

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Учебное пособие



Иваново 2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

**Охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов**

Учебное пособие

Иваново 2014

УДК: 502.171 (07)

Авторы: Т.А. Чеснокова, Н.В. Тукумова, А.П. Куприяновская, О.В. Кашина, И.А. Кузьмина, А.В. Невский

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: учеб. пособие / Т.А.Чеснокова [и др.]; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2014. -170 с.
ISBN 978-5-9616-0480-1

В учебном пособии рассмотрены вопросы рационального использования и защиты атмосферного воздуха, гидросферы и литосферы. Дана характеристика всех геосфер Земли, видов загрязнения и нормирования качества природной среды. В нем приводятся расчеты платежей за загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод и за размещение твердых отходов. Для студентов разработаны индивидуальные задания по оценке степени загрязнения выбросов токсичных веществ в атмосферу и сбросов в водные объекты, приведена методика определения класса опасности твердых отходов производства расчетным методом. В приложениях представлены: примеры расчетов, нормативные показатели и расценки платежей.

Предназначено для изучения раздела «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» дисциплины «Экология» студентами химико-технологического университета для всех направлений очной и заочной форм обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета

Рецензенты:

кафедра охраны труда и природы ФГБОУ ВПО Ярославского государственного технического университета; доктор технических наук, профессор В.Е. Мизонов (ФГБОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет)

ISBN 978-5-9616-0480-1

© ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный
химико-технологический университет, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ.....	7
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	10
Химическое загрязнение окружающей среды	10
Физическое (параметрическое) загрязнение окружающей среды.....	12
<i>Тепловое загрязнение</i>	12
<i>Световое загрязнение</i>	13
<i>Шумовое загрязнение</i>	13
<i>Электромагнитное излучение</i>	15
<i>Воздействие ионизирующих излучений</i>	17
НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.....	21
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	24
Состав и строение атмосферы	24
Загрязнение атмосферы и его последствия.....	25
Основные физико-химические процессы, протекающие в тропосфере.	
Самоочищающая способность атмосферы	27
Контроль состава воздушной среды.....	29
Нормирование качества воздушной среды.....	30
Оценка уровня воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду при выбросе в атмосферу.....	31
<i>Инвентаризация источников загрязнения атмосферы</i>	31
<i>Разработка проекта нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу</i>	32
<i>Методика расчета величины предельно допустимого выброса (ПДВ) для одиночного источника загрязнения атмосферы с круглым устьем</i>	33
<i>Определение степени экологической опасности выброса в атмосферу загрязняющего вещества</i>	35
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ГИДРОСФЕРЫ.....	36
Гидросфера как природная среда.....	36
Карбонатные системы и качество природных вод.....	38
Загрязнение гидросферы	39
Самоочищение и окислительные процессы в водных экосистемах.....	42
Показатели качества воды.....	44
Нормирование качества воды.....	46
Основные принципы рационального использования и охраны водных ресурсов.....	49
Оценка уровня воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду при поступлении сточной воды в водоем.....	50
<i>Понятие нормативов допустимых сбросов (НДС)</i>	50
<i>Критерии качества вод водного объекта</i>	51
<i>Методика оценки степени загрязнения сточных вод, поступающих в водный объект</i>	52
Сброс сточной воды в систему городской канализации.....	55

<i>Общие положения</i>	55
<i>Оценка возможности поступления сточной воды предприятия, содержащей загрязняющее вещество, в систему городской канализации</i> ...	56
<i>Режимы водоотведения и водопотребления. Замкнутые водооборотные циклы</i>	57
ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ	62
Строение и состав литосферы. Почвы.....	62
Приоритетные загрязнители почв.....	65
Нормирование загрязнения почв.....	66
Нормирование качества продуктов питания.....	69
Загрязнение окружающей среды отходами производства и потребления....	70
Нормативы образования и лимиты размещения отходов производства и потребления.....	72
<i>Общие положения</i>	72
<i>Установление нормативов образования отходов</i>	73
<i>Установление лимита на размещение отходов</i>	74
Определение класса опасности отходов.....	74
<i>Общие положения</i>	74
<i>Определение класса опасности твердых отходов расчетным методом</i>	74
Лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами.....	77
Основные направления охраны и защиты литосферы.....	79
ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕСУРСНЫЙ ЦИКЛ	80
Малоотходные экологически безопасные технологии.....	80
Рациональное использование энергетических ресурсов.....	83
ПЛАТНОСТЬ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ	84
<i>Общие положения</i>	84
Расчет платы за выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников.....	86
<i>Исходная информация для расчета</i>	86
<i>Расчет суммы платежей за выбросы i-го загрязняющего вещества в атмосферу в пределах установленных нормативов ($M_{\phi} \leq ПДВ$)</i>	86
<i>Расчет суммы платежей за выбросы i-го загрязняющего вещества в атмосферу в пределах установленных лимитов</i>	86
<i>Расчет суммы платежей за выбросы i-го загрязняющего вещества в атмосферу сверх установленных лимитов</i>	87
<i>Расчет суммы платежей за выбросы i-го загрязняющего вещества в атмосферу после установления очистных сооружений</i>	87
<i>Расчет величины предотвращенных платежей</i>	88
Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты.....	88
<i>Исходная информация для расчета</i>	88

<i>Расчет суммы платежей за сбросы i-го загрязняющего вещества в поверхностные и подземные водные объекты в пределах установленных нормативов.....</i>	89
<i>Расчет суммы платежей за сбросы i-го загрязняющего вещества в водные объекты в пределах установленных лимитов.....</i>	89
<i>Расчет суммы платежей за сбросы i-го загрязняющего вещества в водные объекты сверх установленных лимитов.....</i>	89
<i>Расчет суммы платежей за сбросы i-го загрязняющего вещества в водные объекты после установления очистных сооружений.....</i>	90
<i>Расчет величины предотвращенных платежей.....</i>	90
<i>Расчет платежей за негативное влияние на окружающую среду при размещении отходов.....</i>	90
<i>Исходная информация для расчета.....</i>	90
<i>Расчет суммы платежей за размещение отходов в пределах установленных лимитов.....</i>	91
<i>Расчет суммы платежей за сверхлимитное размещение отходов.....</i>	91
<i>Расчет суммы платежей за несанкционированное размещение отходов...</i>	91
ЗАДАНИЕ ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСА В АТМОСФЕРУ.....	92
ЗАДАЧИ.....	93
ЗАДАНИЕ ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СБРОСА В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ....	102
ЗАДАЧИ.....	103
ЗАДАНИЕ ПО ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В СИСТЕМУ ГОРКОЛЛЕКТОРА.....	110
ЗАДАЧИ.....	111
ЗАДАНИЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КЛАССА ОПАСНОСТИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ.....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	116
<i>Примеры расчета максимальной фактической и валовой годовой массы загрязняющего вещества в выбросе в атмосферу.....</i>	116
Таблица 1. Значения среднемесячной температуры наиболее теплого периода года [15].....	118
Таблица 2. Значения предельно допустимых показателей веществ в атмосферном воздухе [11-12].....	119
Таблица 3. Значения коэффициента температурной стратификации атмосферы (А).....	122
Таблица 4. Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками [42].....	123
Таблица 5. Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости территорий экономических районов Российской Федерации [42].....	125
Таблица 6. Повышающий коэффициент, учитывающий особую чувствительность территорий расположения предприятия к воздействию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.....	125

Приложение 2	126
Примеры расчета максимальной фактической и валовой годовой массы загрязняющего вещества в сточной воде.....	127
Таблица 1. Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования [20].....	129
Таблица 2. Нормативные показатели общих свойств сточных вод [26].....	130
Таблица 3. Усредненные характеристики качества бытового стока, отводимого абонентами жилищного фонда населенных пунктов [26]	131
Таблица 4. Усредненные характеристики качества бытового стока, отводимого абонентами жилищного фонда г. Иваново [27].....	132
Таблица 5. Перечень веществ и материалов, запрещенных к сбросу в системы канализации населенных пунктов [26].....	133
Таблица 6. Перечень веществ, удаляемых в процессе биологической очистки [21-23, 26].....	134
Таблица 7. Перечень загрязняющих веществ, не удаляемых в процессе биологической очистки [21-23, 26].....	137
Таблица 8. Нормативы платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные объекты на 2003 год [42].....	139
Таблица 9. Коэффициенты, учитывающие экологические факторы (состояние водных объектов) по бассейнам морей и рек [42].....	144
Приложение 3	145
Таблица 1. Классы опасности отходов [35].....	145
Таблица 2. Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода (вода, почва, продукты питания) [21-23, 28-31].....	145
Таблица 3. Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода (воздух).....	147
Таблица 4. Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода (летальные показатели) [38-41].....	148
Таблица 5. Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода (специфичность действия) [38-41].....	150
Таблица 6. Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода (физико-химические показатели) [38-41].....	159
Таблица 7. Токсикологические, санитарно-гигиенические и физико-химические показатели компонентов отхода.....	160
Таблица 8. Классификация опасности отходов для здоровья человека и среды его обитания [35].....	161
Таблица 9. Базовые нормативы платы за размещение отходов производства и потребления в ценах 2003 года [42].....	162
Таблица 10. Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния почвы [42].....	162
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	163
Основные определения	165
Библиографический список	168

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Ухудшение состояния окружающей природной среды в процессе взаимодействия человечества и природы вызывает необходимость рационализации природопользования и охраны природы.

Под природопользованием, с одной стороны, понимают практическую деятельность человека, с другой – науку. У истоков природопользования как науки стояли российские ученые Куражковский Юрий Николаевич (доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой Ростовского государственного университета), Лаптев Иннокентий Прокопьевич (доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой Томского государственного университета), Федоров Михаил Петрович (доктор технических наук, академик РАН, профессор Санкт-Петербургского государственного политехнического университета).

Природопользование как наука – это область знаний, разрабатывающая принципы рационального, т.е. разумного, природопользования, сохранения и защиты благоприятных условий для жизни человека.

Объектом природопользования как науки является весь комплекс взаимоотношений между обществом, его социально-экономическим развитием и природой.

Природопользование как практическая деятельность человека – это использование природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

Задача природопользования как науки: исследование и разработка научных принципов, форм и методов осуществления деятельности человека по рационализации использования природных ресурсов, воспроизводству природных богатств и улучшению природной среды для жизнедеятельности человека.

Характерной чертой науки природопользования является ее междисциплинарность, т.е. природопользование как область знания включает в себя элементы естественных, общественных и технических наук (географии, биологии, экономики, социологии и др.). Однако теоретическим фундаментом рационального природопользования и охраны природы является экология.

В зависимости от последствий хозяйственной деятельности человека различают природопользование рациональное и нерациональное.

Рациональное природопользование – это хозяйственная деятельность человека, обеспечивающая экономное использование природных ресурсов и условий, их охрану и воспроизводство с учетом не только настоящих, но и будущих интересов общества. Рациональное природопользование:

- исключает вредное воздействие на природные ресурсы;
- обеспечивает расширение воспроизводства используемых ресурсов;
- обеспечивает комплексное использование природных ресурсов;
- создает здоровую среду обитания для живых организмов;

- предупреждает загрязнение и заражение окружающей среды в результате человеческой деятельности.

Нерациональное природопользование ведет к истощению, а часто полному исчезновению природных ресурсов, загрязнению окружающей среды, нарушению экологического равновесия природных систем, т.е. к экологическому кризису или катастрофе. Причинами нерационального природопользования являются недостаточное знание законов экологии, слабая материальная заинтересованность производителей, низкая экологическая культура населения и т.п.

Охрана природы или окружающей природной среды представляет собой систему международных, государственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, улучшение состояния природной среды в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей как существующих, так и будущих поколений людей.

Рациональное природопользование и охрана природы очень тесно связаны между собой, и чаще всего охрану природы рассматривают как составную часть природопользования.

В основе рационального природопользования и охраны природы лежат разные аспекты: экономический, здравоохранительный, эстетический, научно-познавательный, воспитательный и др.

Существуют три основные парадигмы природопользования.

Первая парадигма основана на идее о том, что наилучшим является минимальное использование природных ресурсов. Согласно принципу «минимизации воздействия», права на использование ресурсов должны находиться в руках локальных групп населения, то есть людей, проживающих в небольших поселениях и заинтересованных в том, чтобы жить в гармонии с природой.

Вторая парадигма базируется на идее оптимального использования природных ресурсов. Под оптимальностью понимается извлечение из природы такого объема ресурсов, который позволяет каждому члену растущего общества неуклонно повышать уровень своего благосостояния (небольшой, но одинаковый прирост ежегодного потребления для общества).

Третья парадигма базируется на принципе максимизации использования природных ресурсов для максимально возможного увеличения благосостояния населения. Согласно этой парадигме, все члены общества стремятся к максимизации использования природных ресурсов.

К основным законам природопользования относятся:

1. **Закон ограниченности природных ресурсов** и тесно связанный с ним **закон падения природно-ресурсного потенциала**. Все природные ресурсы и условия Земли конечны, и даже, казалось бы, «неисчерпаемая» солнечная энергия не может быть использована биосферой в неограниченных количествах без катастрофических для себя последствий.

2. **Закон оптимальности** – с наибольшей эффективностью любая система функционирует в некоторых пространственно-временных пределах [1].

3. **Закон внутреннего динамического равновесия экосистем** – вещество, энергия, информационные и динамические качества природных систем и их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает функционально-структурные изменения в них как качественные, так и количественные, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, в которых эти изменения происходят [1].

4. **Закон увеличения оборота вовлекаемых природных ресурсов** – в процессе исторического развития мирового хозяйства быстрота вовлечения в оборот природных ресурсов возрастает, при этом требуется все больше энергии.

5. В рамках **закона падения природно-ресурсного потенциала** действует **закон снижения энергетической эффективности природопользования**, т.е. с течением времени для получения полезной продукции из природных систем на ее единицу затрачивается все большее количество энергии. Так, в течение XX века энергетические затраты на производство единицы сельскохозяйственной продукции возросли в 8-10 раз, а в промышленном производстве эти затраты возросли в 10-12 раз.

6. **Закон возрастания воздействия общества на окружающую среду** - возрастающее воздействие общества на природную среду приводит к росту воздействия измененной людьми природы на развитие самого общества. Не соблюдая закон оптимальности и вытекающее из него **правило меры преобразования природных систем**, люди вызывают к жизни **правило неизбежных ценных природных реакций**. Значительная часть этих реакций оказывается экологически, социально и экономически неприемлемой.

В настоящее время большинство ученых полагают, что человечество, если оно хочет сохранить цивилизацию, должно решить экологические проблемы в ближайшее время.

К основным **принципам** природопользования можно отнести:

- **прогнозирование** максимально возможного предотвращения негативных последствий природопользования;

- **повышение интенсивности освоения природных ресурсов**, т.е. уменьшение или устранение потерь ресурсов и полезных ископаемых при их добыче, транспортировке, обогащении, переработке;

- **множественное значение объектов и явлений природы**, т.е. использование и охрана природных ресурсов должны осуществляться с учетом интересов разных отраслей хозяйства;

- **комплексность** при использовании природных ресурсов разными отраслями хозяйства;

- **региональность** - природопользование должно осуществляться с учетом местных условий;

- *единства использования и охраны природы*, а именно охрана природы должна осуществляться в процессе ее использования;

- *приоритета охраны природы над ее использованием*, т.е. при использовании природных ресурсов должен соблюдаться приоритет экологической безопасности над экономической выгодой.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Загрязнение окружающей среды (ОС) – это внесение в экосистему несвойственных ей компонентов или структурных изменений, нарушающих ее естественную эволюцию.

Загрязнение может возникать в результате естественных причин или антропогенной деятельности. Существует ряд классификаций загрязнения ОС. К наиболее популярным относятся:

1) по объектам загрязнения различают загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, а также загрязнение околоземного космического пространства;

2) масштаб загрязнения может быть глобальным, региональным и локальным (местным);

3) виды загрязняющих агентов загрязнения ОС подразделяют:

- на химическое (тяжелые металлы, пестициды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), пластмассы, аэрозоли, детергенты (синтетические моющие средства и эмульгаторы) и др.);

- физическое или параметрическое (тепловое, световое, радиоактивное, шумовое, электромагнитное, световое и др.);

- биологическое (патогенные микроорганизмы, продукты генной инженерии и др.).

Также человечество оказывает воздействие и на энергетические процессы в биосфере, связанные с тепловым загрязнением биосферы при использовании ядерной и термоядерной энергии. Кроме вещественного и энергетического загрязнения сейчас поднимается вопрос и об информационном загрязнении ОС.

Химическое загрязнение окружающей среды

Химическое загрязнение может быть естественным и антропогенным. С естественным загрязнением, если оно не носит катастрофического характера, природа, как правило, справляется сама. Примером естественного загрязнения является извержение вулкана, в результате которого в атмосферу попадает большое количество химических соединений, которые разлагаются в ней до простых веществ, вовлекаемых в круговорот веществ.

При антропогенном загрязнении в атмосферу, как правило, попадают вещества, синтезированные человеком, аналогов которым в природе не существует (**ксенобиотики**). Ксенобиотики в природе не разлагаются или разлагаются очень медленно.

По данным национального агентства охраны окружающей среды США для биосферы наиболее опасны следующие соединения:

- ароматические: бензол, толуол ($C_6H_5 - CH_3$), метилэтил- кетон ($C_2H_5-COCH_2C_6H_5$), метилизобутилкетон, ксилены и др.;
- хлорорганические: хлороформ (трихлорметан $CHCl_3$), винилхлорид ($CH_2=CHCl$), тетрахлорэтилен, трихлорэтилен $CHCl - CCl_2$ и др.;
- тяжелые металлы и их соли (кадмий, хром, ртуть, свинец и др.);
- цианиды (производные HCN);
- диоксины, которые можно назвать химическим СПИДом.

Диоксины образуются из хлор- и фторпроизводных ароматических углеводородов при сжигании любых полимерных пленок, пластиков, пропитанной синтетическим клеем древесины, резины, мусора, листьев, применении ядохимикатов, в выхлопных газах автомобилей. Хлорирование воды также является источником диоксинов в бытовых условиях. Они практически не выводятся из почвы и водной среды. Являются чрезвычайно токсичными для человека и животных, обладают канцерогенным (способствуют возникновению злокачественных опухолей), мутагенным действиями, подавляют иммунитет.

Экологическая характеристика десяти главных загрязнителей биосферы приведена в табл. 1.

Таблица 1

Экологическая характеристика загрязнителей биосферы

Загрязнитель	Экологическая характеристика
Углекислый газ – CO_2	Увеличение его содержания в атмосфере приводит к повышению ее температуры (усиление парникового эффекта)
Оксид углерода - CO	Может нарушить тепловой баланс атмосферы
Сернистый газ – SO_2	Вызывает обострение респираторных заболеваний у людей, наносит вред растениям, разъедает известняк (строительные конструкции) и многие ткани
Оксиды азота - NO, NO_2	Создают смог и вызывают респираторные заболевания и бронхит у людей. В воде способствуют чрезмерному разрастанию водной растительности (эвтрофирование водоема)
Фосфаты	Одни из главных загрязнителей рек и озер, как и оксиды азота способствуют чрезмерному разрастанию водной растительности
Ртуть	Одна из главных загрязнителей пищевых продуктов особенно морского происхождения. Нейротоксин - разрушает нервную систему
Свинец	Разрушает ферменты, нарушает обмен веществ в живых клетках
Нефть и нефтепродукты	Вызывают нарушения обмена на границе воздух-вода, приводят к гибели планктона, рыб, млекопитающих, морских птиц
Пестициды	Убивают рыбу и других гидробионтов, очень токсичны для ракообразных. Многие являются канцерогенами
Радионуклиды	Превышение допустимых доз приводит к злокачественным новообразованиям и генетическим мутациям

Физическое (параметрическое) загрязнение окружающей среды

Тепловое загрязнение

Тепловое загрязнение - это нагревание воздуха, воды или почвы в результате попадания в ОС тепловых отходов от предприятий, тепловых и атомных электростанций, при сжигании попутного газа и газовых факелов нефтедобывающей промышленности и нефтехимических предприятий, при утечке тепла в жилищно-коммунальном хозяйстве, в туннелях метрополитена и т.д.

Наиболее заметно тепловое воздействие проявляется в крупных промышленных центрах. Закрытость городской территории и высокая плотность источников тепла создают предпосылки для образования «тепловых куполов», охватывающих городские экосистемы. Средние температуры в них на 1-2°C выше, чем в сельских районах, следствием чего является уменьшение скорости ветра в городской среде на 20-30% по сравнению с сельской местностью, увеличение количества осадков на 5-30% и понижение относительной влажности на 2% зимой и 20-30% летом.

Поступление техногенной тепловой энергии в ОС оценивается в 10 ТВт ежегодно, что дает среднюю для земной поверхности плотность тепловыделений, равную 0,02% от всей поглощаемой солнечной энергии. Оценки показывают, что АЭС, дающая 3000 МВт электроэнергии, производит за 1 час более 5 млрд ккал бросового тепла, для рассеивания которого в местности с умеренным климатом требуется водная поверхность площадью 1800га.

Повышение температуры поверхностных водоемов может давать как положительный, так и отрицательный эффекты. С одной стороны, умеренное повышение температуры может увеличить продуктивность водной экосистемы, но, с другой стороны, дальнейший рост температуры наносит существенный ущерб водоемам, так как с повышением температуры уменьшается количество растворенного кислорода, что снижает самоочищающую способность природных вод, усиливает процесс эвтрофикации водоемов, меняет состав рыбного населения. Для погашения отрицательного влияния избытков тепла на ОС используется охлаждение нагретой воды в градирнях или в специальных водоемах-охладителях.

Из-за теплового воздействия на грунтовую толщу, залегающую в основании городов, происходят термопросадки и термокарст, размораживание вечной мерзлоты. Тепловое воздействие отражается и на особенностях взаимодействия грунта с растениями и микроорганизмами. Так, при повышении температуры до 40-50°C некоторые виды сульфатредуцирующих бактерий, выделяющих серную кислоту, начинают усиленно размножаться, в результате чего увеличивается коррозионная агрессивность грунтов в местах обитания колоний этих микроорганизмов.

Для уменьшения потерь энергии должна меняться структура энергетического комплекса: вместо мощных ТЭС надо строить мелкие

электростанции (блок-ТЭЦ), приближенные к потребителям энергии. Тепловые отходы этих станций эффективно расходуются на отопление. Коэффициент полезного действия когерированных, т.е. приближенных к потребителям энергоустановок, блок-ТЭЦ в 2-3 раза выше, чем при получении энергии на крупных ТЭС. В жилищно-коммунальном хозяйстве тепловое загрязнение уменьшается при тепловой изоляции стен, окон, дверей и т.д.

Световое загрязнение

Световое загрязнение - это осветление ночного неба искусственными источниками света, свет которых рассеивается в нижних слоях атмосферы. Иногда это явление называют «световым смогом».

Основными источниками светового загрязнения являются крупные города и промышленные комплексы. Световое загрязнение создается уличным освещением, светящимися рекламными щитами или прожекторами. Большая часть излучаемого света направляется или отражается вверх, что создает над городами так называемые «световые купола». Эффект осветления неба усиливается присутствующими в воздухе аэрозолями, которые дополнительно преломляют, отражают и рассеивают излучаемый свет. Ежегодное световое загрязнение в странах Европы увеличивается на 6 - 12%.

Последствия светового загрязнения:

- перерасход электроэнергии и увеличение выброса парниковых газов;
- искусственное осветление окружающей среды влияет на цикл роста многих растений. Распространенные источники белого света с большим удельным весом голубого света в спектре мешают ориентации многих видов насекомых, ведущих ночной образ жизни, сбивают с пути перелетных птиц. Согласно наблюдениям, каждый уличный светильник ежедневно является причиной гибели 150 насекомых. Возможны отклонения в гормональном балансе живых организмов, связанные с воспринимаемым циклом дня и ночи;
- световое загрязнение в крупных городах делает практически невозможными астрономические наблюдения. Если при темном небе человек невооруженным глазом может увидеть до 2-3 тысяч звезд, то находясь в городе с ярким искусственным освещением, не более полусотни. При использовании оптических телескопов в их окуляре собирается не только звездный свет, но и отраженный и рассеянный свет фонарей. Поэтому современные обсерватории строят вдали от крупных поселений для избежания светового и атмосферного загрязнения. Также яркий свет мешает адаптации человеческого глаза к темноте.

Шумовое загрязнение

Источниками шумового загрязнения в городах являются процессы механического, аэродинамического, электромагнитного, гидродинамического происхождения. Прежде всего, это шум от транспортных средств, строительно-дорожных машин, технологического оборудования, от вибрации корпусных

деталей и аэродинамический шум от вентиляционных систем и систем кондиционирования.

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 городах на 8 – 12 лет. В древнем Китае существовала даже звуковая казнь за богохульство: человека сажали около бьющего непрерывно колокола. Физиолого-биохимическая адаптация человека к шуму невозможна. В биологическом отношении шум является заметным стрессовым фактором. Акустический стресс может приводить к различным проявлениям: от функциональных нарушений (снижение слуха) до морфологически обозначенных дегенеративных процессов в различных органах и тканях. Сильный шум является для человека физическим наркотиком. Поэтому часть людей, и прежде всего молодежь, увлекаясь современной музыкой с большой интенсивностью ее звучания, подвергает свое здоровье опасности вследствие воздействия на организм физического наркотика.

Шум с уровнем звукового давления до 30-35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40-70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия. Воздействие шума с уровнем свыше 75 дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. При действии шума более 140 дБ возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. В табл. 2 приведен уровень шума, создаваемый различными источниками в крупных городах.

Таблица 2

Характеристика основных источников шума

Источник шума	Уровень шума, дБА
Промышленные предприятия	80-110
Железная дорога	85-100
Трансформаторные подстанции	85-90
Автомобильный транспорт	80-95
Поезда метрополитена на открытых линиях	80-85
Санитарная норма для территории жилой застройки	45-55

Так, в Москве территории с повышенными уровнями шума, где наблюдается превышение санитарных норм [2] в 2 раза, составляют более 30% от общей площади городской застройки.

Электромагнитное излучение

Источниками неионизирующих электромагнитных излучений (ЭМИ) являются:

1. Геомагнитное поле Земли. Существенную опасность для человека представляют «решетки» силовых линий геомагнитного поля Земли - сетки Хартмана меридианно-параллельного направления и диагональной сетки Кюри. В узлах пересечения этих сеток, являющихся геопатогенными зонами, у человека возникают дисфункции нервной системы, резко снижается иммунитет.

2. Электрические и магнитные поля (ЭМП) промышленной частоты 50 Гц. К ним относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммуникационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы и т.п.

Влияние ЭМП частотой 50 Гц в условиях населенных мест ограничивается следующими величинами [3]:

- внутри жилых зданий – 0,5 кВ/м;
- на территории жилой застройки – 1 кВ/м;
- в населенной местности, вне зоны жилой застройки (пригородные зеленые зоны, коллективные сады, земли ПГТ и т.п.) – 5 кВ/м;
- на участках пересечения воздушных линий с автодорогами – 10 кВ/м.

3. Постоянные электрические и магнитные поля. Электрические приборы, машины, приборы связи, так привычные в наше время и так негативно влияющие на энергетику и системы саморегуляции человеческого организма, появились сравнительно недавно (~ 150 лет). Электромагнитные поля называют еще «**электромагнитным смогом**» и человечеству необходимо защищаться от него. На сегодняшний день в наших квартирах практически нет места вне зоны действия более или менее сильных ЭМ-излучений (рис.1.).

4. Электромагнитные излучения радиочастотного и оптического диапазонов. Большую часть спектра неионизирующих ЭМИ составляют радиоволны (3 Гц до 300 ГГц). Источниками ЭМИ этого вида являются радиолокационные станции, антенны радио и телевидения, фидерные линии, выносные батареи конденсаторов, выносные трансформаторы, приборы для индукционного нагрева металлов и проводников и т.п.

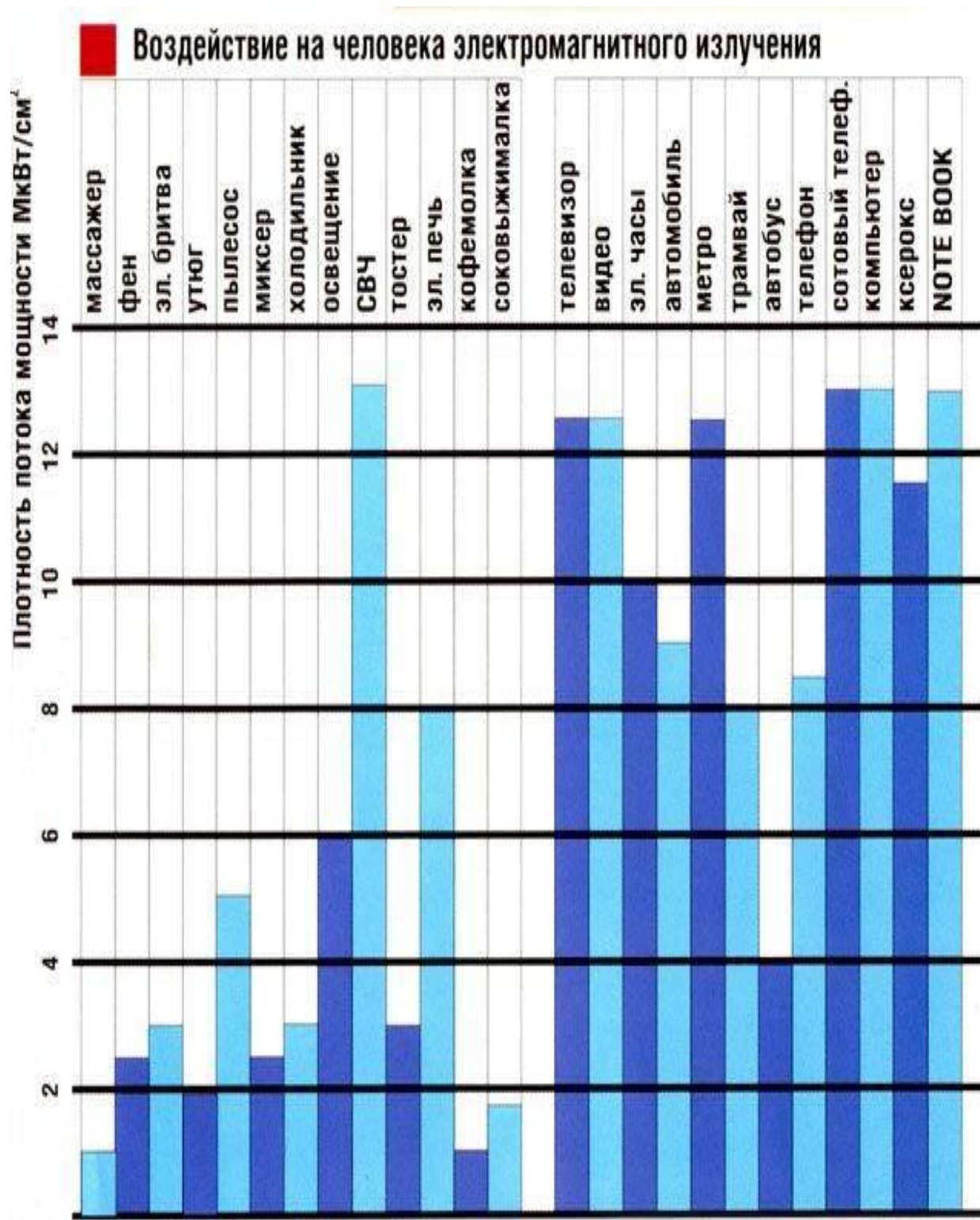


Рис.1. Уровень воздействия на человека электромагнитных полей, излучаемых бытовыми приборами

5. Электростатические поля. Электростатические поля (ЭСП) возникают в различных технологических процессах, а также в быту. Статическое электричество зачастую становится причиной нарушения технологии и повышает опасность возникновения пожаров. Предельно допустимое

воздействие на человека зарядов статического электричества установлено в литературе [4]. Регламентируется время нахождения в зоне в зависимости от напряженности электростатического поля:

- при напряженности 60 кВ/м время нахождения людей – не более 1 часа;
- при напряженности до 20 кВ/м – время не регламентируется.

