2002.

Кавказского – 1,9. Коэффициент индексации K_u на 2003 г. принят равным единице.

Несмотря на эти изменения, сохраняется порядок, при котором в ряде случаев величина платы может быть существенно изменена:

1 При размещении токсичных отходов на специализированных по их обезвреживанию, захоронению и хранению полигонах плата за отходы не взимается, но природопользователь обязан застраховать размещаемые отходы в связи с экологическим риском.

2 При размещении отходов в согласованных с надзорными органами местах на территории предприятия плата уменьшается на 70 % (т.е. умножается при расчете на 0,3).

3 В случае размещения отходов на несанкционированных свалках (или необорудованных местах на предприятии) плата увеличивается в 5 раз за всю массу обнаруженных отходов и умножается на дополнительный штрафной коэффициент $K_{ш}$:

- $K_{ш} = 5$, если размещение в пределах городов, населенных пунктов, водоохранных зон, водоёмов, рекреационных зон;

- $K_{ш} = 3$, если расстояние от границ вышеперечисленных объектов менее 3 км.

4 Плата может быть уменьшена зачётом в счёт платежей расходов природопользователя на мероприятия по утилизации наиболее опасных отходов, а также расходов по долевному финансированию по охране природы соответствующих региональных или межрегиональных программ.

5 Плата за размещение ТБО определяется как для нетоксичных отходов перерабатывающей промышленности (дирекция полигонов, принимающих ТБО, освобождается от платы при нормативных условиях размещения отходов и эксплуатации полигона). Но отнесение ТБО к V классу должно быть подтверждено экспериментально.

6 Воинские части, предприятия и подразделения всех силовых структур освобождаются от платы за загрязнение среды, если они соблюдают правила и лимиты.

Лимиты размещения отходов $M_{ли}$ устанавливаются исходя из планируемого объема продукции и норм расхода сырья, материалов. При этом из отходов исключается вторичное сырье, возвращаемое в производство (внутренний рецикл).

Сверхлимитными являются отходы, образованные сверх расчетных нормативов, а также некондиционная продукция (не предусмотренная нормативами) и, конечно, отходы, размещенные без документированного разрешения. Отсутствие лицензии на право обращения с опасными отходами также дает основание считать отходы предприятия сверхлимитными.

Плата за отходы с 1 января 2016 г. рассчитывается согласно статьям 16–16.5 (в ред. Федерального закона от 29.12.2015 № 404-ФЗ) и постановления Правительства № 139 (прил. 6).

9.9 Размещение отходов на поверхности земли

Твердые отходы в настоящее время чаще всего размещаются (депонироваться) на поверхности литосферы на санкционированных и несанкционированных свалках или полигонах (требования к ним обобщены в Федеральном законе от 22.05.1998).

Санкционированные свалки – разрешены органами исполнительной власти на местах территории (существующие площадки) для размещения ТПрО и ТБО, но не обустроенные в соответствии с нормативными требованиями и эксплуатируемые с отклонениями от требований санитарно-эпидемиологического надзора. Являются временными и разрешаются до окончания строительства полигонов или заводов для утилизации отходов. К свалкам относят и временные шламохранилища, отвалы для ТПрО. По санитарной классификации свалки являются объектами I класса и имеют санитарно-защитную зону не менее 2 км. В пределах СЗЗ не допускается жилищное строительство, размещение спортивных сооружений, парков, детских дошкольных учреждений, школ, оздоровительных учреждений, предприятий пищевой промышленности, комплексов водопроводных учреждений. Такие же требования применяются к усовершенствованным свалкам (с частичным укрытием материала и другими способами защиты) для не утилизируемых ТПрО. *Несанкционированные свалки* в РФ занимают громадные площадки: только в Москве на декабрь 1995 г. подлежали рекультивации 88 свалок площадью не менее 0,5 га, занимавшие 0,39 % территории города.

Полигон – природоохранное сооружение для централизованного сбора, обезвреживания отходов, обеспечивающее защиту от загрязнения атмосферы, почв, поверхностных и грунтовых вод и препятствующее распространению болезнетворных микроорганизмов. Полигоны для токсичных ТПрО (I и II класса опасности) имеют такие же санитарные ограничения и такой же размер СЗЗ, как и свалки. Полигоны ТБО, не принимающие навоз и фекалии, приравниваются к санитарным объектам III класса и имеют СЗЗ не менее 0,3 км. Центральные полигоны ТБО, принимающие нечистоты населенного пункта, являются объектами II класса с СЗЗ не менее 0,5 км. На полигоны ТБО могут приниматься нетоксичные ТПрО и по согласованию – специальный перечень токсичных ТПрО IV и III класса опасности.

Основные особенности полигонов:

- уплотнение отходов, позволяющее увеличить нагрузку на единицу площади;
- послойное укрытие отходов;
- меры по предотвращению проникновения сточных вод полигона в почву и подземные воды;
- сбор биогаза (при необходимости).

Работы на полигонах полностью механизированы, а после их закрытия производится рекультивация участка.

Эффективность работы полигона во многом определяется выбором участка в соответствии с техническими требованиями и социально-экономическими аспектами.

Для Ростова-на-Дону грамотный с технической точки зрения выбор места полигона в 1991 г. в посёлке Большой Лог без согласования с населением привёл к бесполезно потраченным средствам на проектно-изыскательские и строительные работы.

Очень важен характер грунтов и расположение грунтовых вод. Лучшими для основания полигона являются глины и тяжёлые суглинки. Грунтовые воды должны быть на достаточной глубине (с учётом необходимости складирования отходов на высоту не менее 10 м из экономических соображений); выходы грунтовых и подземных вод в виде ключей и родников должны отсутствовать. Кроме того, необходимо учитывать природные особенности выбранного места: доминирующие ветры, количество осадков, температурный диапазон, глубину промерзания грунта.

Снизить проникновение внешней влаги на полигон можно за счет следующих мер.

- 1 Выбор участка с минимумом поверхностных и грунтовых вод.
- 2 Создание уклона укрытия для стока дождевых вод.
- 3 Озеленение законченной засыпки участка (карты).
- 4 Влагонепроницаемость покрытия.
- 5 Уплотнение отходов для уменьшения выщелачивания (щелочь образуется, прежде всего, за счет притока внешней воды).
- 6 Дренаж для грунтовых и поверхностных вод.

Насколько важно выполнение природоохранных требований, говорит случай, вызвавший панику в 1979 г. в Германии: в молоке коров земель Гессена были обнаружены дозы крайне опасного инсектицида гексохлорана. Оказалось, что коровы питались растениями, на которые оказывал влияние полигон.

При разложении отходов образуются газы, причём в первые дни – при свободном доступе воздуха – процесс аэробный и выделяется двуокись углерода, повышается температура отходов. После того, как свободный кислород будет израсходован, в результате анаэробного разложения образуются метан, двуокись и окись углерода. Для отходов с сульфитами может выделяться сероводород. На отработанных участках (картах) крупных полигонов экономически и экологически оправдано применение системы газосбора только при вместимости не менее 1 млн т ТБО, где максимальная часовая выработка газа на 2–3-й год после изоляции составит 1000 м³/ч.

После закрытия полигона участок рекультивируют для дальнейшего использования. Основная мера – изоляция грунтом. Но и после этого использование участка может быть разрешено не ранее, чем через год.

Срок службы полигона может быть увеличен двумя способами: измельчением или прессованием (брикетированием) отходов до их захоронения. Эти способы могут применяться и вместе: измельчение улучшает ка-

чество брикетов. Измельчение достигается растиранием или рубкой, при этом объём уменьшается (до 50 %) и облегчается депонирование. Материал становится гумусоподобным, запах и пожароопасность резко снижаются. Препятствиями измельчению являются наличие неразмалываемых и крупногабаритных отходов, поэтому перед измельчением необходима сортировка. Измельчение осуществляется молотковыми дробилками ударного типа или мельницами с размалывающими колесами или шарами. За рубежом допускается размещение измельченного материала на полигонах без укрытия. Срок службы полигона при этом за счёт уменьшения начальных объёмов и отказа от послойной изоляции может быть увеличен на 50–70 %. Измельчение балластных фракций ТБО применяется на Санкт-Петербургском мусороперерабатывающем заводе № 2 перед вывозом их на полигон.

В последние годы большое внимание уделяется брикетированию отходов – прессованию их в крупные блоки, которые затем депонируются, сжигаются или используются при строительстве. Брикетирование с целью сжигания и строительства требует предварительной сортировки, а для депонирования – чаще всего лишь удаления особо крупных отходов.

Наибольший опыт брикетирования накоплен в США (фирмы «Америка Хойст энд Деррик» – Миннесота, «Реклемейшн системз» – Массачусетс и др.), Испании («Имабе Иберика»), а также в Японии. Этот опыт свидетельствует о следующем:

- увеличивается срок действия полигона (по сравнению с засыпкой) в 2–3 раза;
- облегчается эксплуатация (брикеты складываются как кирпичи);
- исключается ветровой разнос мусора;
- не привлекаются грызуны, мухи и птицы;
- нет пожарной опасности (брикеты не поджигаются паяльной лампой и бензином);
- просачивание воды внутрь брикетов практически отсутствует (в 20 раз меньше, чем для уплотненного грунта);
- выделение газов пренебрежимо мало (об этом свидетельствуют опыты с брикетами, помещенными в специальные герметичные мешки).

Прессование в брикеты делается на специальных площадках – перегрузочных станциях. К ним ТБО подвозится малыми маневренными мусоровозами. После прессования брикеты перевозятся к полигонам большегрузными машинами.

Отжатая влага обрабатывается в специальных отстойниках.

Очень важно, что высота складирования брикетов на полигонах и уклоны (боковые откосы) могут быть значительно большими, чем допускается при засыпке полигонов. В Москве за счет всего этого удалось снизить эксплуатационные расходы в 4,5 раза, уменьшить себестоимость захоронения в 4,7 раза и уменьшить капитальные затраты на строительство полигона, перегрузочных станций в 3 раза по сравнению с «навальным»

депонированием ТБО. Очевидный недостаток метода – консервация внутри брикетов на многие десятилетия каких-либо токсичных компонентов, которые могут проявить себя в будущем. Этот недостаток устраняется линией предварительной сортировки. Рост стоимости при этом частично компенсируется переработкой отобранных отходов.

В последнее время в Швеции разработан необычный способ захоронения ТБО: высушивание путём замораживания под высоким давлением с последующей заделкой в почву. Специалисты «Суссан-Вииг-Мэсак» считают этот способ не только экологичным, но и высоконравственным.

9.10 Заводские способы утилизации отходов

9.10.1 Сжигание отходов

Заводские способы утилизации отходов можно разделить на мусоросжигание (более точно – термические способы утилизации) и мусоропереработку.

Термические методы обезвреживания твердых отходов, в свою очередь, условно можно разделить на две группы: термодеструкцию (пиролиз) отходов с получением твёрдых, жидких и газообразных продуктов и огневой метод (сжигание), приводящий к образованию газообразных продуктов и золы. В зависимости от состава и подготовки твёрдых отходов существует слоеное сжигание исходных (неподготовленных) отходов в мусоросжигательных котлоагрегатах, слоеное или камерное сжигание подготовленных отходов (свободных от балластных фракций) и сжигание в кипящем слое для ликвидации промышленных отходов.

При слоевом сжигании в топке мусоросжигательного котла в первой зоне (слое) происходит выход летучих продуктов, по мере увеличения температуры происходит газификация отходов и далее идет горение кокса. Сжигание должно проходить при температуре 800–1000 °С.

Сжигание исходных отходов хотя и является простым и универсальным методом утилизации отходов, но имеет массу недостатков, главный из которых, как уже отмечалось, большой остаток шлака, высокий уровень образования диоксинов и кислых газов, которые выделяются на стадии газификации и ведут к загрязнению атмосферы из-за большой влажности при большой доле пищевых отходов (выше 40 %). По этим причинам на практике температура в топке зачастую не превышает +550 °С.

Более современный способ сжигания – это сжигание в псевдоожиженном слое. Принцип работы реакторов с псевдоожиженным слоем состоит в подаче горючих газов (воздуха) через слой инертного материала (песок с размерами частиц 1–5 мм), поддерживаемого колосниковой решеткой. При критической скорости потока газа инертный слой переходит во взвешенное состояние, напоминающее кипящую жидкость. Поступившие в реактор отходы интенсивно перемешиваются с инертным слоем, при этом существенно интенсифицируется теплообмен. Температура в реакторе колеблется от 800 до 990 °С в зависимости от материала инертного слоя,

т.к. процессы в псевдооживленном слое проводят при температурах, не приводящих к расплавлению или спеканию реагирующих материалов.

К основным достоинствам способа относятся: интенсивное перемешивание твёрдой фазы, приводящее практически к полному выравниванию температур, небольшое гидравлическое сопротивление слоя; отсутствие движущихся и вращающихся частей; возможность автоматизации процесса обезвреживания; возможность сжигания отходов с повышенной влажностью.

Для несортированного мусора РФ (и особенно на юге – для отходов с большой влажностью) требуемую полноту сгорания выдержать не удастся. Часто температура сгорания падает в 2–2,5 раза по отношению к расчетной, и доля шлака увеличивается до 40–50 % по массе (7–10 % – по расчету). Вместо сгорания на этих режимах происходит деструкция ТБО с обильным выделением вредных веществ, включая диоксины. Проблема усугубляется недостаточной очисткой дымовых газов (обычно для наших МСЗ (см. табл. 9.19), только в механическом и электрическом фильтрах). На таких режимах работы масса отходов уменьшается лишь в 1,5–2 раза (объем при этом уменьшается в 8–10 раз – легкие фракции сгорают) и существенно загрязняется окружающая среда. На ряде заводов делались попытки повысить полноту сгорания за счет увеличения времени пребывания ТБО на колосниках (до 1,5 ч вместо 10–15 мин) или добавлением топлива (газа). Но это приводило к росту цены сжигания, зачастую не давая требуемого эффекта. Выход из положения – в сортировке ТБО на местах сбора населением. Даже только выделение пищевых отходов позволит повысить полноту сгорания.

Останется проблема высочайших вредностей – диоксинов – и отделения хлорсодержащих материалов. Из-за этого были закрыты многие МСЗ в США. Но ведь даже сейчас во Франции действует более 300 заводов, в Германии – более 400.

Это связано с тем, что состав отходов, поступающих на МСЗ за рубежом, более благоприятный из-за частичной сортировки населением. Кроме того, эти заводы оснащены системой регулирования и поддержания температуры сгорания, многоступенчатой системой очистки выходящих газов, стоимость которой составляет до 30 % капитальных вложений в МСЗ. Следует иметь в виду, что даже при использовании самого совершенного оборудования, очищающего вредные выбросы в атмосферу, создаётся поток опасных отходов, нуждающихся в переработке. Несколько лучше обстоит дело с обезвреживанием подготовленных отходов. *Подготовленными отходами* будем называть ТБО и ТПрО, прошедшие сортировку или измельчение, или и то, и другое. Для их обезвреживания применяется пиролиз, или сжигание в специальных печах.

Пиролиз – термохимический процесс, в котором происходит разложение органической части отходов и получение полезных продуктов под действием высокой температуры в специальных реакторах. Существуют

следующие разновидности метода: *окислительный* пиролиз с последующим сжиганием пиролизных газов и *сухой* пиролиз.

Окислительный пиролиз – это процесс термического разложения отходов при их частичном сжигании или непосредственном контакте с продуктами сгорания топлива. Газообразные продукты разложения отходов смешиваются с продуктами сгорания топлива или части отходов, поэтому на выходе из реактора они имеют низкую теплоту сгорания, но повышенную температуру. Затем смесь газов сжигают в обычных топочных устройствах. В процессе окислительного пиролиза образуется твёрдый углеродистый остаток (кокс), который в дальнейшем можно использовать в качестве твёрдого топлива или в других целях.

Метод окислительного пиролиза с последующим сжиганием пиролизных газов универсален в отношении фракционного состава и фазового состояния отходов, их влажности и зольности. Обычно окислительный пиролиз проводят при 600–900 °С (температура нагрева отходов). В случае сжигания газов пиролиза дымовые газы меньше загрязнены летучей золой и сажей, чем при прямом сжигании отходов, что позволяет упростить систему очистки. Например, шестивалентный токсичный хром при пиролизе превращается в нетоксичный трехвалентный.