По данным ВОЗ, к болезням, провоцирующимся ЭМИ, относятся:

- рак крови (лейкемия), легкого и груди у женщин;
- астма;
- аллергии;
- суставные заболевания и болезни позвоночника.

ЭМИ нарушают работу управляющих систем организма человека: нервной, эндокринной, иммунной. Длительное воздействие электромагнитных полей на людей приводит к функциональным расстройствам центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, состава крови. Поэтому необходимо ограничивать время пребывания человека в зоне действия ЭМП.

Первыми признаками «электронной болезни» являются: хроническая усталость (разбитость), головные и суставные боли, раздражительность, бессонница, депрессия, падение зрения, помутнение хрусталика глаза, частые простуды.

В соответствии с [5] в основу гигиенического нормирования положен принцип действующей дозы, учитывающей энергетическую нагрузку.

Вредной величиной напряженности электромагнитного поля считается величина выше 0,2 микротеслы (мкТл). Среднее значения излучения в пригородных электричках составляют 20 мкТл, а в троллейбусах и трамваях - 30 мкТл. Самые большие колебания магнитного поля зафиксированы в метро. Замеры, выполненные на платформе станции "Университет" в Москве при отправлении поезда, показали величины 50 - 100 мкТл. В самом вагоне метро магнитное поле еще сильнее: 150 - 200 мкТл, то есть в десять раз больше, чем в обычной наземной электричке и в 1000 раз выше допустимого уровня!

Воздействие ионизирующих излучений

Ионизирующими излучениями (ИИ) называют потоки частиц и электромагнитных квантов, в результате воздействия которых на облучаемую среду образуются разнозаряженные ионы. К ионизирующим относятся следующие виды излучений:

1. Рентгеновское и γ -излучение – потоки высокоэнергетичных квантов (фотонное излучение). γ -Излучение обладает более короткими длинами волн по сравнению с рентгеновским. По своей природе и свойствам они мало отличаются друг от друга, обладают большой проникающей способностью, прямолинейностью распространения и свойством создавать вторичное излучение в средах, через которые проходят. Рентгеновские лучи создаются с помощью электронного аппарата, γ -лучи испускаются нестабильными (радиоактивными) изотопами.

2. β -Частицы – электроны (-). Часто образуются во время радиоактивного распада вещества. Энергия, теряемая электронами при прохождении через вещество, расходуется на возбуждение и ионизацию.

3. α - Частицы – ядра атомов гелия, лишённые орбитальных электронов (+). α -Частицы, относительно тяжелы, при прохождении через вещество производят ионизацию вещества большой плотности. Испускаются при радиоактивном распаде естественных тяжелых элементов (радия, тория, урана, полония и т.п.). Число ионизированных и возбужденных атомов, образуемых α - частицей в сотни раз больше, чем у электронов. Это обусловлено в первую очередь тем, что масса α - частицы в ~ 7000 раз больше массы электрона, и при одной и той же энергии скорость ее значительно меньше, а чем меньше скорость, тем больше вероятность взаимодействия с атомами среды и больше потери энергии на единице пути.

4. Нейтроны – электронейтральные частицы. Единственные незаряженные частицы с массой, равной массе протона, образующиеся при любом радиоактивном превращении. Благодаря своей электронейтральности, они способны глубоко проникать в любое вещество, включая живые ткани. При прохождении через вещество они взаимодействуют только с ядрами атомов, передавая им часть энергии и меняя направление своего движения.

5. Осколки деления тяжелых ядер.

Радиоактивные излучения являются неотъемлемой частью мира, в котором мы живем, сама жизнь на земле эволюционировала на фоне этих излучений. Источники радиоактивных излучений подразделяются на естественные и искусственные.

Естественный радиационный фон определяется радиоактивными изотопами ряда химических элементов, рассеянных в земле, воде, воздухе, газах, выделяющимися из поверхностных слоев земли (в основном - радон, криптон), а также процессами в атмосфере и космическими излучениями. На протяжении биологической истории земли этот фон оставался практически неизменным, обуславливая дозу радиации 10^{-3} Гр/год, получаемую любым организмом. Считается, что эта доза не вызывает видимых биологических эффектов, более того считается, что эта доза является необходимой для существования жизни на земле в той форме, в какой она существует. В среднем 50% радиационного фона обусловлено радоном, источником которого является земная кора.

Естественные радионуклиды подразделяют на 3 группы:

- первая группа включает радиоактивные элементы, все изотопы которых радиоактивны: уран (^{235}U , ^{238}U), торий (^{232}Th), радий (^{226}Ra), радон (^{222}Rn , ^{220}Rn);

- во вторую группу входят изотопы «обычных» элементов, обладающих радиоактивными свойствами: калий (^{40}K), рубидий (^{87}Rb), кальций (^{48}Ca), цирконий (^{96}Zr) и др.;

- третью группу составляют радиоактивные изотопы, образующиеся в атмосфере под действие космических излучений: тритий (^3H), бериллий (^7Be , ^{10}Be) и углерод (^{14}C).

За последние 40 лет ядерные взрывы, выбросы радионуклидов предприятиями ядерной энергетики, широкое использование источников ИИ в промышленности, медицине, научных исследованиях, огромное количество радиоактивных отходов привели к глобальному повышению облучения населения земли. К естественному фону добавились антропогенные или искусственные источники внешнего и внутреннего облучения. Наиболее часто искусственное радиоактивное загрязнение объектов биосферы вызывают изотопы: ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{140}Ba , ^{129}I , ^{131}I , ^{137}Cs , ^{105}Ru , ^{90}Sr и др.

Рентгеновское, α , β и γ излучения сопровождаются высвобождением различного количества энергии и обладают разной проникающей способностью и соответственно опасностью для человека.

Проходя через живые организмы, ИИ передает свою энергию биологическим тканям и клеткам неравномерно, в результате чего даже при небольшом количестве поглощенной энергии некоторые клетки могут быть значительно повреждены. В основе первичных радиационно-химических изменений молекул лежат два механизма:

1) прямое действие, когда молекула испытывает изменение (ионизацию, возбуждение) непосредственно при взаимодействии с излучением;

2) косвенное, когда молекула непосредственно не поглощает энергию ИИ, а получает ее путем передачи от другой молекулы.

Известно, что в биологической ткани до 70% воды, которая легко подвергается радиолизу с образованием свободных радикалов и молекул окислителя, обладающих высокой химической активностью. Они вступают в реакцию с молекулами белка, ферментов и других структурных элементов биологической ткани, в результате чего нарушаются обменные процессы, подавляется активность ферментных систем и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения, не свойственные организму, – токсины. Индуцированные свободными радикалами химические реакции вовлекают в этот процесс многие тысячи молекул, не затронутых излучением. В этом состоит специфика действия ИИ на биологические объекты. Никакой другой вид энергии (тепловой, электрической и т.д.), в том же количестве, не приводит к таким изменениям, как ИИ.

Воздействие радиации на человека может вызывать два вида эффектов, которые в медицине относят к болезням - это детерминированные пороговые эффекты – лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие и т.п. и стохастические беспороговые – злокачественные опухоли, лейкозы (рак крови), наследственные (генетические) заболевания. Степень воздействия радиации зависит от того, является ли облучение внешним или внутренним. При внутреннем облучении наиболее опасны α - частицы.

Для оценки радиационной опасности облучения человека используются эквивалентная и эффективная дозы облучения (миллизиверт (мЗв) /год).

Гигиенические нормативы ИИ и основные меры защиты населения от них установлены нормативно правовыми документами [6-8].

Основные дозовые пределы облучения (табл. 3), допустимые уровни мощности дозы и контрольные уровни устанавливаются для следующих категорий облучаемых лиц:

- персонал, работающий с техногенными источниками ИИ – группа А;
- персонал непосредственно не работающий с источниками ИИ, но находящийся по условиям работы в сфере их воздействия – группа Б;
- все остальное население.

Таблица 3

Основные дозовые пределы облучения для всех категорий облучаемых лиц [7-8]

Нормируемая величина	Пределы доз		
	Группа А	Группа Б	Население
Эффективная доза	20 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв/год	5 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 12,5 мЗв/год	1 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв/год

Скорость самоочищения биосферы от радиоактивных изотопов зависит от периода их полураспада - времени, необходимого для распада половины атомов. В табл. 4 приведены основные характеристики наиболее важных радиоактивных изотопов.

Таблица 4

Характеристика радиоактивных веществ

Элемент	Период полураспада	Вид излучения	Элемент	Период полураспада	Вид излучения
¹⁴ C	5568 лет	β	⁹⁰ Sr	28 лет	β
⁴⁰ K	12,4 часа	β,γ	¹³⁷ Cs	33 года	γ
⁶⁵ Zn	250 суток	β,γ	¹³⁹ Pu	24000 лет	α,γ
¹³¹ I	8 суток	β,γ	⁶⁰ Co	5,27 лет	β,γ

Из закономерностей распространения ИИ и характера их взаимодействия с веществом вытекают основные принципы обеспечения радиационной безопасности: защита количеством, временем, расстоянием, экранами.

Процесс защиты населения от радиоактивных отходов включает следующие основные этапы: улавливание, концентрирование, упаковка, хранение и захоронение. Первый этап особенно важен для газообразных радионуклидов (криптон, ксенон, углерод). Жидкие отходы концентрируют, заключают в стеклообразную массу, затем в металлический контейнер и бетонные или керамические блоки и захоранивают в глубоких шахтах или скважинах скальных пород с высокой водонепроницаемостью.

В 1986 г. произошла авария на Чернобыльской АЭС. По своим глобальным последствиям она является крупнейшей экологической катастрофой в истории человечества. Искусственными радионуклидами были загрязнены значительные территории Украины, Белоруссии, России, Польши, Румынии, Финляндии, Швеции и др. стран. В радиусе 30 км от реактора полностью прекращена деятельность человека, а в пострадавших районах резко повысилась заболеваемость. В настоящее время опубликован Атлас радиоактивного загрязнения цезием -137 различных районов РФ, Украины и Белоруссии, а также Европы в целом.

Авария на АЭС Фукусима-1 - крупная радиационная авария (по заявлению японских официальных лиц 7-го уровня по шкале INES), произошедшая 11 марта 2011 года в результате сильнейшего в истории Японии землетрясения и последовавшего за ним цунами. Землетрясение и удар цунами вывели из строя внешние средства электроснабжения и резервные дизельные генераторы, что явилось причиной неработоспособности всех систем нормального и аварийного охлаждения и привело к расплавлению активной зоны реакторов на энергоблоках 1, 2 и 3 в первые дни развития аварии.

Уровень радиации на границе промплощадки станции сразу после взрыва достиг 1015 мкЗв/ч, через 4 минуты — 860 мкЗв/ч, через 3 часа 22 минуты — 70,5 мкЗв/ч. В пробах, взятых передвижными лабораториями за территорией промплощадки АЭС, был обнаружен радиоактивный цезий, что может указывать на негерметичность оболочек некоторых ТВЭЛов, однако количественных данных не было приведено.

НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Под качеством окружающей природной среды (ОПС) понимают такое состояние ее экологических систем, при котором постоянно поддерживаются обменные процессы энергии и веществ между природой и человеком на уровне, обеспечивающем воспроизводство жизни на Земле.

До активного вмешательства человека качество среды поддерживалось самой природой путем саморегуляции, самоочищения от загрязнений. В основе такой саморегуляции лежит принцип безотходности процессов, происходящих в природных циклах. Воздействия человека на природную среду создали проблему регулирования качества ОС. От качества ОС зависит здоровье, уровень заболеваемости населения, продолжительность жизни и т.д.

Нормирование качества ОС – это установление показателей и пределов, в которых допускается изменение этих показателей для воздуха, воды, почвы и т.д.

Цель нормирования – установление предельно допустимых норм воздействия человека на ОС. Соблюдение установленных нормативов должно обеспечить экологическую безопасность населения, сохранение генетического

фонда человека, растений и животных, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.

Установление нормативов качества окружающей среды и продуктов питания основывается на концепции пороговости действия загрязнителей.

Все эффекты, возникающие при взаимодействии токсичных веществ на живые организмы, делятся на два вида:

1. **Стохастические** (случайные или вероятностные). Они возникают при малых дозах воздействия и не вызывают прямых отклонений жизнедеятельности, значительно повышают риск проявления других эффектов. Так, повышенная температура ОС повышает риск химического отравления, или облучение даже в малых дозах увеличивает риск возникновения злокачественных опухолей.

В этом смысле, воздействие загрязнителей, особенно если учесть еще и явления концентрирования токсичных соединений при движении по трофической цепи, не имеет порога и опасно даже в малых количествах. Качественной характеристикой стохастического эффекта является параметр риска, т.е. возникновение смертельного случая, отнесенного к единице дозы.

2. **Детерминированные** эффекты – это прямое нарушение нормального функционирования организма, вызванное превышением допустимых доз воздействия (пределов толерантности). Они проявляются в виде ожогов, отравлений, лучевой болезни и т.д.

Порог вредного действия – это минимальная доза вещества, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая патология. Пороговая доза вещества вызывает у организма отклик, который не может быть скомпенсирован за счет гомеостатических механизмов (механизмов поддержания внутреннего равновесия организма).

В настоящее время основой для нормирования загрязнения ОС принята санитарно-гигиеническая концепция, включающая следующие **санитарно-гигиенические нормативы качества:**

- предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ;
- ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ;
- допустимая остаточная концентрация (ДОК) вредных веществ;
- ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) вредных веществ;
- предельно допустимый уровень (ПДУ) вредных физических воздействий;
- максимально допустимый уровень (МДУ) вредных физических воздействий.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – количество загрязняющего вещества в окружающей среде (воздухе, воде, почве, продуктах питания), которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

Санитарно-гигиенические нормативы качества, характеризующие химическое загрязнение атмосферного воздуха, воды и почв приводятся по лимитирующему показателю вредности (ЛПВ), определяющему направление наиболее вероятного негативного влияния химического вещества на элемент биосферы.

Производственно-хозяйственные нормативы воздействия:

- предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ в атмосферу;
- нормативно допустимый сброс (НДС) вредных веществ в водные объекты;
- нормативы образования твердых отходов и лимиты на их размещение.

Определение показателей качества воздуха, воды, почв осуществляют в специальных лабораториях, имеющих аттестат аккредитации на проведение соответствующих измерений.

Нормативы предельно допустимых вредных воздействий, а также методы их определения, носят временный характер и могут совершенствоваться по мере развития науки и техники.

Комплексные нормативы: предельно допустимая экологическая (антропогенная) нагрузка на ОС.

В настоящее время хозяйственная деятельность человечества настолько возросла, что стала соизмерима с процессами, происходящими в природе. Очевидно, что человечество не может бесконтрольно продолжать загрязнять ОПС. Единственный способ – это установление рациональных взаимоотношений с окружающей природой.

Поэтому в ряде стран, в том числе и РФ переходят к системе **экологического нормирования**, основной задачей которого является защита природных экологических систем и биологического сообщества в целом.

Норма состояния экосистемы – понятие более сложное, чем норма для какого-либо показателя или признака. Здесь вводятся ограничения для предела допустимого воздействия на экосистему. Разработка экологических нормативов требует знания путей распространения, трансформации, возможного накопления ингредиента, перехода из одной среды в другую в локальном, региональном и глобальном масштабах.

К экологическому нормированию относят нормативы:

- 1) допустимого воздействия загрязняющих веществ на ОС;
- 2) допустимого физического воздействия (тепла, шума, всех видов излучений и т.д.) на ОС;
- 3) допустимой антропогенной нагрузки на ОС.

Таким образом, основой для всей системы экологического нормирования являются экологические нормативы, определяющие степень максимально допустимого вмешательства человека в экосистемы, обеспечивающие сохранение у экосистемы желательной структуры и динамических качеств [1].

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Состав и строение атмосферы

Атмосфера является одним из необходимых условий существования жизни на Земле. Она участвует в формировании климата на планете, регулирует ее тепловой режим. Газовая оболочка атмосферы (озоновый слой) защищает живые организмы от губительных УФ, рентгеновских и космических лучей.

Атмосфера имеет ряд присущих только ей особенностей по сравнению с другими геосферами – высокую подвижность, изменчивость составляющих ее компонентов, своеобразие физико-химических процессов.

Устойчивость атмосферы определяется тем, что в ней отсутствуют значительные вертикальные движения и перемешивание. Хотя в нижней части атмосферы перемешиванию воздуха способствуют главным образом температурные градиенты и действие силы Кориолиса, возникающей при вращения Земли.

Атмосфера имеет слоистое строение (рис. 2).

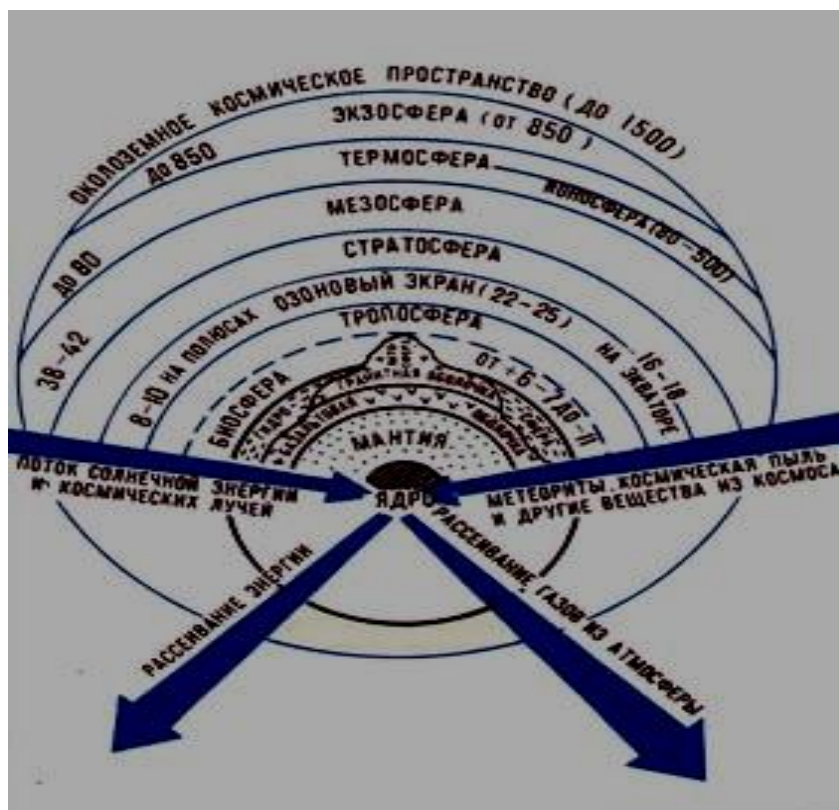


Рис. 2. Атмосфера Земли: ее состав и строение

В табл. 5 приведены некоторые характеристики слоев атмосферы.

Таблица 5

Строение атмосферы Земли

Атмосферный слой	Температурная граница, °С		Граница над уровнем моря, км	
	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя
Тропосфера	+15	- 56	0	11
Стратосфера	-56	-2	11	50
Мезосфера	-2	-92	50	85
Термосфера	-92	1200	85	400

Наиболее плотный слой воздуха, прилегающий к земной поверхности, носит название тропосферы (10-12 км над уровнем мирового океана). В ней сосредоточено 4,5 массы земной атмосферы, которая составляет $5 \cdot 10^{15}$ т (10^{-6} от массы Земли).

Выше тропосферы находится стратосфера (протяженность около 40 км). Основная масса озона сосредоточена в стратосфере на высоте 22-25 км и составляет 3,3 млрд.т. После стратосферы располагается мезосфера и термосфера.

В состав атмосферы входят:

- квазипостоянные компоненты, относительная концентрация которых сохраняется до высот ~100 км. Основной по массе компонент воздуха азот – 78,09 %, затем кислород – 20,94 %, CO_2 – (0,01-0,1) %, H_2O – (0-7) %, инертные газы, среди которых больше всего Ar – 0,934 %, (O_3 ; SO_2 и CH_4) $<10^{-4}$ % и аэрозоли;

- «активные примеси». Их концентрация зависит от сезона, климата и интенсивности антропогенной деятельности.

Загрязнение атмосферы и его последствия

Загрязнителями атмосферы могут быть любые физические агенты, химические вещества или биологические виды, попадающие в окружающую среду или образующиеся в ней в количествах выше естественных. Под атмосферным загрязнением понимают присутствие в воздухе газов, паров, частиц, твердых и жидких веществ, тепла, излучений, которые неблагоприятно воздействуют на человека, животных, растения, климат, материалы, здания и сооружения. По происхождению загрязнения делятся на природные, вызванные естественными, часто аномальными процессами, и антропогенные, связанные с деятельностью человека. Основная доля загрязнений атмосферы в настоящее время приходится на антропогенные, связанные с городами и промышленными регионами, которые влияют на биосферные процессы Земли в целом и распространяются на огромные расстояния.

К приоритетным загрязняющим химическим веществам атмосферы относятся:

1) основные (критериальные) – CO, SO₂, NO_x, пыль и фотохимические оксиданты (пероксиацетилнитрат - ПАН, пероксибензоилнитрат - ПБН);

2) постоянные газы, концентрация которых за время их жизни усредняется в атмосфере Земли: CO₂, фреоны и др.;

3) полициклические ароматические углеводороды – ПАУ например, бенз(а)пирен и др.;

4) следы металлов;

5) абразивные твердые частицы (кварц, асбест);

6) пестициды;

7) разнообразные загрязнители, оказывающие многостороннее действие на организм человека (галогены, озон, нитрозоамины, альдегиды, кетоны, полихлорированные бифенилы - ПХБ и т.д.).

В табл. 6 и 7 приведены приоритетные виды загрязнителей атмосферы и их источники.

Таблица 6

Приоритетные виды загрязнений атмосферы и их источники

Вид загрязнений	Отрасль промышленности, для которой характерен указанный вид загрязнений
Галогенсодержащие и другие органические соединения	Химическая, холодильная
Металлические частицы и другие аэрозоли	Металлургическая, горнодобывающая
Углеводороды, оксиды углерода, азота, диоксид серы	Тепловая энергетика, транспорт

Таблица 7

Глобальные эмиссии загрязняющих атмосферу веществ из природных и антропогенных источников

Вид эмиссии	Природные источники, млн т/год	Антропогенные источники	
		млн т/год	% от общей эмиссии
CO ₂	600000	22000	4
CO	3800	550	3,5
Аэрозоли	3700	246	6
Углеводороды (без CH ₄)	2600	90	6
CH ₄	1600	110	6
NH ₃	1200	7	0,6
NO, NO ₂	770	53	6,5
N ₂ O	145	4	3
Соединения серы в пересчете на SO ₂	304	150	33
SO ₂	20	150	88

Анализ данных, приведенных в табл. 6 и 7 показывает, что выброс, например, серосодержащих загрязнителей из антропогенных источников выше, чем из природных. В целом загрязнение атмосферы над селами выше в 10 раз, чем над океаном, над небольшими городами – в 35, а над мегаполисами и промышленными объектами в ~ 150 раз. Толщина слоя загрязненного воздуха над городом составляет 1,5 – 2 км. В Европейской части России и на Урале в среднем в течение года выпадает свыше 450 кг/км² атмосферных загрязнителей. Локальные области с интенсивностью выпадения соединений серы 300 - 1500 кг/км² в год формируются вблизи металлургических и нефтеперерабатывающих предприятий, ГРЭС и крупных городов.

Последствия загрязнения атмосферы [9]:

- 1) изменение климата: парниковый эффект, разрушение озонового слоя, кислотные дожди;
- 2) резкое ухудшение здоровья, которое может привести к полной интоксикации живых организмов;
- 3) загрязнение почвы и гидросферы;
- 4) изменение энергетического баланса планеты вследствие изменения альбедо (отражательная способность поверхности Земли) и прозрачности атмосферы. Уменьшение количества солнечной радиации, достигающей земной поверхности из-за запыленности атмосферы и, как следствие, возможное похолодание климата.

Основные физико-химические процессы, протекающие в тропосфере. Самоочищающая способность атмосферы

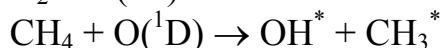
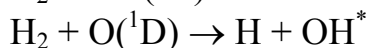
Из всех слоев атмосферы для биосферы очень важной является примыкающая к Земле тропосфера, так как это:

- воздух, которым мы дышим;
- питьевая вода, которая образуется в тропосфере и при конденсации выпадает с осадками;
- световые потоки и «конечные излучения», доходящие до поверхности Земли и используемые автотрофами в процессе фотосинтеза;
- именно в тропосфере происходят те явления, которые именуются «погодой».

Тропосфера является химически неравновесной активной системой. Большинство газообразных примесей, выделяемых в атмосферу с поверхности Земли в результате геологических, биологических и антропогенных процессов, находятся или в восстановленной форме, или в виде оксидов с низкой степенью окисления: H₂S, SO₂, NO, NH₃, CO, CH₄ и др. Анализ атмосферных осадков показывает, что возвращаемые на землю вещества представлены, в основном, соединениями в высшей степени окисления: CO₂, серная и азотная кислоты, нитраты, сульфаты и т.п. То есть тропосфера играет роль глобального окислительного резервуара. Окислительные процессы в тропосфере инициируются главным образом свободными радикалами, главным из которых

является радикал OH^* . Основные каналы его образования в тропосфере связаны, прежде всего, с фотохимическими процессами, протекающими под действием УФ излучений и процессами, в которых участвует атомарный возбужденный кислород:

$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^* + \text{OH}^*$ ($\lambda < 330$ нм) – этот процесс протекает преимущественно в верхних слоях тропосферы;



Атмосфера обладает способностью к самоочищению от попавших в нее загрязняющих веществ. Это происходит за счет совокупности процессов рассеивания, миграции, разбавления веществ чистым воздухом, за счет химического превращения веществ и выпадения вредных веществ в виде осадков. Склонность атмосферы к рассеиванию вредных веществ не постоянна. Она зависит от месторасположения источника загрязнения и от метеоклиматических условий в данном районе (например, от скорости ветров, повторяемости туманов, осадков, инверсий).

Способность атмосферы к рассеиванию загрязняющих веществ характеризуется **метеорологическим потенциалом атмосферы**:

$$\text{МПА} = \frac{P_{ш} \cdot P_{т}}{P_{о} \cdot P_{в}},$$

где $P_{ш}$ - повторяемость штилей в данной местности (скорость ветра меньше 0,5 м/с); $P_{т}$ - повторяемость туманов; $P_{о}$ - повторяемость осадков; $P_{в}$ - повторяемость ветров.

Если $\text{МПА} > 3$ - такая атмосфера очень неблагоприятна для рассеивания, она способствует накоплению вредных веществ.

$1 < \text{МПА} < 3$ - удовлетворительные условия рассеивания.

$\text{МПА} < 1$ – благоприятные условия рассеивания.

Состояние атмосферного воздуха, загрязненного несколькими веществами, оценивается с помощью комплексного показателя - **индекса загрязнения атмосферы (ИЗА)**:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_i}{\text{ПДК}_{\text{cci}}} \right)^{C_i},$$

где n - число загрязняющих веществ;

Y_i - единичный индекс загрязнения атмосферы;

q_i - средняя концентрация i -го загрязняющего вещества;

ПДК_{cci} – предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го загрязняющего вещества;

C_i - безразмерная константа, приведенная к степени вредности вещества по вредности диоксида серы. В зависимости от класса опасности вещества (1, 2, 3, 4) C_i соответственно принимается 1,7; 1,3; 1; 0,9.

В зависимости от величины ИЗА можно оценить уровень экологической опасности загрязнения атмосферы (табл. 8).

Уровень экологической опасности загрязнения атмосферы в зависимости от величины ИЗА

Уровень экологической опасности	Норма	Уровень экологического риска	Экологический кризис	Экологическое бедствие
Величины ИЗА	< 5	5 ÷ 8	8 ÷ 15	> 15

Контроль состава воздушной среды

Контроль атмосферного воздуха осуществляется с целью установления соответствия его состава и содержания компонентов требованиям охраны окружающей среды и здоровья человека. Контролю подлежат все источники формирования загрязнений, поступающих в атмосферу из рабочей зоны, а также зоны влияния этих источников на воздух населенных пунктов, места отдыха и т.п. Комплексный контроль качества атмосферного воздуха включает следующие измерения:

- химический состав воздуха (рабочей зоны и атмосферного) по ряду наиболее важных и значимых компонентов;
- химический состав атмосферных осадков и снежного покрова;
- химический состав пылевых загрязнений;
- химический состав жидкофазных загрязнений;
- содержание в приземном слое атмосферы отдельных компонентов газовых, жидкофазных и твердофазных загрязнений (в том числе токсичных, биологически активных и радиоактивных);
- радиационный фон;
- температура, давление, влажность атмосферного воздуха;
- направление и скорость ветра в приземном слое и на уровне флюгера (10 м от земли).

Контроль содержания примесей в атмосферном воздухе основан на сочетании методов качественного и количественного анализа. При качественном анализе применяют методы: органолептический, индикационный и метод тест-проб. Индикационный метод используют и для количественного анализа примесей.

При количественном анализе газовых компонентов проводится отбор пробы загрязненного воздуха и его анализ. Пробы загрязненного воздуха известного объема отбирают аспираторами с прокачиванием через газовые пипетки, жидкие поглотители или твердые сорбенты, например: активированный уголь, селикагель и т.д. Состав и содержание компонентов в отобранных пробах определяют одним из химических или физико-химических методов анализа с учетом условий отбора пробы: температуры, времени отбора, скорости ветра и т.п.

Содержание аэрозолей в воздухе обычно определяют весовым методом, т.е. рассчитывают отношение изменения массы фильтра к объему отобранной

пробы. Дисперсный состав пыли устанавливается рассевом пробы на специальных ситах с калиброванными отверстиями различного сечения. Кроме данного способа, измерение размера частиц пыли проводят методами оптической и электронной микроскопии или седиментации пыли (разделения) при осаждении в воздушной или жидкой средах.

Утвержденные методики контроля примесей в атмосферном воздухе приводятся в нормативном документе [10].

Нормирование качества воздушной среды

При нормировании качества атмосферного воздуха используют такие показатели, как **предельно допустимая максимально разовая концентрация** ($\text{ПДК}_{\text{мр}}$) и **предельно допустимая среднесуточная концентрация** ($\text{ПДК}_{\text{сс}}$), величины которых приведены в справочной литературе [11].

$\text{ПДК}_{\text{мр}}$ ($\text{мг}/\text{м}^3$) – это максимальная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных (в т.ч. субсенсорных, т.е. вызывающихся неощущаемыми, но реально воздействующими раздражителями) реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и т.п.).

$\text{ПДК}_{\text{сс}}$ ($\text{мг}/\text{м}^3$) – это максимальная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

Для $\text{ПДК}_{\text{мр}}$ и $\text{ПДК}_{\text{сс}}$ указывается лимитирующий показатель вредности ЛПВ), по которому установлен норматив: рефлекторный, резорбтивный, рефлекторно-резорбтивный и санитарно-гигиенический.

Рефлекторное действие - реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей: ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и т.п. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вещества, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимально разовых $\text{ПДК}_{\text{мр}}$.

Под **резорбтивным действием** понимают возможность развития эффектов (общетоксических, мутагенных, гонадотоксических, канцерогенных и т.п.), возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и от длительности ингаляции. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная $\text{ПДК}_{\text{сс}}$.

Санитарно-гигиенический ЛПВ (установлен для органических красителей) свидетельствует о возможном негативном воздействии вещества, например, на кожные покровы.

Если ПДК вредного вещества для атмосферного воздуха не установлено, допускается пользоваться показателем - **ориентировочно безопасный уровень воздействия** ($\text{ОБУВ}_{\text{ав}}$).

$\text{ОБУВ}_{\text{ав}}$ ($\text{мг}/\text{м}^3$) - временный нормативный показатель, устанавливаемый сроком на 2-3 года для веществ, ПДК которых в

атмосферном воздухе не определены. Величины ОБУВ_{ав} некоторых веществ приведены в литературе [12].

В связи с высоким уровнем загрязнения атмосферы законодательством РФ предусмотрено обязательное проведение оценки воздействия деятельности предприятий на окружающую среду.

Оценка уровня воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду при выбросе в атмосферу

Оценка воздействия на окружающую среду - вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления [13].

В настоящее время в связи с высоким уровнем загрязнения атмосферы законодательством РФ предусмотрено обязательное проведение оценки воздействия действующих, реконструируемых и проектируемых предприятий на ОС. Основные этапы оценки приведены ниже.

Инвентаризация источников загрязнения атмосферы

Первым этапом оценки является инвентаризация источников загрязнения атмосферы на действующем предприятии или изучение проектной документации для новых и/или реконструируемых объектов хозяйственной деятельности.

Цель данного этапа – определение качественного и количественного состава выбросов в атмосферу. Проводится на основании изучения технологического процесса, сырья, получаемых продуктов и полупродуктов, их свойств, рабочего оборудования и т.д. По результатам оформляются инвентаризационные таблицы, в которых указываются:

- источники выделения загрязняющих веществ (основное оборудование и время его работы);
- характеристика источников загрязнения атмосферы (например, высота и диаметр труб), параметры газо-, паро-, пылевоздушной смеси (температура, объемный расход, линейная скорость и т.д.);
- наименование веществ, содержащихся в выбросах, их максимальный фактический ($M_{\text{ф}}$, г/с) и валовый годовой ($V^{\text{г}}$, т/год) выброс;
- значения нормативных показателей из справочной литературы (предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе населенных мест ПДК_{мп} и ПДК_{сс}, класс опасности веществ и т.д.).

Для определения расположения источников выбросов их наносят на карту-схему промплощадки и присваивают каждому источнику инвентарный номер и координаты на местности.

Примеры расчета массы максимального выброса ($M_{\text{ф}}$, г/с) и валового годового выброса ($V^{\text{г}}$, т/год), поступающего в атмосферный воздух вещества, приведены в приложении 1.

Разработка проекта нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу.

Нормативы ПДВ предназначены [14]:

- для осуществления государственного контроля за состоянием и охраной атмосферного воздуха;
- установления размеров экологических платежей за загрязнение атмосферы;
- наложения штрафов и предъявления исков о возмещении ущерба при нарушении законодательства в области охраны атмосферы;
- оценки эффективности воздухоохраных мероприятий.

Разработка проекта нормативов ПДВ загрязняющих веществ в атмосферу базируется на применении следующих основных правил:

1. Каждый субъект хозяйственной деятельности, являющийся источником загрязнения атмосферного воздуха, обязан иметь согласованный проект нормативов ПДВ;

2. Норматив ПДВ устанавливается по каждому загрязняющему веществу (или группе суммации) для каждого источника выброса загрязняющих веществ в атмосферу и предприятия в целом;

3. Норматив **ПДВ** задает массу вещества в единицу времени в граммах в секунду (**г/с**), при которой обеспечивается соблюдение санитарно-гигиенических нормативов в атмосферном воздухе населенных мест ($\text{ПДК}_{\text{мр}}$ или $\text{ПДК}_{\text{сс}}$, мг/м^3) с учетом фоновой концентрации при наиболее неблагоприятных для рассеивания условиях.

Таким образом, ПДВ – это такой выброс, при котором максимальная концентрация вещества в приземном слое атмосферы не должна превышать предельно допустимой концентрации с учетом фоновой концентрации:

$$C_{\text{maxi}} + C_{\text{фи}} \leq \text{ПДК}_{\text{мрi}}$$

4. Если для действующих предприятий значения нормативов ПДВ по причинам объективного характера не могут быть достигнуты, то предусматривается поэтапное сокращение выбросов. Для каждого этапа устанавливаются лимиты **временно согласованных выбросов (ВСВ)** с ориентацией на уровень выбросов наилучших действующих предприятий – аналогов с наилучшими экологическими показателями. ВСВ устанавливается на определенный срок с разработкой плана – графика мероприятий по достижению нормативов ПДВ. В течение этого времени выбросы считаются в пределах лимита, а по истечении данного срока – сверхлимитными. Основанием для установления ВСВ загрязняющих веществ в атмосферу может являться:

- превышение фоновой концентрации загрязняющих веществ в месте расположения предприятия над значениями предельно допустимых концентраций;

- наличие объективных технических или экономических причин, не допускающих достижения предприятием норматива ПДВ в настоящее время.

5. При установлении норматива ПДВ и лимита ВСВ следует учитывать:

- физико-географические и климатические особенности местности;

- расположение промышленных площадок;

- расположение участков существующей жилой застройки, санаториев, зон отдыха города;

- перспективы развития предприятия;

- значения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Методика расчета величины предельно допустимого выброса (ПДВ) для одиночного источника загрязнения атмосферы с круглым устьем

Определяют величину ΔT по формуле, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta T = T_r - T_{oc}, \quad (1)$$

где T_r – температура удаляемой из источника газо-, паро-, пылевоздушной смеси, $^{\circ}\text{C}$; T_{oc} – температура атмосферного воздуха в районе расположения источника.

Принимается как средняя величина из максимальных температур наружного воздуха для наиболее жаркого месяца года (июля) по многолетним наблюдениям [15] (приложение 1, табл. 1).

Если $\Delta T \leq 0$, то расчет норматива ПДВ проводят по формуле (6) для холодного источника.

Если $\Delta T > 0$, то для определения расчетной формулы находят величину вспомогательного параметра f :

$$f = \frac{1000\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T}, \quad (2)$$

где D и H – соответственно, диаметр и высота устья источника загрязнения атмосферы, м; ω_0 – средняя линейная скорость выхода из устья источника газо-, паро-, пылевоздушной смеси.

В некоторых задачах величина ω_0 указана в условии. Если в условии задачи приведена производительность вентиляционной установки (V , $\text{м}^3/\text{ч}$), то величина ω_0 рассчитывается по формуле, $\text{м}/\text{с}$:

$$\omega_0 = \frac{4V_1}{\pi D^2}, \quad (3)$$

где V_1 – объемная скорость выхода газо-, паро-, пылевоздушной смеси из источника загрязнения атмосферы, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$V_1 = \frac{kV}{3600}, \quad (4)$$

где k – КПД вентиляционной установки.

Если при $\Delta T > 0$ получили значение $f < 100$, то расчет ПДВ проводят по формуле (5) для горячего источника выброса, если $f > 100$, то по формуле (6) для холодного источника выброса.

Для горячего источника выброса ($\Delta T > 0$ и $f < 100$) значение ПДВ рассчитывают по формуле, г/с:

$$ПДВ = \frac{(ПДК_{\text{мр}} - C_{\text{ф}})H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{AF\eta n m} . \quad (5)$$

Для холодного источника ($\Delta T \leq 0$ или $\Delta T > 0$ и $f > 100$) по формуле, г/с:

$$ПДВ = \frac{8(ПДК_{\text{мр}} - C_{\text{ф}})H^{4/3}V_1}{AF\eta n D} , \quad (6)$$

где $ПДК_{\text{мр}}$ – предельно допустимая максимально разовая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м^3 [11-12] (табл. 2 приложения 1). При отсутствии в литературе значения $ПДК_{\text{мр}}$ можно воспользоваться значением предельно допустимой среднесуточной концентрацией загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м^3 [11-12] (табл. 2 приложения 1).

$C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе, $C_{\text{ф}} = 0,3 ПДК_{\text{мр}}$ мг/м^3 ; A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы.

Значение коэффициента A принимается в зависимости от места расположения источника загрязнения атмосферы (табл. 3 приложения 1).

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, $F = 1$ для газов и паров, $F = 3$ для пылей;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. Для ровной и слабопересеченной местности с перепадом высот менее 50 м на 1 км $\eta = 1$;

n, m – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газо-, паро-, пылевоздушной смеси из устья источника загрязнения атмосферы.

Для расчета коэффициента n для нагретого выброса определяют значение вспомогательного параметра $V_{\text{м}}$ по формуле (7), а для холодного выброса рассчитывают величину $V_{\text{м}}'$ по формуле (8):

$$V_{\text{м}} = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}} ; \quad (7)$$

$$V_{\text{м}}' = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H} . \quad (8)$$

В зависимости от величины $V_{\text{м}}$ для нагретого выброса и $V_{\text{м}}'$ для холодного выброса коэффициент n рассчитывают по одной из формул:

$$V_{\text{м}} < 0,5 \quad n = 4,4 V_{\text{м}}; \quad (9)$$

$$0,5 \leq V_{\text{м}} < 2 \quad n = 0,532 V_{\text{м}}^2 - 2,13 V_{\text{м}} + 3,13; \quad (10)$$

$$V_{\text{м}} \geq 2 \quad n = 1. \quad (11)$$

Коэффициент n для холодного источника определяют по тем же формулам, что и для горячего, заменяя значение $V_{\text{м}}$ на $V_{\text{м}}'$.

Значение вспомогательного параметра m рассчитывают только для горячего источника по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} . \quad (12)$$

Определение степени экологической опасности выброса в атмосферу загрязняющего вещества

Для оценки степени загрязнения выброса в атмосферу проводят сравнение величины массы максимального фактического выброса загрязняющего вещества M_{ϕ} с нормативом ПДВ.

Если $M_{\phi} \leq \text{ПДВ}$ – выброс считается экологически безопасным. Установление очистных сооружений не требуется.

Если $M_{\phi} > \text{ПДВ}$ – выброс является экологически опасным. Необходимо предусмотреть сокращение величины массы фактического выброса до величины ПДВ. На время проведения мероприятий по уменьшению содержания загрязняющего вещества выброс является временно согласованным (ВСВ, г/с).

Необходимая степень очистки рассчитывается по формуле, %:

$$x = 100 \frac{(M_{\phi} - \text{ПДВ})}{M_{\phi}} . \quad (13)$$

Проводят выбор метода очистки газовых выбросов от соответствующего загрязняющего вещества [16-18].

Массу выброса загрязняющего вещества (M_{ϕ}') после первой ступени очистки рассчитывают по формуле, г/с:

$$M_{\phi}' = \frac{(100 - x')}{100} M_{\phi} , \quad (14)$$

где x' – фактическая степень очистки выбранного метода, %.

Значение M_{ϕ}' сравнивают с нормативом ПДВ. Если $M_{\phi}' \leq \text{ПДВ}$, то необходимая степень очистки достигнута, выброс экологически безопасен.

Если $M_{\phi}' > \text{ПДВ}$, то необходимо предусмотреть вторую ступень очистки выброса от загрязняющего вещества. Масса выброса после второй ступени очистки рассчитывается по формуле, г/с:

$$M_{\phi}'' = \frac{(100 - x'')}{100} M_{\phi}' . \quad (15)$$

Сравнивают M_{ϕ}'' с ПДВ и т.д. Устанавливают столько ступеней очистки, чтобы после n -й ступени соблюдалось условие $M_{\phi}^n \leq \text{ПДВ}$.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ГИДРОСФЕРЫ

Гидросфера как природная среда

Гидросфера – это прерывистая водная оболочка Земли, совокупность морей и океанов, континентальных вод, включая подземные, ледяных покровов, водяного пара в атмосфере.

Общее количество воды на земле - 1386 млн км³, доля пресных вод - 2,53 % или 35 млн км³. Подавляющая часть пресной воды труднодоступна: почти 69 % - ледники, около 28 % - запасы подземных вод. На долю рек и озер приходится около 3 % пресных вод. В настоящее время доступны для хозяйственного использования 4,2 млн км³, распространены они неравномерно, большая их часть находится в малоосвоенных районах, что создает дефицит пресной воды в развитых регионах, поэтому уже в настоящее время огромная роль отводится подземным водам – как источникам водоснабжения.

По происхождению различают:

Поверхностные воды – воды рек, озёр, морей и океанов – отличаются разнообразным составом примесей. Наибольшее содержание минеральных примесей в морской воде (солесодержание) более 10 г/кг.

Подземные воды – воды артезианских скважин, колодцев, ключей, гейзеров – характеризуются различным составом растворённых солей, который зависит от состава и структуры почв и горных пород.

Атмосферная вода – вода дождевых и снеговых осадков – характеризуется небольшим содержанием примесей. В ней содержатся в основном растворённые газы и почти полностью отсутствуют растворённые соли.

Вода – единственная природная жидкость, имеющаяся на поверхности Земли в огромном количестве. Она также единственное вещество на земле, существующее в природе в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном. Биологическая вода – это вода, содержащаяся в живых организмах, в которых в среднем ее находится 80 %. Потеря организмом человека более 10% воды может привести к смерти.

Вода как физическое тело обладает рядом аномальных особенностей, имеющих огромное значение для многих планетарных процессов, которые обусловлены ее молекулярным строением:

- у воды максимальная плотность при 4°C, поэтому лед, будучи легче жидкой воды, располагается на ее поверхности, и водоемы не промерзают до дна, благодаря чему сохраняется жизнь их обитателей;

- вода имеет самую высокую теплоемкость (за исключением водорода и жидкого аммиака), что способствует сглаживанию температурных градиентов в атмосфере;

- у воды очень высокая теплота плавления, поэтому из-за замедления процессов сезонных переходов сглаживается климат планеты;

- вода имеет самую высокую теплоту испарения: 30 % солнечной радиации расходуется на испарение воды, что способствует стабилизации температуры на планете;

- у воды аномально высокое поверхностное натяжение, что имеет огромное значение в физиологии клетки, регулирует образование капель и их свойства;

- вода хороший растворитель благодаря высокой полярности молекул и высокой диэлектрической проницаемости;

- вода имеет структурированность, которая может изменяться в зависимости от условий и внешних воздействий, что обуславливает наличие эффекта памяти воды.

Между отдельными видами природных вод происходит постоянный обмен или круговорот, который можно представить простым выражением:

$$I_c + I_o = O_c + O_o,$$

где I_c , I_o – испарение с суши и океана; O_c , O_o – осадки на сушу и океан.

Во всех случаях соблюдается превышение выпадения осадков на сушу над испарением с суши, что обеспечивает постоянный сток воды. Ежегодно около $57,7 \cdot 10^3 \text{ км}^3$ воды выпадает в виде осадков. Смена воды в атмосфере в среднем происходит каждые 8 суток, т.е. приблизительно 45 раз в год.

Природные воды – это открытые термодинамические системы с постоянным обменом веществом и энергией. В них обнаружено присутствие около 70 химических элементов. Наиболее распространенными (по массе 90-95 %) являются:

- анионы (карбонаты и бикарбонаты, сульфаты, хлориды, силикаты, нитраты);

- катионы (натрий, кальций, магний, калий, железо).

Природные воды, в основном, формируются под влиянием процессов:

- растворения газов;

- растворения твердых веществ и образования коллоидных растворов;

- химических превращений (окислительно-восстановительные процессы, гидролиз солей, комплексообразование др.);

- сорбционных;

- биологических.

Классификация природных вод в зависимости от степени минерализации (содержания солей) представлена в табл. 9.

Потребительские качества воды в значительной мере зависят от степени ее минерализации. Природные воды представлены в основном водами с повышенной соленостью (более 10 г/л), т.е. морскими водами. Хорошая питьевая вода должна иметь содержание солей 0,2 – 0,5 г/л. Степень минерализации зависит от путей формирования природных вод. Например, речные воды формируются преимущественно почвенными водами, подстилающей породой и антропогенным вкладом и имеют содержание солей в широком диапазоне 0,05 – 2,0 г/л.

Классификация природных вод

№ п/п	Наименование	Содержание солей, г/л
1	Ультрапресная	Менее 0,2
2	Пресная	0,2 – 0,5
3	Вода с относительно повышенной	0,5 - 1,0
4	минерализацией	1,0 - 3,0
5	Солоноватая	3,0 – 10,0
6	Соленые воды	10 – 30
7	Воды с повышенной соленостью	30 – 50
8	Переходные к рассолу воды	50 - 400
	Рассолы	

Солевой состав океана определяется множеством «приходных статей», основными из которых являются:

- сток рек со средним содержанием солей ~ 80 мг/л;
- пресные подземные воды (~57 мг/л);
- таяние льдов и снежного покрова (0,01 мг/л);
- растворение атмосферных газов и аэрозолей;
- растворение донных осадков;
- растворение вулканических выбросов;
- антропогенный вклад.

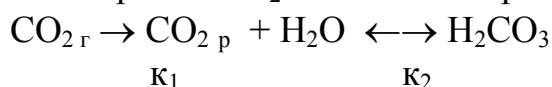
В сумме, в среднем, ежегодно в океан поступает $4,9 \cdot 10^9$ т/год разнообразных солей, которые и определяют соленость морской воды.

Карбонатные системы и качество природных вод

Важнейшей солевой системой, определяющей функционирование любой водной экосистемы, является система CO_2 - карбонат, так как она:

- участвует в обмене воздух - поверхностные воды;
- влияет на химию водной системы, биологическую структуру и биологический цикл организмов и отложение углеродсодержащих осадков;
- влияет на биологический цикл организмов, в которых углерод используется в процессах развития, размножения и гибели;
- определяет pH природных вод.

Растворение CO_2 описывается реакциями:



(константы диссоциации угольной кислоты K_1 и K_2 составляют соответственно $4,47 \cdot 10^{-7}$ и $4,68 \cdot 10^{-11}$ при 25°C).

Концентрация растворенного CO_2 определяется приближенно законом Генри, моль/л:

$$[\text{CO}_2]_p = K_H \cdot P(\text{CO}_2),$$

где $P(\text{CO}_2)$ – парциальное давление CO_2 в атмосферном воздухе над поверхностью водоема, Па; K_H – константа Генри (при 25°C для $\text{CO}_2 = 3,4 \cdot 10^{-7}$ моль/(л·Па).

Океаническая биота поглощает большую часть выбрасываемого в атмосферу CO_2 . Верхний предел биологического поглощения углерода определяется пропускной способностью поверхности раздела океан - атмосфера и составляет ~ 20 Гт С/год.

В нормальных условиях величина рН воды природных систем составляет 6,5 – 8,5, и основным в растворе является гидрокарбонат ион (HCO_3^-). В этой форме углерод легко усваивается организмами водной среды. При уменьшении рН доступность углерода живым организмам резко падает, и как следствие уменьшается продуктивность водоема. При рН более 10 также возникает неблагоприятная обстановка, т.к. начинают усиленно расти сине-зеленые водоросли, поглощающие кислород, и может развиваться **процесс эвтрофикации** (повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов, в первую очередь, азота и фосфора).

Одной из причин уменьшения рН природных вод является закисление водоемов вследствие выпадения кислотных дождей. Уровень закисления водоема можно условно разбить на три стадии.

1. Межсезонное уменьшение рН водоема, весной связанное с таянием снега и осенью – с выпадением дождей, до величины рН $\geq 5,5$. Это так называемое временное уменьшение, к которому наиболее чувствительна “молодь”.

2. Образование водной среды, в которой рН $\sim 5,5 - 4,5$ в течение всего года. Это так называемые умеренно кислые водоемы. В таких водоемах происходят видоые изменения, а именно погибают наиболее ценные породы рыб.

3. Величина рН водоема достигает 4,5 и далее практически не меняется. При этом растворяются гуминовые кислоты, которые являются слабыми органическими кислотами и стабилизируют величину рН на этом уровне.

При величине рН $\sim 4,5$ хорошо растворяются соединения алюминия. Появление растворенного Al^{3+} в водной среде является одной из главных причин гибели живых организмов, так как он очень токсичен.

Загрязнение гидросферы

В последние десятилетия на качество природных вод определяющее влияние оказывает хозяйственная деятельность. Загрязнители, возникающие в результате хозяйственной деятельности, поступают в природные воды в виде хозяйственно-бытовых и производственных стоков, а также стоков с сельхозугодий и урбанизированных территорий. Выбросы в атмосферу в итоге

также осаждаются на поверхности водосбора и с рассредоточенным стоком оказываются в водных объектах. Значительные массы примесей поступают в водные объекты с отвалов обогатительных фабрик, горнорудных разработок месторождений полезных ископаемых, полигонов и свалок.

Донные отложения во многих водных объектах становятся источниками вторичного загрязнения. Нерастворимые примеси называются консервативными, а растворимые – неконсервативными. Последние могут образовывать с водой соединения, токсичность которых может быть значительно больше, чем у исходного соединения.

Под загрязнением водоёмов понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ. Основные загрязнители гидросферы подразделяют на следующие группы: химические, биологические и физические (радиоактивные вещества, взвешенные твердые частицы, тепло).

Наиболее часто встречается химическое и биологическое загрязнения, реже наблюдается радиоактивное, механическое и тепловое загрязнение.

Биологическое загрязнение выражается появлением в воде патогенных бактерий, вирусов (до 700 видов), грибов, лигнинов (от лат. lignum - дерево, древесина - вещество, характеризующее одревеневшие стенки растительных клеток) и др.

Химическое загрязнение - наиболее распространённое и стойкое. Выбор приоритетных загрязняющих веществ, сбрасываемых в гидросферу, в значительной мере зависит от специфики промышленности региона, мощности сброса, условий формирования стока, поэтому приведенная ниже классификация приоритетных загрязнителей является весьма условной:

- тяжелые металлы – ртуть, свинец, медь, цинк, хром, никель и т.д.;
- вещества, определяющие степень минерализации воды и рН;
- взвешенные вещества;
- органические вещества - нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), пестициды, фенолы, хлорированные углеводороды, полихлорированные бифенилы (ПХБ), смазывающие охлаждающие жидкости (СОЖ) и т.п.
- избыток биогенных веществ - солей азота, особенно в виде аммиака или солей аммония, и фосфора, приводящий к эвтрофикации водоемов.

Приоритетные химические загрязнители водных экосистем по отраслям промышленности приведены в табл. 10.

Радиоактивное загрязнение вызвано содержанием в воде радиоактивных веществ. Наиболее вредны «долгоживущие» радиоактивные изотопы элементов, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде (стронций-90, уран-238, радий-226, радон-222, цезий-137, калий-40 и др.). Радионуклиды попадают в поверхностные водоёмы при сбрасывании в них радиоактивных отходов, захоронении отходов, в результате использования водоёмов в качестве охладителей АЭС и др.

**Приоритетные загрязнители водных экосистем
по отраслям промышленности**

Отрасль промышленности	Преобладающий вид загрязняющих компонентов
Нефтегазодобыча, нефтепереработка	Нефтепродукты, СПАВ, фенолы, аммонийные соли, сульфиды
Целлюлозно-бумажный комплекс, лесная промышленность	Сульфаты, органические вещества, лигнины, смолистые и жирные вещества
Машиностроение, металлообработка, металлургия	Тяжёлые металлы, взвешенные вещества, фториды, цианиды, аммонийный азот, нефтепродукты, фенолы, смолы
Теплоэнергетическая	Минеральные соли, СПАВ, нефтепродукты, тепловое загрязнение
Химическая промышленность	Фенолы, нефтепродукты, СПАВ, ароматические углеводороды, неорганика
Горнодобывающая, угольная	Флотореагенты, неорганические вещества, фенолы, взвешенные вещества
Лёгкая, текстильная	СПАВ, нефтепродукты, органические красители, другие органические вещества
Пищевая	Взвешенные вещества, жир, общий и аммонийный азот, хлориды, фосфаты, тяжёлые металлы, СПАВ, нефтепродукты

Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.). Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели вод.

Тепловое загрязнение связано с повышением температуры воды в результате соприкосновения с более нагретыми поверхностями или при смешивании с нагретыми технологическими водами. При повышении температуры происходит изменение газового и химического состава в водах, в частности уменьшение концентрации растворенного кислорода, что ведёт к размножению анаэробных бактерий и выделению ядовитых газов – сероводорода и метана. В загрязнённой воде с повышением температуры начинают бурно размножаться болезнетворные микроорганизмы и вирусы. Попав в питьевую воду, они могут вызвать вспышки различных заболеваний.

Сточные воды, вызывающие загрязнение водоемов, – это чрезвычайно сложные многокомпонентные растворы, содержащие растворимые и нерастворимые вещества, агрессивные, токсичные, пожаро- и взрывоопасные вещества. По общепринятой укрупнённой классификации сточные воды промышленных предприятий делятся на производственные, хозяйственно-бытовые и атмосферные.

Подсчитано, что ежегодно в мире сбрасывается более 420 км³ сточных вод, которые в состоянии сделать непригодной к употреблению около 7 тыс. км³ чистой воды, это почти в 6 раз больше всего речного стока России.

В настоящее время в качестве интегрального показателя качества воды в водотоке (водоеме) используют индекс загрязнения вод (ИЗВ), который рассчитывается по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \text{ИЗВ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где C_i и ПДК_i – соответственно, концентрация и предельно допустимая концентрация i -го ингредиента в воде; n – число показателей, используемых для расчета индекса, $n = 6$.

В число шести основных, так называемых «лимитируемых» показателей, при расчете ИЗВ входят в обязательном порядке концентрация растворенного кислорода и значение БПК_5 , а также значения еще 4 показателей, являющихся для данного водного объекта наиболее неблагоприятными, или которые имеют наибольшие приведенные концентрации (отношение $\frac{C_i}{\text{ПДК}_i}$).

Таковыми показателями, по опыту гидрохимического мониторинга водоемов, нередко бывают нитраты, нитриты, аммонийный азот (в форме органических и неорганических аммонийных соединений), тяжелые металлы (медь, марганец, кадмий и др.), фенолы, пестициды, нефтепродукты, СПАВ. Для расчета ИЗВ показатели выбираются независимо от лимитирующего признака вредности, однако при равенстве приведенных концентраций предпочтение отдается веществам, имеющим санитарно-токсикологический признак вредности (как правило, такие вещества обладают относительно большей токсичностью).

Взаимосвязь величины ИЗВ и качества воды в водоеме (водотоке) приведены в табл. 11.

Таблица 11

Критерии загрязненности вод по ИЗВ

Класс качества воды	Качество воды	Величина ИЗВ
I	Очень чистая	< 0,3
II	Чистая	более 0,3 до 1,0
III	Умеренно загрязненная	более 1,0 до 2,5
IV	Загрязненная	более 2,5 до 4,0
V	Грязная	более 4,0 до 6,0
VI	Очень грязная	более 6,0 до 10,0
VII	Чрезвычайно грязная	более 10,0

Самоочищение и окислительные процессы в водных экосистемах

Под самоочищением водной среды понимают совокупность физических, биологических и химических внутриводоемных процессов, направленных на снижение содержания загрязняющих веществ (ЗВ) в воде до уровня, не представляющего угрозы для функционирования экосистемы. Вклад отдельных

процессов и способность природной среды к самоочищению зависят от природы ЗВ. В соответствии с этим ЗВ условно делятся на три группы:

1. Консервативные вещества – неразлагающиеся или разлагающиеся в природной среде очень медленно. К ним относятся: ионы металлов, минеральные соли, гидрофобные соединения типа хлорорганических пестицидов, нефтяные углеводороды и радионуклиды. Снижение концентраций консервативных веществ в водной среде происходит лишь за счет разбавления, физических процессов массопереноса, физико-химических процессов комплексообразования, сорбции и бионакопления.

Самоочищение в данном случае имеет “кажущийся” характер, поскольку происходит лишь перераспределение и рассеяние ЗВ в ОС и загрязнение ими сопредельных объектов.

2. Биогенные вещества – это вещества, участвующие в биологическом круговороте. К ним относятся минеральные формы азота, фосфора и легкоусвояемые органические соединения.

В этом случае самоочищение водной среды происходит преимущественно за счет биохимических процессов.

3. Водорастворимые вещества, не вовлекаемые в биологический круговорот. Часто это токсичные вещества промышленного или сельскохозяйственного происхождения. Самоочищение водной среды от этих веществ осуществляется в основном за счет их химической и микробиологической трансформации.

В общем случае ЗВ участвуют в совокупности процессов массопереноса и трансформации. Наиболее значимыми для водной среды являются:

- физические процессы массопереноса – разбавление, перемешивание, вынос ЗВ в соседние водоемы, испарение, сорбция, бионакопление;
- микробиологическая трансформация;
- химическая трансформация: гидролиз, фотолиз, окисление.

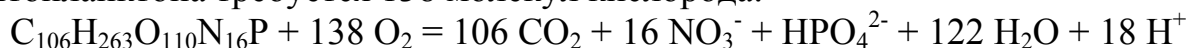
Основным окислителем в водоемах является растворенный кислород, который в основном попадает туда из воздуха. Концентрация растворенного кислорода рассчитывается по формуле согласно закону Генри:

$$[O_2] = K_T \cdot P(O_2),$$

где $K_T = 2,2 \cdot 10^{-8}$ моль/(л·Па) при 20°C.

При нормальном атмосферном давлении (101 кПа) и с учетом доли кислорода в воздухе ~ 21%, концентрация кислорода в воде составляет 14,6 мг/л. Растворенный кислород играет важнейшую роль в самоочищении водоемов. Подсчитано, что для окисления 100 г бензина необходимо израсходовать весь кислород, содержащийся в 4000 л воды. Критическое содержание кислорода в воде составляет 4-10 мг/л.