Сухой пиролиз – это метод термической переработки отходов, обеспечивающий их высокоэффективное обезвреживание и использование в качестве топлива и химического сырья, что способствует созданию малоотходных технологий. Под сухим пиролизом понимают процесс термического разложения отходов, твёрдого или жидкого топлива без доступа кислорода. В результате сухого пиролиза отходов образуются пиролизный газ с высокой теплотой сгорания, жидкие продукты (деготь, нерастворимые масла, органические соединения) и твёрдый углеродистый остаток (пирокарбон). В зависимости от температуры различают три вида сухого пиролиза:

- низкотемпературный, или полукоксование (450–550 °С), при котором выход жидких продуктов и твёрдого остатка максимален, а выход пиролизного газа с максимальной теплотой сгорания минимален;

- среднетемпературный, или среднетемпературное коксование (до 800 °С), при котором выход газа увеличивается при уменьшении его теплоты сгорания, а выход жидких продуктов и коксового остатка уменьшается;

- высокотемпературный, или коксование (900–1050 °С), при котором максимален выход пиролизного газа (с небольшой теплотой сгорания). Обычная теплота сгорания пиролизного газа 12–15 МДж/м³.

Пиролиз позволяет ликвидировать твёрдые и пастообразные отходы без их предварительной подготовки. Очень важно и то, что этот метод позволяет ликвидировать отходы с повышенной влажностью – отходы, «неудобные» для сжигания, в их числе различные углеводородные материалы, автомобильные шины и т.п. Другое преимущество (особенно высокотем-

пературного пиролиза) – это получение горючего газа, который может использоваться как топливо. Заводы с пиролизными установками различаются по температурному режиму обработки отходов, методам предварительной подготовки, получаемым продуктам. Но все они позволяют утилизировать значительную часть отходов и в большей степени отвечают требованиям к охране окружающей среды по сравнению с мусоросжиганием. Но и для этих производств существует диоксиновая опасность.

9.10.2 Диоксиновая опасность сжигания отходов

В России систематические определения зараженности диоксинами до сих пор не проводятся. В последние годы выборочные проверки показали, что вблизи химзаводов с производством на основе хлорсодержащих материалов имеет место повышенное содержание диоксинов не только в почве (от 0,9 до 40 мкг/кг), но и в шламонакопителях (150 мкг/кг), питьевой воде (от 10 до 20 мкг/кг), и даже в продукции этих заводов (Уфа, Чапаевск, Ногинск, Дзержинск) содержится от 10 до 140 мкг/кг диоксинов (норматив США – 5 мкг/кг).

Одним из основных источников диоксинов являются свалки и сжигание твердых отходов. Так, в Уфе свалка ТБО и ТПрО не только аккумулировала у города выше по течению реки 45 кг супертоксиантов, но и отравила реку, откуда обеспечивается 50 % потребности горожан в питьевой воде. В золе московских мусоросжигательных заводов № 2 и № 3 обнаружено от 0,1 до 0,2 мкг диоксинов на 1 кг золы. Следует отметить, что в 2002 г. МСЗ № 2 был реконструирован (см. табл. 9.19). Еще страшнее, что при неполном сгорании 1 кг несортированного ТБО, содержащего 5–10 % пластика, в атмосферу, по данным ученых США, поступает около 40 мкг диоксинов, что достаточно для доведения до ПДК (по нашим нормам) 80 млн м³ воздуха.

Нельзя отрицать, что диоксины появляются и при других видах сжигания. Например, в пикограммах (10^{-12} г) на один грамм сажи: карбюраторного ДВС, работающего на этилированном бензине, – 1–4; дизеля – 0,5–2; дымоходов – 1–100; в пепле сигарет – 0,5–1.

Но все же МСЗ наряду с химическими предприятиями остаются основными поставщиками диоксинов в окружающую среду. Особенно при сжигании несортированного мусора, когда хлорсодержащие пластик, резина, линолеум, изоляционная лента, пакеты и пленки, пропитанные синтетическими смолами и клеями древесные материалы, лакокрасочные составы и т.п. подаются в камеру сгорания вместе с влажными пищевыми отходами. (Именно такими являются, например, ТБО Ростова-на-Дону: по данным РНИИ АКХ среднее значение влажности мусора в 1990 г. было 50,68 %, а для осени – 66,41 %; в 1992 г. – 65,06 %). Температура в камере сгорания при этом снижается до +500 °С, что выше температуры плавления диоксинов (+350 °С), но существенно ниже температуры разложения (+900...1100 °С). Расчеты показывают, что при производительности МСЗ в

15 т/ч для таких условий при содержании хлорсодержащих материалов в 5 % можно ожидать образования 75 мкг/ч летучих диоксинов.

Для такого сравнительно небольшого МСЗ (порядка 130 тыс. т ТБО в год при населении в 400 000 жителей) будет выброшено в воздух чуть менее 1 г диоксинов за год. Этого хватит, чтобы довести до ПДК около 2000 км³ воздуха (для сравнения: приземный слой атмосферы Ростова-на-Дону высотой до 100 м при площади города около 350 км² составляет лишь 35 км³).

Диоксиновая опасность заставила правительство РФ в 1995 г. принять специальную целевую программу «Защита окружающей природной среды от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов», в которой предусматриваются не только мероприятия по контрольному мониторингу, правовые и организационные меры, но и предложения по предотвращению опасных загрязнений. Предусмотрена разработка лечебных препаратов и средств, препятствующих всасыванию яда в организм. Но самая главная задача – не допустить накопления диоксинов в природе. По возможности следует избегать применения хлорсодержащих материалов в быту, сжигания несортированного мусора, горения свалок и уличного подметания (в т.ч. листьев). Если все же МСЗ работает на несортированном мусоре (результат сбора навальных отходов из мусоропроводов), то необходимо следующее:

- 1) обеспечивать горение при температуре не ниже +920 °С с небольшим коэффициентом избытка воздуха (до 1,6). Иметь систему регулирования этих параметров;
- 2) тщательно перемешивать ТБО в камере сгорания и сохранять их в основной зоне горения с наибольшей температурой, как минимум, несколько секунд;
- 3) исключить вынос и неконтролируемое использование шлака и золы после сжигания. Складевать их с наибольшими предосторожностями;
- 4) обеспечить максимально возможную очистку продуктов сгорания от газообразных органических веществ.

Диоксиновая опасность остается основным препятствием для сжигания отходов. В последнее время к этому добавились экономические препятствия и международные соглашения по уменьшению парниковых (трёх- и более атомных) газов. Планируемое в РФ введение платы за выбросы ранее считавшейся безвредной двуокиси углерода может привести к закрытию даже действующих МСЗ. На конференции ООН в г. Киото (Япония) в декабре 1997 г. подтвержден ранее установленный барьер для выбросов парниковых газов: сокращение для всех стран к 2008 г. должно быть не менее чем на 5 % (барьер для сжигания).

Барьером для сжигания являются не только токсины, но и все продукты неполного сгорания. К ним, кроме полихлорированных дибензодиоксинов (ПХДД) и полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ), о которых шла речь выше, относятся также полихлорированные бифенилы (ПХБ)

и полиароматические углеводороды (ПАУ). При всем различии между ними (ПАУ, типичным представителем которых является бенз(а)пирен, в отличие от диоксинов и ПХБ, не содержат хлора) общим для всех этих соединений является их высочайшая токсичность: они опасны при концентрациях порядка от мкг (10^{-6} г) на 1 м^3 воздуха (ПАУ) до нг (10^{-9} г) на 1 м^3 (ПХБ) и даже пг (10^{-12} г) на 1 м^3 (ПХДД, ПХДФ).

Кроме того, если отбросить специальные химические и металлургические производства, то основным условием появления всех этих веществ является неполное сгорание. Ряд исследователей обоснованно относит МСЗ к наиболее опасным источникам загрязнения среды этими токсикантами. Анализ последних работ, выполненных по заданию Всемирной организации здравоохранения ООН и других авторитетных органов, позволил д-ру хим. наук С.С. Юфиту назвать МСЗ «помойкой на небе». Сравнивая выбросы европейских ТЭЦ на угле и МСЗ на начало 1980-х гг., он приходит к выводу, что по целому ряду опаснейших соединений МСЗ на порядок хуже (по свинцу, например, выбросы МСЗ составляют 20 г на кг против 2,1 г на кг летучей золы, по цинку – 48 г против 2,8 г и т.п.).

Означает ли все это, что МСЗ не имеют права на существование? Конечно, нет. Но эти заводы требуют особого внимания к очистке выбросов, сбросов и утилизации шлакозольных смесей, а значит, и очень существенных затрат – капитальных, эксплуатационных. То, что успех на этом пути возможен, показывает опыт Нидерландов, которые после принятия государственного плана по снижению опасности МСЗ («Директива по сжиганию», 1989) сумели ценой кардинальной модернизации 2/3 МСЗ и закрытия остальных (это потребовало вложения по 200–250 млн долл. ежегодно) существенно снизить вред от сжигания частично отсортированных населением ТБО.

Мировое сообщество придает такое большое значение борьбе с диоксинами, что с 23 мая 2001 г. была открыта для подписания специальная Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (СОЗ). К февралю 2003 г. ее подписала 151 страна (в том числе РФ). В Конвенции речь идет о 12 наиболее опасных органических соединениях (из многих сотен тысяч) – так называемая «чертова дюжина». К ним относятся 8 пестицидов (в том числе ДДТ), 2 промышленных продукта – полихлорбифенилы ПХБ (в России их не менее 30 000 т на складах, в трансформаторах, конденсаторах и др.) и гексахлорбензол ГХБ (пиротехнические составы, гербициды и др.) и 2 фантастически токсичных вещества – диоксины и фураны (ПХДД, ПДФ).

Из этой дюжины веществ для РФ наибольший интерес (кроме ДДТ, ПХБ и ГХБ) представляет группа диоксинов. Здесь мы не одиноки: в докладе по программе ООН «СОЗ: в опасности наше будущее» приводятся результаты анализа 1997 г., свидетельствующие, что до 40 % диоксинов Европы производят МСЗ. Разработка новых систем очистки газообразных выбросов приводит к повышению содержания диоксинов в летучей золе и шлаках.

Все это в сочетании с хлорорганическими пестицидами составляет непосредственную опасность для жизни человека. Причем эксперты Европейского комитета по продуктам питания установили, что основной источник попадания СОЗ (в первую очередь диоксинов) в организм человека – пищевые цепи. Это потребовало установки предельно допустимых уровней для диоксинов в кормах для животных и в продуктах питания. Такие нормы рассчитаны на сутки (допустимая суточная доза – ДСД) и неделю (ДНД). ДСД для ЕС составляет 1 пг на 1 кг веса, а ДНД – 14 пг на тот же 1 кг. Данные для Норвегии, Швеции, Великобритании свидетельствуют о том, что уровень поступления диоксинов для лиц, рацион питания которых включает значительные количества маргарина, сливочного масла или рыбы, может в 1,5–1,9 раза превышать ДСД и ДНД, а для 5 % населения ЕС (около 18 млн чел.) – в 2–3 раза. Уже отмечалось (п. 4.1), что по данным Всемирной организации здравоохранения состояние окружающей среды на 25–30 % определяет здоровье (точнее – нездоровье) человека. Последние исследования показали, что основной фактор этого – воздействие СОЗ. Этими веществами объясняются осложнения беременности и родов (как и смертность женщин в возрасте 15–34 лет) в Якутии, Бурятии, Республике Тыва, Кемеровской области. Число беременных женщин с нарушениями здоровья составило на конец XX в. 91,3 %, число патологических родов за последние 7 лет возросло в 2,6 раза.

В конце XX в. активно обследовались репродуктивные способности мужчин в наиболее развитых странах. Результаты однозначно свидетельствуют о снижении к концу века количества (в 1,5–2 раза) и качества спермы у внешне здоровых мужчин среднего возраста вне зависимости от курения, приема алкоголя и лекарственных средств. Наиболее правдоподобная гипотеза этого – действие СОЗ. Именно они (и прежде всего диоксины) вызывают ускоренное старение организма. Доказательство – сокращение продолжительности жизни людей, имевших длительный контакт с такими веществами (данные по Вьетнаму; авариям в г. Сивезо, Италия, г. Шелехов, Иркутская обл., на АО «Иркутсккабель»; экологическая обстановка в Чапаевске, Уфе и др.).

После обсуждения этой проблемы на 3-м Всероссийском съезде по охране природы (ноябрь 2003 г.) на Всероссийской конференции по проблеме СОЗ (октябрь 2002 г.) поставлена задача создания национального плана реализации положений Стокгольмской конвенции, включающего в себя:

- экологически безопасное уничтожение СОЗ;
- производство безопасных веществ, альтернативных СОЗ;
- отказ от тех производственных процессов, которые приводят к образованию СОЗ (консервация или полная модернизация существующих МСЗ, отказ от строительства новых МСЗ; безотходное целлюлозно-бумажное производство; модернизация химических заводов и др.).

В свете этих решений 27 июня 2011 г. Стокгольмская конвенция была ратифицирована Россией Федеральным законом № 164-ФЗ. До конца

2013 г. должен быть разработан Национальный (государственный) план выполнения положений Конвенции. В том числе вывода из эксплуатации трансформаторов и конденсаторов, содержащих СОЗ, уничтожения отходов и пестицидов, попадающих под ее действие. Обращается внимание на предприятия многих отраслей (в т.ч. химической, металлургической, угольной, цементной и др.), в которых могут непреднамеренно производиться диоксины и фураны, а также на установки для сжигания отходов, стихийные свалки и другие потенциальные источники СОЗ. Необходим постоянный их мониторинг (пока же в России работают лишь 4 аккредитованные по диоксидам лаборатории), который даст возможность уничтожить СОЗ по новейшим технологиям, экологически безопасным.

Все это требует времени и больших расходов, но иного пути для выживания человечества нет.

9.10.3 Переработка отходов

Большое количество пищевых отходов в составе ТБО препятствует их качественному сжиганию и затрудняет захоронение на полигонах. Оптимальный вариант – отделение пищеотходов на стадии сбора населением – требует не только изменения отношения жителей к этому, но и переделки строительных нормативов (ликвидации навальных мусоропроводов и т.п.) и перестройки системы вывоза ТБО. Если это всё сделано, большую часть фракций можно повторно использовать (обеспечить рецикл). В промышленном масштабе это делается на мусороперерабатывающих заводах (МПЗ). В странах, где отдельный сбор ТБО не осуществляется (Россия, большая часть территории США и др.), на этих заводах производится механическая сортировка мусора. Многие МПЗ принимают для переработки нетоксичные, умеренно опасные и слаботоксичные промышленные отходы. Основным процесс на МПЗ – компостирование органических отходов, прежде всего пищевых.

Компостирование – биохимический процесс, предназначенный для преобразования органических твёрдых отходов в стабильный, подобный гумусу продукт, используемый для улучшения состава почвы. Компост – удобрение, получаемое в результате микробного разложения органических веществ (компост получается и при смешивании торфо-навозно-зольно-фосфоритных смесей, но в данном случае рассматривается лишь способ получения компоста из отходов). Технологию образования компоста можно классифицировать по трем основным признакам: использование кислорода, температура и способ ведения процесса.

По использованию кислорода различают компостирование аэробное или анаэробное (с подачей кислорода или без). Аэробное – более быстрое, чаще всего ему отдают предпочтение. Оно протекает при более высоких температурах – порядка 45–65 °С (термофильное компостирование) – в отличие от низкотемпературного (мезофильного) компостирования – при 20–35 °С. По способу получения компоста различают процесс в штабелях, на

открытом воздухе и в механических устройствах – биотермических барабанах (биобарабанах).

Для компостирования, как для биологического процесса, важно выполнять известные из биоэкологии требования:

- должна быть подходящая микробная популяция;
- производительность процесса зависит от размеров и типа этой популяции;
- субстрат должен быть органическим и иметь, возможно, меньшее число неорганических примесей;
- важное значение имеют факторы внешней среды.

Последнее требует пояснения. Например, если процесс идет при оптимальной температуре, подходящей для микробной популяции и аэрации, но в субстрате недостаточно азота, приготовление компоста замедляется или прекращается независимо от типа микроорганизмов. Наиболее распространены при компостировании низшие формы бактерий: аэробные, анаэробные различных видов (факультативные, облигатные бактерии и нитеобразные грибы), реже – высшие формы бактерий (лучистые или актиномицеты). При наличии этих бактерий субстрат (пищевые отходы, бумага, древесина, навоз, отходы обработки зерна и др.) разрушается по следующей схеме: протеин – пептиды – аминокислоты – аммиачные соединения – протоплазма бактерий + азот или аммиак. Это для азотистых соединений. Для углеродистых соединений схема другая: углеводы – простые сахара – органические кислоты – протоплазма бактерий + углекислый газ. Для образования компоста огромное значение имеет углеродно-азотный баланс (C/N), причём количество необходимого углерода значительно превосходит количество азота: часть углерода теряется в виде CO₂ и присутствует в клетках в большей концентрации. Оптимально соотношение C/N – от 20:1 до 25:1. Несколько большее отношение допускается для бумаги, волокна, древесины, поскольку их углеродные соединения тяжелее перерабатываются бактериями. Соотношение C/N может быть определено расчетами при известном составе или экспериментально.