При фотосинтезе происходит нарастание биомассы фитопланктона. Общая формула фитопланктона – $C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P$. На разложение 1 молекулы фитопланктона требуется 138 молекул кислорода:



Следовательно, на окисление каждого избыточного килограмма фитопланктона, что наблюдается при эвтрофикации водоема, расходуется 0,62 кг кислорода, растворенного в объеме воды, равном 42 м³. В оценках использовалась максимальная концентрация растворенного кислорода, приведенная выше. Избыточная продуктивность водных экосистем из-за повышенной концентрации биогенных элементов в воде и минимального содержания растворенного кислорода приводит к эвтрофированию природных вод, что наглядно представлено в табл. 12.

Таблица 12

Фиксированные категории трофического состояния

Трофическое состояние	Среднее поступление фосфора, мкг/л	Содержание хлорофилла А, мг/л	
		среднее	максимальное
Ультраолиготрофное	< 4,0	< 1,0	< 2,5
Олиготрофное	< 10,0	< 2,5	8,0
Мезотрофное	10-35	2,5 – 8,0	8,0 - 25
Эвтрофное	35 - 100	8,0 - 25	25 - 75
Гипертрофное	> 100	> 25	> 75

Показатели качества воды

Для оценки качества воды используют следующие показатели: физические, химические, биологические, бактериологические, активная реакция воды.

К **физическим или общесанитарным** показателям качества воды относятся:

1. **Взвешенные вещества** – суспензированные частицы минерального или органического происхождения: песок, глина, планктон и др., способные выпадать в осадок, всплывать на поверхность воды или находиться во взвешенном состоянии. Взвешенные вещества характеризуют мутность воды, т.е. содержание в ней грубодисперсных примесей.

2. **Цветность воды** обусловлена присутствием в воде гумусовых и дубильных веществ, жиров, органических кислот и других органических соединений, придающих воде определенный цвет.

3. **Запах и вкус воды** определяется естественными или искусственными примесями и оценивается по пятибалльной шкале (от 0 – нет запаха, до 5 – очень сильный). Определение вкуса и запаха осуществляется органолептически, т.е. качественно. Сначала дается общая оценка запаха и вкуса. Он различается: на болотный, землистый, гнилостный, рыбный, ароматический, а затем оценивается по пятибалльной системе.

4. **Прозрачность воды** определяется по предельной высоте столба воды (300 мм), через который просматривается тест-объект.

Химические показатели делятся на пять групп: главные ионы, растворенные газы, биогенные вещества, микроэлементы и органические вещества.

1. **Главные ионы** – это наиболее распространенные в воде анионы HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , HSiO_3^- и катионы Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} (Fe^{3+}). Их соединения в пресных водах составляют 90-95% общего солесодержания. Среди главных ионов имеются соединения, определяющие жесткость воды, т.е. содержание в ней солей кальция и магния. **Карбонатная жесткость** (временная) обусловлена присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$), а **некарбонатная** (постоянная) - хлоридов и сульфатов кальция и магния. Суммарное содержание в воде солей Ca и Mg составляет **общую жесткость**.

С 1 января 2005 года в России введен новый Национальный стандарт Российской Федерации [19], согласно которому жесткость выражается в градусах жесткости ($^{\circ}\text{Ж}$). 1°Ж соответствует концентрации щелочно-земельного элемента, численно равной 1/2 его моля на литр ($1^{\circ}\text{Ж} = 1 \text{ мг-экв/л}$).

По величине общей жёсткости различают воду мягкую (до 2°Ж), средней жёсткости ($2 - 10^{\circ}\text{Ж}$) и жёсткую (более 10°Ж).

2. **Растворенные газы** – это в основном кислород, диоксид углерода, сероводород, активный хлор, остающийся при хлорировании питьевой воды, и некоторые другие.

3. **Биогенные вещества**, т.е. минеральные и органические соединения азота, железа и фосфора, необходимые для жизнедеятельности организмов и образующиеся в процессе обмена веществ.

4. **Микроэлементы** – это вещества, концентрация которых в воде менее 1 мг/л. В природных водах они содержатся в виде ионов, коллоидных частиц, взвесей и входят в состав минеральных и органических комплексов. Важными показателями являются содержание тяжелых металлов (Cu, V, Ni, Pb, Cd, Co, Al, Cr, Hg и др.), а также соединений йода и фтора.

5. **Органические вещества** в природных водах содержатся в виде **гумусовых соединений**, образующихся при разложении остатков растений и животных, а также таких загрязнителей, как фенольные и другие ароматические соединения, хлорорганические соединений, синтетические поверхностно-активные веществ (СПАВ), нефтепродукты и др.

Для характеристики загрязнения водных объектов такими примесями используются показатели:

- **окисляемость воды** ($\text{мгO}_2/\text{л}$) – это количество кислорода, необходимое для окисления примесей в заданном объеме воды;

- **биохимическое потребление кислорода, БПК** ($\text{мгO}_2/\text{л}$) – это количество кислорода, используемого при биохимических процессах окисления органических веществ (исключая процессы нитрофикации) за определенное время инкубации пробы: 2, 5, 10 суток (БПК_2 , БПК_5 , ..., $\text{БПК}_{\text{полн}}$);

- **химическое потребление кислорода, ХПК** ($\text{мгO}_2/\text{л}$) – это количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя (как правило

бихромата калия), необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде.

Биологический показатель качества воды характеризуется наличием в природных водах микроорганизмов – гидробионтов и гидрофлоры. Количество этих организмов определяется при микробиологических исследованиях проб воды.

Бактериологический показатель – “коли-индекс”, который характеризует ее безвредность с точки зрения присутствия в ней болезнетворных организмов. Он определяет содержание бактерий групп кишечной палочки в 1 л воды.

Активная реакция воды оценивается по концентрации в воде ионов водорода (рН). Этот показатель для воды с нейтральной реакцией равен ~7, с щелочной более 7 и с кислой менее 7.

Нормирование качества воды

Водные объекты в соответствии с [20] подразделяются на два вида водопользования:

- хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое;
- рыбохозяйственное.

Хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование подразделяется на две категории:

- **к первой категории водопользования** относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности;

- **ко второй категории водопользования** относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования (купания, занятий спортом и отдыха населения).

К **водным объектам рыбохозяйственного** значения относятся объекты, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биоресурсов.

Категории рыбохозяйственного водопользования:

- **высшая категория** – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных и ценных пород рыб и других промысловых водных организмов;

- **первая категория** – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных пород рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

- **вторая категория** – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

Предусматриваются следующие **виды нормативов**:

- общие требования к составу и свойствам воды, водных объектов в зависимости от вида водопользования [20] (приложение 2 табл. 1);

- перечень ПДК (мг/л) нормированных веществ в воде водных объектов для различных видов водопользования.

ПДК для воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, ПДК_{хп} (мг/л) — максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующем поколениях, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не ухудшать гигиенические условия водопользования [21].

Предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей, ПДК_{вр} (мг/л) — это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых [22].

В случае отсутствия норматива ПДК для загрязняющего вещества допускается пользоваться временными нормативами:

- **ориентировочно безопасный уровень воздействия ОБУВ_в загрязняющего вещества в воде** (мг/л) — временный ориентировочный гигиенический норматив содержания вредных веществ в водоемах, который определяется путем расчета по параметрам токсикометрии и по физико-химическим свойствам. Утверждается Минздравом России на ограниченный срок (2–3 года), после чего должен быть заменен ПДК, переутвержден на новый срок или отменен в зависимости от перспективы применения вещества и имеющейся информации о его токсичных свойствах.

- **ориентировочный допустимый уровень химического вещества в воде, ОДУ** (мг/л) — временные гигиенические нормативы, разрабатываемые на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями [23].

Предельно допустимая концентрация вещества в воде устанавливается:

• для **хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования** (ПДК_{хп}) с учетом трех показателей вредности:

- органолептического;
- общесанитарного;
- санитарно-токсикологического;

• **рыбохозяйственного водопользования** (ПДК_{вр}) с учетом пяти показателей вредности:

- органолептического;
- общесанитарного;
- санитарно-токсикологического;
- токсикологического;
- рыбохозяйственного.

Органолептический показатель вредности характеризует способность вещества изменять органолептические свойства воды.

Общесанитарный показатель определяет влияние вещества на процессы естественного самоочищения вод за счет биохимических и химических реакций с участием естественной микрофлоры.

Санитарно-токсикологический показатель характеризует вредное воздействие на организм человека.

Токсикологический показатель показывает токсичность вещества для живых организмов, населяющих водный объект.

Рыбохозяйственный показатель вредности определяет порчу качеств промысловых рыб.

По величине ПДК_{вр} с учетом лимитирующего признака вредности (ЛПВ), способности к материальной кумуляции (накопление вещества при воздействии на организм) и стабильности вещества в воде для водоемов рыбохозяйственного водопользования выделяют 4 класса опасности загрязняющих воду веществ табл. 13.

Таблица 13

Классификация загрязняющих воду химических веществ

Класс вещества	ПДК _{вр} , мг/л происхождение вещества	Способность к материальной кумуляции	Стабильность веществ в воде	Отношение концентрации вещества в организме и в воде
I чрезвычайно опасные	Менее 0,00001 ксенобиотики	Высокая	Более 180 суток при 20°C	Более 1000
II высоко- опасные	0,0001 – 0,00001 ксенобиотики	Умеренная	60-180 суток при 20°C	200 – 1000
III опасные	0,01 – 0,0001 ксенобиотики и вещества природного происхождения	Слабая	Менее 60 суток при 20°C	51 – 200
IV умеренно опасные	Более 0,1 в большей части вещества природного происхождения	Отсутствует	10 суток при 20°C	1,1 – 50

Работы по контролю качества воды выполняются Росгидрометом для поверхностных вод, Минприроды в случае подземных и сточных вод предприятий и Роспотребнадзором для участков водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В соответствии с документами [24-25] устанавливаются предельно допустимые концентрации вредных веществ в питьевой воде (ПДК_{пв}, мг/л) по органолептическому или санитарно-токсикологическому ЛПВ.

Основные принципы рационального использования и охраны водных ресурсов

Водное законодательство РФ состоит из Водного кодекса РФ, принимаемых в соответствии с ним федеральных законов и иных нормативных актов РФ, а также нормативных актов субъектов РФ. В нем подчеркивается, что поверхностные водоисточники должны использоваться, прежде всего, для удовлетворения питьевых и бытовых нужд населения. Для этих целей используются защищенные от загрязнений поверхностные и подземные водные объекты. Централизованное питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение населения осуществляют специальные организации, имеющие лицензию на водопользование. Согласно Водному кодексу РФ водопользователи обязаны стремиться сокращать изъятие и предотвращать потери воды, не допускать загрязнения, засорение и истощение водных ресурсов, обеспечивать сохранение температурного режима водных объектов. Запрещается сброс сточных и дренажных вод в водные объекты:

- содержащие природные лечебные ресурсы;
- отнесенные к особо охраняемым;
- находящиеся в курортных зонах и местах массового отдыха населения;
- находящиеся в местах нереста и зимовки ценных и особо охраняемых видов рыб, в местах обитания ценных и занесенных в Красную книгу видов животных и растений.

Поддержание поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем экологическим требованиям, обеспечивается установлением предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты. Эти нормативы устанавливаются исходя из:

1. Предельно допустимой величины антропогенной нагрузки, длительное воздействие которой не приведет к изменению экосистемы водного объекта.

2. Предельно допустимой массы вредных веществ, которая может поступать в водный объект и на его водосборную площадь. Уменьшение поступления примесей достигается реализацией мероприятий, способствующих задержанию стока на водосборе. К ним относятся:

- повышение степени лесистости водосбора;
- лиманное орошение, т.е. использование пониженных или специально обвалованных участков с/х полей, затопляемых водой в весенний период;
- вспашка сельскохозяйственных угодий в осенний период способствует задержке талых вод в весенний период.

3. Величин нормативно-допустимых сбросов (НДС) или временно согласованных сбросов (ВСС) в водные объекты.

Оценка уровня воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду при поступлении сточной воды в водоем

Понятие нормативно допустимых сбросов (НДС)

Разработка Проекта нормативно допустимых сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов (проект НДС) выполняется во исполнение ФЗ №7 «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г., Водного кодекса РФ от 03.06.2006 № 73-ФЗ и СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Проект НДС разрабатывается для проектируемых, реконструируемых и действующих предприятий – водопользователей. При установлении НДС в водный объект загрязняющих веществ, образующихся на предприятии в результате производственной или иной хозяйственной деятельности, используются следующие основные правила.

1. Каждый субъект хозяйственной деятельности, являющийся источником загрязнения водных объектов, обязан иметь согласованный проект нормативов НДС.

2. Норматив НДС устанавливается для каждого загрязняющего вещества (с учетом наличия веществ I и II классов опасности с одинаковыми лимитирующими признаками вредности (ЛПВ)), для каждого выпуска сточных вод и предприятия в целом.

3. Норматив НДС должен задавать количество загрязняющего вещества (г/с), сбрасываемого в водный объект в единицу времени, при котором его концентрация в установленном контрольном створе или на участке водного объекта (с учетом его целевого использования) не должна превышать соответствующую предельно допустимую концентрацию. Контрольный створ представляет собой поперечное сечение водного потока ниже места сброса сточных вод данным объектом, в котором контролируются показатели качества воды.

4. При превышении ПДК в контрольном створе норматив НДС устанавливается исходя из условия сохранения (не ухудшения) состава и свойств воды в водных объектах, сформировавшихся под влиянием природных факторов.

5. При отсутствии на момент установления норматива НДС объективной технической или экономической возможности его достижения на определенный срок устанавливаются лимиты **временно согласованных сбросов** (ВСС, г/с) загрязняющих веществ с поэтапным сокращением сбросов до уровня НДС. Лимиты ВСС согласовываются и утверждаются Ростехнадзором при предоставлении предприятиями (организациями) «Плана природоохранных мероприятий по достижению нормативов НДС».

6. При установлении нормативов НДС и лимитов ВСС учитывают:
- характеристики водоемов, включая их ассимилирующую способность;

- вид водопользования;
- параметры и расположение выпусков сточных вод;
- значения фоновых концентраций в водном объекте.

7. В случае одновременного использования водного объекта для различных целей к составу и свойствам воды принимаются наиболее жесткие нормы из числа установленных.

Проект устанавливается сроком на пять лет. Пересмотр и уточнение НДС осуществляется до истечения срока их действия в следующих случаях:

- при изменении более чем на 20% показателей, определяющих водохозяйственную обстановку на водном объекте (появление новых и изменение параметров существующих сбросов сточных вод и водозаборов, изменение расчетных расходов водотока, фоновой концентрации и др.);
- изменении технологии производства, методов очистки сточных вод, параметров сброса;
- утверждении в установленном порядке нормативов допустимого воздействия на водные объекты.

Разработка Проекта НДС осуществляется в соответствии с Методикой разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей, утвержденной Приказом МПР России от 17.12.2007 № 333.

Проект НДС включает следующие разделы:

- введение;
- общие сведения о предприятии, его роде деятельности, основных процессах и структуре;
- характеристика современного состояния водного объекта (выявляются водоохранные ограничения в районе расположения исследуемого объекта: зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, водоохранные зоны водных объектов);
- характеристика предприятия как источника загрязнения (определяются способы отведения сточных вод с территории, наличие ливневой канализации и очистных сооружений, пути отведения хозяйственно-бытовых сточных вод);
- расчет нормативно допустимых сбросов;
- обработка, складирование и использование осадков сточных вод (в случае наличия очистных сооружений на территории предприятия);
- предложения по предупреждению аварийных сбросов сточных вод;
- контроль соблюдения нормативов;
- приложения, включающие схему водопотребления и водоотведения и расчет предельно допустимого сброса загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами.

Критерии качества вод водного объекта

При установлении норматива допустимого сброса по отдельным загрязняющим веществам в качестве критерия качества вод водного объекта используется условие, ограничивающее создаваемую сбросом концентрацию

$C_{\max i}$ загрязняющего вещества в установленном контрольном створе или на участке водного объекта (с учетом его целевого использования) с учетом фона $C_{\phi i}$:

$$C_{\max i} + C_{\phi i} \leq \text{ПДК}_i \quad (16)$$

или

$$\frac{C_{\max i} + C_{\phi i}}{\text{ПДК}_i} \leq 1. \quad (17)$$

При установлении норматива допустимого сброса для загрязняющих веществ I и II классов опасности с одинаковыми лимитирующими признаками вредности (ЛПВ) используется условие:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_{\max i} + C_{\phi i}}{\text{ПДК}_i} \leq 1, \quad (18)$$

где n - количество веществ с одинаковыми лимитирующими признаками вредности.

При разработке НДС загрязняющих веществ в водные объекты используются следующие нормативы качества воды, установленные нормативными документами федерального уровня:

- предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в водах объектов, используемых для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых целей, ПДК_{хп};

- предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в водах объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, ПДК_{вр};

- ориентировочно допустимые уровни ОДУ;

- ориентировочно безопасные уровни воздействия ОБУВ.

Если природное фоновое содержание загрязняющих веществ в водном объекте по каким-либо показателям не обеспечивает нормативное качество воды в контрольном створе, то НДС по этим показателям устанавливается исходя из условий соблюдения природного фонового качества воды в контрольном створе.

Методика оценки степени загрязнения сточных вод, поступающих в водный объект

1. Расчет максимальной фактической массы загрязняющего вещества, содержащегося в сточной воде (M_{ϕ}).

Расчет проводят по условию задачи. Формула для расчета массы фактического сброса, г/с:

$$M_{\phi} = C_{\max} q, \quad (19)$$

где C_{\max} – максимальная концентрация загрязняющего вещества в сточной воде, г/м³; q – максимальный расход сточной воды, м³/с.

Примеры расчета M_{ϕ} приведены в приложении 2.

2. Расчет величин НДС для отдельных выпусков сточных вод в водотоки.

Величина НДС рассчитывается по формуле, г/с:

$$\text{НДС} = q \cdot C_{\text{ндс}}, \quad (20)$$

где $C_{\text{ндс}}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточной воде, г/м³.

Расчетная формула для определения $C_{\text{ндс}}$ без учета неконсервативности вещества имеет вид:

$$C_{\text{ндс}} = n(\text{ПДК} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}}, \quad (21)$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, используемого для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых целей (ПДК_{хп}) или для рыбохозяйственных целей (ПДК_{вр}), мг/л.

Значения ПДК для некоторых веществ приведены в табл. 6 и 7 приложения 2, в табл. 2 приложения 3 [21-23]; $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества – это концентрация химического вещества в конкретном створе водного объекта, расположенном выше контролируемых источников этого вещества, при неблагоприятных условиях, обусловленных как естественными, так и антропогенными факторами воздействия, мг/л. При отсутствии дополнительных данных $C_{\text{ф}}$ принимается равной 0,3ПДК;

n – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке, равная произведению кратности начального разбавления $n_{\text{н}}$ на кратность основного разбавления n_0 (основное разбавление, возникающее при перемещении воды от места выпуска к расчетному створу):

$$n = n_{\text{н}} \cdot n_0. \quad (22)$$

Если скорость поступления сточных вод в водоток менее 2 м/с, то расчет начального разбавления не производится.

Кратность основного разбавления n_0 определяется по методу В.А.Фролова – И.Д. Родзиллера:

$$n_0 = \frac{q + \gamma \cdot Q}{q}, \quad (23)$$

где Q – расчетный расход водотока, м³/с; γ – коэффициент смешения, показывающий какая часть речного расхода смешивается со сточными водами в максимально загрязненной струе расчетного створа:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{l}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{l}}} \quad (24)$$

где l – расстояние от выпуска до расчетного створа по фарватеру, м;
 α – коэффициент, учитывающий гидравлические условия в реке:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q^2}}, \quad (25)$$

где φ - коэффициент извилистости (отношение расстояния до контрольного створа по фарватеру l к расстоянию по прямой l_n):

$$\varphi = \frac{l}{l_n}; \quad (26)$$

ξ - коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод (при выпуске у берега $\xi = 1$, при выпуске в стрежень реки $\xi = 1,5$);

D - коэффициент турбулентной диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$. Для летнего времени:

$$D = \frac{g \cdot V \cdot H}{37 \cdot n_{ш} \cdot C^2}, \quad (27)$$

где g - ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$; V - средняя скорость течения реки, $\text{м}/\text{с}$; H - средняя глубина реки, м ; $n_{ш}$ - коэффициент шероховатости ложа реки, определяемый по справочным данным (по таблице М.Ф.Срибного), в расчетах можно принять равным 0,02;

C - коэффициент Шези ($\text{м}^{0,5}/\text{с}$), определяемый по формуле Н.Н.Павловского (при $H \leq 5 \text{ м}$):

$$C = \frac{R^y}{n_{ш}}, \quad (28)$$

где R - гидравлический радиус потока, м ($R \approx H$);

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n_{ш}} - 0,1). \quad (29)$$

Рассмотренный метод может применяться при соблюдении следующего неравенства:

$$0,0025 \leq \frac{q}{Q} \leq 0,1. \quad (30)$$

3. Оценка степени экологической опасности сброса загрязняющего вещества.

Если $M_{\phi} \leq \text{НДС}$ – сброс загрязняющего вещества считается экологически безопасным. Снижение массы загрязняющего вещества в сточной воде не требуется.

Если $M_{\phi} > \text{НДС}$ – сброс считается экологически опасным, необходимо предусмотреть систему очистки.

Для экологически опасного сброса загрязняющего вещества рассчитывают необходимую степень очистки, выбирают наиболее эффективный способ очистки сточных вод, подбирают очистное оборудование.

Необходимую степень очистки рассчитывают по формуле, %:

$$x = 100 \frac{M_{\phi} - \text{НДС}}{M_{\phi}}. \quad (31)$$

Выбор метода очистки сточных вод осуществляется в зависимости от природы вещества, его концентрации, необходимой степени очистки и т.д. Характеристика методов очистки сточных вод приведена в литературе [16-18].

Массу фактического сброса загрязняющего вещества (M_{ϕ}') после очистки находят по формуле, г/с:

$$M_{\phi}' = \frac{(100 - x')M_{\phi}}{100}, \quad (32)$$

где x' – фактическая степень очистки предлагаемого метода, %.

Значение M_{ϕ}' сравнивают с нормативом НДС и оценивают степень экологической опасности сброса загрязняющего вещества (см. выше).

Если $M_{\phi}' \leq \text{НДС}$, то необходимая степень очистки достигнута, сброс загрязняющего вещества экологически безопасен. Если $M_{\phi}' > \text{НДС}$, то необходимо предусмотреть вторую ступень очистки сточных вод. Рассчитывают массу фактического сброса загрязняющего вещества после второй системы доочистки, г/с:

$$M_{\phi}'' = \frac{(100 - x'')M_{\phi}'}{100}. \quad (33)$$

Расчет проводят до тех пор, пока не будет соблюдаться условие $M_{\phi}^n \leq \text{НДС}$, где n – количество ступеней очистки.

Сброс сточной воды в систему городской канализации

Общие положения

Нормирование качества сточных вод абонентов, отводимых в системы канализации населенных пунктов, проводится с целью:

- предотвращения загрязнения окружающей природной среды;
- обеспечения безаварийной и безопасной работы сетей и сооружений канализации;
- обеспечения установленных организациям ВКХ нормативов сброса загрязняющих веществ в водные объекты.

Основные принципы нормирования качества сточных вод, отводимых абонентами в системы канализации населенных пунктов:

- необходимость соблюдения на выпуске систем канализации населенных пунктов величин допустимых концентраций загрязняющих веществ и общих свойств сточных вод, установленных специально уполномоченным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда;
- учет фактических параметров очистки сточных вод на канализационных очистных сооружениях;
- учет требований к защите сетей и сооружений системы канализации, исходя из требований к регламенту их эксплуатации (предотвращение заиливания, зажиривания, закупорки труб, агрессивного влияния на материал труб, колодцев, оборудования, а также обеспечения технологического режима очистки) и т.д.

Нормативы водоотведения по качеству сточных вод абонентов, разрабатываются для каждого населенного пункта в соответствии с утвержденными местными условиями, которые должны содержать [26-27]:

- нормативные показатели общих свойств сточных вод, принимаемых в системы канализации населенного пункта (приложение 2 табл. 2);
- усредненную характеристику качества бытового стока, отводимого абонентами жилищного фонда (приложение 2 табл. 3 и 4);
- перечень веществ, запрещенных к сбросу в системы канализации населенного пункта (приложение 2 табл. 5);
- перечень веществ, удаляемых в процессе биологической очистки с указанием их лимитирующего признака вредности (ЛПВ), допустимой концентрации для биологической очистки, достигаемой эффективности удаления и ПДК в воде водных объектов (приложение 2 табл. 6);
- перечень загрязняющих веществ, не удаляемых в процессе биологической очистки (приложение 2 табл. 7).

Производят расчет допустимой концентрации загрязняющих веществ в сточных водах (ДК), отводимых абонентами в системы канализации населенных пунктов.

Оценка возможности поступления сточной воды предприятия, содержащей загрязняющее вещество, в систему городской канализации

1. Не допускается поступление в горколлектор сточной воды, содержащей загрязняющие вещества, входящие в перечень веществ, запрещенных к сбросу в систему городской канализации (приложение 2 табл. 5).

2. Качество сточной воды, поступающей в систему горколлектора, должно отвечать нормативным показателям общих свойств сточных вод (приложение 2 табл. 2).

3. Нормативы допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах абонентов (ДК_{аб}) принимаются по наименьшей из величин:

$$ДК_{аб} = \min(C_{пр}, C_{сеть}), \quad (34)$$

где $C_{сеть}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, установленная исходя из условий предупреждения заиливания и агрессивного воздействия на сети коммунальной канализации, мг/л.

Принимается по показателям: температура, общая минерализация, взвешенные вещества и сульфиды (табл. 2 приложения 2). При отсутствии данных в табл. 2 приложения 3 величина $C_{сеть}$ не учитывается.

$C_{пр}$ – расчетная величина допустимой концентрации загрязняющего вещества в сточных водах, отводимых прочими абонентами в систему канализации, мг/л. Рассчитывается по формуле:

$$C_{пр} = \frac{Q}{Q_{пр}}(C_{ГСВ} - C_{жил}) + C_{жил}, \quad (35)$$

где Q – годовой расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения, м³/год; $Q_{пр}$ – годовой расход сточных вод прочих абонентов, м³/год;

$C_{жил}$ – фактическая усредненная концентрация загрязняющего вещества в составе бытового стока сточных вод абонентов жилищного фонда, мг/л (табл. 3

и 4 приложения 2). При отсутствии данных в табл. 3 и 4 приложения 2 принимается равной нулю;

$C_{гсв}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточных водах населенного пункта, поступающих на очистные сооружения, мг/л. Назначается по наименьшему для конкретного загрязнения значению из сравниваемых $C_{гсвр}$, $C_{бос}$, мг/л:

$$C_{гсв} = \min (C_{гсвр}; C_{бос}), \quad (36)$$

где $C_{бос}$ - концентрация загрязняющего вещества в составе СВ населенного пункта, не оказывающая отрицательного влияния на технологический режим работы сооружений биологической очистки, мг/л (табл. 6 приложения 2);

$C_{гсвр}$ - максимально допустимая концентрация загрязняющего вещества в СВ, поступающих на очистные сооружения канализации, исходя из условий обеспечения нормативного качества СВ на сбросе в водный объект, мг/л:

$$C_{гсвр} = \frac{ПДК100}{100 - \varepsilon}, \quad (37)$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация вещества в воде водотока, используемого для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых целей (ПДК_{хп}) или для рыбохозяйственных целей (ПДК_{вр}), соответственно, мг/л (табл. 6 приложения 2);

ε – эффективность очистки загрязняющего вещества, удаляемого на очистных сооружениях горколлектора, % (табл. 6 приложения 2).

Для веществ, не удаляемых на стадии биологической очистки (табл. 7 приложения 2), величина $C_{гсвр} = ПДК$ для водоема соответствующего вида водопользования.

Если в результате расчета получили, что $C_{гсв} < C_{жил}$, то $ДК_{аб} = C_{гсв}$.

Необходимая эффективность очистки сточных вод от загрязняющего вещества на очистных сооружениях предприятия рассчитывается по формуле, %:

$$\varepsilon_{пр} = (1 - \frac{ДК_{аб}}{C_{мах}})100, \quad (38)$$

где $C_{мах}$ - максимальная фактическая концентрация загрязняющего вещества в сточных водах предприятия, мг/л.

Режимы водоотведения и водопотребления. Замкнутые водооборотные циклы

В норму водопотребления предприятий входят все расходы воды – производственные, хозяйственно-питьевые, бытовые и т.д. Норма водоотведения включает количество выпускаемых в водоем стоков – очищенных, бытовых, атмосферных, фильтрационных из прудов осветлителей и шламонакопителей. Нормы водоотведения и водопотребления выражаются в м³/т готовой продукции или используемого сырья.

Системы водного хозяйства в составе предприятий строятся в виде комплекса сооружений, обеспечивающих требуемое качество и количество воды различного назначения. В этот комплекс входят сооружения по забору воды из источника водоснабжения, сети подачи и отведения воды, насосные станции, сооружения по водоподготовке и очистке сточных вод, обработке осадков, стабилизации воды по физико-химическому составу, извлечению полезных компонентов.

Действующие на практике системы водоснабжения классифицируются по следующим основным признакам:

- по назначению: хозяйственно-питьевые; противопожарные; производственные; сельскохозяйственные. Перечисленные типы систем могут быть как самостоятельными, так и объединенными. Объединяют системы в том случае, если требования, предъявляемые к качеству воды одинаковые или это выгодно экономически;

- характеру используемых природных источников: системы, получающие воду из поверхностных источников (реки, озера, водохранилища, моря, океаны); системы, забирающие воду из подземных источников (артезианские, грунтовые); системы смешанного питания (при использовании различных видов водоисточников);

- территориальному признаку (охвату): локальные (одного объекта) или местные; групповые или районные, обслуживающие группу объектов; внеплощадочные; внутриплощадочные;

- способам подачи воды: самотечные (гравитационные); напорные (с механической подачей воды с помощью насосов); комбинированные;

- видам обслуживаемых объектов: городские; поселковые; промышленные; сельскохозяйственные; железнодорожные и т.д.;

- по способу доставки и распределения воды: централизованные; децентрализованные; комбинированные;

- структуре различают прямоточную, последовательную, обратную, бессточную и безотходную схемы водоснабжения.

В схеме **прямоточного водоснабжения** (рис.3.) вода забирается из источника, используется на технологические нужды и после очистки сбрасывается в водоем или горколлектор. При этом на стадии использования имеются безвозвратные потери.

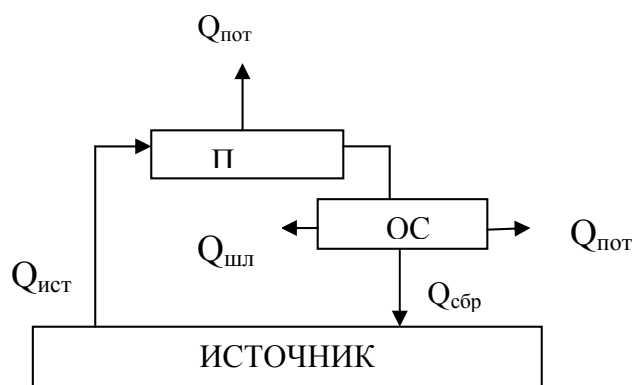


Рис. 3. Схема проточного водоснабжения: П - потребители воды; ОС - очистные сооружения; $Q_{ист}$ - свежая вода из источника; $Q_{пот}$ - безвозвратные потери воды; $Q_{шл}$ - шламовые воды; $Q_{сбр}$ - вода, сбрасываемая в водоем

В *последовательной схеме* (рис. 4.) взятая из источника вода используется последовательно на нескольких стадиях технологического процесса, после многократного использования очищается и сбрасывается.

По сравнению с проточной схемой снижается потребление свежей воды.

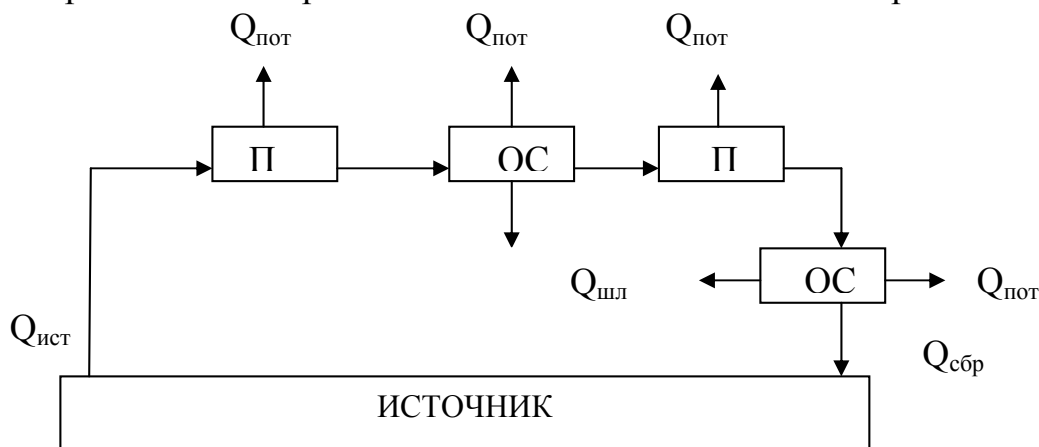


Рис.4. Схема последовательного водоснабжения

В *оборотной схеме* (рис.5) часть очищенной воды возвращается обратно в производство, сокращая еще более потребление свежей воды и уменьшая влияние на ОС. Часть воды сбрасывается и подкачивается свежая вода. Сброс сточных вод в водоем сокращается в 10-50 раз по сравнению с проточной схемой.

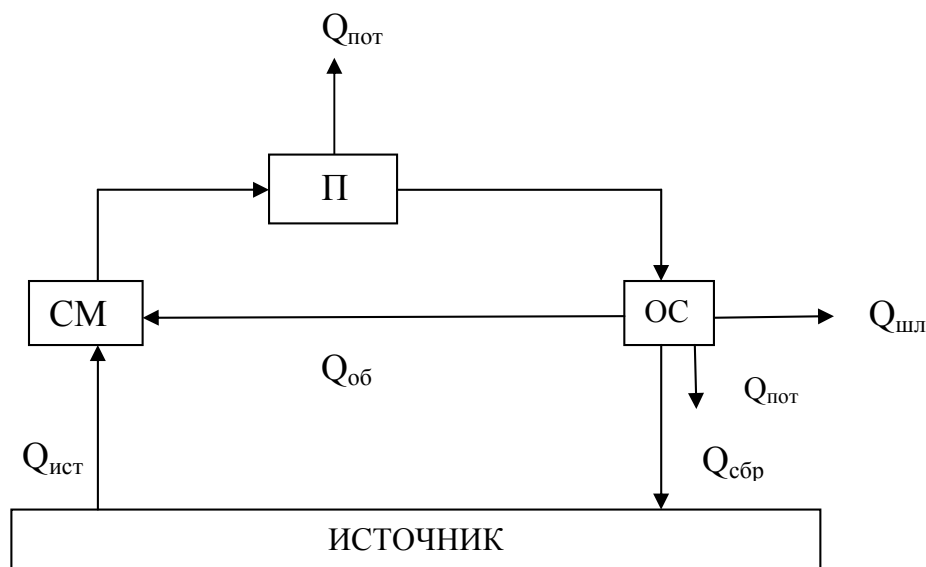


Рис.5. Схема оборотного водоснабжения: СМ–смеситель воды;
 $Q_{об}$ – оборотная вода

Для сокращения сбросов сточных вод до минимума следует переходить к **замкнутой бессточной системе водообеспечения** (рис.6.), т.е. созданию замкнутых водооборотных систем (ЗВС). Под ЗВС понимают такую систему водного хозяйства, при которой все отработанные воды используют в производстве повторно или многократно без очистки, либо после соответствующей очистки, полностью исключая сброс производственных сточных вод в водные объекты. Подпитка свежей водой применяется в случае недостатка очищенных вод для восполнения имеющихся в системе потерь.

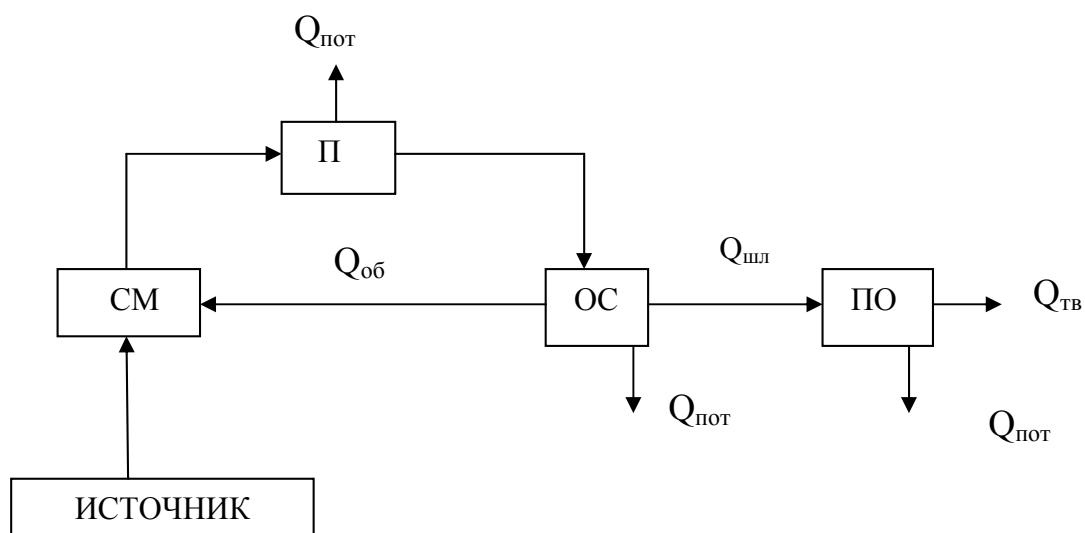


Рис.6. Бессточная схема водоснабжения: ПО – переработка осадка;
 $Q_{тв}$ - твердый осадок

Создание таких систем позволяет:

- рационально использовать воду в технологических процессах, резко сократить промышленное потребление свежей воды и использовать её только для хозяйственно-питьевых целей и восполнения потерь в оборотных системах;
- существенно снизить или исключить потери ценного сырья и материалов со сточными водами;
- снизить затраты на закупку воды;
- нормализовать санитарно-гигиенические условия работы персонала;
- исключить загрязнение ОС.

Применение замкнутых систем водообеспечения при проектировании химических предприятий позволяет размещать эти объекты в районах с ограниченными водными ресурсами, но обладающих благоприятными экономико-географическими условиями для развития производительных сил.

Определение необходимого качества воды для каждой технологической операции в зависимости от качества продукции, безаварийности работы оборудования и сохранения здоровья работающих.

Особенности технологии: расход воды, с учетом подпитки и плата за нее, токсикологические характеристики веществ в стоках, биообрастание и коррозия оборудования и т.п.

Общие требования к рациональному использованию воды для всех отраслей промышленности, т.е. замена воды (например, использование воздушного охлаждения вместо водяного, проведение процессов в неводных средах и т.п.), многократное использование воды без очистки там, где это возможно, обязательная регенерация кислот и щелочей, использование водных методов очистки только при отсутствии других и т.п.

Количественными показателями рационального использования воды являются коэффициент использования оборотной воды ($K_{об}$) и коэффициент использования свежей воды ($K_{св}$):

$$K_{об} = Q_{об} / (Q_{об} + Q_{св}) ,$$

$$K_{св} = (Q_{св} - Q_{об}) / Q_{св} ,$$

где $Q_{св}$, $Q_{об}$ – количество используемой свежей и оборотной воды соответственно. Оба коэффициента должны стремиться к 1.

ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ

Строение и состав литосферы. Почвы

Наша планета Земля состоит из ядра, мантии и земной коры (рис.7, табл. 14).

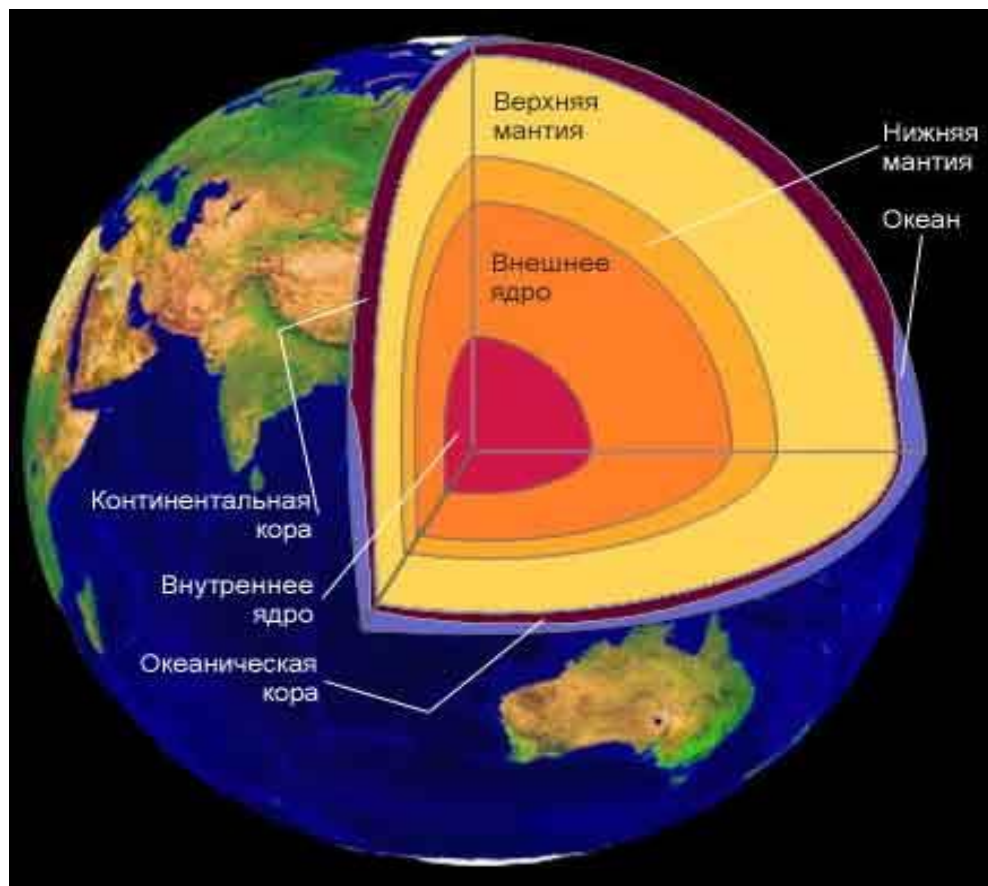


Рис.7. Внутреннее строение Земли.

Таблица 14

Структура внутреннего строения Земли

<i>Геосфера</i>	<i>Глубина в км</i>	<i>Состояние</i>
Кора	10-70	Твёрдое
Мантия верхняя	до 1000	Полужидкое
Мантия нижняя	1000-2900	Твёрдое
Ядро внешнее	2900-5270	Жидкое
Ядро внутреннее	5270-6370	Твёрдое

Земная кора – это верхняя оболочка, простирающаяся на материках вглубь от 35 до 70 км, а на океаническом дне от 5 до 10 км. Температура, давление и плотность возрастают с глубиной. Температура ядра достигает 10000 К, а его плотность 13 г/см³. Ядро состоит из сплава железа и никеля. Возраст самых древних пород коры не менее 4,5 млрд лет, её плотность 3 г/см³ – примерно в два раза меньше, чем средняя плотность Земли – 5,5 г/см³.

Земля – это эллипсоид вращения со средним радиусом ~ 6371 км и массой 6·10²¹ тонн.

В Земле содержится около 90 химических элементов. Состав земной коры выражается в кларках, т.е. это среднее содержание химического элемента в процентах. Преобладающими являются: O, Si, Fe, Mg, Ni, S, Al, Na, K, H, C, Ca, Ti – их общее количество составляет 99,9 %. Элементы в земной коре содержатся в виде соединений – минералов, которые существуют, как правило, в виде комплексных агрегатов – горных пород. Различают три группы горных пород: магматические (основной элемент - Si), осадочные и метаморфические.

Преобразование магматических пород в метаморфические осуществляется в процессах выветривания. Существуют три формы выветривания:

- механическое, под действием колебаний температуры и осадков (без изменения химического состава);
- химическое (с изменением химического состава);
- биологическое (под действием живых организмов).

Совокупность различных форм выветривания ведет к образованию почв.

Почва – это обладающая плодородием сложная поликомпонентная и полифункциональная многофазная система в поверхностном слое литосферы, образовавшаяся под влиянием следующих факторов: климата, рельефа, живых организмов, материнской горной породы и времени.

Почвенный покров образует педосферу, которая выполняет следующие глобальные функции:

- обеспечивает существование жизни на Земле;
- регулирует взаимодействие большого «геологического» и малого биотического круговоротов;
- в почвах аккумулируются элементы питания, которые через трофические цепи возвращаются в почву;
- педосфера поддерживает химический состав атмосферы и гидросферы, т.к. почвенное «дыхание» совместно с фотосинтезом и дыханием животных определяют состав приземного слоя атмосферы, а через круговорот воды почва влияет на состав веществ, поступающих в гидросферу.

Почва состоит из твердой составляющей (40-45 % объема), почвенного раствора (до 35%) и почвенного воздуха. В состав почвы входят минеральные и органические вещества. Плодородные почвы содержат 95% неорганических веществ и 5% органических. Совокупность всех органических соединений, находящихся в почве, но не входящих в состав живых организмов, называется **гумусом**. В составе гумуса различают специфические гумусовые вещества (гуминовые кислоты и фульвокислоты) и неспецифические органические

соединения (группа органических веществ, поступающих в почву из разлагающихся растительных и животных остатков: лигнин, целлюлоза, протеин, аминокислоты, моносахара, воски, животные кислоты и т.п.). Запасы и состав гумуса – важнейший агрономический показатель почв. Главными причинами его потери в настоящее время являются:

- уменьшение количества растительных остатков, поступающих в почву, при смене естественного биоценоза агроценозом;
- усиление минерализации органического вещества из-за интенсивной обработки почв;
- внесение кислых удобрений и активизация микрофлоры;
- эрозионные потери вследствие водной и ветровой эрозии;
- опустынивание и засоление.

Скорость потери плодородных почв увеличилась за последние 50 лет примерно в 30 раз и составляет 8 – 15 млн т/год, т.е. все приведенные выше процессы прогрессируют во времени и определяют качество земной коры.

Основными физико-химическими свойствами почвы являются:

- **Катионнообменная способность** – способность почвы к обмену между твердой частью почвы и почвенным раствором определяет:

- физические свойства почвы, например, структуру;
- поглощение органических веществ твердой фазой почвы и образование органоминеральных комплексов;
- рН почвенных растворов и их солевой состав;
- наличие минеральных источников питания растений.

Совокупность минеральных, органических и органоминеральных компонентов твердой фазы почвы, обладающих ионно-обменной способностью, называется **почвенно-поглощающим комплексом (ППК)**.

Важной характеристикой катионного обмена является **емкость катионного обмена (ЕКО)** в мг-экв/100 г почвы. ЕКО для кварца = 0, а для гуминовых кислот = 1000.

- **Почвенная кислотность.**

Различают:

- актуальную кислотность почвенного раствора, обусловленную растворенными в нем компонентами (рН);
- потенциальную кислотность, обусловленную твердой фазой почвы, носителями которой являются ионы H^+ и Al^{3+} , находящиеся в ППК в обменном состоянии.

Почти повсеместно наблюдается устойчивая тенденция к увеличению кислотности почв ($pH < 7$). Например, в Ивановской области кислые почвы составляют 80-90% всех сельскохозяйственных угодий. Причин тому несколько:

- выпадение кислых осадков;
- нарастающее внесение кислых минеральных удобрений;
- дренажирование и искусственное орошение полей, способствующее выносу кальция.

Негативное влияние высокой кислотности почв на растения связано:

- с недостатком кальция как элемента питания;
- изменением физических свойств почвы;
- снижением доступности элементов питания, главным образом углерода.

Наибольший вклад в кислотность почв вносит растворенный CO_2 , образующий при взаимодействии с водой слабую угольную кислоту. Парциальное давление CO_2 в почвенном воздухе в 10 раз выше, чем в атмосфере, что дает величину $\text{pH} = 5,63$ в почвенном растворе. А при увеличении CO_2 до 5-10%, что возможно на увлажненных, богатых гумусом почвах, величина pH падает до 4, поэтому такие почвы требуют обязательного известкования.

Большинство вопросов рационального использования почв связано с проблемой рекультивации (восстановления) нарушенных или эродированных земель, которую проводят в две стадии:

- горнотехническая – планировка ландшафта и формирование поверхности для биологической стадии;
- биологическая – озеленение нарушенных земель и восстановление их биологического потенциала (15-30 лет).

Приоритетные загрязнители почв

Защита литосферы предусматривает борьбу с физическими, химическими и биологическими загрязнениями. Их источники многообразны:

- выпадение кислых атмосферных осадков, осаждение пыли, фильтрация загрязненных сточных вод;
- сельскохозяйственная деятельность (физическое нарушение почв, химическое воздействие ядохимикатами и удобрениями);
- нарушение ландшафтов при добыче полезных ископаемых, строительстве, мелиорации;
- физическое, химическое, биологическое и радиоактивное загрязнение отходами производства и потребления.

В настоящее время почва стала огромной свалкой, аккумулирующей все нерационально растрачиваемые полезные ископаемые, промышленные изделия из них и отходы человеческой деятельности.

Под химическим загрязнением почв следует понимать изменение ее состава в результате антропогенной деятельности. Загрязнения почв удобно разделить на 2 класса:

- загрязнения, связанные с выбросом промышленных предприятий, энергетики и транспорта – тяжелые металлы (ТМ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные бифенилы (ПХБ), потоки веществ из атмосферы и т.п.;
- загрязнения, обусловленные использованием в сельском хозяйстве минеральных, органических и синтетических соединений – пестициды, ТМ, ПАУ и др.

Самоочищение почв практически отсутствует или протекает очень медленно. Токсические вещества накапливаются в почве, изменяя ее состав, нарушая единство геохимической среды и живых организмов. Из почвы токсические вещества попадают в трофические цепи, где происходит их концентрирование.

Нормирование загрязнения почв

Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в почве ПДК_п, (мг/кг)—это максимальная концентрация загрязняющего вещества, которая не вызывает прямого или опосредованного негативного воздействия на здоровье человека и самоочищающую способность почв [28-30].

ПДК почв разрабатываются главным образом на основе принципов гигиенического нормирования химических веществ, а именно установления таких концентраций в контактирующих с почвой средах, растениях, воде, воздухе, которые не представляют опасности для здоровья человека и не влияют отрицательно на общесанитарные показатели почвы. При этом используются следующие лимитирующие признаки вредности (ЛПВ):

общесанитарный – характеризует влияние вещества на самоочищающую способность почвы и почвенный микробиоценоз в количествах, не изменяющих указанные процессы;

транслокационный – характеризует способность вещества переходить из пахотного слоя почвы через корневую систему растений и накапливаться в его зеленой массе и плодах в количестве, не превышающем ПДК для данного вещества в пищевых продуктах;

миграционный (воздушный и водный) – характеризует способность вещества переходить из пахотного слоя почвы в атмосферный воздух и поверхностные водоисточники в количестве, при котором не происходит превышения соответствующих ПДК в указанных средах.

В случае отсутствия норматива ПДК для загрязняющего вещества допускается пользоваться временным нормативом – **ориентировочно допустимая концентрация (ОДК_п) для почв** [29-30].

Также проводится контроль токсического загрязнения почв и сельхозпродукции, с использованием биотестирования на гидробионтах, обладающих высокой чувствительностью к загрязняющим веществам. Это позволяет выявить их в концентрациях на уровне ниже ПДК_п.

Оценка опасности почв, загрязненных химическими веществами, проводится дифференцированно для почв разного характера землепользования и основывается на двух основных положениях:

- хозяйственное использование территорий (почвы населенных мест, сельскохозяйственные угодья, рекреационные зоны и т.д.);
- наиболее значимые для этих территорий пути воздействия загрязнения почвы на человека.

В связи с этим предлагаются различные схемы оценки опасности загрязнения почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, (табл. 15) и почв населенных пунктов.

Таблица 15

Схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
1 Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК (ОДК)	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почвы. Снижение уровня доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т.п.)
2 Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК (ОДК) при общесанитарном или миграционном ЛПВ, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений	Мероприятия, аналогичные категории 1. При наличии веществ с миграционным ЛПВ проводится контроль за содержанием этих веществ в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных водоисточников
3 Высокоопасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК (ОДК) при транслокационном ЛПВ	Использование под технические культуры. Использование под с/х культуры ограничено с учетом растений - концентраторов	Кроме мероприятий, указанных для категории 1, обязателен контроль за содержанием токсикантов в растениях
4 Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК (ОДК) по всем ЛПВ	Использование под технические культуры, исключение из с/х использования, лесозащитные полосы	Снижение уровня загрязнения и связывание токсикантов в почве. Контроль за содержанием этих веществ в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных водоисточников

Класс опасности устанавливаются не менее чем по трем показателям из перечня, приведенного в табл. 16.

Классы опасности загрязняющих веществ для почвы

Показатель	Нормы для классов опасности		
	1- высоко-опасные	2- умеренно опасные	3- малоопасные
Токсичность, ЛД ₅₀ *	До 200	200-1000	Свыше 1000
**Персистентность в почве, мес.	Свыше 12	6-12	Менее 6
ПДК (ОДК) в почве, мг/кг	Менее 0,2	0,2 – 0,5	Свыше 0,5
Миграция	Мигрирует	Слабо мигрирует	Не мигрирует
**Персистентность в растениях, мес.	3 и более	1 - 3	Менее 1
Влияние на пищевую ценность сельхозпродукции	Сильное	Умеренное	Не влияет

Примечания:

* ЛД₅₀ – летальная доза вредного вещества, вызывающая гибель 50 % испытуемых животных при однократном введении в желудок.

** Персистентность – устойчивость к разложению токсиканта в почве и растениях.

К 1-му классу отнесены пестициды: атразин, гексахлорциклогексан (ГХЦГ), динитрокрезол (ДНОК), дихлодифенилтрихлорметан (ДДТ), метафос, севин и др., а также мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен.

Ко 2-му классу – пестициды: далапон, карбофос, кельтан, нитрафен, пропанид, симазин, хлорофос и др., а также бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром.

К 3-му классу – пестициды: дилор, поликарбагин, прометрин, цинеб и др., а также барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон.

Оценка опасности загрязнения любым токсикантом, должна проводиться с учетом буферности почвы, влияющей на подвижность химических элементов. Под **«буферностью почвы»** понимают совокупность свойств почвы, определяющих ее барьерную функцию, обуславливающую уровни вторичного загрязнения контактирующих с почвой сред: растительности, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха. Основными компонентами почвы, определяющими ее буферность, являются механический состав, гумус, рН среды. Чем хуже буферные свойства почвы, тем большую опасность представляет ее загрязнение химическими веществами: опасность загрязнения будет больше для почв с меньшим значением рН – кислых почв, меньшим содержанием гумуса и более легким механическим составом. Например, в порядке возрастания опасности загрязнения почвы могут быть расположены в следующий ряд:

чернозем < суглинистая дерново-подзолистая < супесчаная дерново-подзолистая.

Оценка опасности загрязнения почвы **населенных мест** определяется:

1) эпидемиологической значимостью загрязнения химическими веществами почвы;

2) ролью загрязненной почвы как источника вторичного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха при ее непосредственном контакте с человеком;

3) значимостью степени загрязнения почвы в качестве индикатора загрязнения атмосферного воздуха.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются:

- коэффициент концентрации химического вещества (K_c):

$$K_c = \frac{C}{C_\phi} ; \quad (39)$$

- суммарный показатель загрязнения (Z_c):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1) , \quad (40)$$

где C и C_ϕ – реальное и фоновое содержание химического вещества в почве, соответственно; n – число ингредиентов.

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по величине Z_c приведена в таблице 17.

Таблица 17

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнений (Z_c)

Категория загрязнения почв	Величина Z_c	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота функциональных отклонений
Умеренно опасная	16 - 32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	33 - 128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин, числа преждевременных родов, мертворождаемости

Нормирование качества продуктов питания

При нормировании качества продуктов питания используют величину **предельно допустимой концентрации вещества в продуктах питания ПДК_{пр}** (ДОК) – это максимальная концентрация вредного вещества в продуктах питания, которая в течение неограниченно продолжительного времени (при ежедневном воздействии) не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

В продуктах питания могут присутствовать пестициды, тяжелые металлы, синтетические моющие средства (СМС), нитраты, нитриты, радионуклиды, токсины микроорганизмов, лекарственные средства.

Контроль пищевых продуктов в РФ осуществляется [31-33]:

- по 14 химическим ингредиентам, из которых наиболее опасными являются кадмий, ртуть, свинец и т.д.;

- веществам, используемым в процессе переработки продуктов питания (пищевые добавки, консерванты, присадки, красители, вкусовые ингредиенты, вещества, улучшающие товарный вид и способствующие сохранению продукта и т.п.);

- веществам, попадающим в продукты питания в виде загрязнений из сырья, тары, в результате обработки (ядовитые отходы промышленности, транспорта, упаковочных материалов, микотоксины, бактериальные токсины, пестициды, лекарственные и моющие средства и т.п.).

В европейских странах введена система экомаркировки, подтверждающей гарантию безопасности продуктов питания (и других товаров) для здоровья населения, согласно которой на этикетке должны быть указаны все добавки, которые могут повлиять на здоровье человека.

Загрязнение окружающей среды отходами производства и потребления

Основные термины и определения приведены ниже в соответствии с законом РФ «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г. [34].

Отходы производства – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства; вновь образующиеся в процессе производства попутные вещества, не находящие применения. В отходы производства включают вмещающиеся и вскрышные породы, образующиеся при добыче полезных ископаемых, побочные и попутные продукты, отходы сельского хозяйства.

Отходы потребления – изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа. К отходам потребления относятся и твердые бытовые отходы (ТБО), образующиеся в результате жизнедеятельности людей.

Под **опасными отходами** понимают отходы, содержащие в своем составе вещества, обладающие одним из опасных свойств (токсичность, взрывчатость, инфекционность, пожароопасность и т.п.) и присутствующие в количестве, опасном для здоровья людей и окружающей среды.

Проблема размещения, обезвреживания и переработки вредных отходов производства и потребления считается самой крупной экологической проблемой века. В масштабе всей Земли ежегодно производится более 600 млн

тонн вредных промышленных отходов. Вредные отходы получаются в результате таких видов деятельности, как горные работы, металлургическое производство, добыча и переработка нефти, тепловая и ядерная энергетика, а также изготовление бесчисленных материалов и изделий, включая пестициды и гербициды, химические средства защиты и растворители, красители, взрывчатые вещества, резину и пластмассы, целлюлозу и бумагу, аккумуляторы, лекарства, ткани, кожу и т.д.

Главные причины образования отходов представлены в табл. 18.

Таблица 18

Классификация причин образования отходов

Конструкционные	Проектные	Технические	Технологические	Организа- ционные
Несоответствие оборудования характеру процесса	Несовершенство технологии	Нарушение регламента эксплуатации оборудования	Нарушение технологического регламента	Нарушение требований к составу, хранению и подготовке сырья
Несоответствие конструктивных свойств материалов	Не соответствующий уровень автоматизации и управления	Применение морально устаревшего оборудования	Нестабильность протекания химических реакций	Небрежная эксплуатация оборудования
Конструкционные недостатки оборудования	Ошибки проектирования	Эксплуатация неисправного оборудования	Нестабильный технологический режим	Недостаточный уровень квалификации персонала
			Отсутствие непрерывности производства при многостадийности процесса	Слабый контроль, отсутствие нормативных материалов

Классификация отходов осуществляется по следующим факторам:

- физические свойства (табл. 19);
- методы утилизации и ликвидации (биологическая обработка, химическая обработка, извлечение компонентов, разделение фаз, ликвидация (удаление) отходов);
- методы обезвреживания и переработки (табл. 20);
- источники образования (при добыче и обогащении полезных ископаемых);

переработке механической, физико-химической и иных видах отходы (производственного и бытового потребления).

Таблица 19

Классификация отходов по физическим свойствам

Группа	Вид отхода
Водные растворы и шламы	Кислые, щелочные, неорганические нейтральные, органические нейтральные, смешанные органические и неорганические
Неводные растворы и шламы	Органические растворители (сжигаемые), органические растворители (несжигаемые), использованные масла, использованные смолы и жиры
Твердые отходы	Огарки, остатки, пыль, биологические твердые отходы, отходы добычи и разработки сырья
Газообразные отходы	Дымы, отходящие газы, газообразные тепловые потоки
Специфические отходы (особо токсичные)	Асбестовые, фенолсодержащие, мышьяксодержащие, ртутьсодержащие, цинксодержащие, хлорированные бифенилы и др.

Таблица 20

Классификация отходов по методам обезвреживания

Категория	Характеристика	Методы захоронения (обезвреживания)
1	Инертные	Для планировки
2	Биологически окисляемые	Складирование/переработка совместно с ТБО
3	Слаботоксичные малорастворимые	Складирование совместно с ТБО
4	Нефтemasлоподобные	Сжигание, в том числе совместно с ТБО
5	Токсичные со слабым загрязнением воздуха	Складирование на полигоне промотходов
6	Токсичные	Обезвреживание на спецсооружениях

Нормативы образования и лимиты размещения отходов производства и потребления

Общие положения

В качестве основных элементов лимитирования в сфере обращения с отходами (как одного из механизмов экологического нормирования) выступает разработка и применение:

- нормативов образования отходов;
- лимитов на размещение отходов;
- нормы накопления отходов (преимущественно бытовых).