Изготовленный компост может быть обозначен термином «перегной» (отмершие и частично разложившиеся растительные и животные остатки – по Н.Ф. Реймерсу). При внесении в почву он улучшает её состав: органические кислоты образуют комплексы с почвенным фосфором, более доступные для высших растений; вносятся азотные соединения и микроорганизмы, разлагающие нерастворимые почвенные органические соединения с выделением аммиака; аммиак окисляется в нитриты и нитраты. Всё это справедливо для чистого компоста. Компост, загрязненный вредными веществами, может привести к потере почвой плодородных качеств.

Процесс получения компоста в биобарабане проходит три фазы. На первой при температуре 20–35 °С интенсивно размножаются мезофильные микроорганизмы на базе углеводов, органических кислот и белков. Развитие этих бактерий способствует повышению температуры до 45–50 °С, со-

здающей благоприятные условия для развития термофильных бактерий (вторая фаза). В результате их деятельности интенсифицируются процессы разложения органики и температура поднимается до 65–70 °С. Для полного завершения этих двух фаз необходимо от одного до двух месяцев. В заводских условиях в биобарабане компост находится несколько дней, вторая фаза завершается в штабелях после выгрузки из биобарабана. Там же проходит третья стадия: окончание разложения нестойких органических соединений и переход термофильной микрофлоры в состояние спор (с частичным отмиранием), размножение мезофильной флоры, воздействующей на более стойкие органические соединения. На третьей фазе температура постепенно падает.

Активизация деятельности микрофлоры в биобарабанах происходит за счёт предварительного измельчения субстрата, аэрации массы (летом 0,2–0,8 м³ на 1 кг, зимой – 0,2–0,3 м³), перемешивания компоста при вращении биобарабана, теплоизоляции стенок. Повышенная температура компоста в конце биобарабана губительно действует на болезнетворные организмы, личинки насекомых, яйца гельминтов.

Содержание органики в компосте снижается на 20–30 % по сравнению с исходным субстратом, плотность увеличивается в 4–5 раз (с 200 кг/м³ до 800–1000 кг/м³). После изготовления компост проходит просеивание (для извлечения посторонних фракций) и измельчение, т.е. процесс компостирования начинается с сортировки и ею заканчивается. Из поступающих ТБО и ТПрО выделялся металл (магнитная сортировка), остальное после измельчения поступало на компостирование. Субстрат увлажнялся (при необходимости) до 45–60 % влажности, из него отсортировывались цветные металлы, стекло, песок, камни и другие некомпостируемые материалы. Часть из них (остатки резины, пластика, пленок и т.п.) смешивалась с такими же промышленными материалами и подвергалась пиролизу с получением газового топлива и пирокарбона (углерода) или вывозилось на полигоны. По этой схеме работали не только МПЗ США (штат Делавер, г. Нью-Йорк и др.), но и большинство МПЗ на территории СССР.

В настоящее время сильно затруднена реализация продуктов переработки (компоста, часто загрязненного сверх нормы, пленки и резины и т.д.).

Особенно мешают переработке полиэтиленовые пакеты и пленки. Правда, в последнее время появились обнадеживающие новости. Исследователи из Университета Аделаиды (Австралия) разработали процесс для превращения использованных пластиковых пакетов в высокотехнологичные наноматериалы: из пластикового пакета изготавливают очень сложный и дорогостоящий материал – мембрану на основе углеродных нанотрубок. Данный материал имеет огромный промышленный потенциал и может быть использован в сфере очистки, телеметрии, энергетики, медицине и др. Технология, предложенная исследователями из Университета Аделаиды, вдвойне интересна: с одной стороны, частично решается проблема утилизации небiorазлагаемых полиэтиленовых пакетов, а с другой

стороны, представлен новый метод получения мембран на основе углеродных нанотрубок. Таким образом, трансформация этих отходов через «нанотехнологическую рециркуляцию» предоставляется отличным решением для минимизации загрязнения окружающей среды и в то же время организации производства с высокой добавленной стоимостью. Углеродные нанотрубки представляют собой крошечные цилиндры из атомов углерода диаметром 1 нанометр (1/10000 диаметра человеческого волоса). В настоящее время нанотрубки являются самым прочным и жестким материалом – в сотни раз прочнее, чем сталь, но в шесть раз легче. Их уникальные механические, электрические, тепловые и транспортные свойства открывают удивительные возможности для исследований и разработок. Они уже используются в различных отраслях промышленности, в том числе для производства электроники, спортивного инвентаря, мощных батарей, датчиков и ветряных турбин.

Проблема мусоропереработки могла бы быть существенно упрощена, если бы удалось отделить пищевые отходы на стадии сбора ТБО населением. Работа МПЗ в этом случае существенно упрощается – она сводится к сортировке составляющих и передаче их на переработку специализированным заводам. По таким схемам работают некоторые зарубежные заводы.

На вокзальных комплексах Москвы нашли интересное решение – селективный сбор пяти компонентов в специальные контейнеры для сбора наиболее распространенных ТБО: пищевых отходов, бумаги, пластиковых бутылок, алюминиевых банок и стекла. Переработкой их будет занят специальный оператор, причем утилизация отходов должна обойтись на треть меньше обычной передачи на спецзаводы. Такой опыт уже опробован в Новокузнецке.

По санитарной классификации центральные МПЗ отнесены к предприятиям I класса с размерами СЗЗ не менее 1000 м (как и МСЗ), если мощность их не менее 40 000 т/год. При меньшей мощности эти заводы относятся ко II классу, СЗЗ – не менее 500 м.

9.11 Тенденции в решении проблемы утилизации отходов

Выбор метода утилизации отходов достаточно сложен. Для токсичных ТПрО эта задача решается индивидуально на конкретных предприятиях: переработкой и размещением на месте, размещением на полигонах, сжиганием или переработкой на специализированных заводах. Для ТБО в РФ до сих пор остаётся основным наиболее опасный способ – размещение на необорудованных свалках или полигонах с неполной защитой.

Выбор варианта утилизации несортированных ТБО в городах РФ должен опираться на экологические, экономические и социальные факторы для конкретного времени и конкретных условий. Например, резкий скачок цен на энергоносители в последние годы значительно увеличил потребные дотации для работы МСЗ. Отсутствие свободной земли в городах и невозможность отчуждения ее в прилегающих сельских районах сделали затруднительным увеличение площадей полигонов. Невостребованность

продуктов сортировки мусора на МПЗ увеличивает потребные дотации для этих предприятий и т.д. Вместе с тем, можно сделать некоторые общие, достаточно приближенные выводы. Они сведены в табл. 9.20.

Сопоставление, сделанное в табл. 9.20, носит ориентировочный характер еще и потому, что учитывает лишь застывшие, отработанные способы утилизации.

Таблица 9.20

Сопоставление традиционных способов утилизации ТБО

Показатель	Виды утилизации			
	Полигоны	МСЗ	Компостирование	МПЗ (с пиролизом)
I Санитарно-экологические аспекты				
Загрязнение почвы	Только на полигонах	Шлак на полигоне	Нет	Балласт на полигоне
Загрязнение воды	Нет	Нет (бункер герметичен)	Нет	Нет
Загрязнение атмосферы (в т.ч. диоксинами)	Нет	Есть, требуется $T_{гор}$ и очистка	Нет	Требуется очистка выбросов
Количество не утилизируемых по массе отходов	Нет	Шлак – до 40–60 %	Нет	Балласт до 20 %
II Эколого-экономические аспекты				
Использование тепла	Затруднено (от биогаза)	Да	Нет	Возможно (от пиролиза)
Получение металлов	Нет	Да	Нет	Да
Переработка отходов	Нет	Сомнительна	Продажа компоста	Да
Получение электроэнергии	Нет	Возможно	Нет	Нет
III Экономические аспекты				
Сравнение капитальных затрат	На десятичный порядок меньше МСЗ (без учета стоимости земли)	Соизмеримы с МПЗ	Больше полигона, но меньше МПЗ	Соизмеримы с МСЗ

Показатель	Виды утилизации			
	Полигоны	МСЗ	Компостирование	МПЗ (с пиролизом)
Эксплуатационные расходы по отношению к МПЗ (пиролиз, частичная продажа продуктов на переработку и использование)	25 %	500 %	40 %	100 %
Особые требования	Большая величина нарушенных земель, меньше – при брикетировании	Ужесточение требований к сжиганию, выделению даже безвредных газов	Ужесточение требований к компосту	Проблемы реализации продуктов переработки
Отечественное оборудование	Есть	Недостаточно отработано	Есть	Есть

Вместе с тем на настоящем этапе наметилось развитие интегральных схем обезвреживания и утилизации твердых отходов. Сбор по возможности, должен осуществляться и мусоровозами, и пневмотранспортом, а отходы перед утилизацией – сортироваться и измельчаться. После этого целесообразно использовать все способы: компостирование, сжигание, пиролиз и подготовку к переработке. Для каждого компонента – свой метод. Балласт при этом в итоге поступает на полигон, где может быть получен биогаз.

В настоящее время в крупных городах особое внимание уделяется извлечению и использованию вторичных ресурсов, содержащихся в отходах. Направления здесь наметились самые разнообразные: от организации малых и средних частных предприятий (сортировочных станций и комплексов) до создания муниципальных организаций, закупающих у физических лиц вторсырье.

По оценке специалистов Москвы, например, из общей массы ТБО и ТПрО в 2,5 млн т за год можно использовать не менее 1,5 млн т вторсырья (на сегодня используется не более половины). Полностью выбираются лишь цветные и черные металлы, менее чем на 50 % отбирается стекло; полимеры – лишь на 6 %. Не используется до 75 % древесины, сбор авто резины не превышает 20 %, а макулатуры – 50 % (450 тыс. т).

Можно привести конкретные положительные решения, принятые в Москве. Так, на базе Тушинского машиностроительного завода создана технологическая линия мощностью до 6000 т в год по переработке отработанной автомобильной резины, на основных автомагистралях города создается сеть пунктов по сбору отработанных автомобильных масел, в пяти административных округах организован сбор отработанных ртутных ламп, создан полигон для утилизации древесно-растительных отходов (только за один год переработано 11000 м³ древесины), в городе функционируют более 500 пунктов по приему вторсырья. Одной только фирмой «Экоинжиниринг», имеющей установку по подготовке алюминиевых банок к переплавке, за год было собрано более 200 т (считается, что в городе накапливается до 25 тыс. т алюминиевых банок).

Для других городов РФ даже эти, не слишком высокие (по европейским меркам) показатели переработки отходов недостижимы. Необходимы законодательные акты, предусматривающие ответственность производителя за утилизацию своей продукции (в первую очередь, тары) и меры по упорядочению системы управления обращением отходов в городах.

Основной тенденцией в развитии системы обращения отходов является сближение способов утилизации. Даже на работающих МСЗ (например, Пятигорском) стремятся обеспечить максимально возможную предварительную сортировку и подготовку к переработке компонентов, использование тепла для получения электроэнергии и шлака для выработки стройматериалов. На МПЗ № 1 (Санкт-Петербург) рассматривают вопрос о сжигании (наряду с пиролизом) части балласта и использовании тепла для соседних предприятий и собственных нужд (для компостирования).

Использование теплоты отходящих дымовых газов для повышения эффективности процесса как при сжигании, так и при пиролизе может существенно снизить эксплуатационные расходы МСЗ и МПЗ. С этой целью необходимо подогревать вторичный воздух, идущий в зону горения не до 110–170 °С, а до 300 °С с помощью многофункциональных теплообменников перед дымовой трубой. Конструкции таких теплообменников, решающих комплексную задачу отбора тепла и очистки газов, известны. Это, например, циклон-рекуператор, в котором дымовые газы и охлаждающий воздух (или вода) движутся в противотоке, достаточно долго контактируя через стенку. Использование подогретого воздуха позволяет повысить КПД процесса, уменьшить расход топлива и обеспечить горение при температурах, больших температуры разложения диоксинов. Применение этих мер наряду с уже упоминавшимися способами повышения полноты сгорания (псевдооживленный слой зоны горения, вихревой факел пламени, вращающиеся печи и др.) может решить проблемы сжигания не только части ТБО, но и токсичных промышленных отходов.

10 ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

10.1 Общие принципы защиты среды

Необходимость бережного отношения к природе, ее защиты понимали еще философы древности. Существовала, правда, и другая концепция правового подхода к природе – господства над ней. Некоторые современные исследователи считают основоположником такого подхода Ф. Энгельса, писавшего, что, в отличие от животного, которое только пользуется внешней природой, «человек ... заставляет ее служить своим целям, господствует над ней». Но далее Энгельс разъясняет: «... все наше господство над ней состоит в том, что мы, в отличие от всех других существ, умеем познавать ее законы и правильно их применять».

Именно для защиты среды обитания человека в каждой стране и разрабатывается природоохранное (природоохранительное) законодательство – раздел международного права и правовой охраны природы внутри государства, определяющий юридические основы сохранения природных ресурсов и среды жизни. Необходимость такого подхода не раз декларировалась Организацией Объединенных Наций. В Декларации конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.) сформулированы два основных принципа правового подхода к охране природы.

«Принцип 11. Государствам следует ввести эффективное законодательство в области охраны окружающей среды. Нормы, связанные с охраной окружающей среды, выдвигаемые задачи и приоритеты должны отражать ситуацию в области охраны окружающей среды и развития, в которой они будут реализовываться.

Принцип 13. Государство должно разработать национальное законодательство, касающееся ответственности и компенсаций тем, кто пострадал от загрязнения окружающей среды и другого экологического ущерба...».

Несмотря на некоторое многословие этих принципов, из них прямо следует не только необходимость в жестком, разумном природоохранном законодательстве, но и тот факт, что такого законодательства у многих членов ООН нет. Это касается России: ведь у нас до сих пор нет закона о возмещении вреда, причиненного здоровью людей неблагоприятными воздействиями окружающей среды, связанными с хозяйственной и иной деятельностью. Нет и некоторых других необходимых актов, но об этом далее. Значительно четче эта же мысль сформулирована академиком Н. Моисеевым: «Дальнейшее развитие цивилизации возможно только в условиях согласования «стратегии природы» и «стратегии человека»».

Некоторые исследователи считают, что природоохранное право впервые проявилось в XIII в. в эдикте короля Эдуарда, запрещающем использование каменного угля для отопления жилищ Лондона. В России начало этому праву положили указы Петра I по охране лесов, животного мира и др. – может быть, одна из первых попыток комплексного подхода к

защите среды. Такая же попытка была сделана сразу же после октября 1917 г. изданием декретов «О земле» (1917 г.), «О лесах» (1918 г.), «О недрах земли» (1920 г.) и кодексов – Земельного (1922 г.), Лесного (1923 г.). Однако и в них принцип «господства» над природой, примата «производственной необходимости» над запросами окружающей среды возобладал. Отчасти это можно объяснить требованием выживания страны, ее развития, но объективно такой подход сопутствовал неэффективности природоохранного законодательства и деградации природы. Кроме того, говоря словами академика А. Яблокова, любые, самые замечательные законодательные инициативы не могут быть реализованы без поддержки народа, который еще не так давно ориентировали на то, чтобы взять у природы все возможное и быстрее. Так обосновывались переброска рек, строительство АЭС в густонаселенных районах, избыточное применение нитратов в сельском хозяйстве и т.п.

Следует отметить, что охрана природы не противоречила, в принципе, господствовавшей в СССР идеологии, пока она не вступала в противоречие с принципом экстенсивного развития экономики. Отсюда и вопиющие противоречия в практических шагах по обращению к природе: уничтожение ее на обширнейших площадях и одновременно создание уникальной системы государственных заповедников и заказников, заложенных еще в дореволюционные времена И. Бородиным, Г. Кожевниковым, В. Докучаевым и др. И все же это было скорее исключение, чем правило.

Те, кто считает, что достаточно устранить примат производства над экологией, нарушение экологических требований в процессе хозяйствования, чтобы отношения человека с природой стали оптимальными, ошибаются. Это только одна сторона дела. Другая состоит в повышении общей экологической грамотности (в т.ч. правовой) на базе знания естественнонаучных законов и правовых – нормативных экологических актов.

Таким образом, решение экологических задач на современном этапе должно реализовываться в деятельности как специальных государственных органов, так и всего общества. И целью такой деятельности является не только рациональное использование природных ресурсов, но и устранение загрязнения среды, а также экологическое обучение и воспитание членов общества.

Правовая охрана окружающей среды заключается в создании, обосновании и применении нормативных актов, определяющих как объекты охраны, так и меры по ее обеспечению, которые образуют экологическое право, регулирующее отношения между природой и обществом.

10.2 Основы природоохранного законодательства

Система природоохранного законодательства в России имеет четыре уровня: законы, правительственные нормативные акты, нормативные акты министерств и ведомств и нормативные решения органов местного самоуправления. Вершиной этой пирамиды является Конституция, в которой декларируется право человека на благоприятную окружающую среду и

компенсацию вреда, причиненного ему загрязнением (ст. 42), отражаются положения об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов, которые являются основой жизни и деятельности народов РФ (ст. 9).

Главным экологическим законом России до недавних пор выступал Закон «Об охране окружающей природной среды» (19.12.1991).