Действующие нормативные акты следующим образом определяют понятия нормативов образования отходов и лимитов на их размещение:

- **норматив образования отходов** определяет установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции и годовом объеме производства;

- **лимиты на размещение отходов** устанавливают предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в предназначенных для этих целей объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки данной территории.

При разработке норматива образования отходов и лимитов на их размещение учитывают:

- экологическую обстановку на рассматриваемой территории;

- количество, вид и класс опасности образующихся отходов;

- предельно допустимые вредные воздействия отходов, предполагаемых к размещению, на окружающую среду;

- наличие имеющихся технологий переработки отхода данного вида, которые включены в банк данных о технологиях использования и обезвреживания отходов, являющихся составной частью государственного кадастра отходов.

Установление нормативов образования отходов

Для определения нормативов образования отходов могут использоваться следующие методы расчета:

- по материально-сырьевому балансу;

- по удельным отраслевым нормативам образования отходов;

- расчетно-аналитический;

- экспериментальный;

- по фактическим объемам образования отходов для вспомогательных и ремонтных работ (статистический метод);

- по справочным таблицам удельных нормативов образования отходов.

Удельные нормативы $\tilde{H}_{iP}^{обр.отх}$ могут быть установлены на единицу p -й производимой продукции, перерабатываемого сырья, эксплуатируемого оборудования, используемой площади, работающего персонала и т.п.

Годовой норматив образования отходов $H_{iP}^{обр.отх}$ получают умножением удельного норматива на годовой нормообразующий показатель $A_p^{пл}$ (плановый годовой объем производства продукции, переработки сырья, количества единиц используемого оборудования, площади территории, численности персонала и др.) для всех видов деятельности P_i , при которых образуются отходы i -го вида:

$$H_{iP}^{обр.отх} = \sum_{i=1}^n \tilde{H}_{iP}^{обр.отх} A_p^{пл} . \quad (41)$$

Установление лимита на размещение отходов

Лимит на размещение отходов ЛРО_i для отходов, не подлежащих утилизации, будет соответствовать их годовой норме образования:

$$\text{ЛРО}_i = N_{iP}^{\text{обр.отх}} \quad (42)$$

Если часть отходов $m_i^{\text{вл.втор.рес}}$ в плановом порядке может быть реализована в качестве вторичного ресурса, то лимит на размещение отходов получают как разность:

$$\text{ЛРО}_i = N_{iP}^{\text{обр.отх}} - m_i^{\text{вл.втор.рес}} \quad (43)$$

Определение класса опасности отходов *Общие положения*

Отходы по степени воздействия на среду обитания и здоровье человека распределяются на четыре класса опасности [35]:

I класс – чрезвычайно опасные;

II класс – высокоопасные;

III класс – умеренно опасные;

IV класс – малоопасные;

Характеристика степени вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду и критерии отнесения опасных отходов к классу опасности приведены в табл. 1 приложения 3.

Класс опасности отходов определяется экспериментальным и/или расчетным методом. Расчетный метод применяют, когда известен качественный и количественный состав отхода и в справочной литературе имеются необходимые сведения для определения показателей опасности компонентов отхода. Если полученный расчетным методом класс опасности отхода не удовлетворяет его производителя, то определение проводят экспериментально.

Определение класса опасности твердых отходов расчетным методом

Отнесение отхода к классу опасности расчетным методом осуществляется на основании величины суммарного индекса опасности K , рассчитанного по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход (K_i).

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по результатам качественного и количественного химического анализа или по составу исходного сырья и технологии его переработки.

Показатель опасности компонента отхода K_i рассчитывается по формуле:

$$K_i = \frac{C_i}{W_i}, \quad (44)$$

где C_i - концентрация компонента отхода, мг/кг;

W_i - коэффициент степени опасности компонента отхода:

$$\lg W_i = 1,2 (X_i - 1), \quad (45)$$

где X_i - усредненный параметр опасности компонента отхода.

Алгоритм определения усредненного параметра опасности компонента отхода X_i .

На основе качественного состава отхода проводится информационный поиск токсикологических, санитарно-гигиенических и физико-химических показателей опасности каждого его компонента. Результаты поиска заносятся в табл. 21.

Максимальное количество этих показателей составляет 23. К первичным показателям опасности отхода относятся:

1) предельно допустимая концентрация (ПДК_п) или ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) вещества в почве, мг/кг [28-30] (приложение 3, табл. 2);

2) предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_{хп}), ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ), мг/л [21,23] (приложение 3, табл. 2);

3) предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз}), мг/м³ [36-37] (приложение 3, табл. 3);

4) предельно допустимая среднесуточная (ПДК_{сс}), максимально разовая (ПДК_{мр}) концентрация вещества в атмосферном воздухе населенных мест или ОБУВ, мг/м³ [11-12] (приложение 3, табл. 3);

5) класс опасности вещества в почве [28-30] (приложение 3, табл. 2);

6) класс опасности в воде хозяйственно-питьевого водопользования [21,23] (приложение 3, табл. 2).

7) класс опасности в атмосферном воздухе [11-12] (приложение 3, табл. 3).

8) класс опасности в рабочей зоне [36-37] (приложение 3 табл. 3).

9) средняя смертельная доза вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном пероральном введении (LD⁵⁰), мг/кг [38-40] (приложение 3 табл. 4).

10) средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при ингаляционном поступлении (LC⁵⁰), мг/м³ [38-40] (приложение 3 табл. 4).

11) канцерогенность [38-41] (приложение 3 табл. 5).

12) $\lg \frac{S}{ПДК_6}$, где S - растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20⁰ С, мг/л [41] (приложение 3 табл. 6).

13) $\lg \frac{C_{\text{нас}}}{\text{ПДК}_{\text{рз}}}$, где $C_{\text{нас}}$ - насыщающая концентрация вещества в воздухе при

20 °С и при нормальном давлении, мг/м³ [41], ПДК_{рз} – предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м³ (приложение 3 табл. 6);

14) предельно допустимая концентрация химического вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДК_{вр}), мг/л [22] (приложение 3 табл. 2);

15) смертельная доза вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном введении через кожу (LD_{50}^{skin}), мг/кг [38-40] (приложение 3 табл. 4);

16) средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50% гидробионтов (*организм, в ходе эволюции приспособленный к обитанию в водной среде*) при 96 ч воздействии ($LC_{50}^{\text{водн}}$), мг/л [38-40] (приложение 3 табл. 4);

17) $\lg \frac{C_{\text{нас}}}{\text{ПДК}_{\text{сс}}}$ или $\lg \frac{C_{\text{нас}}}{\text{ПДК}_{\text{мр}}}$.

18) КВИО - коэффициент возможности ингаляционного отравления [38-40] (приложение 3 табл. 4);

19) $Lg K_{ow}$ (октанол/вода) - коэффициент распределения в системе октанол/вода при 20 °С [38-41] (приложение 3 табл. 6);

20) персистентность (трансформация в ОПС) [38-41] (приложение 3 табл. 5);

21) биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке) [38-41] (приложение 3 табл. 5);

22) мутагенность [38-41] (приложение 3 табл. 5);

23) предельно-допустимая концентрация вещества (ПДК_{пт}), максимально-допустимый уровень (МДУ) в продуктах питания, мг/кг [32-33] (приложение 3 табл. 2).

По значению показателя опасности последнему присваивается балл от 1 до 4 (табл. 7 приложения 3). Баллы, соответствующие значению первичного показателя заносятся в табл. 21. В расчете используются первые двенадцать показателей. При отсутствии в справочной литературе информации по ним используются данные по остальным показателям.

При наличии в источниках информации нескольких значений данного показателя опасности (например, DL50 для разных видов животных) выбирается величина, соответствующая максимальной опасности, т.е. наименьшее значение DL50 и т.д. При отсутствии ПДК допускается использование ОБУВ, ОДК и других расчетных нормативов.

Усредненный параметр опасности компонента отхода X_i вычисляется по формуле:

$$X_i = \frac{\sum \text{баллов} + I}{n}, \quad (46)$$

где \sum баллов - сумма баллов по всем известным первичным показателям; n - число используемых показателей (первые двенадцать); I –информационный показатель, который зависит от числа используемых показателей опасности n и имеет следующие значения (в баллах):

$$I = 4 \text{ при } n = 12 - 11;$$

$$I = 3 \text{ при } n = 10 - 9;$$

$$I = 2 \text{ при } n = 8 - 7;$$

$$I = 1 \text{ при } n \leq 6.$$

Полученные значения X_i подставляют в формулу (44) и вычисляют величину W_i для каждого компонента, содержащегося в отходе.

Суммарный индекс опасности K равен сумме K_i всех компонентов отхода:

$$K = \sum_{i=1}^k K_i, \quad (47)$$

где k – количество компонентов в отходе.

Результаты расчета заносятся в табл. 21.

Ранжирование отхода по классам опасности по величине K проводится согласно табл. 8 приложения 3. Оценка степени его возможного воздействия на окружающую природную среду в соответствии с табл. 1 приложения 3.

Таблица 21

Показатели опасности и концентрации компонентов отходов

N п/п	Показатели опасности	Наименование компонентов отхода и его концентрация С, мг/кг						Источник информа- ции
		Компонент 1, С, мг/кг		Компонент 2, С, мг/кг		Компонент n, С, мг/кг		
		Численное значение	Балл	Численное значение	Балл	Численное значение	Балл	
1	ПДК _п , мг/кг							
2	ПДК _{хп} , мг/л							
3	ПДК _{рз} , мг/м ³							
n	т.д.							
	I							
	X_i							
	W_i							
	K_i							

Лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами

В соответствии со статьей 5 действующего законодательства [14] собственники опасных отходов и лица, вовлеченные в деятельность по обращению (хранению, переработке, перемещению) с ними, могут быть допущены к деятельности, связанной с их обращением, только при наличии сертификатов, подтверждающих их квалификацию, а также на основе

специальной лицензии. Согласно [14] «лицензированию подлежит деятельность, осуществляемая юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению опасных отходов I-IV классов опасности для окружающей природной среды (ОПС), в т.ч. опасных отходов, образующихся в процессе производственной деятельности соискателя лицензии».

Эти лица обязаны:

- в установленном порядке обеспечивать учет образования, обезвреживания и использования отходов;
- осуществлять определение класса опасности отходов, что влечет за собой выполнение определенных требований при обращении с ними;
- обеспечивать производственный контроль всех процессов по обращению с ними;
- проводить мониторинг состояния окружающей среды на объектах по размещению отходов в зоне их влияния.

Лицензии выдаются Министерством природных ресурсов и экологии РФ и его территориальными органами в субъектах РФ соискателям лицензий по месту получения ими положительного заключения Государственной экологической экспертизы (ГЭЭ) материалов намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами. В качестве основных исходных данных, на которых базируются материалы обоснования, следует выделить следующие:

1) сведения об опасных отходах, деятельность с которыми планируется осуществлять, включая вид опасного отхода, его класс опасности для ОПС, иные свойства, с учетом происхождения, агрегатного состояния, физической формы и компонентного состава отхода;

2) ориентировочные ежегодные объемы опасных отходов, деятельность по обращению с которыми планируется осуществлять;

3) наличие производственных помещений, объектов размещения отходов, соответствующих техническим нормам и требованиям, оборудования, транспортных средств необходимых для осуществления деятельности по обращению с опасными отходами;

4) сведения наличия у лиц, допущенных к обращению с опасными отходами, профессиональной подготовки, подтвержденной свидетельствами (сертификатами) на право работы с опасными отходами;

5) наличие средств контроля и измерений, подтверждающих соблюдение нормативов допустимого воздействия на ОПС при осуществлении деятельности по обращению с опасными отходами;

6) наличие паспортов опасных отходов, планируемых к транспортированию;

7) документация о проведении общественных обсуждений намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами;

8) сведения о наличии положительного заключения ГЭЭ на предполагаемые к применению технологии использования опасных отходов.

Срок действия лицензии на осуществление деятельности по обращению с опасными отходами – 5 лет.

Основные направления охраны и защиты литосферы

Охрана литосферы регламентируется законом РФ «Об охране окружающей среды» и нормативными актами как система административно-хозяйственных, технологических, экономических, юридических, политических и общественных мер, направленных на поддержание, сохранение и восстановление природных ресурсов, предупреждение прямого или косвенного влияния результатов деятельности человека на ОПС и здоровье человека.

В этих документах:

- установлены ограничения на использование природных ресурсов и на размещение отходов;

- определена система дифференцированных платежей отходообразующих предприятий за размещение отходов и за загрязнение ими ОПС;

- установлены льготы предприятиям, внедряющим малоотходные, ресурсосберегающие технологии, осуществляющим рекультивацию нарушенных земель;

- установлены нормы предельно допустимых воздействий на литосферу и методы определения этих воздействий;

- определены экологические требования при размещении отходов;

- установлены обязанности природопользователей и органов государственного управления по обезвреживанию, переработке, утилизации, складированию и захоронению отходов, соблюдению действующих санитарно-гигиенических и противоэпидемиологических норм;

- установлена ответственность природопользователей за экологические правонарушения;

- определены условия и порядок проведения государственной экологической экспертизы проектов сооружений по обращению с отходами;

- организована система экологического контроля и мониторинга объектов обращения с отходами.

Основными направлениями охраны ОС от загрязнения отходами являются:

- минимизация потребления природных ресурсов и образования отходов при производстве продукции путем внедрения малоотходных и ресурсосберегающих технологий;

- разработка новых технологий производства товарной продукции из отходов;

- совершенствование системы нормирования качества ОС;

- разработка научно обоснованных правил, норм и технологий обращения с отходами при их переработке, утилизации, обезвреживании, транспортировке и хранении или захоронении;

- внедрение эффективной системы экологического контроля и мониторинга объектов образования отходов и объектов обращения с отходами;
- оценка воздействия на ОС (ОВОС) отходов природопользователя, определение экологических последствий этого воздействия;
- внедрение малоотходных и ресурсосберегающих технологий производства и потребления продукции;
- внедрение на предприятиях эффективных технологий сбора, подготовки, обезвреживания и утилизации отходов с производством из них новых видов продукции;
- фиторемедиация почв, загрязненных вредными веществами, заключающаяся в применении растений, поглощающих из почвы ксенобиотики с целью очистки загрязненных почв;
- устройство полигонов ТБО и ПО, оборудованных цехами по сортировке и обезвреживанию отходов и участками захоронения токсичных отходов; установка на полигонах, принимающих горючие отходы, агрегатов для получения тепловой энергии;
- установка на полигонах ТБО с анаэробным сбраживанием органической части отходов устройств для сбора и транспортировки биогаза к потребителям топлива;
- рекультивация площадей выведенных из эксплуатации полигонов и т.д.

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕСУРСНЫЙ ЦИКЛ

Малоотходные экологически безопасные технологии

Природные ресурсы (ПР) – природные объекты и явления, используемые для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человека и повышению качества жизни людей.

Использование природных ресурсов– эксплуатация природных ресурсов, вовлечение их в хозяйственный оборот.

По экологическому признаку ПР классифицируются на исчерпаемые и неисчерпаемые. Неисчерпаемые или практически неисчерпаемые: солнечная энергия, энергия воды, ветра, энергия земных недр и т.д. Исчерпаемые делятся: на возобновляемые – растительный и животный мир, относительно возобновляемые – плодородие почв и невозобновляемые - полезные ископаемые. ПР вовлекаются в ресурсный цикл.

Ресурсный цикл (РЦ) – совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества или группы веществ, происходящих на всех этапах использования его человеком. В природопользовании можно выделить несколько ресурсных циклов, которые, несмотря на относительную самостоятельность, тесно взаимосвязаны:

- почвенно-климатических ресурсов и с/х сырья;
- сырьевых ресурсов;

- энергетических ресурсов;
- ресурсов живой природы.

Ресурсный цикл иногда называют антропогенным круговоротом веществ. Он фактически не замкнут. Считается, что на всех этапах ресурсного цикла в окружающей среде рассеивается около 98% добываемого минерального сырья. Рассмотрим схему антропогенного круговорота веществ (рис.8).

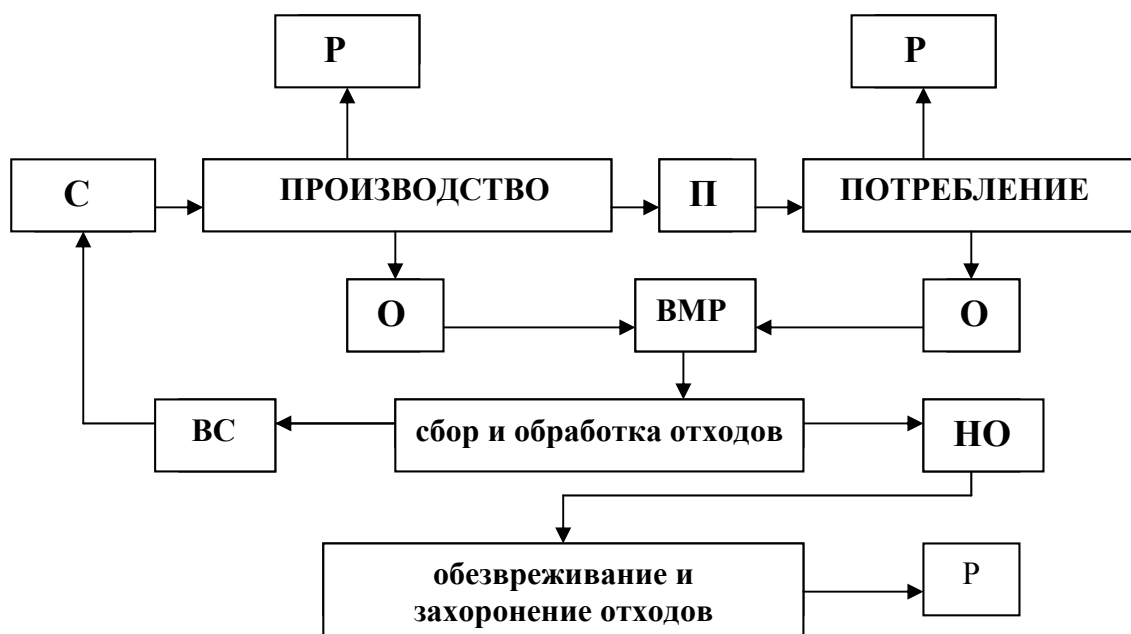


Рис. 8 . Схема антропогенного круговорота веществ: С – первичные сырьевые ресурсы; П – продукция; Р – рассеяние сырья и продуктов производства и потребления в объектах окружающей среды;

ВМР – вторичные сырьевые и материальные ресурсы;

ВС – вторичное сырье;

О – отходы;

НО – не утилизируемые отходы.

В настоящее время $P \ll C$, $BC \ll C$, $NO \gg O$. Развитому круговороту должно соответствовать $P = C + BC$, $BC > C$, $P \ll C + BC$, $NO = 0$.

Но существует диспропорция между ростом производства продукции (N_p), количеством образующихся отходов (N_o) и ростом стоимости продукции (N_c), при которой $N_c > N_o > N_p$.

При совершенствовании ресурсных циклов, необходимо учитывать ряд общих принципов:

- 1) системный подход, предусматривающий комплексную всестороннюю оценку воздействия производства на ОС и ее ответную реакцию;
- 2) оптимизация природопользования, заключающаяся в принятии наиболее целесообразных решений в использовании природных ресурсов и природных систем на основе экологического и экономического подхода;

3) опережение темпов заготовки и добычи сырья темпами выхода полезной продукции, основанное на снижении количества образующихся отходов в процессе производства, т.е. более полном использовании сырья;

4) гармонизация отношений природы и производства решается путем создания и эксплуатации природно-технических, геотехнических или эколого-экономических систем, обеспечивающих, с одной стороны, высокие производственные показатели, а с другой – поддержание в зоне влияния благоприятной экологической обстановки;

5) комплексное использование природных ресурсов и концентрация производства, заключающиеся в создании территориально-производственных комплексов, позволяющих более полно использовать ресурсы и тем самым снизить нагрузку на ОС.

Таким образом, дальнейшее производство может идти только по пути **рецикла** – многократного использования природных ресурсов и минимизации отходов, что является сутью концепции **реутилизационных экологически чистых технологий (РЭТ)**. Первое официальное определение РЭТ было принято в 1979 г. в Женеве на «Общеввропейском совещании по сотрудничеству в области охраны ОС», где была принята декларация «О малоотходных и экологически чистых технологиях и использовании отходов».

РЭТ – это такой способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле: первичные сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы, таким образом, чтобы любые воздействия на ОС не нарушали ее нормального функционирования. При этом следует обратить внимание на три момента:

- цикличность;
- обязательный учет всех компонентов сырья;
- РЭТ не исключает полностью образование отходов, но требует, чтобы любые воздействия на ОС не нарушали ее нормального функционирования.

Таким образом, **РЭТ** – это последовательность технологических процессов, где отходы одного производства являются сырьем для другого и т.д. Такие технологии могут приблизить человечество к теоретическому минимуму глобальных антропогенных отходов, близкому к отходам в естественных биосферных циклах, что позволит снизить до минимума различия в функционировании промышленного комплекса и биосферы.

Малоотходные технологии (МОТ) – это такой способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле: первичные сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы, таким образом, чтобы любые воздействия на ОС не превышали уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами, но при этом по техническим, организационным, экономическим или иным причинам часть сырья переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Единых количественных критериев малоотходности нет. Однако существует коэффициент малоотходности (K_M), характеризующий полноту использования сырьевых и энергетических ресурсов, а также интенсивность воздействия на ОС:

$$K_M = \varphi K_c K_3 K_a, \quad (48)$$

где φ - коэффициент, зависящий от типа предприятия (действующее, строящееся, развивающееся и т.п.), для большинства действующих предприятий $\varphi = 1$; K_c - коэффициент использования сырьевых ресурсов:

$$K_c = \frac{\Pi}{M},$$

где Π - основная и дополнительная продукция; M - основное, вспомогательное и дополнительное сырье и материалы, согласно технологическому регламенту;

K_3 - коэффициент использования энергетических ресурсов:

$$K_3 = \frac{KПД_{факт.тепл.}}{KПД_{теор.тепл.}}, \quad (49)$$

где $KПД_{факт.тепл.}$ и $KПД_{теор.тепл.}$ - коэффициенты полезного использования энергетических ресурсов фактический и теоретический, соответственно;

K_a - коэффициент соответствия экологическим требованиям:

$$K_a = 1 + \frac{Y_\partial - Y_\phi}{Y_\partial + Y_\phi}, \quad (50)$$

где Y_∂ - допустимый ущерб от загрязнения ОС (соответствует ПДВ, НДС и нормам образования отходов); Y_ϕ - фактический ущерб.

По величине коэффициента малоотходности K_M технологии подразделяются:

- на РЭТ при $0,9 \leq K_M \leq 0,98$;
- малоотходные при $0,8 \leq K_M < 0,9$;
- рядовые при $K_M < 0,8$.

В конечном итоге человечество должно стремиться к созданию **экотехнологий**, построенных по типу процессов, характерных для природы, или являющихся их продолжением. Для природных процессов характерны три основных признака: комплексность, ступенчатость и замкнутость. Следовательно, характерными признаками экотехнологий являются разнообразие используемых элементов сырья, вовлечение этого сырья в кругооборот, широкий ассортимент выпускаемой продукции и минимизация отходов.

Рациональное использование энергетических ресурсов

Одним из первостепенных условий общего снижения объемов энергопотребления в промышленности является всемерное повышение эффективности использования **топливно-энергетических ресурсов (ТЭР)**. Реально оно должно основываться не только на технических решениях, но и на рационально построенной организационной и экономической политике на самих предприятиях и в регионах. В ряде отраслей доля энергозатрат

составляет от 15 % до 40 % себестоимости продукции даже без учета стоимости сырья и материалов, а в отдельных случаях она достигает 75 %. В конечном итоге это влечет за собой вынужденное снижение объемов производства за счет потери конкурентоспособности и дополнительный рост энергоемкости продукции из-за падения загрузки производственных мощностей.

Примерам неэффективного использования ТЭР являются:

- значительные потери электроэнергии на выработке сжатого воздуха, используемого в котельных установках;
- высокие потери в системах водоснабжения из-за нерационального использования воды на промышленных циклах и хозяйственного назначения;
- высокий уровень потерь теплоносителей из-за несовершенства теплофикационных систем и наличия «выбросов в атмосферу»;
- потери электроэнергии в осветительных установках;
- крайне низкое использование собственных вторичных энергоресурсов и т.п.

В рамках энергосберегающей политики в промышленности необходимо, прежде всего, решать следующие задачи:

- осуществление системного анализа эффективности энергопотребления (оценка уровня потерь энергоносителей и выявление основных причин их возникновения) для определения возможного потенциала энергосбережения по видам энергоносителей и оценки инвестиций в энергосберегающие мероприятия;
- разработка концепции энергосбережения с выполнением технико-экономической оценки эффективности применения конкретных энергосберегающих мероприятий и с учетом перспектив развития или реструктуризации предприятия;
- введение обязательного энергетического обследования промышленного сектора и муниципальных предприятий для объективности оценки состояния энергопотребления и разработки целенаправленной энергосберегающей политики;
- проведение паспортизации энергохозяйства промышленных предприятий на основе энергетических обследований;
- создание единого нормативно-правового обеспечения энергосберегающей политики на всех уровнях – от предприятия до региона;
- обеспечение системы подготовки специалистов по управлению энергообеспечением и энергоаудиту на промышленных и муниципальных объектах.

ПЛАТНОСТЬ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Общие положения

Платность природных ресурсов – важнейший элемент нового механизма финансирования. Законом РФ «Об охране окружающей среды [14] предусматривается два вида платежей за использование природных ресурсов: за право пользования природными ресурсами и за загрязнение ОС.

Согласно [14] **плата за пользование природными ресурсами** включает:

- плату за право пользования определенным видом ресурса в пределах установленных лимитов;
- выплаты за сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов;
- выплаты за воспроизводство и охрану природных ресурсов.

Например: плата за землю производится в трех формах и включает земельный налог, арендную плату и нормативную цену земли, которые устанавливаются в зависимости от месторасположения площадей, качества и состава почвы.

Плата за загрязнение окружающей природной среды является одним из видов платежей за пользование природными ресурсами. Сущность этих платежей имеет тройное назначение:

- **компенсационная** – плата за загрязнение направлена на компенсацию вреда, причиненного природной среде, здоровью человека, материальным ценностям;
- **стимулирующая** – установленная плата взимается за счет прибыли или себестоимости продукции предприятия-загрязнителя и на этой основе должна стимулировать сокращение выбросов (сбросов) вредных веществ;
- **экологическая** – платежи за загрязнение ОС служат источником пополнения части бюджета РФ, которая используется на охрану и оздоровление ОС.

Законом предусматривается три вида платежей за загрязнение ОС:

- за выбросы ЗВ в атмосферу;
- сбросы ЗВ в поверхностные водные объекты;
- захоронение отходов.

Базовые нормативы платы определяются по каждому виду загрязнителя или виду вредного воздействия с учетом степени их опасности для ОС и здоровья населения. Базовые нормативы представлены в двух видах: в пределах установленных нормативов и в пределах утвержденных лимитов, т.е. сверх установленных нормативов. При отсутствии у природопользователя разрешения на выброс платежи за загрязнение ОС устанавливаются как за сверхлимитное загрязнение ОС. Конкретные размеры платежей устанавливаются исходя из конкретной экологической ситуации в регионе.

Однако ученые-экологи считают, что система платежей за загрязнение не выполняет автоматически стимулирующих функций. Они предлагают параллельно создавать институциональную среду, где плата выступит эффективным элементом процесса принятия решений. Следует также отметить, что применяемые ныне коэффициенты индексации нормативов платы за загрязнение ОС реально не соответствуют инфляции в РФ, что существенно снижает роль платы за загрязнение как экономического рычага стимулирования природоохранной деятельности.

Основными источниками финансирования мероприятий по ООС является бюджет РФ, собственные средства предприятий, частные отчисления.

**Расчет платы за выброс загрязняющих веществ в атмосферу
от стационарных источников
Исходная информация для расчета**

Для определения платы за выброс загрязняющих веществ в атмосферу необходимо иметь следующую информацию:

$V^Г$ - величина суммарной по всем источникам предприятия фактической или прогнозируемой массы выброса загрязняющего вещества (валовый выброс), т/год. Рассчитывается по условию задачи. Примеры расчета приведены в приложении 1.

$ПДВ^Г$ - величина суммарного по всем источникам предприятия норматива предельно допустимого выброса загрязняющего вещества, т/год.

$$ПДВ^Г = ПДВ \cdot 3600 \cdot N \cdot \tau \cdot 10^{-6}, \quad (51)$$

где N – число рабочих часов в сутки; τ - число рабочих дней в году.

$ВСВ^Г$ - величина суммарного по всем источникам предприятия лимита выброса (временно согласованный выброс) загрязняющего вещества, т/год. В расчете принять, что для экологически опасного выброса ($M_{\phi} > ПДВ$) $ВСВ^Г = V^Г$.

$\tilde{П} Л_{баз}^{атм^H}$ - базовый норматив платы за выброс в атмосферу одной тонны загрязняющего вещества в пределах установленного норматива выброса, руб./т [42] (табл. 4 приложения 1);

$\tilde{П} Л_{баз}^{атм^Л}$ - базовый норматив платы за выброс в атмосферу одной тонны загрязняющего вещества в пределах установленного лимита выброса, руб./т [42] (табл. 4 приложения 1);

$I_t^{инф}$ – коэффициент инфляции или индексации, в t -м году по отношению к 2003 году (федеральный закон РФ «О федеральном бюджете на t -й год»). Указывается преподавателем.

$k_{эс}^{атм}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха в регионе, на территории которого размещается предприятие [42] (табл. 5 приложения 1);

$k_{нов}^{атм}$ - повышающий коэффициент, который учитывает особую чувствительность территорий расположения предприятия к воздействию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (приложение 1 табл. 6).

Расчет суммы платежей за выбросы i -го загрязняющего вещества в атмосферу в пределах установленных нормативов ($M_{\phi} \leq ПДВ$)

Если максимальная масса загрязняющего вещества в выбросе не превосходит установленного для этого вещества норматива предельно

допустимого выброса ($M_{\phi} \leq \text{ПДВ}$), то платежи за выброс этого вещества определяются по формуле, руб./год:

$$\text{Пл}^{атм} = B^{\Gamma} \tilde{\text{Пл}}_{\text{баз}}^{атм^H} \cdot I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{атм} \cdot k_{нов}^{атм} \quad (52)$$

Расчет суммы платежей за выбросы i-го загрязняющего вещества в атмосферу в пределах установленных лимитов

Если максимальная масса загрязняющего вещества в выбросе превышает норматив ПДВ, но не превосходит установленный для этого вещества лимит выброса ВСВ ($\text{ПДВ} < B^{\Gamma} \leq \text{ВСВ}$), то платежи за выброс этого вещества состоят из платежей за выброс в пределах норматива и платежей за выброс в пределах лимита, руб./год:

$$\text{Пл}^{атм} = [\tilde{\text{Пл}}_{\text{баз}}^{атм^H} \cdot \text{ПДВ}^{\Gamma} + (B^{\Gamma} - \text{ПДВ}^{\Gamma}) \tilde{\text{Пл}}_{\text{баз}}^{атм^Л}] I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{атм} \cdot k_{нов}^{атм} \quad (53)$$

Расчет суммы платежей за выбросы i-го загрязняющего вещества в атмосферу сверх установленных лимитов

Если максимальная масса выбросов загрязняющего вещества в атмосферу превосходит установленный для этого вещества лимит выброса ВСВ ($B^{\Gamma} > \text{ВСВ}$), то платежи за выброс этого вещества формируются как сумма трех составляющих: платежи за выброс в пределах норматива, платежи за выброс в пределах лимита и платежи за сверхлимитный выброс, руб./год:

$$\text{Пл}^{атм} = [\tilde{\text{Пл}}_{\text{баз}}^{атм^H} \cdot \text{ПДВ}^{\Gamma} + \tilde{\text{Пл}}_{\text{баз}}^{атм^Л} (\text{ВСВ}^{\Gamma} - \text{ПДВ}^{\Gamma}) + 5 \tilde{\text{Пл}}_{\text{баз}}^{атм^Л} (B^{\Gamma} - \text{ВСВ}^{\Gamma})] I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{атм} \cdot k_{нов}^{атм} \quad (54)$$

Расчет суммы платежей за выбросы i-го загрязняющего вещества в атмосферу после установления очистных сооружений

После прохождения всех ступеней очистки максимальная масса загрязняющего вещества в выбросе не превышает величины ПДВ ($M_{\phi}^n \leq \text{ПДВ}$). Выброс считается экологически безопасным, расчет платежей проводится по формуле (51), в которой B^{Γ} – масса годового фактического выброса загрязняющего вещества после n –й ступени очистки, при которой выброс загрязняющего вещества стал экологически безопасным, т/год;

$$B^{\Gamma} = M_{\phi}^n \cdot 3600 \text{ N } \tau \cdot 10^{-6}, \quad (55)$$

где N – число рабочих часов в сутки; τ - число рабочих дней в году.

Расчет величины предотвращенных платежей

Предотвращенные платежи рассчитываются только в том случае, если выброс первоначально был экологически опасным ($M_{\phi} > \text{ПДВ}$).

Предотвращенные платежи – это денежные средства, которые экономит предприятие за счет уменьшения величины платы за выброс загрязняющего вещества в результате уменьшения его содержания в выбросе после прохождения системы очистных сооружений. Величина предотвращенных платежей находится как разница величины платы, найденной по формуле (53) и по формуле (54) после прохождения системы очистки.

Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты **Исходная информация для расчета**

Для определения суммы платежей за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты необходима следующая информация:

M_{ϕ}^r - суммарная по всем выпускам предприятия годовая фактическая или прогнозируемая масса сброса загрязняющего вещества в водный объект, т/год. Рассчитывается по условию задачи, т/год:

$$M_{\phi}^r = C_{\text{ср}} q \cdot 3600 \text{ t} \cdot 10^{-6}, \quad (56)$$

где $C_{\text{ср}}$ – средняя концентрация загрязняющего вещества в сточной воде, г/м³; (если не указана средняя концентрация, то для расчета берется максимальная концентрация загрязняющего вещества в сточной воде); q – максимальный расход сточной воды, м³/с;

t – время сброса сточных вод, ч/год:

$$t = N \cdot \tau. \quad (57)$$

где N – число рабочих часов в сутки; τ - число рабочих дней в году.

НДС^r - суммарный по всем выпускам предприятия норматив допустимого сброса загрязняющего вещества, т/год.

$$\text{НДС}^r = \text{НДС} \cdot 3600 \text{ t} \cdot 10^{-6}, \quad (58)$$

ВСС^r - суммарный по всем выпускам предприятия лимит сброса (временно согласованный сброс) загрязняющего вещества, т/год. В расчете принять, что для экологически опасного сброса ($M_{\phi} > \text{НДС}$) $\text{ВСС}^r = M_{\phi}^r$.

$\tilde{\Pi}_{\text{баз}}^{\text{вод}^H}$ - базовый норматив платы за сброс в водный объект одной тонны загрязняющего вещества в пределах установленного норматива сброса, руб./т [42] (табл. 8 приложения 2);

$\tilde{\Pi}_{\text{баз}}^{\text{вод}^L}$ - базовый норматив платы за сброс в водный объект одной тонны загрязняющего вещества в пределах установленного лимита сброса, руб./т [42] (табл. 8 приложения 2);

$I_t^{инф}$ – коэффициент инфляции или индексации, в t-м году по отношению к 2003 году (федеральный закон РФ «О федеральном бюджете на t-й год»). Указывается преподавателем.

$k_{эс}^{вод}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек в регионе, на территории которого размещается предприятие [42] (табл. 9 приложения 2);

$k_{нов}^{вод}$ – повышающий коэффициент, который учитывает особую чувствительность территорий расположения предприятия к воздействию сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и составляет:

$k_{нов}^{вод} = 2$ для предприятий, расположенных на особо охраняемых природных территориях, в том числе:

- лечебно – оздоровительных и курортных зонах;
- районах Крайнего Севера и приравненных к ним;
- территории Байкальского природного заповедника;
- в зонах экологического бедствия.

$k_{нов}^{вод} = 1$ во всех остальных случаях.

Расчет суммы платежей за сбросы i-го загрязняющего вещества в поверхностные и подземные водные объекты в пределах установленных нормативов

Если максимальная масса сбросов загрязняющего вещества в водный объект не превосходит установленного для этого вещества норматива допустимого сброса ($M_{\phi} \leq НДС$), то сумма платежей за сброс этого вещества определяется, по формуле, руб./год:

$$Пл^{вод} = M_{\phi}^{\Gamma} \cdot \tilde{Пл}_{баз}^{водH} \cdot I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{вод} \cdot k_{нов}^{вод}. \quad (59)$$

Расчет суммы платежей за сбросы i-го загрязняющего вещества в водные объекты в пределах установленных лимитов

Если максимальная масса сбросов загрязняющего вещества в водные объекты выше норматива НДС, но не превосходит установленный для этого вещества лимит сброса ВСС ($НДС < M_{\phi}^{\Gamma} \leq ВСС$), то платежи за сброс этого вещества состоят из платежей за сброс в пределах норматива и платежей за сброс в пределах лимита, руб./год:

$$Пл^{вод} = [\tilde{Пл}_{баз}^{водH} \cdot НДС^{\Gamma} + \tilde{Пл}_{баз}^{водЛ} (M_{\phi}^{\Gamma} - НДС^{\Gamma})] I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{вод} \cdot k_{нов}^{вод}. \quad (60)$$

Расчет суммы платежей за сбросы i-го загрязняющего вещества в водные объекты сверх установленных лимитов

Если максимальная масса сбросов загрязняющего вещества в водные объекты превосходит установленный для этого вещества лимит сброса ВСС ($M_{\phi}^{\Gamma} > ВСС$), то платежи за сброс этого вещества формируются как сумма

трех составляющих: платежи за сброс в пределах норматива, платежи за сброс в пределах лимита и платежи за сверхлимитный сброс, руб./год:

$$П_{л}^{год} = [\tilde{П}_{л_{баз}}^{годH} \cdot НДС^Г + \tilde{П}_{л_{баз}}^{годЛ} (ВСС^Г - НДС^Г) + 5 \tilde{П}_{л_{баз}}^{годП} (M_{\phi}^Г - ВСС^Г)] \cdot I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{год} \cdot k_{нов}^{год} \quad (61)$$

Расчет суммы платежей за сбросы i-го загрязняющего вещества в водные объекты после установления очистных сооружений

После прохождения всех ступеней очистки максимальная масса загрязняющего вещества в сбросе не превышает величины НДС ($M_{\phi}^n < НДС$, г/с). Сброс считается экологически безопасным, расчет платежей проводится по формуле (59), в которой $M_{\phi}^Г$ – масса годового фактического сброса загрязняющего вещества после n –й ступени очистки, при которой сброс загрязняющего вещества стал экологически безопасным, т/год;

$$M_{\phi}^Г = M_{\phi}^n \cdot 3600 \text{ t} \cdot 10^{-6} \quad (62)$$

где t – время сброса сточных вод, ч/год (см. формула (57)).

Расчет величины предотвращенных платежей

Предотвращенные платежи – это денежные средства, которые экономит предприятие за счет уменьшения величины платы за сброс загрязняющего вещества в результате уменьшения его содержания в сбросе после прохождения системы очистных сооружений. Величина предотвращенных платежей находится, как разница величины платы, найденной по формуле (60) и по формуле (59) после установления очистных сооружений.

Расчет платежей за негативное влияние на окружающую среду при размещении отходов

Исходная информация для расчета

При расчете экологических платежей за размещение отходов необходимо ориентироваться на санкционированное размещение отходов на полигонах, отвалах и свалках, имеющих соответствующую лицензию. В этом случае для расчета суммы платежей потребуется следующая информация:

- количество отходов i-го вида $m_i^{омх}$ (т/год), подлежащих размещению в течение рассматриваемого периода;
- лимит на размещение отходов ЛРО_i (т/год);
- базовый норматив платы $\tilde{П}_{л_{баз}}^{омхH}$ (руб./т) за размещение 1 т отходов [42] (табл. 9 приложение 3);

$I_t^{инф}$ – коэффициент инфляции или индексации в t-м году по отношению к 2003 году (федеральный закон РФ «О федеральном бюджете на t-й год»). Указывается преподавателем.

$k_{эс}^{почв}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния почвенного покрова в экономическом регионе, на территории которого размещается предприятие [42] (табл. 10 приложения 2);

$k_{нов}^{почв}$ – повышающий коэффициент, учитывающий особую чувствительность территории расположения предприятия к воздействию на почвенный покров, составляет:

$k_{нов}^{почв} = 2$ для предприятий, расположенных на особо охраняемых природных территориях, в том числе:

- лечебно – оздоровительных и курортных зонах;
- районах Крайнего Севера и приравненных к ним;
- территории Байкальского природного заповедника;
- в зонах экологического бедствия.

$k_{нов}^{почв} = 1$ во всех остальных случаях.

Расчет суммы платежей за размещение отходов в пределах установленных лимитов

Если масса санкционированного размещения отхода i-го вида не превосходит установленного для него лимита ($m_i^{омх} \leq ЛРО_i$), то сумму платежей за размещение этого отхода определяют по формуле, руб./год:

$$\Pi л_i^{омх.санкц} = \tilde{\Pi} л_{базі}^{омхН} \cdot m_i^{омх} \cdot I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{почв} \cdot k_{нов}^{почв} \quad (63)$$

Расчет суммы платежей за сверхлимитное размещение отходов

Если масса санкционированного размещения отхода превышает установленный лимит ($m_i^{омх} > ЛРО_i$), то сумму платежей за размещение этого отхода следует определять как, руб./год:

$$\Pi л_i^{омх.санкц} = (\tilde{\Pi} л_{базі}^{омхН} \cdot ЛРО_i + 5 \cdot \tilde{\Pi} л_{базі}^{омхН} (m_i^{омх} - ЛРО_i)) I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{почв} \cdot k_{нов}^{почв} \quad (64)$$

Расчет суммы платежей за несанкционированное размещение отходов

Если размещение отхода i-го вида осуществлено несанкционированно, с нарушением места и способа размещения, то плата в этом случае взимается как за сверхлимитное размещение. Размер платы за размещение отходов на неотведенной для этой цели территории (несанкционированная свалка) определяется по формуле, руб./год:

$$P L_i^{отх.н.с.} = 5 \tilde{P} L_{базі}^{отхН} \cdot m_i^{отх.н.с.} \cdot I_t^{инф} \cdot k_{эс}^{почв} \cdot k_{пов}^{почв} \cdot k_{пов.тер}^{н.с.} \quad (65)$$

где $k_{пов.тер}^{н.с.}$ - повышающий коэффициент, учитывающий место размещения отходов.

При несанкционированном размещении отходов в границах городов, населенных пунктов, водоемов, рекреационных зон и водоохранных территорий применяется $k_{пов.тер}^{н.с.} = 5$. При размещении менее чем в 3 км от границ вышеперечисленных объектов используют повышающий коэффициент $k_{пов.тер}^{н.с.} = 3$.

Нарушение правил хранения удобрений, ядохимикатов. Перенасыщение ими полей следует рассматривать, как размещение отходов с нарушение правил хранения, а размер платы определяется как за размещение отходов на несанкционированных свалках. Нарушение правил захоронения твердых бытовых отходов также приравнивается к размещению отходов на несанкционированных свалках.

ЗАДАНИЕ ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСА В АТМОСФЕРУ

1. Провести анализ существующих методов очистки газо,- пыле,- паровоздушных [16-18] выбросов по плану:

- сущность метода;
- применимость метода;
- достоинства и недостатки;
- фактическая степень очистки.

2. Оценить степень загрязнения выброса в атмосферу i –м веществом, образующимся в ходе технологического процесса на j –м участке.

3. Для экологически опасного выброса рассчитать необходимую степень очистки, выбрать метод(ы) и необходимое количество ступеней очистки. Для экологически безопасного выброса предложить методы очистки от i -го загрязняющего вещества.

4. Рассчитать платежи за выброс i -го загрязняющего вещества в атмосферу. Для экологически опасного выброса рассчитать платежи до установления очистных сооружений, принимая $M_{\phi} = ВСВ$, после установления очистных сооружений и предотвращенные платежи.

ЗАДАЧИ

1. На участке эпитаксиального наращивания кристаллов в атмосферу поступает арсин (AsH_3). Анализ вентиляционного воздуха, удаляемого через трубу высотой 10 м и диаметром 0,6, показал: средняя концентрация AsH_3 90 мг/м³, максимальная 100 мг/м³. Скорость воздуха в устье трубы (ω_0) составляет 4 м/с. Температура удаляемого воздуха (T_r) 28°C. Участок работает непрерывно 280 дней в году. Предприятие располагается на территории Смоленской области.

2. В производстве люминофоров в воздух поступает оксид цинка (ZnO) в количестве 0,5 г на кг люминофора. За смену (7 часов) максимально выпускают 650 кг люминофора за год 600 тонн. Предприятие располагается на территории Московской области и работает в две смены 320 дней в году. Загрязненный воздух вентиляционной установкой удаляется в атмосферу через трубу, высотой 6,5 м, диаметром 0,3 м, со средней линейной скоростью ω_0 6 м/с. Температура вентиляционного воздуха (T_r) 35°C.

3. На участке окраски тканей кубовыми красителями в воздух выделяется SO_2 в количестве 4 г/погонный метр ткани. В среднем за час окрашивают 1500 погонных метров, максимально - 2000. Участок работает 5700 часов в год. Загрязненный воздух от красильных ванн удаляется вентиляционной установкой, производительностью 10 тыс. м³/ч, и выбрасывается в атмосферу через трубу, возвышающуюся на 1,5 м над коньком крыши здания, высотой 6 м. Диаметр трубы 0,6 м, температура удаляемого воздуха 35°C. Эффективность вентиляционной установки 90%. Фабрика располагается на территории Ивановской области.

4. На участке фотолитографии при обработке шаблонов к электронным приборам выделяются пары ацетона в количестве 0,2 кг/на м² обрабатываемой поверхности. Площадь одной детали 0,22 м². Максимально на участке обрабатывают ацетоном 1000 штук деталей за смену (6 часов), в среднем - 800. Предприятие работает в 2 смены 260 дней в году и располагается на территории Рязанской области. Загрязнённый ацетоном воздух с помощью местных отсосов удаляется от рабочих мест и выбрасывается в атмосферу через трубу, высотой 6,5 м, диаметром 0,4 м, со средней линейной скоростью ω_0 2 м/с и температурой $T_r = 25$ °C.

5. В типографии при автоматическом наборе шрифта на линотипах в воздух от расплавленного металла поступают пары свинца (Pb) в количестве 2 г/ч с одного линотипа. Максимально на участке работает 6 линотипов, а в среднем 5. Предприятие работает в две смены (по 7 часов) 260 дней в году и располагается на территории Ивановской области. Вентиляционной установкой загрязнённый воздух с участка удаляется через трубу высотой 6 м,

диаметром 0,4 м, со средней линейной скоростью ω_0 7 м/с. Температура удаляемого воздуха $T_r = 40^\circ\text{C}$.

6. При изготовлении люминесцентных ламп в воздух поступают пары ртути в количестве 3 г от одной лампы. За смену (8 часов) на участке в среднем изготавливают 150 ламп, максимально - 200. Участок работает в 2 смены 260 дней в году. Предприятие находится на территории Новосибирска. Загрязненный парами ртути воздух вентиляционной установкой производительностью 9 тыс. м³/ч удаляется в атмосферу через трубу высотой 6 м, диаметром 0,4 м, температура вентиляционного воздуха $T_r = 30^\circ\text{C}$, эффективность вентиляционной установки 80%.

7. При обжиге известняка в шахтных печах в воздух, наряду с пылью, выделяется монооксид углерода (СО) в количестве 5 кг на 1 т обожженной извести. Максимальная месячная производительность печи 10 тыс. т, за год в печи обжигают до 40 тыс. т известняка. Предприятие располагается на территории Новгородской области. Загрязненный воздух из шахтовой печи дымососом удаляется в атмосферу со средней линейной скоростью ω_0 5 м/с. Высота трубы 10 м, диаметр 0,6 м, температура дымовых газов $T_r = 120^\circ\text{C}$.

8. На участке плавки медных сплавов в индукционной печи в воздух поступает аэрозоль меди. С помощью вентиляционной установки производительностью 10 тыс. м³ в час, эффективностью 80% загрязненный воздух выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 7 м, диаметром 0,5 м. Анализ параметров воздуха показал: средняя концентрация аэрозоля меди в удаляемом воздухе ($C_{\text{ср}}$) - 400 мг/м³, максимальная (C_{max}) - 500 мг/м³, температура воздуха $T_r = 60^\circ\text{C}$. Участок работает по 8 часов 260 дней в году. Предприятие располагается на территории Воронежской области.

9. При работе котельной в атмосферу с дымовыми газами выбрасываются окислы азота (NO₂) в количестве 4 кг на тонну сжигаемого угля. За месяц в котельной сжигают до 100 тонн угля, за год 650 тонн. Котельная расположена на территории Калужской области. Дымовые газы удаляются через трубу высотой 10 м, диаметром 0,5 м, с линейной скоростью ω_0 2 м/с и температурой $T_r = 140^\circ\text{C}$.

10. На участке по переработке отработанных ртутных ламп в воздух поступают пары ртути (Hg), которые с загрязненным воздухом удаляются через трубу высотой 6,5 м, диаметром 0,4 м, с линейной скоростью ω_0 - 3 м/с. Температура удаляемого воздуха $T_r = 30^\circ\text{C}$. Анализ показал, что максимальная концентрация паров ртути в удаляемом воздухе 5 мг/м³, а средняя - 3 мг/м³. Участок работает в две смены по 6 часов 220 дней в году. Предприятие находится на территории Омской области.

11. В курительной комнате максимально одновременно курят 70 человек, в среднем - 50. При выкуривании одной сигареты в течение 5 мин в воздух выделяется 1 мг соединений кадмия. Курительная комната работает 3 часа в день 260 дней в году, располагается на территории Ивановской области. Сигаретный дым вентиляционной установкой из курительной удаляется в атмосферу через трубу высотой 6,5 м, диаметром 0,4 с линейной скоростью $\omega_0 2$ м/с. Температура удаляемого воздуха $T_r = 20^\circ\text{C}$.

12. На участке сварки изделий в атмосферу выделяется сварочный аэрозоль, содержащий 30% MnO_2 . Удельные выделения сварочного аэрозоля 5 г / на кг используемых электродов. На участке за смену (8 часов) расходуют в среднем 150 штук электродов, максимально - 200 штук. Вес одного электрода 900 г. Участок работает 5600 часов в году. Предприятие располагается на территории Костромской области. От сварочных постов загрязненный воздух с помощью вентиляционной установки выбрасывается в атмосферу со средней линейной скоростью $\omega_0 3$ м/с через трубу, высотой 7м, диаметром 0,4 м. Температура вентиляционного воздуха $T_r = 35^\circ\text{C}$.

13. При приготовлении цинковых белил в воздух выделяется пыль оксида цинка в количестве 5 г на кг краски. Максимально за час готовят 40 кг краски, в среднем 36 кг. Количество рабочих часов в году 6000. Запыленный воздух вентиляционной установкой, производительностью 10 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$, удаляется в атмосферу через трубу высотой 6 м, диаметром 0,5 м. Температура удаляемого воздуха $T_r = 30^\circ\text{C}$. Эффективность вентиляционной установки составляет 70%. Предприятие располагается на территории Рязанской области.

14. На складе минеральных удобрений за счет диффузии в воздух поступают пары аммиака (NH_3), которые через дефлектор, установленный на крыше склада, удаляются в атмосферу. Удобрения на складе хранят 200 дней в году. Анализ удаляемого через дефлектор воздуха показал следующие концентрации аммиака в $\text{мг}/\text{м}^3$: максимальная (C_{max}) - 1000, средняя ($C_{\text{ср}}$) - 600. Высота склада 3 м, высота дефлектора 0,5 м, средняя линейная скорость воздуха в дефлекторе $\omega_0 2$ м/с, диаметр 0,5 м, температура удаляемого воздуха $T_r = 23^\circ\text{C}$. Склад находится на территории предприятия г. Россошь (Воронежская область).

15. На участке изготовления минераловатных изделий в вагранке образуются пары фенола, которые с дымовыми газами через трубу высотой 9 м, диаметром 0,6 м удаляются в атмосферу со средней линейной скоростью $\omega_0 4$ м/с. Температура дымовых газов $T_r = 100^\circ\text{C}$. Предприятие располагается на территории Нижегородской области и работает 320 дней в году в две смены по 7 часов каждая. При получении 1 кг минераловатных изделий выделяется 0,5 г фенола. Максимально за 7 часов на участке производят 20 тонн минераловатных изделий, за год 10 тыс. тонн.

16. При травлении колб кинескопов в плавиковой кислоте в воздух выделяются соединения фтора, которые с помощью вентиляционной установки выбрасываются в атмосферу через трубу высотой 7 м, диаметром 0,5 м, со средней линейной скоростью ω_0 - 3 м/с и температурой $T_r = 30$ °С. Максимально на участке за час обрабатывается 1200 кинескопов, в среднем - 1000. При обработке одной колбы в воздух поступает 100 мг фтористых соединений в пересчете на фтор. Участок работает 5200 часов в году. Предприятие располагается в Воронежской области.

17. При хромировании изделий в воздух поступают пары хромового ангидрида – CrO_3 в количестве 100 мг на м^2 покрываемых изделий. На участке максимально за час покрывает 1500 м^2 изделий, в среднем - 1200 м^2 . Участок работает 6200 часов в году. Предприятие находится на территории г. Иваново. Пары хромового ангидрида через бортовые отсосы удаляются вентиляционной установкой производительностью 6000 м^3 в час с эффективностью 90% и выбрасываются в атмосферу через трубу, высотой 9 м, диаметром 0,4 м, температура вентиляционного воздуха $T_r = 35$ °С.

18. На нефтебазе в Новгородской области, при хранении нефтепродуктов в резервуарах через дыхательные клапаны в атмосферу поступают пары легколетучих компонентов (бензина). Замеры показали следующие концентрации бензина в воздухе, выделяющемся из дыхательных клапанов в $\text{г}/\text{м}^3$: средняя ($C_{\text{ср}}$) 10, максимальная (C_{max}) 12. Нефтепродукты в емкостях хранятся только в теплый период года (6 месяцев). Высота источника загрязнения 4 м, диаметр клапана 0,7 м, объемная скорость выхода газовой смеси из источника загрязнения атмосферы (V_1) $760 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура равна температуре окружающей среды.

19. В производстве ортоборной кислоты (H_3BO_3) на Тульском предприятии в воздух поступает аэрозоль H_3BO_3 в количестве 0,1% от получаемого продукта. Максимальная производительность 1 т борной кислоты за смену (7 часов), за год получают 600 тонн борной кислоты. Предприятие работает в две смены 320 дней в году. Воздух с аэрозолем борной кислоты вентиляционной установкой удаляется в атмосферу через трубу, высотой 9 м, диаметром 0,5, со средней линейной скоростью ω_0 5 м/с. Температура удаляемого воздуха $T_r = 35$ ° С.

20. При подготовке изделий к нанесению гальванических покрытий их поверхность обрабатывается на шлифовальном станке. Воздух, содержащий абразивную металлическую пыль, удаляется с помощью местной аспирационной системы вентиляции производительностью $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$, КПД 80 %. Максимальная концентрация пыли в удаляемом воздухе составляет $0,80 \text{ г}/\text{м}^3$, средняя концентрация $0,65 \text{ г}/\text{м}^3$. Температура удаляемого воздуха равна температуре окружающей среды. Выброс осуществляется через трубу

высотой 8 м и диаметром 0,5 м. Предприятие находится на территории Ивановской области и работает в две смены по 8 часов 320 дней в году.

21. При подготовке изделий к нанесению гальванических покрытий с поверхности зеркала ванны обезжиривания выделяется бензол в количестве $2970 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ с одной ванны. Всего в производственном помещении располагается три ванны обезжиривания размером $1,2 \times 2,2$ м каждая. Загрязненный воздух забирается с помощью бортовых отсосов, подведенных к одному общему вентилятору. Воздух выбрасывается в атмосферу со средней линейной скоростью ω_0 12 м/с через трубу высотой 8 м и диаметром 0,6 м. Температура удаляемого воздуха $T_r = 40^\circ \text{С}$. Предприятие располагается на территории Ивановской области и работает по восемь часов в две смены 320 дней в году.

22. При химическом травлении изделий в растворе серной кислоты в воздух выделяется ее аэрозоль в количестве $25,2 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Размер одной ванны травления составляет $2,5 \times 2,2$ м, в цеху размещается десять ванн. Процесс травления протекает при 60°С (T_r). Загрязненный воздух с помощью бортовых отсосов удаляется с поверхности зеркала испарения и выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 6 м и диаметром 0,5 м. Производительность вентилятора, обеспечивающего удаление воздуха через бортовые отсосы, составляет $4800 \text{ м}^3/\text{ч}$. КПД вентиляционной установки 90 %. Предприятие работает в две смены по восемь часов каждая 320 дней в году и находится на территории г. Иваново.

23. В гальваническом производстве из ванн цианистого кадмирования, вместе с другими веществами, выделяется цианистый водород (HCN). Температура раствора составляет 20°С (T_r). При плотности тока $4 \text{ А}/\text{дм}^2$ количество выделяемого HCN – $0,1 \text{ г}/(\text{дм}^2 \cdot \text{ч})$. Размер одной ванны $0,7 \times 0,22$ м, технологическая линия включает 4 ванны. Количество воздуха, удаляемого через бортовые отсосы (V), составляет $1400 \text{ м}^3/\text{ч}$. КПД вентиляционной установки 90%. Загрязненный воздух удаляется в атмосферу через трубу высотой 9 м, диаметром 0,5 м. Предприятие работает 4960 часов в году и располагается на территории Ярославской области.

24. При травлении медных деталей в растворе плавиковой кислоты в воздух выделяется фтористый водород в количестве $72 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Процесс протекает при температуре 20°С , в двух ваннах травления размером $1,2 \times 1,5$ м, каждая. Воздух, содержащий фтористый водород, удаляется с помощью бортовых отсосов в атмосферу, через трубу высотой 9 м, диаметром 0,7 м, со средней линейной скоростью ω_0 9 м/с. Предприятие располагается на территории Костромской области и работает 16 часов в сутки 320 дней в году.

25. В гальваническом производстве в результате процесса лужения медных покрытий в воздух выделяются пары щелочи (NaOH) в количестве 39,6 г/(м²·ч). Процесс протекает при температуре 70⁰С (Т_г) в гальванической ванне размером 1,0×2,2 м. С поверхности зеркала испарения загрязненный воздух удаляется через бортовые отсосы и выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 6 м и диаметром 0,5 м. Производительность вентиляционной установки составляет 2800 м³/ч, с коэффициентом полезного действия 80%. Предприятие располагается на территории Московской области, работает 350 дней в году (16 часов в сутки).

26. В гальваническом производстве в процессе никелирования в хлоридных растворах при плотности тока 1-3 А/ дм² в воздух выделяется 0,54 г/(м²·ч) паров растворимых солей никеля. Размер зеркала испарения в гальванической ванне составляет 0,7×0,22 м. Технологическая линия включает 3 ванны никелирования. Процесс нанесения покрытия протекает при температуре 20⁰С. Загрязненный воздух удаляется с помощью однобортовых отсосов и выбрасывается в атмосферу со средней линейной скоростью ω₀ 2,5 м/с через трубу высотой 6 м и диаметром 0,5 м. Предприятие располагается на территории Ивановской области и работает 320 дней в году по 16 часов в сутки.

27. В процессе кремнефтористого кислото меднения в воздух выделяются пары медного купороса (CuSO₄) в количестве 0,58 г/(м²·ч) при температуре 20⁰С. Размер ванны меднения составляет 2,5 × 1,5 м, на линии установлено три ванны. Загрязненный воздух удаляется через бортовые отсосы вентилятором производительностью 2800 м³/ч с КПД 0,9 и выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 6 м и диаметром 0,5 м. Предприятие располагается на территории Ивановской области и работает 320 дней в году в две смены по восемь часов каждая.

28. В производстве булки «Ярославская» из муки высшего сорта на стадии загрузки в тестомесительную машину в воздух выделяется мучная пыль. Максимальная концентрация пыли составляет 0,94 г/м³, средняя концентрация 0,88 г/м³. Воздух, содержащий мучную пыль, выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 10 м, диаметром 0,9 м со средней линейной скоростью ω₀ 3,18 м/с. Температура выбрасываемого воздуха Т_г = 24⁰С. Хлебозавод находится на территории Ярославской области и работает непрерывно 365 дней в году.

29. В производстве обивочной искусственной кожи переносным способом в качестве пластификатора используется диоктилфталат (ДОФ). Расход ДОФ составляет 31 кг в час, при этом в воздух попадает максимально 2 %, а в среднем 1,5% от этого количества. Загрязненный воздух с помощью системы вентиляции производительностью 8000 м³/ч, КПД 90% выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 8 м и диаметром 0,65 м. Температура выброса

составляет 80⁰С. Предприятие располагается на территории Ивановской области и работает 250 дней в году по 16 часов в сутки.

30. При производстве переплетного материала в качестве основного сырья используется порошок поливинилхлорида (ПВХ) в количестве 95,37 кг/ч, который попадает в воздух помещения на стадии развешивания сырья в максимальном количестве 1% от расхода, в среднем 0,9 % от расхода. Загрязненный воздух удаляется из помещения через местную систему вентиляции (вытяжной зонт над развеской) со средней линейной скоростью ω_0 16 м/с через трубу высотой 6,5 м и диаметром 0,4 м. Температура выброса 20⁰С. Предприятие располагается на территории Владимирской области и работает в 2 смены (по 8 часов каждая) 275 дней в году.