Современное состояние окружающей человека среды поставило общество перед необходимостью пересмотра принятого первого природоохранного закона России. В декабре 2001 г., практически ровно через 10 лет, был принят новый Федеральный закон «Об охране окружающей среды», вступивший в действие 12 января 2002 г. При этом следует обратить внимание на тот факт, что из его названия исчезло слово «природной» (среды), поскольку речь идет о более широком толковании охраны окружающих нас природно-антропогенных объектов.

Новый нормативный акт прямо основывается на нормах Конституции РФ (1993 г.) в области прав человека на благоприятную среду и информацию о ее состоянии (гл. III). При этом закон не ограничивается правами граждан на благоприятную для жизни среду, но и дает перечень их обязанностей (ст. 11, п. 3).

В 16 главах закона отражены основные вопросы взаимодействия человека с природой на территории Российской Федерации. Не рассматривая подробно каждую из 84 статей, отметим главные его положения – именно они явились основой для остальных нормативных природоохранных актов.

В ст. 1 даны четкие определения основных понятий охраны среды: природная среда, ее компоненты; природный, природно-антропогенный, антропогенный объекты; естественная экологическая система, природные комплекс и ландшафт; качество ОС, природные ресурсы; нормативы в области охраны ОС: допустимых воздействий и антропогенной нагрузки, выбросов, сбросов и т.д.

К сожалению, отсутствует трактовка понятия «техносфера», все шире применяемого в научно-технической литературе. Следует обратить внимание на тот факт, что к принятым ранее по ГОСТам понятиям ПДК, ПДВ, ПДС добавлено слово «нормативы»: НПДК – норматив предельно допустимых концентраций химических и иных веществ и микроорганизмов; НДВ и НДС – нормативы допустимых выбросов и сбросов химических и иных веществ и микроорганизмов; НДФВ – нормативы допустимых физических воздействий.

Введено новое понятие технологического норматива – как норматива допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов в расчете на единицу выпускаемой продукции.

В законе вводятся новые понятия о нормативах допустимого изъятия ресурсов (ст. 26) и нормативах антропогенной нагрузки (ст. 27) как совокупного воздействия всех источников на окружающую среду. При их соблюдении должно обеспечиваться устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняться биологическое разнообра-

зие. Четко оговариваются вопросы сертификации, экологического страхования, лицензирования (ст. 18, 30, 31, 33). Обращается внимание на то, что экологическое страхование может быть обязательным (слово «может» в сочетании с «обязательным» не кажется нам логичным).

В новом законе несколько ослаблены требования к размещению АЭС. Так, ранее в ст. 48, п. 3 (закон 1991 г.) запрещалось размещать АЭС вблизи крупных водоемов. В законе 2002 г. в ст. 40 (пп. 4 и 5) это требование отсутствует. Закон разрешает ввоз ядерных отходов в Россию в порядке исключения, хотя и при многочисленных условиях (ст. 48, п. 4).

Во второй главе закона изложены основы управления охраной ОС с разграничением полномочий органов государственной власти различных уровней и субъектов РФ, призванных осуществлять работу в природоохранной области.

Третья глава посвящена правам и обязанностям граждан и общественных объединений в области охраны окружающей среды. В частности, отмечается, что граждане и некоммерческие объединения имеют право выдвигать предложения о проведении общественной экологической экспертизы и участвовать в ее проведении (ст. 11, 12).

Четвертая глава посвящена экономическому регулированию в области охраны ОС. Для реализации положений ст. 14, 16 об экономическом регулировании в области охраны ОС и платежах за негативное воздействие на нее требуется разработка более углубленного механизма. Действующее в настоящее время постановление № 632, дважды отменявшееся Верховным судом РФ в 2002 г. и восстановленное в правах 10.12.2002 Конституционным судом РФ, устарело. В настоящее время его сменили Постановления Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 и № 410 от 01.07.2005 («О внесении изменений...»). Но необходимость принятия специального закона для реализации этих статей остается. Об этом прямо говорится в Федеральном законе № 309–2008.

Требования к разработке нормативов в области охраны ОС предполагают проведение научно-исследовательских работ по обоснованию этих нормативов (ст. 20).

Шестая глава посвящена проведению оценки воздействия на окружающую среду (ст. 32), а также экологической экспертизе (ст. 33). При этом отмечается, что порядок проведения последней устанавливается Федеральным законом «Об экологической экспертизе».

В седьмой главе рассмотрены основные требования в области охраны ОС при осуществлении хозяйственной и иной деятельности. Запрещается использование микро- и макроорганизмов, чуждых конкретным экологическим системам, а также созданных искусственно, без разработки мероприятий, предотвращающих их неконтролируемое размножение. Большая роль в решении возможности использования такого рода деятельности отводится решению экологической экспертизы (ст. 50).

Порядок действий в чрезвычайных экологических ситуациях и на особо охраняемых природных территориях узаконен в восьмой и девятой

главах. В законе отмечается, что земли, которые имеют какое-либо ценное значение, находящиеся под особой охраной, не подлежат приватизации.

Десятая глава посвящена вопросам государственного экологического мониторинга.

Экологический контроль (о нем – в одиннадцатой главе) является системным и состоит из государственного и производственного. При этом запрещается совмещение функций государственного экологического контроля и функций хозяйственного использования природных ресурсов.

Научные исследования в области охраны ОС (двенадцатая глава) проводятся с целью социального, экономического и экологически сбалансированного развития РФ, обеспечения экологической безопасности. Для этого необходима разработка концепций сохранения и восстановления ОС, оценка последствий негативного воздействия на нее, разработка и совершенствование наилучших технологий и законодательства в области охраны ОС.

Тринадцатая глава посвящена формированию экологической культуры, которая согласно закону заключается в создании системы всеобщего и комплексного экологического образования: дошкольного, среднего и высшего, а также послевузовского, включающего в себя профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации (ст. 71, 72).

Для формирования экологической культуры предусматривается обязательное экологическое просвещение (ст. 74).

Закон обязывает руководителей организаций, ответственных за принятие решений, иметь экологическое образование (ст. 73). К сожалению, за его отсутствие какие-либо санкции не предусмотрены.

В четырнадцатой главе рассматриваются виды ответственности за нарушение охраны ОС (от имущественной до уголовной, ст. 75), а также разрешение споров в области охраны ОС (ст. 76). (Экологическим преступлениям посвящена отдельная глава нового Уголовного кодекса РФ, в которой сформулированы общие и частные нормы по этим правонарушениям, установлены виды ответственности.)

Пятнадцатая глава устанавливает принципы международного сотрудничества в области охраны ОС.

Статья 84 (шестнадцатая глава) обязывает президента и правительство РФ привести свои нормативные акты в соответствие с данным федеральным законом.

Закон РФ «Об охране окружающей среды» дает основания для создания цельной системы природоохранного законодательства, конечно же, в сочетании с законами, принятыми в последнее время: «О недрах» (1992 г.), «О рыболовстве» (2004 г.), «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов» (2009 г.), «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999 г.), «О животном мире» (1995 г.), «Об охране атмосферного воздуха» (1999 г.) Водный кодекс (2006 г.) и других, уже упоминавшихся. Даже в Федеральном законе «О полиции» (2011 г.) несколько ста-

тей устанавливают обязанности должностных лиц в деле охраны среды (ст. 12, 13 и др.).

Еще больше законов, необходимость в которых назрела, но которые пока либо даже не разрабатывались, либо принятие которых задерживается. Среди них уже упоминавшиеся законы «О плате за негативное воздействие на окружающую среду», «О государственной политике в области экологического образования и просвещения», а также: «О почвах», «О медицинских и биологических отходах», «О питьевой воде», «О жестоком обращении с животными», «Об экологическом страховании» и др. Но, по-видимому, правы и те экологи, которые считают, что наряду со всеми этими законами необходим Экологический кодекс, который перевел бы правовые экологические нормы в ранг моральных ценностей. Другими словами, он должен иметь нравственную направленность, его положения должны быть понятны большинству населения России: кодекс должен иметь в первую очередь воспитательное значение.

Первым шагом на пути создания Экологического кодекса можно считать разработку Экологической доктрины РФ, одобренной распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002. В процессе работы над ней впервые тесно сотрудничали общественники-экологи (форум «За природу!»), представители законодательных, исполнительных органов и Российской академии наук. В доктрине сформулированы цели, задачи и принципы, намечены основные направления государственной политики в области экологии. В частности, обозначена стратегическая цель: «сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны». Исходя из этой цели, намечены приоритетные направления обеспечения безопасности при любых видах деятельности, пути и средства реализации государственной политики. К сожалению, в этой части в окончательной редакции доктрины исчез жизненно необходимый пункт о построении системы управления охраной окружающей среды: «последовательное обеспечение структурного разделения государственных органов по охране окружающей среды и управлению природными ресурсами». (Необходимость такого разделения подчеркнута в обращении к Президенту РФ делегатов 3-го Всероссийского съезда по охране природы от 21.11.2003). Речь идет о воссоздании самостоятельного федерального экологического надзорного органа, т.е. разделении функций природопользования и охраны среды (эксплуатационной и надзорной).

Нельзя не отметить многочисленные попытки замены основного природоохранного закона. Не отрицая необходимости его совершенствования, следует признать, что, несмотря на многие недоработки и недостатки, действующий закон позволяет обеспечить охрану природы в новых условиях хозяйствования.

10.3 Участие Российской Федерации в международных соглашениях

Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (13–14 июня 1992 г.) стала наиболее значимым экологическим событием прошлого века. В ней приняло участие более 150 государств, в т.ч. Россия. На этом форуме были подписаны конвенции по биоразнообразию и изменению климата, подтверждено, что экология вышла по значимости на первое место, опередив даже проблему войны и мира. Принятая на конференции Декларация и сегодня не потеряла своего значения.

Некоторые важные конвенции были приняты еще до 1992 г., например, Женевская (1979 г.) и Базельская (1989 г.). Женевская конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (ратифицирована СССР в 1980 г.) предполагает развитие наблюдений за распространением загрязнений, реализацию мер по сокращению оксидов серы и азота. Ратифицированная Россией в 1994 г. Базельская конвенция о контроле за трансграничными перевозками опасных отходов и их удалением предполагает запрет на ввоз опасных отходов для захоронения или сжигания.

Из других конвенций (их почти полтора десятка) наиболее известными являются следующие.

Лондонская конвенция (1972 г.), подписанная СССР в 1976 г. – о предотвращении загрязнения моря сбросами отходов и других материалов. К ней примыкает по содержанию конвенция ЕЭК (Европейской экономической комиссии) ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (1996) и конвенция по защите морской среды Балтийского моря (ХЕЛКОМ-1974), а также Бухарестская конвенция (1993 г.) по защите Черного моря от загрязнения.

В конвенции о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) речь шла не только о перевозках живых (в том числе редких) организмов, но и о поддержке программ заповедников, национальных парков.

К важнейшим конвенциям относятся Венская (1985 г.) об охране озонового слоя и Монреальский протокол (1987 г.) по веществам, разрушающим озоновый слой. СССР присоединился к конвенции в 1986 г., а к протоколу – в 1987 г. Для реализации решений по отказу от озоноразрушающих веществ (ОРВ) Россия использовала гранты Глобального экофонда и Мирового банка, принимала собственные специальные программы, что позволило существенно уменьшить использование ОРВ. С 1 июля 2000 г. действует запрет на ввод новых мощностей по производству ОРВ.

К важнейшим относится и рамочная конвенция ООН об изменении климата (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), ратифицированная РФ в 1994 г. Иногда ее называют «парниковой». Суть предлагаемых конвенцией мер достаточно подробно описана (п. 5.1). Количественные обязательства для стран, ратифицировавших конвенцию, принимались в рамках Киотского протокола (Япония, 1997 г.). По нему к 2008–2012 гг. страны должны снизить выбросы «парниковых» газов на 5 % от уровня 1990 г. Россия даже сейчас не достигает этого уровня, а это означает, что у нее есть (и, возможно, сохра-

нится) резерв. Киотский протокол разрешает торговлю резервами (квотами) и такие предложения к России уже поступали от Канады и Норвегии. Реализация положений Рио-Киото во многом зависит от США – основного поставщика выбросов (у них уже сейчас дефицит в 7 %).

В феврале 2003 г. РФ подписала Стокгольмскую конвенцию (2001 г.) о стойких органических загрязнителях (СОЗ). Основные ее положения описаны в п. 9.10. Можно лишь добавить, что в дальнейшем предполагается расширить перечень веществ, составляющих СОЗ. Из обозначенных в конвенции 12 веществ в РФ применялись или применяются лишь пять:

- дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ);
- полихлорбифенилы (ПХБ);
- гексахлорбензол (ГХБ);
- полихлордифенилдиоксины (ПХДД);
- полихлордифенилфураны (ПХДФ).

Не исключено, что в этом перечне появится бенз(а)пирен.

Кроме международных экологических конвенций РФ имеет достаточно много двухсторонних серьезных соглашений. Краткий перечень стран-партнеров по экологии:

- ЕС (только за последние 10 лет проведены четыре конференции по эколого-финансовым, правовым, энергетическим вопросам);

- США (сотрудничество по отходам, в том числе по проблемам здоровья, экологической безопасности и мониторинга);

- Германия (мониторинг в биосферных заповедниках, лесах, вблизи АЭС; работа по сточным водам, в том числе в Санкт-Петербурге);

- Нидерланды (управление обращением отходов производства и потребления, реконструкция международной биологической станции в Арктике).

- Финляндия, Норвегия, Швеция, Дания, Япония, Великобритания, Франция и Швейцария сотрудничали с Россией по реализации положений различных конвенций.

С февраля 1992 г. действует соглашение о сотрудничестве стран СНГ в области экологии. На основании этого соглашения был создан Межгосударственный экологический совет (МЭС) одиннадцати государств. Заседания проходят не реже двух раз в год. На них рассматриваются вопросы согласования позиций по экологии стран-участников. В рамках МЭС подписано около 10 соглашений по вопросам взаимодействия в областях мониторинга, информации, охраны особых видов животных и растений, контроля за перевозкой и др. Наиболее важные международные организации, осуществляющие защиту окружающей среды и человека, приведены в прил. 4 (согласно перечню журнала БЖД № 10 от 2010 г.).

Все это свидетельствует о том, что РФ, несмотря на все трудности переходного процесса, успешно интегрируется в общемировые экологические процессы. И есть надежда на то, что биосфера может в XXI в. приблизиться к ноосфере, как о том мечтал В. Вернадский.

10.4 Общие сведения об экологической экспертизе

Впервые в стране экологическая экспертиза проектов стала проводиться в начале 80-х годов XX в. Для этого создавались специализированные группы, которые рассматривали экологические аспекты проектов. При этом главным критерием воздействия рассматриваемого проекта на ОС было проведение его оценки на здоровье населения. В связи с этим экологическая экспертиза, которая проводилась в рамках Главного управления государственной экспертизы Госплана СССР, по сути была медико-экологической экспертизой. В дальнейшем управления государственной экологической экспертизы (ГЭЭ) были образованы в составе Госкомприроды СССР и Госкомприроды РСФСР (1988 г.).

Несмотря на то, что экологическая экспертиза проводилась де-факто, понятие экологической экспертизы в законодательстве отсутствовало вплоть до принятия в 1991 г. Федерального закона «Об охране окружающей природной среды» (см. п. 10.2), в котором целый раздел был посвящен государственной экологической экспертизе. В соответствии с этим законом целью ГЭЭ являлась проверка соответствия хозяйственной и иной деятельности экологической безопасности общества, а принципами ее проведения были: обязательность, научная обоснованность, законность выводов, вневедомственность, гласность, участие общественности. Законом закреплялось положение об обязательности ГЭЭ для всех предпроектных и проектных материалов по объектам и мероприятиям, намечаемым к реализации на территории РФ, а также недопущение финансирования объектов, не прошедших ГЭЭ. Законом устанавливалась кроме государственной общественной экологической экспертизы. Эта экспертиза могла проводиться общественными организациями по собственной инициативе, но ее результаты становились обязательными лишь после утверждения специально уполномоченным государственным органом.

В 1995 г. был принят Федеральный закон «Об экологической экспертизе». После его принятия были конкретизированы цели, задачи, объекты и принципы проведения как государственной, так и общественной экологических экспертиз. В соответствии с этим законом главной целью экологической экспертизы стало установление соответствия намечаемой деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта (ст. 1). Согласно закону любая экологическая экспертиза основывается на принципах (ст. 3):

- презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной или иной деятельности;
- обязательности проведения ГЭЭ;
- комплексности оценки воздействия на ОС хозяйственной и иной деятельности;
- обязательности учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы;
- достоверности и полноты информации, представляемой на экологическую экспертизу;

- независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий;
- научной обоснованности, объективности и законности заключений экологической экспертизы;
- гласности, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения;
- ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы.

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» определил полномочия президента, Федерального Собрания и правительства РФ в области экологической экспертизы. Правительство согласно закону устанавливает порядок проведения ГЭЭ и ежегодно отчитывается перед президентом. Закон определил также полномочия субъектов Федерации. Они могут принимать нормативные акты в развитие федерального закона, получать информацию о проведении ГЭЭ проектов, осуществляемых на территории субъекта или способных оказать воздействие на ОС на этой территории. Субъекты Федерации могут делегировать своих представителей в качестве наблюдателей в экспертные комиссии, проводившие экспертизу таких проектов, а также осуществлять контроль за соблюдением законодательства об экологической экспертизе и информировать население.

Одним из прав специально уполномоченного органа является возможность направлять в банковские организации представления о приостановлении финансирования объектов, не получивших положительного заключения ГЭЭ. По такому представлению в 1999 г. было прекращено финансирование строительства Юмагузинского водохранилища в Башкортостане, которое не прошло ГЭЭ.

Закон «Об экологической экспертизе» является законом прямого действия, т.к. в нем детально прописаны полномочия, права и обязанности федерального специально уполномоченного государственного органа в области экологической экспертизы (ст. 7).

Законом закрепляется необходимость проведения экологической экспертизы нормативных актов, включая федеральные законы. В связи с этим все программы социально-экономического развития страны, которые не были представлены на ГЭЭ, являются незаконными.

Законом установлены срок проведения ГЭЭ, ее длительность, порядок формирования состава экспертных комиссий. Определено, что финансирование ГЭЭ производится полностью из средств заказчика. По закону экспертами не могут быть представители заказчика, представители разработчика и юридического лица, состоящего с заказчиком в договорных отношениях. В обязанности экспертов входит составление заключения, которое обсуждается на итоговом заседании экспертной комиссии. Заключение является документом, который готовится экспертной комиссией ГЭЭ. Оно может быть положительным или отрицательным.

Отрицательное заключение может содержать выводы двух видов: а) о необходимости доработки представленных материалов по замечаниям и предложениям, изложенным в заключении; б) о недопустимости реализации объекта экспертизы ввиду необеспечения требований экологической безопасности намечаемой деятельности. Заключение ГЭЭ должно быть одобрено квалифицированным большинством списочного состава экспертной комиссии, т.е. 2/3 от количественного состава комиссии, и подписано всеми членами комиссии.

При несогласии более 1/3 списочного состава комиссии с выводами проекта сводного заключения готовятся предложения о продлении срока проведения экспертизы и о включении в состав членов комиссии дополнительных экспертов.

При отсутствии среди экспертов единодушного мнения заключение может сопровождаться «особым мнением» экспертов, которое оформляется в виде самостоятельного документа.

Заключение, подготовленное экспертной комиссией и подписанное ее членами, становится юридическим документом после его утверждения специально уполномоченным органом, создавшим данную комиссию. Утвержденное заключение ГЭЭ является для заказчика юридически обязательным документом. Это означает, что с момента утверждения допускается финансирование и осуществление работ, предусмотренных проектом, по которому проводилась ГЭЭ.

Для проектов экономического развития заключение ГЭЭ является обязательным. По проектам же нормативных правовых актов РФ и ее субъектов оно носит рекомендательный характер.

В федеральном законе об экспертизе достаточно подробно рассмотрены условия, порядок проведения и принятия (или отклонения) выводов общественной экологической экспертизы (ОЭЭ). Проводить ОЭЭ могут общественные организации, зарегистрированные в установленном порядке в органах юстиции и имеющие соответствующую запись в своем уставе.

По закону ОЭЭ может проводиться либо до проведения ГЭЭ, либо одновременно с ней (ст. 22). Это положение затрудняет возможность проведения ОЭЭ, т.к. общественная организация не имеет сведений о готовящихся государственных экологических экспертизах, чтобы либо опередить их, либо проводить общественную экспертизу одновременно с ними.

Заключение ОЭЭ носит рекомендательный характер и приобретает юридическую силу в случае утверждения специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы. Если же общественное заключение не утверждено, оно должно быть принято во внимание экспертной комиссией ГЭЭ при подготовке и принятии заключения по соответствующему проекту. Заключение ОЭЭ публикуется в средствах массовой информации.

В отличие от государственной, финансирование ОЭЭ осуществляется за счет средств самого общественного объединения, организующего ОЭЭ, целевых добровольных взносов граждан и организаций, обществен-

ных экологических фондов. Возможно неограниченное финансирование ОЭЭ международными фондами, а также иностранными юридическими лицами и гражданами.

За нарушения законодательства РФ об экологической экспертизе законом предусмотрена ответственность уголовная (ст. 31), административная (ст. 32), материальная (ст. 33), гражданско-правовая (ст. 34).

Основным предметом изучения экологической экспертизы является раздел проекта, называемый «Оценка воздействия на окружающую природную среду», или ОВОС. Эту оценку производит заказчик (автор проекта) для того, чтобы максимально полно выявить возможное влияние проекта на ОС.

Проведение оценки воздействия на ОС происходит в несколько этапов. На *первом этапе* осуществляется предварительная оценка и составляется техническое задание (ТЗ) на проведение ОВОС.

В ходе *второго этапа* осуществляются исследования по оценке воздействия на ОС в соответствии с ТЗ с учетом альтернативных решений. Эти исследования включают в себя анализ состояния территории, природной среды, характера антропогенной нагрузки, вероятности возникновения риска, прогнозирование экологических последствий намечаемой деятельности и пр.

На *третьем этапе* готовится окончательный вариант материалов на основе предварительного варианта с учетом замечаний и предложений, поступивших от участников процесса ОВОС.

Участие общественности происходит на всех этапах ОВОС. Информирование общественности осуществляется заказчиком через средства массовой информации, Интернет и любыми другими способами. Таким образом, экологическая экспертиза и ОВОС являются составными частями национальной процедуры оценки воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду.

Библиографический список

- 1 Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (в ред. Федерального закона от 29.12.2015 № 404-ФЗ) от 10.01.2002 №7-ФЗ.
- 2 Закон Российской Федерации «О запрете использования и оборота этилированного бензина» от 22.03.2003 №34-ФЗ.
- 3 Закон Российской Федерации «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 №89-ФЗ.
- 4 **Ахманов, М.** Вода, которую мы пьем: качество питьевой воды и ее очистка с помощью бытовых фильтров /М. Ахманов – СПб. : Невский проспект, 2002. – 192 с.
- 5 Безопасность жизнедеятельности / под ред. проф. Э.А. Арустамова. – М. : Дашков и К°, 2000. – 678 с.
- 6 Безопасное обращение с отходами: сб. норм.-метод. док. / под ред. И.А. Копайсова. – СПб. : Петербург-XXI век, 2000. – 386 с.
- 7 **Березкин, М.Ю.** География инноваций и возобновляемая энергетика мира / М.Ю. Березкин, О.А. Синюгин // Малая энергетика. – 2011. – № 1–2.– С. 3–5.
- 8 **Бринчук, М.М.** Экологическое право : учебник для вузов / М.М. Бринчук; Академ. правовой ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрист, 2004. – 670 с.
- 9 **Гарин, В.М.** Экология для технических вузов / В.М. Гарин, И.А. Кленова, В.И. Колесников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д : Феникс, 2003. – 384 с.
- 10 **Гарин В.М.** Промышленная экология : учебник / В.М. Гарин, И.А. Кленова, В.И. Колесников // – Ростов н/Д: РГУПС, 2003. – 312 с.
- 11 **Гарин, В.М.** Промышленная экология : учебник / В.М. Гарин, И.А. Кленова, В.И. Колесников. – М. : Маршрут, 2005. – 328 с.
- 12 **Гарин, В.М.** Перспектива использования представителей высшей водной растительности для нефтесодержащих стоков / В.М. Гарин, И.А. Кленова, Т.А. Шатихина // Тр. 3-й науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы железнодорожного транспорта». – Самара, 2006.
- 13 **Гарин, В.М.** Утилизация твердых отходов : учеб. пособие / В.М. Гарин, А.Г. Хвостиков. – Ростов н/Д : РГУПС, 2000. – 80 с.
- 14 **Гарин, В.М.** Твердые отходы и экологическая безопасность городов / В.М. Гарин, И.А. Кленова, А.Г. Хвостиков // Безопасность жизнедеятельности : сб. науч. тр. – 2001. – № 2. – С. 17–20.
- 15 Железнодорожный транспорт. Экология и железнодорожный транспорт : ОИ / ЦНИИТЭИ МПС. – 1984. – Вып. 7; 1997. – Вып. 1–2; 2001. – Вып. 1, 2; 2002. – Вып. 1, 2; 2003. – Вып. 1,2.
- 16 **Зубрев, Н.И.** Теория и практика переработки отходов на железнодорожном транспорте : учеб. пособие. В 2 ч. / Н.И. Зубрев. – М. : Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2012.

17 **Карминский, В.Д.** Возобновляемые источники энергии и альтернативные виды топлива : учеб. пособие / В.Д. Карминский, В.И. Колесников. – Ростов н/Д : РГУПС, 2002. – 121 с.

18 **Кленова, И.А.** Применение нетрадиционных белковых продуктов как способ уменьшения дефицита белка / И.А. Кленова // Тр. междунауч.-практ. конф. «Транспорт – 2013». Ч. 3. – 2013. – С. 94–94.

19 **Кленова, И.А.** Экологические подходы к оценке безвредности нетрадиционных белковых продуктов / И.А. Кленова, Д.А. Рудиков // Заметки ученого. – 2016. – №7. – С. 132–138.

20 **Кленова, И.А.** Экологическая оценка безвредности белковых продуктов по иммунологическим направлениям / И.А. Кленова, Д.А. Рудиков // Современные тенденции развития науки и технологии, – 2016. – №10-3. – С. 115–122.

21 **Кленова, И.А.** Проблемы белкового питания и пути ее решения / И.А. Кленова, Д.А. Рудиков // Транспорт – 2016. – Ростов н/Д : РГУПС, 2016. – С. 98–100.

22 Методика определения ущерба окружающей природной среде и дополнительных расходов железных дорог, возникающих при аварийных ситуациях с опасными грузами / МПС России; МПР России. – М. : Желдоркнига, 2001. – 198 с.

23 Охрана природы России : от Горбачева до Путина / В. Ларин, Р. Мнацаканян и др. – М. : КМК, 2003. – 416 с.

24 Расход топлива и ГСМ. – М. : Приор, 2000. – 48 с.

25 **Резепов, В.А.** Стокгольмская конвенция : решение проблемы стойких органических загрязнителей / В.А. Резепов, Н.П. Каплунова // Экология производства. – 2011. – № 8. – С. 21–27.

26 Сборник методических материалов по охране окружающей среды. Т. 1–4 / ОАО «РЖД». Управление охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля. – М., 2009–2010.

27 **Сидоров, Ю.П.** Практическая экология на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / Ю.П. Сидоров, Т.В. Гаранина. – М. : Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2013. – 228 с.

28 СОЗ: в опасности наше будущее. Программа ООН по окружающей среде / под ред. О. Сперанской, А. Киселева, С. Юфита. – М. : Эко-согласие, 2003. – 144 с.

29 **Систер, В.Г.** Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов / В.Г. Систер, А.Н. Мирный // АКХ им. К.Д. Памфилова. – М., 2003. – 304 с.

30 **Тихонов, М.Н.** Электромагнитное загрязнение среды – угроза здоровью населения / М.Н. Тихонов, В.В. Довгуша и др. // Безопасность жизнедеятельности. – 2001. – № 10. – С. 36–43.

31 **Трофименко, Ю.В.** Экология : транспортное сооружение и окружающая среда: учеб. пособие для вузов / Ю.В. Трофименко, Г.И. Евгеньев. – М. : Академия, 2006.

32 **Шатихина, Т.А.** Инженерная защита гидросферы : учеб. пособие / Т.А. Шатихина. – М. : Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2012. – 358 с.

33 Электромагнитные поля и здоровье человека / под ред. проф. Ю.Г. Григорьева. – М. : Изд-во РУДН, 2002. – 177 с.

34 Электромагнитные поля и население (современное состояние проблемы) / под ред. проф. Ю.Г. Григорьева и А.Л. Васина. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – 116 с.

35 **Юфит, С.С.** Европейские нормы для мусоросжигательных заводов / С.С. Юфит. – М. : Джеймс, 2001. – 48 с.

36 **Юфит, С.С.** Яды вокруг нас: вызов человечеству / С.С. Юфит. – М. : Классик стиль, 2002. – 368 с.

Рекомендации Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений при использовании населением сотовых телефонов

1 Поддерживая предупредительную стратегию Всемирной организации здравоохранения, опираясь на опубликованные данные зарубежных исследований и научных обобщений, мнения международных научных обществ, экспертные заключения членов Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, распространить от имени Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений следующую информацию для населения об элементарных правилах безопасности и гигиены при обращении с сотовыми телефонами:

1.1) рекомендовать не использовать сотовые телефоны детям и подросткам до 16 лет;

1.2) рекомендовать не использовать сотовые телефоны беременным, начиная с момента установления факта беременности и в течение всего периода беременности;

1.3) рекомендовать не использовать сотовый телефон лицам, страдающим заболеваниями:

- неврологического характера, включая неврастению, психопатию, психостению, неврозы, клиника которых характеризуется астеническими, навязчивыми, истерическими расстройствами, а также снижением умственной и физической работоспособности, снижением памяти, расстройствами сна;

- эпилепсия и эпилептический синдром, эпилептическая предрасположенность;

1.4) при использовании сотового телефона принимать меры по ограничению воздействия электромагнитного поля, а именно ограничить продолжительность разговоров (продолжительность однократного разговора – до 3 мин.), максимально увеличивать период между двумя разговорами (минимально рекомендованный – 15 мин.), преимущественно использовать сотовые телефоны с гарнитурами и системами «свободные руки» (hands free).

2 Рекомендовать производителям и продавцам сотовых телефонов в сопроводительной технической документации приводить следующую информацию:

2.1) информацию разделов 1.1–1.4 настоящих Рекомендаций;

2.2) данные о прохождении санитарно-эпидемиологической оценки в объеме: номер санитарно-эпидемиологического заключения, наименование органа, выдавшего санитарно-эпидемиологическое заключение, наименование испытательной лаборатории, измеренное значение электромагнитного поля.

**Избирательная токсичность при загрязнении воздуха
тяжелыми металлами**

Загрязнитель	Главное воздействие на здоровье
Бериллий	Дерматиты, язвы, воспаления слизистых оболочек
Ванадий	Раздражение дыхательных путей, астма; нервные расстройства; изменение формулы крови
Кадмий	Респираторные заболевания, почечная дисфункция, злокачественные образования
Мышьяк	Рак легких, кожные болезни; заболевания крови (включая малокровие)
Никель	Респираторные заболевания, астма; нарушения дыхательной защитной системы; рак носа и легких, врожденные пороки
Ртуть	Воздействия на нервную систему, включая временную потерю памяти, нарушения координации; почечная недостаточность
Свинец	Нарушения процессов кроветворения; повреждения печени и почек; нейрологические эффекты
Таллий	Нарушения общего обмена веществ; токсичность по отношению к растениям и животным
Хром	Рак легких, злокачественные образования желудочно-кишечного тракта, дерматиты

Для предотвращения нежелательных воздействий на здоровье человека, указанных в таблице, применяют противоядия. Антитоксиканты (антидоты – противоядия) – химические соединения, способные обезвреживать попавшие в организм яды или отравляющие вещества. К ним относятся пищевые и иные соли (сульфаты железа, цинка), пектины, поливинилпирролидол, образующие с металлами прочные соединения, растворимые в воде. Предотвращают токсичный эффект и сорбенты: уголь, окись цинка, белая глина – каолин, крахмал, ионообменные смолы. К противоядиям относятся также сода, сахар (глюкоза), молоко и другие вещества, выводящие токсины из организма.

Некоторые рекомендации по защите от опасных веществ в быту

(по работам Ю. Энгелфрида, Д. Малхолла, Т. Плетневой)

Тяжелые металлы могут содержаться в красках, воде и выхлопных газах. Нельзя использовать для питья воду из крана с горячей водой. Краску, содержащую свинец, в жилых помещениях применять нельзя (она легко обнаруживается по трещинам и характерному шелушению). Ее надо удалить или хотя бы покрыть краской на водной основе. Следует меньше использовать полимерные материалы. Вышедшие из строя термометры и ртутные лампы надлежит, не разбивая, сдавать на спецпредприятия.

Летучие органические соединения чаще всего являются канцерогенами и тератогенами (особенно – диоксины, фураны). В быту их источниками являются растворители, моющие, чистящие и дезинфицирующие вещества, клеи, смолы, краски, пестициды. Следует использовать:

- краски, не содержащие органических растворителей;
- традиционные чистящие средства (мыло, буру, соду);
- органические удобрения естественного происхождения. Опасайтесь растворителей с метилхлоридом (например, в препаратах «Автосмывка» и др.); антисептиков, фунгицидов, клеев, синтетических смол (в них используется пентахлорбензол); протравителей семян с гекса-хлорбензолом.

Формальдегид выделяется из прессованных плит (ДСП), а также из клея. Растения способны его перерабатывать. Стены и панели из ДСП лучше покрыть герметиком из натуральных смол (типа шеллака).

Продукты сгорания (СО, NO₂, SO₂ и ПАУ, как и диоксины для хлорсодержащих элементов) обнаруживаются во всех случаях сгорания. В быту следует опасаться табачного дыма (не курите в квартире, служебном помещении и особенно вблизи детей); плохой вентиляции при работе газовых или плохой вытяжки при растапливании индивидуальных печей; сжигания отходов, листьев и т.п. В часы пик не рекомендуется открывать окна на улицу с интенсивным движением.

Асбест применяется как изолятор при настиле полов и покрытии крыш, в облицовочных и огнеупорных панелях. Это опасный канцероген. Он поражает легкие. Его не рекомендуется удалять с покрытий и применять.

Улучшить экологическую обстановку в жилище можно, если:

- не использовать газовую плиту для отопления;
- иметь вентилятор на форточке в кухне;
- использовать натуральные ткани, прошедшие минимальную химическую обработку;
- не использовать синтетические ковры, дорожки и пледы (из акрилона, нейлона, полиэфира, поливинилхлорида, полиуретана), т.к. они содержат формальдегид, входящий в смолы для заключительной обработки;
- тщательно прополаскивать одежду после стирки синтетическими моющими средствами;

- средства для чистки окон на изопропанолe (типа «Секунда») не применять;
- отказаться от хлорсодержащих отбеливателей и дезинфицирующих веществ (типа «Дихлор», «Гипохлорит натрия», «Дезхлор», «Хлорцин», «Гексахлор», «Хлоринол»);
- специальные клеи, содержащие фенолы, формальдегиды, хлористый винил, этилацетаты, эпихлоргидрины, толуолы (типа «Феникс», «Момент» и др.), ограниченно применять только на открытом воздухе;
- учитывать, что лаки на конденсационных смолах (типа паркетного П-257; для мебели ПФ-283) выделяют токсичные пары в течение 1–2 месяцев после высыхания, а цинково-свинцовые белила – несколько дней;
- повреждения на ДСП (источники формальдегида) изолировать; использовать только ДСП с низким содержанием формальдегида (класс Е-1) или не использовать вообще;
- линолеум из поливинилхлорида, как и обои, трубы, покрытия и игрушки из него, не использовать даже импортные (за рубежом изделия из ПВХ запрещены).

Наиболее важные международные организации, осуществляющие защиту окружающей среды и человека

1 Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) основана представителями ООН 7 апреля 1948 г. и является направляющей и координирующей инстанцией в области здравоохранения в рамках системы Объединенных Наций. Она несет ответственность за обеспечение ведущей роли при решении проблем глобального здравоохранения, установление норм и стандартов, разработку политики на основе фактических данных, обеспечение технической поддержки странам, а также контроль за ситуацией в области здравоохранения и оценку динамики ее изменения. Целью ВОЗ является достижение всеми народами возможно высшего уровня здоровья. Всемирная ассамблея здравоохранения является высшим органом ВОЗ. В работе ежегодных сессий ВОЗ принимают участие делегации из 193 государств – членов ВОЗ.

2 Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС) – международная организация, созданная в 1974 г. Участники – 140 стран мира. Цели: координация и содействие международным действиям по мониторингу и оценке окружающей среды; оказание поддержки в создании новых станций мониторинга; сбор и распространение данных о состоянии атмосферы и климата, загрязнении окружающей среды. Основная деятельность: объединение многочисленных данных (по землепользованию, климату, социально-экономическому развитию) на основе технологии геоинформационных систем; предоставление консультативных услуг по управлению информационными ресурсами.

3 Европейское агентство по окружающей среде (ЕАОС) – учреждение Европейского Союза (ЕС), осуществляющее сбор, обработку и анализ информации о состоянии окружающей среды на европейском континенте. Правовую базу деятельности Агентства составляет Регламент 1210/90 от 7 мая 1990 г. об учреждении ЕАОС. Выполняет следующие функции: обеспечение ЕС и государств-членов объективной экологической информацией; регистрация, сопоставление и оценка информации о состоянии окружающей среды; участие в информационном обмене на европейском уровне; координация Европейской сети информации и наблюдения за окружающей средой, содействие в инкорпорации ее в международные системы мониторинга, содействие государствам-членам в становлении систем мониторинга окружающей среды и консультация государств-членов по данным вопросам; совершенствование методов оценки стоимости ущерба, превентивных и восстановительных мероприятий.

4 Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) – организация, созданная в 1928 г. Нынешнее название – с 1950 г. Разрабатывает правила работы с радиоактивными материалами.

5 Международная организация по стандартизации (ИСО) была создана в 1946 г. и начала функционировать 23 февраля 1947 г. Учреждена

на основе достигнутого на совещании в Лондоне соглашения между представителями 25 индустриально развитых стран о создании добровольной, неправительственной организации, обладающей полномочиями координировать на международном уровне разработку различных промышленных стандартов и осуществлять процедуру принятия их в качестве международных. Основная цель ИСО сформулирована в ее Уставе: «...содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для обеспечения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в областях интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности». На сегодняшний день в составе Международной организации по стандартизации 157 стран. К важнейшим заслугам ИСО следует отнести разработку нашедших всемирное применение фундаментальных системных стандартов по организации менеджмента качества (ISO 9000) и экологического менеджмента (ISO 14000).

6 Международная организация труда (МОТ) – специализированное учреждение ООН, созданное в 1919 г. на основании Версальского мирного договора в качестве структурного подразделения Лиги Наций. Занимается вопросами регулирования трудовых отношений. На 2009 г. участниками МОТ являются 182 государства. Одной из основных задач является защита рабочего от болезней, профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве.

7 Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) – международная организация для развития сотрудничества в области мирного использования атомной энергии, основанная в 1957 г. Основные функции агентства: поощрение исследований и разработок по мирному использованию атомной энергии; поощрение обмена научными достижениями и методами; формирование и применение системы гарантий того, что гражданские ядерные программы и разработки не будут использоваться в военных целях; разработка, установление и адаптация норм в области здравоохранения и безопасности.

8 Международный союз охраны природы (МСОП) – Всемирный союз охраны природы – создан в 1948 г. во Франции. Членами этого Союза являются как правительства различных стран, так и отдельные государственные структуры, учреждения, общественные объединения и т.д. МСОП готовит и издает международную "Красную Книгу", содержащую информацию о видах животных и растений, нуждающихся в охране. В рамках МСОП работает Комиссия экологического права, разрабатывающая основы международного экологического права.

9 Научный комитет по проблемам окружающей среды (СКОПЕ) – организация, созданная в 1969 г. Цели: стимулирование новых подходов, оценка и определение важных научных проблем в области охраны окружающей среды; выявление крупнейших проблем международного значения; поддержка действий международного, неправительственного междисциплинарного характера. Основная деятельность: осуществление проектов по основным экологическим направлениям (устойчивое развитие,

биогеохимические циклы, глобальные изменения и экосистемы, здоровье и экотоксикология); издание отчетов по проведенным исследованиям.

10 Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) – созданная в рамках системы ООН программа, способствующая координации охраны природы на общесистемном уровне. Программа учреждена на основе резолюции Генеральной Ассамблеи ООН от 15 декабря 1972 г. Основная цель: организация и проведение мер, направленных на защиту и улучшение окружающей среды на благо нынешнего и будущих поколений. Девиз Программы – «Окружающая среда в интересах развития». Деятельность ЮНЕП включает в себя различные проекты в области атмосферы Земли, морских и наземных экосистем. ЮНЕП играет значительную роль в развитии международных конвенций в области экологии и охраны окружающей среды, сотрудничает с государствами и неправительственными международными организациями, часто спонсирует и содействует имплементации связанных с экологией проектов. В сферу деятельности ЮНЕП также входит разработка рекомендаций и международных договоров по таким вопросам, как потенциально опасные химикаты, трансграничное загрязнение воздуха и загрязнение международных судоходных русел. Управляющий Совет ЮНЕП состоит из 58 государств.

11 Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ) – создана в 1971 г. для решения глобальных противоречий, возникающих в сфере окружающей среды и развития. Генеральная конференция ЮНЕСКО предполагает следующий подход программы «Человек и биосфера» к своей деятельности: максимальное сокращение потерь биоразнообразия за счет использования соответствующих научных знаний при принятии решений; повышение уровня сохранности окружающей среды за счет создания международной сети биосферных заповедников или резерватов; увеличение взаимодействия между культурным и биологическим разнообразием. МАБ управляется Международным координационным советом (МКС) и национальными комитетами. МКС состоит из 34 членов. В рамках программы по всему миру создана сеть биосферных резерватов, которые охватывают все основные мировые экосистемы. Каждый из резерватов состоит по меньшей мере из одной заповедной зоны, а также прилегающих к ней буферной зоны и зоны сотрудничества. В общей сложности по состоянию на декабрь 2009 г. во Всемирную сеть входят 553 биорезервата в 107 странах.

12 Римский клуб – международная неправительственная организация, деятельность которой направлена на стимулирование изучения глобальных проблем, основана в 1968 г. У Римского клуба нет штата и формального бюджета. Его деятельность координируется исполнительным комитетом, состоящим из 12 человек. Согласно правилам действительными членами Клуба могут быть не более 100 человек из разных стран мира. Одной из главных своих задач Римский клуб изначально считал привлечение внимания мировой общественности к глобальным проблемам посредством своих докладов.

О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации (

Статья 16. Плата за негативное воздействие на окружающую среду (в ред. Федерального закона от 29.12.2015 № 404-ФЗ)

1 Плата за негативное воздействие на окружающую среду взимается за следующие его виды:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками (далее - выбросы загрязняющих веществ);

- сбросы загрязняющих веществ в водные объекты (далее – сбросы загрязняющих веществ);

- хранение, захоронение отходов производства и потребления (размещение отходов).

2 Плата за негативное воздействие на окружающую среду подлежит зачислению в бюджеты бюджетной системы Российской Федерации в соответствии с бюджетным законодательством Российской Федерации.

Статья 16.1. Лица, обязанные вносить плату за негативное воздействие на окружающую среду

1 Плату за негативное воздействие на окружающую среду обязаны вносить юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие на территории Российской Федерации, континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации хозяйственную и (или) иную деятельность, оказывающую негативное воздействие на окружающую среду (далее – лица, обязанные вносить плату), за исключением юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и (или) иную деятельность исключительно на объектах IV категории.

Плательщиками платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов, за исключением твердых коммунальных отходов, являются юридические лица и индивидуальные предприниматели, при осуществлении которыми хозяйственной и (или) иной деятельности образовались отходы. Плательщиками платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении твердых коммунальных отходов являются региональные операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами, операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами, осуществляющие деятельность по их размещению.

2 Учет лиц, обязанных вносить плату, осуществляется при ведении государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в соответствии с настоящим Федеральным законом.

3 Утратил силу с 1 января 2016 г. Федеральный закон от 29.12.2015 № 404-ФЗ.

Статья 16.2. Порядок определения платежной базы для исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду

1 Платежной базой для исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду является объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ либо объем или масса размещенных в отчетном периоде отходов производства и потребления (далее – платежная база).

2 Платежная база определяется лицами, обязанными вносить плату, самостоятельно на основе данных производственного экологического контроля.

3 Платежная база определяется лицами, обязанными вносить плату, для каждого стационарного источника, фактически использовавшегося в отчетный период, в отношении каждого загрязняющего вещества, включенного в перечень загрязняющих веществ, класса опасности отходов производства и потребления.

4 При определении платежной базы учитываются объем и (или) масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов, временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов, превышающие такие нормативы, выбросы и сбросы (включая аварийные), а также учитываются лимиты на размещение отходов производства и потребления и их превышение.

5 Информация о платежной базе представляется за отчетный период лицами, обязанными вносить плату, администратору доходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации в составе декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду.

6 Утратил силу с 1 января 2016 г. Федеральный закон от 29.12.2015 № 404-ФЗ.

Статья 16.3. Порядок исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду

1 Плата за негативное воздействие на окружающую среду исчисляется лицами, обязанными вносить плату, самостоятельно путем умножения величины платежной базы по каждому загрязняющему веществу, включенному в перечень загрязняющих веществ, по классу опасности отходов производства и потребления на соответствующие ставки указанной платы с применением коэффициентов, установленных настоящей статьей, и суммирования полученных величин.

2 Ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду устанавливаются за выбросы загрязняющих веществ, сбросы загрязняющих веществ в отношении каждого загрязняющего вещества, включенного в перечень загрязняющих веществ, а также за размещение отходов производства и потребления по классу их опасности.

3. При исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, а также при исчислении указанной платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при

сжигании и (или) рассеивании попутного нефтяного газа, применяются дополнительные коэффициенты.

4 Ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительные коэффициенты устанавливаются Правительством Российской Федерации.

5 В целях стимулирования юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и (или) иную деятельность, к проведению мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду и внедрению наилучших доступных технологий при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду к ставкам такой платы применяются следующие коэффициенты:

- коэффициент 0 - за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах технологических нормативов после внедрения наилучших доступных технологий на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду;

- коэффициент 0 – за объем или массу отходов производства и потребления, подлежащих накоплению и фактически использованных с момента образования в собственном производстве в соответствии с технологическим регламентом или переданных для использования в течение срока, предусмотренного законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами;

- коэффициент 1 – за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов;

- коэффициент 1 – за объем или массу отходов производства и потребления, размещенных в пределах лимитов на их размещение, а также в соответствии с отчетностью об образовании, использовании, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами;

- коэффициент 25 – за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов;

- коэффициент 25 – за объем или массу отходов производства и потребления, размещенных с превышением установленных лимитов на их размещение либо указанных в декларации о воздействии на окружающую среду, а также в отчетности об образовании, использовании, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами;

- коэффициент 100 – за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные для объектов I категории такие объем или массу, а также превышающих указанные в декларации о воздействии на окружающую среду для объектов II категории такие объем или массу.

6 В целях стимулирования юридических и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и (или) иную деятельность, к проведению мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов к ставкам такой платы применяются следующие коэффициенты:

- коэффициент 0 при размещении отходов V класса опасности добывающей промышленности посредством закладки искусственно созданных полостей в горных породах при рекультивации земель и почвенного покрова (в соответствии с разделом проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» и (или) техническим проектом разработки месторождения полезных ископаемых);

- коэффициент 0,3 при размещении отходов производства и потребления, которые образовались в собственном производстве, в пределах установленных лимитов на их размещение на объектах размещения отходов, принадлежащих юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю на праве собственности либо ином законном основании и оборудованных в соответствии с установленными требованиями;

- коэффициент 0,5 при размещении отходов IV, V классов опасности, которые образовались при утилизации ранее размещенных отходов перерабатывающей и добывающей промышленности;

- коэффициент 0,67 при размещении отходов III класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов II класса опасности;

- коэффициент 0,49 при размещении отходов IV класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов III класса опасности;

- коэффициент 0,33 при размещении отходов IV класса опасности, которые образовались в процессе обезвреживания отходов II класса опасности.

7 При размещении отходов производства и потребления на объектах размещения отходов, исключаящих негативное воздействие на окружающую среду и определяемых в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами, плата за размещение отходов производства и потребления не взимается.

8 При исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах III категории, объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, указанные в отчете об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, признаются осуществляемыми в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов, за исключением радиоактивных веществ, высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности).

9 В случае несоблюдения снижения объема или массы выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в течение шести месяцев после наступления сроков, определенных планом мероприятий по охране окружающей среды или программой повышения экологической эффективности, исчисленная за соответствующие отчетные периоды плата за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающие нормативы допустимых выбросов, нормативы допустимых сбросов или технологические нормативы, подлежит пересчету с применением коэффициента 100.

10 При исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду лица, обязанные вносить плату, вправе осуществлять самостоятельно в установленном Правительством Российской Федерации порядке корректировку ее размера, за исключением случаев, предусмотренных пунктом 9 настоящей статьи.

11 Из суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду вычитаются затраты на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, фактически произведенные лицами, обязанными вносить плату, в пределах исчисленной платы за негативное воздействие на окружающую среду отдельно в отношении каждого загрязняющего вещества, включенного в перечень загрязняющих веществ, класса опасности отходов производства и потребления.

Затратами на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду признаются документально подтвержденные расходы лиц, обязанных вносить плату, в отчетном периоде на финансирование мероприятий, предусмотренных пунктом 4 статьи 17 настоящего Федерального закона и включенных в план мероприятий по охране окружающей среды или программу повышения экологической эффективности, а также расходы на реализацию мероприятий по обеспечению использования и утилизации попутного нефтяного газа.

12 Затраты, указанные в пункте 11 настоящей статьи и не учтенные при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду в отчетном периоде, могут быть учтены в последующие отчетные периоды, но не более чем в течение срока выполнения плана мероприятий по охране окружающей среды или программы повышения экологической эффективности.

13 Правила исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду устанавливаются Правительством Российской Федерации.

14 Утратил силу с 1 января 2016 г. Федеральный закон от 29.12.2015 № 404-ФЗ.

Статья 16.4. Порядок и сроки внесения платы за негативное воздействие на окружающую среду

1 Плата за выбросы загрязняющих веществ, сбросы загрязняющих веществ вносится лицами, обязанными вносить плату, в соответствии с бюджетным законодательством Российской Федерации по месту нахождения

ния стационарного источника. Плата за размещение отходов производства и потребления вносится лицами, обязанными вносить плату, по месту нахождения объекта размещения отходов производства и потребления.

2 Отчетным периодом в отношении внесения платы за негативное воздействие на окружающую среду признается календарный год.

3 Плата, исчисленная по итогам отчетного периода в порядке, установленном статьей 16.3 настоящего Федерального закона, с учетом корректировки ее размера вносится не позднее 1-го марта года, следующего за отчетным периодом.

Лица, обязанные вносить плату, за исключением субъектов малого и среднего предпринимательства, вносят квартальные авансовые платежи (кроме четвертого квартала) не позднее 20-го числа месяца, следующего за последним месяцем соответствующего квартала текущего отчетного периода, в размере одной четвертой части суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду, уплаченной за предыдущий год.

4 Несвоевременное или неполное внесение платы за негативное воздействие на окружающую среду лицами, обязанными вносить плату, влечет за собой уплату пеней в размере одной трехсотой ключевой ставки Банка России, действующей на день уплаты пеней, но не более чем в размере двух десятых процента за каждый день просрочки. Пени начисляются за каждый календарный день просрочки исполнения обязанности по внесению платы за негативное воздействие на окружающую среду начиная со следующего дня после дня окончания соответствующего срока, определенного пунктом 3 настоящей статьи.

5 Не позднее 10-го марта года, следующего за отчетным периодом, лица, обязанные вносить плату, представляют в уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти по месту нахождения объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду, декларацию о плате за негативное воздействие на окружающую среду.

6 Порядок представления декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду и ее форма устанавливаются уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Статья 16.5. Контроль за правильностью исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду, полнотой и своевременностью ее внесения

1 Контроль за правильностью исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду, полнотой и своевременностью ее внесения осуществляется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

2 Излишне уплаченные суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду подлежат возврату по заявлению лиц, обязанных вносить плату, или зачету в счет будущего отчетного периода. Недоимки по

плате за негативное воздействие на окружающую среду за отчетный период подлежат уплате лицами, обязанными вносить плату.

3 Правила осуществления контроля за правильностью исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду, полнотой и своевременностью ее внесения устанавливаются Правительством Российской Федерации.

4 Утратил силу с 1 января 2016 г. Федеральный закон от 29.12.2015 № 404-ФЗ.

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ
от 13 сентября 2016 г. № 913**

**О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду
и дополнительных коэффициентах**

В соответствии со статьей 16.3 Федерального закона «Об охране окружающей среды» Правительство Российской Федерации постановляет:

1 Утвердить прилагаемые ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду.

2 Установить, что в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду применяются с использованием дополнительного коэффициента 2.

3 Признать утратившими силу:

постановление Правительства Российской Федерации от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, № 25, ст. 2528);

постановление Правительства Российской Федерации от 1 июля 2005 г. № 410 «О внесении изменений в приложение № 1 к постановлению Правительства Российской Федерации от 12 июня 2003 г. № 344» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2005, № 28, ст. 2876);

постановление Правительства Российской Федерации от 8 января 2009 г. № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, № 3, ст. 407);

пункт 2 изменений, которые вносятся в акты Правительства Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2013 г. № 393 «Об утверждении Правил установления для абонентов организаций, осуществляющих водоотведение, нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в водные объекты через централизованные системы водоотведения и лимитов на сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 20, ст. 2489);

пункт 2 изменений, которые вносятся в акты Правительства Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации,

ской Федерации от 26 декабря 2013 г. № 1273 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2014, № 2, ст. 100);

постановление Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2014 г. № 1219 «О коэффициентах к нормативам платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2014, № 48, ст. 6859);

постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 1471 «О внесении изменений в приложение № 2 к постановлению Правительства Российской Федерации от 12 июня 2003 г. № 344» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2015, № 1, ст. 264).

4 Установить, что ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду, утвержденные настоящим постановлением, и дополнительный коэффициент к ним, установленный пунктом 2 настоящего постановления, применяются при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду с 1 января 2016 г.

Председатель Правительства
Российской Федерации
Д. Медведев

СТАВКИ ПЛАТЫ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Наименование загрязняющих веществ	Ставки платы за 1 т загрязняющих веществ (отходов производства и потребления), руб.		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
I Ставки платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками			
1 Азота диоксид	133,1	138,8	138,8
2 Азота оксид	89,6	93,5	93,5
3 Азотная кислота	35,1	36,6	36,6
4 Аммиак	133,1	138,8	138,8
5 Аммиачная селитра (аммония нитрат)	19,2	20	20
6 Барий и его соли (в пересчете на барий)	1061,9	1108,1	1108,1
7 Бенз(а)пирен	5247490,6	5472968,7	5472968,7
8 Борная кислота (ортоборная кислота)	263,7	275	275
9 Ванадия пятиоксид	2624	2736,8	2736,8
10 Взвешенные частицы PM10	89,6	93,5	93,5
11 Взвешенные частицы PM2,5	174,8	182,4	182,4
12 Взвешенные вещества	35,1	36,6	36,6
13 Водород бромистый (гидробромид)	53,8	56,1	56,1
14 Водород мышьяковистый (арсин)	2624	2736,8	2736,8
15 Водород фосфористый (фосфин)	5248	5473,5	5473,5
16 Водород цианистый	524,8	547,4	547,4
17 Гексафторид серы	0,3	0,3	0,3
18 Диалюминий триоксид (в пересчете на алюминий)	424,4	442,8	442,8
19 Диоксины (полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензофураны) в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлордибензо-1,4-диоксин	12,8	13,4	13,4
20 Диэтилртуть (в пересчете на ртуть)	17492,5	18244,1	18244,1

21	Железа трихлорид (в пересчете на железо)	1313,3	1369,7	1369,7
22	Зола твердого топлива	14,5	15,1	15,1
23	Зола ТЭС мазутная (в пересчете на ванадий)	2121,8	2214	2214
24	Кадмий и его соединения	14144,3	14759,3	14759,3
25	Карбонат натрия (динатрия карбонат)	133,1	138,8	138,8
26	Кислота терефталевая	5248	5473,5	5473,5
27	Кобальт и его соединения (кобальта оксид, соли кобальта в пересчете на кобальт)	4243,5	4428	4428
28	Никель, оксид никеля (в пересчете на никель)	5248	5473,5	5473,5
29	Никеля растворимые соли (в пересчете на никель)	26237,4	27364,8	27364,8
30	Магния оксид	43,5	45,4	45,4
31	Марганец и его соединения	5248	5473,5	5473,5
32	Медь, оксид меди, сульфат меди, хлорид меди (в пересчете на медь)	5248	5473,5	5473,5
33	Метан	103,5	108	108
34	Метилмеркаптан, этилмеркаптан	52474,9	54729,7	54729,7
35	Мышьяк и его соединения, кроме водорода мышьяковистого	1748,5	1823,6	1823,6
36	Озон	174,8	182,4	182,4
37	Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния в процентах:			
	выше 70 процентов	105	109,5	109,5
	70 - 20 процентов	53,8	56,1	56,1
	ниже 20 процентов	35,1	36,6	36,6
38	Ртуть и ее соединения, кроме диэтилртути	17492,5	18244,1	18244,1
39	Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)	17492,5	18244,1	18244,1
40	Сероводород	657,9	686,2	686,2
41	Сероуглерод	1049,6	1094,7	1094,7

42	Серная кислота	43,5	45,4	45,4
43	Серы диоксид	43,5	45,4	45,4
44	Теллура диоксид	10496	10947	10947
45	Тетраэтилсвинец	131187,2	136824,2	136824,2
46	Углерода оксид	1,5	1,6	1,6
47	Фосген	1748,5	1823,6	1823,6
48	Фосфорный ангидрид (дифосфора пентаоксид)	105	109,5	109,5
49	Фториды газообразные (гидрофторид, кремния тетрафторид) (в пересчете на фтор)	1049,6	1094,7	1094,7
50	Фториды твердые	174,1	181,6	181,6
51	Фтористый водород, растворимые фториды	524,8	547,4	547,4
52	Хлор	174,1	181,6	181,6
53	Хлористый водород	28,7	29,9	29,9
54	Хлоропрен	2624	2736,8	2736,8
55	Хром (Cr ⁺⁶)	3497	3647,2	3647,2
56	Углеводороды предельные C1 - C5 (исключая метан)	103,5	108	108
57	Углеводороды предельные C6 - C10	0,1	0,1	0,1
58	Углеводороды предельные C12 - C19	10,4	10,8	10,8
59	Циклогексан	3,1	3,2	3,2
60	Амилены (смесь изомеров)	3,1	3,2	3,2
61	Бутилен	6,4	6,7	6,7
62	1,3-Бутадиен (дивинил)	6,4	6,7	6,7
63	Гептен	89,6	93,5	93,5
64	Пропилен	1,5	1,6	1,6
65	Этилен	1,5	1,6	1,6
66	Альфа-метилстирол	133,1	138,8	138,8
67	Бензол	53,8	56,1	56,1
68	Диметилбензол (ксилол) (смесь мета-	28,7	29,9	29,9

	, орто- и параизомеров)			
69	Изопропилбензол (кумол)	376,3	392,5	392,5
70	Метилбензол (толуол)	9,5	9,9	9,9
71	Растворитель мебельный (АМР-3) (контроль по толуолу)	9,5	9,9	9,9
72	1,3,5-Триметилбензол (мезитилен)	53,8	56,1	56,1
73	Фенол	1748,5	1823,6	1823,6
74	Этилбензол	263,7	275	275
75	Этиленбензол (стирол)	2624	2736,8	2736,8
76	Нафталин	1748,5	1823,6	1823,6
77	Бромбензол	174,8	182,4	182,4
78	1-Бромгептан (гептил бромистый)	524,8	547,4	547,4
79	1-Бромдекан (децил бромистый)	524,8	547,4	547,4
80	1-Бром-3-метилбутан (изоамил бро- мистый)	524,8	547,4	547,4
81	1-Бром-2-метилпропан (изобутил бромистый)	524,8	547,4	547,4
82	1-Бромпентан (амил бромистый)	524,8	547,4	547,4
83	1-Бромпропан (пропил бромистый)	524,8	547,4	547,4
84	2-Бромпропан (изопропил броми- стый)	524,8	547,4	547,4
85	Дихлорэтан	10,4	10,8	10,8
86	Дихлорфторметан (фреон 21)	20,7	21,6	21,6
87	Дифторхлорметан (фреон 22)	0,5	0,5	0,5
88	1,2-Дихлорпропан	45,5	47,5	47,5
89	Метилен хлористый	2,1	2,2	2,2
90	Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)	89,6	93,5	93,5
91	Тетрафторэтилен	12,8	13,4	13,4
92	Трихлорметан (хлороформ)	174,1	181,6	181,6
93	Трихлорэтилен	10,4	10,8	10,8
94	Трибромметан (бромформ)	43,5	45,4	45,4
95	Тетрахлорметан (четырёххлористый)	9,5	9,9	9,9

	углерод)			
96	Хлорбензол	53,8	56,1	56,1
97	Хлорэтан (этил хлористый)	28,7	29,9	29,9
98	Эпихлоргидрин	28,7	29,9	29,9
99	Гидроксиметилбензол (крезол, смесь изомеров: орто-, мета-, пара-)	263,7	275	275
100	Спирт амиловый	524,8	547,4	547,4
101	Спирт бутиловый	53,8	56,1	56,1
102	Спирт изобутиловый	53,8	56,1	56,1
103	Спирт изооктиловый	35,1	36,6	36,6
104	Спирт изопропиловый	9,5	9,9	9,9
105	Спирт метиловый	12,8	13,4	13,4
106	Спирт пропиловый	19,2	20	20
107	Спирт этиловый	1	1,1	1,1
108	Циклогексанол	89,6	93,5	93,5
109	Диметиловый эфир терефталевой кислоты	524,8	547,4	547,4
110	Динил (смесь 25% дифенила и 75% дифенилоксида)	524,8	547,4	547,4
111	Диэтиловый эфир	15,3	16	16
112	Метилаль (диметоксиметан)	35,1	36,6	36,6
113	Моноизобутиловый эфир этиленгликоля (бутилцеллозольв)	19,2	20	20
114	Бутилакрилат (бутиловый эфир акриловой кислоты)	350,7	365,8	365,8
115	Бутилацетат	53,8	56,1	56,1
116	Винилацетат	35,1	36,6	36,6
117	Метилакрилат (метилпроп-2-еноат)	424,4	442,8	442,8
118	Метилацетат	76,8	80,1	80,1
119	Этилацетат	53,8	56,1	56,1
120	Акролеин	174,1	181,6	181,6
121	Альдегид масляный	350,7	365,8	365,8

122	Ацетальдегид	524,8	547,4	547,4
123	Формальдегид	1748,5	1823,6	1823,6
124	Ацетон	15,9	16,6	16,6
125	Ацетофенон (метилфенилкетон)	1748,5	1823,6	1823,6
126	Метилэтилкетон	53,8	56,1	56,1
127	Растворитель древесноспиртовой марки А (ацетоноэфирный) (контроль по ацетону)	44,5	46,5	46,5
128	Растворитель древесноспиртовой марки Э (эфирноацетоновый) (контроль по ацетону)	76,8	80,1	80,1
129	Циклогексанон	133,1	138,8	138,8
130	Ангидрид малеиновый (пары, аэрозоль)	102,4	106,8	106,8
131	Ангидрид уксусный	174,1	181,6	181,6
132.	Ангидрид фталевый	53,8	56,1	56,1
133	Диметилформамид	174,1	181,6	181,6
134	Эпсилон-капролактам (гексагидро-2Н-азепин-2-он)	89,6	93,5	93,5
135	Кислота акриловая (проп-2-еновая кислота)	133,1	138,8	138,8
136	Кислота валериановая	524,8	547,4	547,4
137	Кислота капроновая	1049,6	1094,7	1094,7
138	Кислота масляная	524,8	547,4	547,4
139	Кислота пропионовая	350,7	365,8	365,8
140	Кислота уксусная	89,6	93,5	93,5
141	Кислота муравьиная	43,5	45,4	45,4
142	Гидроперекись изопропилбензола (гидроперекись кумола)	350,7	365,8	365,8
143	Пропилена окись	66,6	69,4	69,4
144	Этилена окись	174,1	181,6	181,6
145	Диметилсульфид	66,6	69,4	69,4
146	Анилин	174,1	181,6	181,6

147	Диметиламин	1049,6	1094,7	1094,7
148	Триэтиламин	38,4	40,1	40,1
149	Нитробензол	657,9	686,2	686,2
150	Акрилонитрил	174,1	181,6	181,6
151	N, N1-Диметилацетамид	896	934,5	934,5
152	Толуилендиизоцианат	263,7	275	275
153	Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	3,1	3,2	3,2
154	Бензин сланцевый (в пересчете на углерод)	105	109,5	109,5
155	Керосин	6,4	6,7	6,7
156	Минеральное масло	43,5	45,4	45,4
157	Скипидар	6,4	6,7	6,7
158	Сольвент-нафта	28,7	29,9	29,9
159	Уайт-спирит	6,4	6,7	6,7

II Ставки платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

1	Акрилонитрил (нитрил акриловой кислоты)	70522,9	73553,2	73553,2
2	Алюминий	17630,7	18388,3	18388,3
3	Алкилбензилпиридиния хлорид	814545	849960	849960
4	Алкилсульфонаты	1142,6	1192,3	1192,3
5	Аммоний-ион	1140,6	1190,2	1190,2
6	Аммиак	14105,6	14711,7	14711,7
7	Анилин (аминобензол, фениламин)	5702454,6	5950387,4	5950387,4
8	Ацетат натрия	1766,4	1842,3	1842,3
9	Ацетальдегид	1900,3	1982,9	1982,9
10	Ацетон (диметилкетон, пропанон)	14105,6	14711,7	14711,7
11	Ацетонитрил	814,5	850	850
12	Барий	814,5	850	850
13	Бериллий	1900943,1	1983592,8	1983592,8
14	Бенз(а)пирен	70523113	73553403	73553403

15	Бензол и его гомологи	1413,1	1473,8	1473,8
16	Бор	41484,8	43267,4	43267,4
17	Борная кислота	41484,8	43267,4	43267,4
18	Бромдихлорметан	19008,8	19835,3	19835,3
19	Бромид-анион	640	667,5	667,5
20	Бутанол	19008,8	19835,3	19835,3
21	Бутилацетат	1900,3	1982,9	1982,9
22	Бутилметакрилат	705231,4	735534,3	735534,3
23	Ванадий	705231,4	735534,3	735534,3
24	Винилацетат	70522,9	73553,2	73553,2
25	Винилхлорид	71280864	74380032	74380032
26	Висмут	7052,8	7355,9	7355,9
27	Вольфрам	712808,6	743800,3	743800,3
28	Гексан	1413,1	1473,8	1473,8
29	Гидразингидрат	1900943,1	1983592,8	1983592,8
30	Глицерин (пропан-1,2,3-триол)	706,6	736,9	736,9
31	Дибромхлорметан	19008,8	19835,3	19835,3
32	1,2-Дихлорэтан	7052,8	7355,9	7355,9
33	1,4-Дигидроксибензол (гидрохинон)	705231,4	735534,3	735534,3
34	2,6-Диметиланилин	19008,8	19835,3	19835,3
35	Диметиламин (N-метилметанамина)	141056	147117	147117
36	Диметилмеркаптан (диметилсульфид)	70523113	73553403	73553403
37	2,4-Динитрофенол	7052311	7355340	7355340
38	Диметилформаид	1900,3	1982,9	1982,9
39	о-Диметилфталат (диметилбензол-1,2-дикарбонат)	1140,6	1190,2	1190,2
40	1,2-Дихлорпропан	14105,6	14711,7	14711,7
41	Цис-1,3-дихлорпропен	141056	147117	147117
42	Транс-1,3-дихлорпропен	70522,9	73553,2	73553,2
43	2,4-Дихлорфенол (гидроксидихлор-	7052311	7355340	7355340

	бензол)			
44	Додецилбензол	7052311	7355340	7355340
45	Дихлорметан (хлористый метилен)	70,7	73,7	73,7
46	Железо	5702,9	5950,8	5950,8
47	Кадмий	141045,8	147106,3	147106,3
48	Калий	15,9	16,6	16,6
49	Кальций	3,1	3,2	3,2
50	Капролактан (гексагидро-2Н-азепин-2-он)	70522,9	73553,2	73553,2
51	Карбамид (мочевина)	9,5	9,9	9,9
52	Кобальт	70522,9	73553,2	73553,2
53	Кремний (силикаты)	70,7	73,7	73,7
54	о-Крезол (2-метилфенол)	190088,1	198352,8	198352,8
55	п-Крезол (4-метилфенол)	176307,2	183882,9	183882,9
56	Ксилол (о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол)	14105,6	14711,7	14711,7
57	Лигнинсульфоновые кислоты	706,6	736,9	736,9
58	Лигносульфонаты	706,6	736,9	736,9
59	Литий	7127	7436,9	7436,9
60	Магний	14,3	14,9	14,9
61	Марганец	70522,9	73553,2	73553,2
62	Медь	705231,4	735534,3	735534,3
63	Метанол (метиловый спирт)	7052,8	7355,9	7355,9
64	Метилакрилат (метилпроп-2-еноат, метиловый эфир акриловой кислоты)	705231,4	735534,3	735534,3
65	Метантиол (метилмеркаптан)	3527680	3679260	3679260
66	Метилацетат	1900,3	1982,9	1982,9
67	Метол (1-гидрокси-4-(метиламино) бензол)	950405,3	991727,3	991727,3
68	Молибден	587694,1	612946,6	612946,6
69	Моноэтаноламин	70522,9	73553,2	73553,2
70	Мышьяк и его соединения	14105,6	14711,7	14711,7

71	Натрий	6,4	6,7	6,7
72	Нафталин	176307,2	183882,9	183882,9
73	Нефтепродукты (нефть)	14105,6	14711,7	14711,7
74	Никель	70522,9	73553,2	73553,2
75	Нитрат-анион	14,3	14,9	14,9
76	Нитрит-анион	7129,1	7439	7439
77	Нитробензол	70522,9	73553,2	73553,2
78	Олово и его соединения	5092,2	5313,6	5313,6
79	1,1,2,2,3-пентахлорпропан	705231,4	735534,3	735534,3
80	Пентахлорфенол	70522,9	73553,2	73553,2
81	Пиридин	70522,9	73553,2	73553,2
82	Полиакриламид	7127	7436,9	7436,9
83	Пропанол	1900,3	1982,9	1982,9
84	Роданид-ион	5702,9	5950,8	5950,8
85	Рубидий	7052,8	7355,9	7355,9
86	Ртуть и ее соединения	70523113	73553403	73553403
87	Свинец	95039,9	99172,1	99172,1
88	Селен	285121,8	297518,4	297518,4
89	Серебро	14105,6	14711,7	14711,7
90	Сероуглерод	706,6	736,9	736,9
91	АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества)	1142,6	1192,3	1192,3
92	КСПАВ (катионные синтетические поверхностно-активные вещества)	1142,6	1192,3	1192,3
93	НСПАВ (неионогенные синтетические поверхностно-активные вещества)	1142,6	1192,3	1192,3
94	Скипидар	3527,7	3679,3	3679,3
95	Стирол (этиленбензол, винилбензол)	7052,8	7355,9	7355,9
96	Стронций	1426,2	1488,2	1488,2
97	Сульфат-анион (сульфаты)	5,8	6	6
98	Сульфиды	114048,7	119007,4	119007,4

99	Сульфит-анион	300,2	313,2	313,2
100	Сурьма	14105,6	14711,7	14711,7
101	Таллий	7052311	7355340	7355340
102	Теллур	190088,1	198352,8	198352,8
103	1,1,1,2-Тетрахлорэтан	70522,9	73553,2	73553,2
104	Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)	3525,1	3676,6	3676,6
105	Тетрахлорметан (четырёххлористый углерод)	705231,4	735534,3	735534,3
106	Тетраэтилсвинец	70523113	73553403	73553403
107	Тиокарбамид (тиомочевина)	706,6	736,9	736,9
108	Тиосульфаты	190	198,3	198,3
109	Титан	9503,4	9916,6	9916,6
110	Толуол	1413,1	1473,8	1473,8
111	Трилон-Б (этилендиаминтетрауксусной кислоты динатриевая соль)	1413,1	1473,8	1473,8
112	Триэтиламин	706,6	736,9	736,9
113	Трихлорбензол (сумма изомеров)	705231,4	735534,3	735534,3
114	1,2,3-Трихлорпропан	141056	147117	147117
115	2,4,6-Трихлорфенол	7052311	7355340	7355340
116	Трихлорэтилен	70522,9	73553,2	73553,2
117	Уксусная кислота	70522,9	73553,2	73553,2
118	Фенол, гидроксибензол	705231,4	735534,3	735534,3
119	Формальдегид (метаналь, муравьиный альдегид)	7052,8	7355,9	7355,9
120	Фосфаты (по фосфору)	3527,7	3679,3	3679,3
121	Фторид-анион	942,1	982,6	982,6
122	Фурфурол	70522,9	73553,2	73553,2
123	Хлор свободный, растворенный и хлорорганические соединения	70523113	73553403	73553403
124	Хлорат-анион	14105,6	14711,7	14711,7
125	Хлорбензол	705231,4	735534,3	735534,3
126	Хлороформ (трихлорметан)	141056	147117	147117

127	Хлорфенолы	7052311	7355340	7355340
128	Хлорид-анион (хлориды)	2,3	2,4	2,4
129	Хром трехвалентный	8145,5	8499,6	8499,6
130	Хром шестивалентный	28512,2	29751,8	29751,8
131	Цезий	706,6	736,9	736,9
132	Цианид-анион	14105,6	14711,7	14711,7
133	Циклогексанол	705231,4	735534,3	735534,3
134	Цинк	70522,9	73553,2	73553,2
135	Цирконий	8145,5	8499,6	8499,6
136	Этанол	70522,9	73553,2	73553,2
137	Этилацетат	2852,5	2976,5	2976,5
138	Этилбензол	705231,4	735534,3	735534,3
139	Этиленгликоль (гликоль, этандиол-1,2)	2821,1	2942,3	2942,3
140	Альдрин (1,2,3,4,10,10-гексахлор-1,4,4а,5,8,8а-гексагидро-1,4-эндоэкзо-5,8-диметанофталин)	70523113	73553403	73553403
141	Атразин (6-хлоро-N-этил-N'-(1-метилэтил)-1,3,5-триазины-2,4-диамин)	141045,8	147106,3	147106,3
142	Гексахлорбензол	705231,4	735534,3	735534,3
143	Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гаммаизомеры)	70523113	73553403	73553403
144	2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота и производные)	7065,6	7369,2	7369,2
145	Дильдрин(1,2,3,4,10,10-гексахлор-экзо-6,7-эпокси-1,4,4а,5,6,7,8,8а-октагидро-1,4-эндо, экзо-5,8-диметанофталин)	70523113	73553403	73553403
146	Диоксины	70523113	73553403	73553403
147	Каптан (3а, 4, 7, 7а-тетрагидро-2-[(трихлорметил)тио]-1н-изоиндол-1,3(2н)-дион)	950405,3	991727,3	991727,3
148	Карбофос (диэтил (диметоксифосфинотионил)ти обутандионат)	70523113	73553403	73553403

149	4,4'-ДДТ (п,п'-ДДТ, 4,4'-дихлордифенилтрихлорметил этан)	70523113	73553403	73553403
150	4,4'-ДДД (п,п□ -ДДД, 4,4□ -дихлордифенилдихлорэтан)	70523113	73553403	73553403
151	Прометрин (2,4-Бис(изопропиламино)-6-метилтиосимм-триазин)	14105,6	14711,7	14711,7
152	Симазин (6-хлор-N, N'-диэтил-1,3,5-триазины-2,4-диамин)	352768	367926	367926
153	Полихлорированные бифенилы (ПХБ 28, ПХБ 52, ПХБ 74, ПХБ 99, ПХБ 101, ПХБ 105, ПХБ 110, ПХБ 153, ПХБ 170)	70523113	73553403	73553403
154	Трифлуралин (2,6-динитро-N, N[-дипропил-4-(трифторметил) анилин)	2350771,2	2451780,9	2451780,9
155	ТХАН (трихлорацетат натрия, ТЦА)	20149,8	21015,6	21015,6
156	Фозалон (О,О-диэтил-(S-2,3-дигидро-6-хлор-2-оксобензоксазол-3-илметил)-дитиофосфат)	23507706,9	24517803,7	24517803,7
157	БПК полн.	233	243	243
158	Взвешенные вещества	937	977,2	977,2
159	Сухой остаток	0,5	0,5	0,5

Примечание. Ставка платы за сбросы взвешенных веществ применяется с использованием коэффициента, определяемого как величина, обратная сумме допустимого увеличения содержания взвешенных веществ при сбросе сточных вод к фону водоема и фоновой концентрации взвешенных веществ в воде водного объекта, принятой при установлении нормативов предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ.

III Ставки платы за размещение отходов производства и потребления по классу их опасности

1	Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	4452,4	4643,7	4643,7
2	Отходы II класса опасности (высокоопасные)	1908,2	1990,2	1990,2
3	Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	1272,3	1327	1327
4	Отходы IV класса опасности (малоопасные)	635,9	663,2	663,2
5	Отходы V класса опасности (практи-			

чески неопасные):

добывающей промышленности	1	1,1	1,1
перерабатывающей промышленности	38,4	40,1	40,1
прочие	16,6	17,3	17,3

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОСНОВЫ БИОЭКОЛОГИИ	7
1.1 Экологические факторы	7
1.1.1 Абиотические факторы	8
1.1.2 Биотические факторы	9
1.1.3 Антропогенные факторы	10
1.2 Биогеноценозы, их структура и характеристика	10
1.3 Основные закономерности экологии	14
1.4 Понятие о биосфере	17
2 ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА	19
2.1 Человек как биологический вид	19
2.2 Неотделимость человека от биосферы	21
2.3 Обмен веществ и энергии	23
2.4 Размножение человека	27
3 ПОНЯТИЕ О ЗАГРЯЗНЕНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	28
3.1 Химические загрязнения	28
3.2 Физические загрязнения	31
3.3 Биологические загрязнения	38
4 ЭНЕРГЕТИКА И НАРОДОНАСЕЛЕНИЕ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	41
4.1 Связь между ростом народонаселения и проблемой питания	41
4.2 Проблемы народонаселения и возможности генной инженерии	46
4.3 Потребности в росте энергетики, материальные ресурсы и экология	49
5 ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	57
5.1 Строение атмосферы и физические процессы в ней	57
5.2 Оценка загрязнения воздуха и его влияния на человека. Нормативы ПДК	60
5.3 Нормирование выбросов в атмосферу. Нормативы допустимых выбросов	63
5.4 Особо опасные загрязнения среды	66
5.5 Основные загрязнители атмосферы. Меры борьбы с загрязнением	70
5.6 Об улучшении экологических характеристик топлива	77
5.6.1 Газовое топливо	77
5.6.2 Биотопливо	79
5.6.3 Водородное топливо	81
5.7 Особенности загрязнения среды рельсовым транспортом	85
5.8 Принципы очистки пылегазовых выбросов	86
5.8.1 Пылеуловители	86
5.8.2 Газо- и пароочистители	88
5.9 Общие сведения о расчетах выбросов из стационарных источников	90
5.10 Понятие о выбросах от передвижных источников	92

5.11 Общие сведения об определении выбросов от автомобилей	93
5.12 Особенности определения выбросов от дизелей железнодорожного транспорта	95
5.13 Начало экономической защиты окружающей природной среды (1991–2003 гг.)	97
5.13.1 Упорядочение платежей с 2003 г.	99
6 ЗАЩИТА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	102
6.1 Общие сведения о свойствах и запасах воды	102
6.2 Основные потребители воды. Способы снижения расходов	104
6.3 Нормирование качества воды	109
6.4 Основные причины загрязнения воды и принципы борьбы с ними	112
6.5 Понятие о промышленных методах очистки воды	116
6.6 Понятие о бытовых способах очистки воды	121
7 ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	124
7.1 Шум и его основные характеристики	124
7.2 Нормирование шума. Меры борьбы с шумовым загрязнением	126
7.3 Электромагнитное загрязнение среды и его источники	129
7.4 Воздействие ЭМП на биологические объекты	132
7.5 Компьютерная техника как источник электромагнитного загрязнения окружающей среды	134
7.6 Мобильные телефоны как источник электромагнитного влияния на окружающую среду и человека	137
7.7 Предельно допустимые уровни электромагнитных полей. Защита от ЭМП	139
8 ЗАЩИТА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ, ФЛОРЫ И ФАУНЫ	143
8.1 Земная поверхность и земельные ресурсы	143
8.2 Общие сведения о почвах	144
8.3 Эрозия почв и методы борьбы с ней	148
8.4 Лесные ресурсы, их роль и тенденции развития	150
8.5 Тенденции в изменении земельных ресурсов	153
8.6 Меры борьбы по сохранению земельных ресурсов	155
8.7 Охрана недр	156
8.8 Охрана фауны	159
9 ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ	162
9.1 История развития проблемы твердых отходов	162
9.2 Проблемы урбанизации	164
9.3 Классификация отходов и их состав	165
9.4 Свойства отходов	169
9.5 Накопление отходов	171
9.5.1 Накопление и сбор ТБО	171
9.5.2 Вагонные ТБО	175
9.5.3 Промышленные отходы	177
9.6 Токсичность, классы и степень опасности отходов	180
9.7 Федеральный классификационный каталог отходов	188

9.8 Особенности платежей за размещение отходов	191
9.9 Размещение отходов на поверхности земли	194
9.10 Заводские способы утилизации отходов	197
9.10.1 Сжигание отходов	197
9.10.2 Диоксиновая опасность сжигания отходов	200
9.10.3 Переработка отходов	204
9.11 Тенденции в решении проблемы утилизации отходов	207
10. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	211
10.1 Общие принципы защиты среды	211
10.2 Основы природоохранного законодательства	212
10.3 Участие Российской Федерации в международных соглашениях	217
10.4 Общие сведения об экологической экспертизе	219
Библиографический список.	223
Приложение 1	226
Приложение 2	227
Приложение 3	228
Приложение 4	230
Приложение 5	233
Приложение 6	240

Учебное издание

Кленова Ирина Анатольевна

ЭКОЛОГИЯ

Редактор Л.И. Сергейчик
Техническое редактирование и корректура Л.И. Сергейчик

Подписано в печать 23.05.17. Формат 60×84/16.
Бумага газетная. Ризография. Усл. печ. л. 15,0.
Тираж экз. Изд. № 28. Заказ .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового
Полка Народного Ополчения, д. 2.