31. В производстве 2-х стороннего тентового материала при работе кашировальной машины в воздух поступает пластификатор диоктилфталат (ДОФ) в количестве максимально 1,5 % от расхода, в среднем 1,3 % от расхода. Расход ДОФ составляет 172,84 кг/сут. Воздух, содержащий ДОФ, поступает в атмосферу через трубу местной вентиляции высотой 8 м диаметром 0,5 м со средней линейной скоростью ω_0 10 м/с. Температура паровоздушной смеси составляет 40⁰С. Предприятие работает 16 часов в сутки 275 дней в году и располагается на территории г. Иваново.

32. В производстве лака ПФ – 060 после реакции поликонденсации в воздух поступает ксилол. Максимальное количество ксилола, попадающее в воздух, составляет 2 % от расхода, среднее количество 1,5 % от расхода (расход 956,16 кг/ч). Воздух, содержащий ксилол, через систему вентиляции производительностью 14400 м³/ч (КПД 90 %) выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 14 м диаметром 1 м. Температура отходящих газов 80⁰С. Предприятие работает в 2 смены по 8 часов каждая, 275 дней в году и располагается на территории Костромской области.

33. В производстве водно-дисперсионной краски марки ВД АК – 101, расположенном в г. Загорск (Московская область) на стадии загрузки компонентов через шнек-дозатор в воздух поступает мел в количестве максимально 1 % в среднем 0,9 % от расхода 230 кг/ч. Загрязненный воздух выбрасывается в атмосферу с помощью системы вентиляции со скоростью 3 м/с через трубу высотой 12 м и диаметром 0,6 м. Температура отходящих газов составляет 20⁰С. Предприятие работает по 16 часов в сутки 320 дней в году.

34. При окрашивании кабин комбайнов расход порошковой краски (П-ЭП-177) составляет 17 кг/ч. Аэрозоль краски поступает в воздух в количестве максимально 5 % от расхода, в среднем 4 %. Через систему вентиляции производительностью 1200 м³/ч (КПД 0,9) загрязненный воздух выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 7 м и диаметром 0,4 м.

Температура выброса составляет 20⁰С. Выброс происходит 16 часов в сутки 275 дней в году. Предприятие располагается на территории Ростовской области.

35. На участке отделки переплетного материала в воздух поступают пары органических веществ, которые с помощью вентиляционной установки выбрасываются в атмосферу через трубу высотой 14 м диаметром 0,8 м со средней линейной скоростью 7,3 м³/с. Температура отходящих газов составляет 65⁰С. Предприятие располагается на территории Ивановской области и работает 320 дней в году по 16 часов в сутки. Содержание паров органических веществ в выбросе составляет максимально 10% от расхода, в среднем 9 % от расхода. Расход веществ:

- а) этилацетат - 106 кг/ч;
- б) бутилацетат – 82 кг/ч;
- в) циклогексан - 11,4 кг/ч.

36. При производстве поливинилацетатной дисперсии в цехе полимеризации из-за негерметичности оборудования в воздух поступают вредные вещества, в том числе винилацетат, в количестве максимально 1,5 % от расхода, в среднем 1,3 % от расхода. Расход исходного материала составляет 885 т/год. Загрязненный воздух из производственного помещения удаляется с помощью вентиляционной системы производительностью 5200 м³/ч (КПД 90%) и выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 12 м диаметром 0,7 м. Температура отходящих газов 40⁰С. Предприятие располагается на территории Ивановской области и работает 320 дней в году в две смены по 8 часов каждая.

37. В производстве самоклеющегося материала «стизол А» КС на участке огневого дублирования используются ацетальдегид, формалин и уксусная кислота. Расход веществ составляет 10,5 кг/ч. Загрязненный воздух, содержащий ацетальдегид, формальдегид и пары уксусной кислоты в количестве, соответственно, 28 %, 21% и 24 % от расхода, с помощью системы вентиляции производительностью 6 м³/с, удаляется в атмосферу через трубу высотой 7,5 м диаметром 1 м. Температура отходящих газов составляет 140⁰С. Предприятие работает по 16 часов в сутки 295 дней в году и располагается на территории Ивановской области.

38. В производстве высоковязкого гранулята полиамида-6 (ПА-6) производительностью 65 т/сут в воздух поступает капролактама. Максимальное содержание капролактама в выбросе составляет 0,1 %, среднее 0,08 % от количества производимой продукции. Загрязненный воздух удаляется системой механической вентиляции со средней линейной скоростью 6 м/с и через трубу высотой 7,5 м и диаметром 0,65 м поступает в атмосферу. Температура выброса составляет 180⁰С. Предприятие располагается на территории Ивановской области, работает по 16 часов в сутки 320 дней в году.

39. В производстве резины в качестве усиливающего компонента добавляется технический углерод марки П-803, который поступает в воздух на участке развески сыпучих компонентов в количестве максимально 0,1 % от расхода, в среднем 0,09 % от расхода. Расход технического углерода составляет 2639 кг/ч. С помощью системы вентиляции производительностью 6600 м³/ч (КПД 90%) загрязненный воздух выбрасывается в атмосферу через трубу высотой 8,5 м и диаметром 0,65 м. Температура удаляемой из источника пылевоздушной смеси T_r составляет 20⁰С. Производство располагается на территории Ивановской области и работает 320 дней в году в две смены по 8 часов каждая.

40. В формовочно-отделочном цеху производства вискозного волокна на формовочной машине в воздух выделяются сероуглерод (CS₂) и сероводород (H₂S) в количестве, соответственно, 0,2% и 0,01 % от расхода. Расход вискозы составляет 405076 кг/ч. Загрязненный воздух температурой T_r 30⁰С с помощью вентиляционной системы производительностью 9000 м³/ч (КПД 95%) через трубу высотой 10 м диаметром 1 м выбрасывается в атмосферу. Производство располагается на территории Ярославской области и работает по 16 часов в сутки 320 дней в году.

41. При сжигании природного газа Тюменского месторождения в камерной топке в атмосферу с дымовыми газами поступает оксид углерода. Расход топлива 388 м³/ч или 980000 м³/год. Дымовые газы выбрасываются в атмосферу через трубу высотой 15 м и диаметром 1 м, со средней линейной скоростью 5 м³/с. Температура дымовых газов на выходе из трубы ~ 125⁰С. Производство располагается на территории Владимирской области.

ЗАДАНИЕ ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СБРОСА В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ

1. Провести анализ существующих методов очистки сточных вод от загрязняющих веществ [16-18] по плану:

- сущность метода;
- применимость метода;
- достоинства и недостатки;
- фактическая степень очистки.

2. Оценить степень опасности поступления загрязняющих веществ со сточными водами в водоем соответствующего назначения*, образующихся в ходе технологического процесс на j-м участке.

3. Для экологически опасного сброса рассчитать необходимую степень очистки, выбрать метод(ы) и необходимое количество ступеней очистки. Для экологически безопасного сброса предложить методы очистки от i-го загрязняющего вещества.

4. Рассчитать платежи за сброс загрязняющих веществ, содержащихся в сточной воде, в водоем. Для экологически опасного сброса рассчитать платежи до установления очистных сооружений, принимая $M_{\phi} = BCC$, после установления очистных сооружений и предотвращенные платежи.

* - если в условии задачи не указан тип водопользования водоема, то он принимается как объект хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

ЗАДАЧИ

1. На участке матирования кинескопов после травления фтористой кислотой (HF) трубки промывают проточной водой. За час промывается 1500 трубок. На промывку одной трубки расходуется 10 л воды. Участок работает в одну смену (7 часов) 260 дней в году. Предприятие располагается на территории города Воронеж. Сточная вода, содержащая максимально 2 г/л, в среднем 1,8 г/л фторид-ионов, подлежит сбросу с берега в водоток хозяйственно-питьевого назначения. Расход воды в водотоке 1,5 м³/с, средняя скорость течения 0,2 м/с средняя глубина 1,5 м. Расстояние от места выпуска сточной воды до контрольного створа по прямой 500м, коэффициент извилистости реки 1,2.

2. На участке окраски волокна в сточную воду поступают ионы кадмия (Cd), концентрация которых при береговом выпуске в водоем составляет максимально 1 мг/л, в среднем 0,5 мг/л. В год на участке сбрасывается 350000 м³ сточной воды. Окраска волокна и сброс сточной воды производится 5 часов в сутки 260 дней в году. Предприятие находится на территории Владимирской области. Сточные воды с берега поступают в реку Ока (приток Волги): расход воды в водотоке 20 м³/с, скорость течения 0,5 м/с, средняя глубина 3м. Расстояние от места выпуска до контрольного створа по прямой 500м, коэффициент извилистости водотока 1,3.

3. На участке изготовления прессованных плит на мебельном комбинате в сточные воды поступает фенол. Максимальная концентрация фенола в сточной воде 0,02 г/л, средняя – 0,018 мг/л. Максимальный объем сточных вод 2160 м³ за смену. Сточная вода поступает в реку Ока (приток Волги), характеристика которой в месте сброса: расход воды в водотоке 1,25 м³/с, средняя скорость течения 0,05 м/с, средняя глубина 1 м. Расстояние от места выпуска сточной воды до контрольного створа по прямой 1000 м, по фарватеру 1200 м. Сброс береговой. Предприятие работает в две смены (по 6 часов каждая) 260 дней в году.

4. Хозяйственно-бытовые сточные воды с селитебной территории поселка Плес Ивановской области, в котором проживают 10 тыс. жителей, сбрасываются в Волгу. По расчетам водоканала средний сброс воды от одного человека составляет 80 литров воды в сутки с содержанием синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) 2 г/л. Фоновая концентрация ПАВ в р. Волга составляет 0,3 ПДК. Средняя глубина реки в месте сброса сточных вод 5 м, скорость течения 0,02 м/с, расход воды в водотоке 3, 6 м³/с. Расчетный створ находится на расстоянии 500 м от места выпуска сточных вод по прямой, коэффициент извилистости реки 1,1. Сброс береговой.

5. В процессе умягчения воды для технологических нужд после участка На-катионитных фильтров образуются сточные воды, содержащие хлорид ионы. Расход сточной воды $0,031 \text{ м}^3/\text{с}$, максимальная концентрация ионов Cl^- составляет $0,72 \text{ г/л}$. Предприятие располагается на территории Липецкой области. Сточные воды поступают в реку Дон, которая в месте сброса имеет следующие характеристики: расход воды в водотоке $0,62 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя скорость течения воды $0,2 \text{ м/с}$, глубина 1 м . Расстояние от места сброса сточных вод до контрольного створа по прямой 1000 м , по фарватеру 1200 м . Сброс происходит в стержень. Время сброса сточных вод 1820 часов в год.

6. Сточные воды завода пищевой промышленности, объемом $2048,8 \text{ м}^3/\text{сутки}$ с берега поступают в реку Десна (бассейн реки Ока). Расход воды в водотоке $1 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя скорость воды в реке $0,2 \text{ м/с}$, средняя глубина реки $0,5 \text{ м}$. Расстояние до контрольного створа по прямой 6 км , по фарватеру $8,1 \text{ км}$. Сброс береговой. Сточные воды имеют в своем составе несколько веществ. Максимальная концентрация взвешенных частиц в сточной воде 500 мг/л , средняя 450 мг/л . Предприятие расположено на территории Московской области и работает 260 дней в году. Время сброса сточных вод $5,5 \text{ часов}$ в сутки. Содержание в воде водоема взвешенных веществ (фоновая концентрация) $5,8 \text{ мг/л}$ и после спуска сточных вод оно не должно увеличиваться более чем на $0,25 \text{ мг/л}$.

7. На машиностроительном заводе образуются промышленные сточные воды объемом $4028 \text{ м}^3/\text{сут}$. Предприятие расположено на территории Московской области. Сточные воды с берега поступают в реку Десна (бассейн реки Ока). Расход воды в водотоке $1 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя скорость воды в реке $0,2 \text{ м/с}$, средняя глубина реки $0,5 \text{ м}$. Расстояние до контрольного створа по прямой 6 км . Коэффициент извилистости реки $1,35$. Время сброса сточных вод 11 часов в сутки. Предприятие работает 260 дней в году. Платежи за загрязнение водного объекта рассчитать по содержанию органических веществ. Предельно допустимая биохимическая потребность в кислороде (БПК) речной воды в расчетном створе не должна превышать 3 мг/л . БПК речной воды без учета данного сброса составляет $0,09 \text{ мг/л}$.

8. При крашении ткани на $1 \text{ погонный метр (п.м.)}$ расходуется 5 г красителя органического кислотного красного. За смену (7 ч) на участке окрашивается 1000 п.м. ткани, при промывке которой образуется 14 м^3 сточных вод. В сточные воды попадает до 10% используемого для окраски ткани красителя. Предприятие располагается на территории Ивановской области, участок работает в 2 смены 260 дней в году. Сточная вода поступает в реку Уводь: расход воды в водотоке $0,24 \text{ м}^3/\text{с}$, скорость течения и глубина в месте сброса сточных вод, соответственно, $0,05 \text{ м/с}$ и 1 м . Контрольный створ расположен на расстоянии 500 м по прямой от места сброса сточных вод, коэффициент извилистости $1,1$.

9. На химическом заводе в городе Иваново, наряду с другими загрязняющими веществами, в сточную воду поступают нафт-2-ол, максимальная концентрация которого достигает 100 мг/л, средняя 80 мг/л. За 7 часов завод сбрасывает 300 м³ сточной воды. Предприятие работает в две смены 260 дней в году. Сточная вода поступает в реку Уводь, характеристики которой следующие: расход воды в водотоке 5 м³/с, средняя скорость течения 0,5 м/с, средняя глубина 1 м, коэффициент извилистости 1,2, расстояние до контрольного створа по прямой 500 м. Сброс производится в стержень реки.

10. С молокозавода, расположенного на территории Владимирской области, сточная вода поступает в ручей (бассейн реки Ока), загрязняя его жирными кислотами (ЖК). Объем сточных вод завода составляет 100 тыс. м³/год. Завод работает 7 часов в сутки 200 дней в году. Максимальная концентрация ЖК в сточной воде 150 мг/л, средняя 143 мг/л. Характеристики ручья: расход воды в водотоке 0,6 м³/с, скорость воды 1 м/с, глубина ручья 0,5 м, коэффициент извилистости 1,3 расстояние до контрольного створа по прямой 600 м. Сброс береговой.

11. На заводе «Автоприбор», расположенном на территории Владимирской области, в гальваническом цеху образуются хромсодержащие сточные воды объемом 750 м³/сут. Концентрация ионов хрома (VI) в сточной воде составляет 14,2 мг/л. Сброс сточных вод производится в реку Ока: расход воды в водотоке 1 м³/с, средняя скорость воды в реке 0,3 м/с, средняя глубина реки 1 м. Расстояние до контрольного створа по прямой 1 км. Коэффициент извилистости реки 1,1. Сточные воды направляются в усреднитель для предотвращения залпового сброса. Время сброса сточных вод 2 часа в сутки, предприятие работает 320 дней в году.

12. На гальваническом участке в результате промывки после нанесения цинкового покрытия образуются сточные воды объемом 900 м³ в сутки. Концентрация ионов цинка (II) в сточных водах 75,5 мг/л. Время сброса сточных вод 5 часов в сутки. Сточные воды с берега поступают в приток реки, имеющий рыбохозяйственное назначение, относящийся к бассейну реки Волга: расход 1 м³/с, средняя скорость воды в реке 0,3 м/с, средняя глубина реки 1 м. Расстояние до контрольного створа по фарватеру 1200 м, по прямой 1000 м. Предприятие располагается на территории Вологодской области и работает 320 дней в году.

13. На гальваническом участке меднения промывные воды, содержащие максимально 0,5 г/м³, в среднем 0,45 г/м³ ионов меди (II), сбрасываются в приток, имеющий рыбохозяйственное назначение, впадающий в реку Днепр (Калужская область). Максимальный расход сточной воды 1728 м³/сут, сброс производится 4 часа в сутки. Предприятие работает 320 дней в году. Характеристика водотока в месте сброса сточных вод: расход воды в водотоке

1,5 м³/с, средняя скорость движения воды 0,2 м/с, средняя глубина 1,5 м. Расстояние до контрольного створа по прямой 1000 м. Коэффициент извилистости реки составляет 1,2. Сброс береговой.

14. Промывные воды с участка нанесения никелевого покрытия (гальваническое производство) объемом 80 м³/ч поступают в приток реки Нева (Новгородская область). Максимальная концентрация ионов никеля (II) в сточной воде 15,7 мг/л, средняя 15 мг/л. Сброс сточной воды осуществляется 1920 часов в год. Характеристика водотока: расход воды в водотоке 7 м³/с, средняя скорость движения воды 0,3 м/с, средняя глубина 3 м. Расстояние до контрольного створа по прямой 1200 м, по фарватеру 1500м. Сброс береговой.

15. В сточных водах гальванического цеха сложного состава содержится 16,3 мг/л хрома (III). Максимальный расход сточных вод 1243 м³ в сутки. Сброс производится 5 часов в сутки 320 дней в году. Предприятие располагается на территории Костромской области. Сточные воды поступают в реку Ока (участок имеет рыбохозяйственное назначение), которая в месте сброса имеет следующие характеристики: расход воды в водотоке 7,5 м³/с, средняя скорость движения воды 0,5 м/с, средняя глубина 1,5 м. Расстояние до контрольного створа по прямой 1700 м, по фарватеру 2000м. Сброс береговой.

16. На гальваническом участке для обезжиривания используется бензин. За смену (6 часов) обрабатывается максимальная площадь деталей 2000 м², средняя 1500 м². На обезжиривание 1 м² расходуется 255 г бензина, 20% которого поступает в сточную воду. Максимальный расход сточной воды 0,03 м³/с. Время сброса сточных вод 520 ч/год. Сточная вода поступает в ручей Ледянка (приток р.Талка), гидрологические характеристики которого следующие: расход воды в водотоке 0,6 м³/с, средняя скорость течения воды в ручье 0,8 м/с, глубина ручья 0,6м. Расстояние от места сброса сточных вод до контрольного створа по прямой 500 м, а по фарватеру 600м. Сброс береговой. Фоновый уровень загрязнения воды в ручье принять равным 0,5 ПДК для бензина.

17. В сточную воду поступает толуол, который является растворителем и содержится в краске. В окрасочной камере максимально за час покрывают изделий площадью 100 м². С 1 м² в сточную воду поступает максимально 5 г, а в среднем 4,5 г толуола. Сточная вода с объемным расходом 4032 м³ в сутки поступает в приток реки Дон. Гидрологические характеристики реки в месте сброса сточных вод: расход воды в водотоке 10 м³/с, средняя скорость течения 0,5м/с, средняя глубина 2 м. Контрольный створ расположен в 1500м по прямой от места сброса сточных вод, коэффициент извилистости реки 1,35. Сброс береговой. Предприятие находится на территории Тульской области и работает в две смены по 7 часов каждая 320 дней в году.

18. На заводе силикатного кирпича (Саратовская область) при пропарке кирпича-сырца в автоклавах образуется конденсат пара в объеме 1000 л на 1 автоклав. Всего на заводе одновременно работают 6 автоклавов. Технологический цикл составляет 6 часов в день. Завод работает 260 дней в году. В конденсат попадают частицы песка, извести, известняка, которые образуют устойчивую мусть (взвешенные вещества). Максимальная концентрация взвешенных веществ в сточной воде достигает 1000 мг/л, средняя 800 мг/л. Сточные воды поступают с берега в ручей, впадающий в реку Дон. Гидрологические характеристики ручья: расход воды в водотоке 0,03 м³/с, средняя скорость течения 0,05 м/с, средняя глубина 0,5 м. Контрольный створ расположен в 6 км по прямой от места сброса сточных вод, коэффициент извилистости 1,2.

19. При регенерации фильтров на участке водоподготовки на ТЭЦ 2 (г. Иваново) со сточными водами в реку Уводь поступают хлорид-ионы, концентрация которых в сточных водах: максимальная 100 мг/л, средняя 60 мг/л. Одновременно регенерируют 2 фильтра, расход воды на один фильтр до 20 м³ на один цикл, продолжительность цикла 3 часа. Регенерация проводится 960 часов в году. Гидрологические характеристики р. Уводь в районе выпуска сточных вод: расход воды в водотоке 0,04 м³/с, средняя скорость течения 0,02 м/с, средняя глубина 0,5 м, коэффициент извилистости 1,2. Расстояние до контрольного створа по прямой 500 м. Сброс береговой.

20. На заводе «Акрон» (В. Новгород) в производстве нитроаммофоски образуются промывные сточные воды объемом 60 м³/ч, содержащие аммиак с максимальной концентрацией 80 мг/л, средней 76 мг/л. Предприятие работает 24 часа в сутки 330 дней в году. Сточные воды поступают в реку Волхов (бассейн Невы), имеющую рыбохозяйственное назначение. Гидрологические характеристики реки в месте сброса сточных вод: расход воды в водотоке 3 м³/с, средняя скорость течения 0,5 м/с, средняя глубина 1 м, коэффициент извилистости 1,2, расстояние до контрольного створа по прямой 700 м. Сброс береговой.

21. Фосфатные промывные воды производства нитроаммофоски (завод «Акрон» Великий Новгород) объемным расходом 35 м³/ч поступают в реку Волхов (бассейн Невы), имеющую в месте сброса сточных вод следующие гидрологические характеристики: расход воды в водотоке 3 м³/с, средняя скорость течения 0,5 м/с, средняя глубина 1 м, расстояние до контрольного створа по прямой 700 м, по фарватеру 840 м. Сброс береговой. Максимальная концентрация фосфатов в воде 900 мг/л, средняя 850 мг/л. Предприятие работает 24 часа в сутки 333 дня в году.

22. В ходе технологического процесса производства аммиака на химическом предприятии в городе Россошь (Воронежская область) образуются

производственные сточные воды объемом 507 м^3 в сутки, содержащие ионы аммония: максимально 80 мг/л , в среднем 78 мг/л . Сточные воды предприятия поступают в реку Дон, имеющую в месте сброса сточных вод следующие гидрологические характеристики: расход воды в водотоке $2 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя скорость течения $0,5 \text{ м/с}$, средняя глубина 1 м , расстояние до контрольного створа по прямой 1000 м , по фарватеру 1300 м . Сброс береговой. Режим работы предприятия непрерывный 330 дней в году.

23. В производстве метанола (Тульская область) объем сточных вод составляет 1440 м^3 в сутки. Наряду с другими компонентами в сточной воде содержится метанол. Максимальная концентрация метанола в сточной воде $0,5 \text{ г/дм}^3$, количество сбрасываемого метанола 720 кг в сутки. Предприятие работает непрерывно 320 дней в году. Сточные воды поступают в реку Упа (бассейн реки Ока). Гидрологические характеристики реки в месте сброса сточных вод: расход воды в водотоке $10 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя скорость течения $0,5 \text{ м/с}$, средняя глубина 1 м . Контрольный створ расположен в 1000 м по прямой от места сброса сточных вод, коэффициент извилистости реки $1,15$. Сброс береговой.

24. На предприятии «Акрон» (Великий Новгород) в производстве формальдегида образуются сточные воды объемом 140 м^3 в сутки. Основным компонентом, содержащимся в сточной воде, является формальдегид. Максимальная концентрация которого в сточной воде составляет 25 г/дм^3 . Предприятие работает 24 часа в сутки 330 дней в году. Сточные воды поступают в реку Волхов (бассейн Невы), имеющую в месте сброса сточных вод следующие гидрологические характеристики: расход воды в водотоке $3 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя скорость течения $0,5 \text{ м/с}$, средняя глубина 1 м , расстояние до контрольного створа по прямой 700 м , по фарватеру 840 м . Сброс береговой.

25. В сточных водах производства карбамида, расположенного в Новомосковске (Тульская область), содержатся ионы аммония. Максимальная концентрация 1000 мг/л , средняя 950 мг/л . Объем сточных вод составляет 1530 м^3 в сутки. Предприятие работает непрерывно 320 дней в году. Сточные воды поступают в исток реки Дон, имеющей в месте сброса сточных вод следующие характеристики: расход воды в водотоке $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$, средняя скорость течения $0,2 \text{ м/с}$, средняя глубина $0,5 \text{ м}$, расстояние до контрольного створа по прямой 1000 м , по фарватеру 1200 м . Сброс береговой.

26. Сточные воды производства «Авироля ОГ» содержат СПАВ в количестве $0,09 \text{ кг/м}^3$. Объем сточных вод 48 м^3 на тонну производимого продукта. Суточная производительность составляет максимально 2 тонны, средняя $1,9 \text{ тонн}$. Предприятие расположено на территории Ивановской области, работает 7 часов в сутки 260 дней в году. Сточные воды поступают в реку Уводь, имеющую в месте сброса сточных вод следующие

гидрологические характеристики: расход воды в водотоке 1,6 м³/с, средняя скорость течения 0,5 м/с, средняя глубина 0,5 м, коэффициент извилистости 1,2, расстояние до контрольного створа по прямой 500 м. Сброс береговой.

27. На агрегате подготовки поверхности металлических деталей (кузовов автомобилей) к окрашиванию образуются сточные воды, содержащие, наряду с другими компонентами, фосфат натрия (Na₃PO₄). Максимальная концентрация 1,95 г/м³, средняя концентрация 1,8 г/л. Расход сточных вод составляет 0,4 м³/с. Сточные воды поступают в реку Уводь (водоем рыбохозяйственного водопользования), имеющую в месте сброса сточных вод следующие гидрологические характеристики: расход воды в водотоке 2 м³/с, средняя скорость течения 1 м/с, средняя глубина 1 м, коэффициент извилистости 1,2, расстояние до контрольного створа по прямой 600 м. Сброс береговой. Предприятие располагается на территории Ивановской области, работает 16 часов в сутки 320 дней в году.

28. В результате использования воды на молокозаводе образуются сточные воды, содержащие жиры. Максимальная концентрация в сточной воде 0,06 г/л, средняя концентрация 0,057 г/л. Объемный расход сточных вод 115 м³/ч. Сброс сточных вод производится в реку Ока (водоем рыбохозяйственного водопользования): расход воды в водотоке 1 м³/с, средняя скорость воды в реке 0,3 м/с, средняя глубина реки 1 м. Расстояние до контрольного створа по прямой 900 м. Коэффициент извилистости реки 1,1. Предприятие располагается на территории Нижегородской области. Линия розлива молока работает 16 часов в сутки 320 дней в году.

29. В цеху по производству сметаны с массовой долей жира 20 % образуется 110,4 м³/ч сточных вод, содержащих жиры. Максимальная концентрация жиров в сточной воде составляет 600 мг/л, средняя 570 мг/л. Сброс сточных вод производится в реку Каму (приток реки Волга): расход воды в водотоке 1 м³/с, средняя скорость воды в реке 0,3 м/с, средняя глубина реки 1 м. Расстояние до контрольного створа по прямой 1 км. Коэффициент извилистости реки 1,1. Водоем рыбохозяйственного назначения. Предприятие располагается на территории Пермской области, работает 16 часов в сутки 320 дней в году.

30. В производстве кефира образуются сточные воды, содержащие максимально 370 мг/л жиров, в среднем 350 мг/л. Объемный расход сточных вод составляет 102,7 м³/ч. Сточные воды поступают в реку Волга (рыбохозяйственное водопользование), которая в месте сброса имеет следующие характеристики: расход воды в водотоке 0,62 м³/с, средняя скорость течения воды 0,2 м/с, глубина 1 м. Расстояние от места сброса сточных вод до контрольного створа по прямой 1000 м, по фарватеру 1200 м. Сброс береговой. Время сброса сточных вод 1820 часов в год. Предприятие располагается на территории Калужской области.

ЗАДАНИЕ ПО ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В СИСТЕМУ ГОРКОЛЛЕКТОРА

1. Провести анализ существующих методов очистки сточных вод от загрязняющих веществ [16-18] по плану:

- сущность метода;
- применимость метода;
- достоинства и недостатки;
- фактическая степень очистки.

2. Оценить допустимость поступления сточной воды абонента в систему горколлектора, где предусматривается механическая и биологическая очистка. Рассчитать:

- допустимую концентрацию загрязняющего вещества в сточных водах, поступающих в систему горколлектора;

- необходимую эффективность очистки на очистных сооружениях абонента (предприятия);

- предложить методы очистки сточных вод от загрязняющего вещества, которые можно использовать на предприятии. Подобрать очистное оборудование.

3. Рассчитать платежи за сброс загрязняющих веществ, содержащихся в сточной воде в водоем после прохождения систем очистки на горколлекторе до концентрации, равной ПДК, в водоеме соответствующего типа водопользования.

ЗАДАЧИ

1. В гальваническом производстве на стадии нанесения никелевого покрытия образуются промывные сточные воды, содержащие ионы никеля с максимальной концентрацией $C_{\max} = 0,070$ мг/л. Максимальный расход сточной воды $q = 0,6$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 960 ч/год.

Сточные воды направляются в систему горколлектора г. Иваново и после очистки поступают в водный объект рыбохозяйственного назначения. Годовой расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения горколлектора, 555 млн м³/год, годовой расход сточных вод прочих абонентов 288 млн м³/год.

2. Сточные воды производства аммиака, содержащие ионы аммония, направляются в систему горколлектора г. В.Новгород:

- годовой расход сточных вод на очистные сооружения 400 млн м³/год;
- годовой расход сточных вод прочих абонентов 200 млн м³/год.

После прохождения очистных сооружений горколлектора сточные воды направляются в водоем хозяйственно-питьевого назначения. Максимальная концентрация ионов аммония в сточной воде 15 мг/л. Максимальный расход сточной воды $q = 10$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1100 ч/год.

3. Сточные воды производства содержат ионы кадмия с максимальной концентрацией 0,03 мг/л. Максимальный расход сточной воды $q = 12$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1800 ч/год. Сточные воды направляются в систему горколлектора г. Владимир:

- годовой расход сточных вод на очистные сооружения 450 млн м³/год;
- годовой расход сточных вод прочих абонентов 230 млн м³/год.

После прохождения очистных сооружений горколлектора сточные воды направляются в водоем хозяйственно-питьевого назначения.

4. В сточных водах, направляемых от предприятия в систему горколлектора г. Иваново, содержатся хлорид-ионы. Их максимальная концентрация в сточной воде составляет 1200 мг/л. Максимальный расход сточной воды $q = 6$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1400 ч/год. Годовой расход сточных вод на очистные сооружения горколлектора 520 млн м³/год, годовой расход сточных вод прочих абонентов 280 млн м³/год. Очищенные в системе горколлектора воды поступают в водоем рыбохозяйственного водопользования.

5. В производстве метанола в сточных водах, наряду с другими компонентами, содержится метанол, максимальная концентрация которого доходит до 5 мг/л. Максимальный расход сточной воды $q = 5$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1300 ч/год. Производство располагается на территории Вологодской области. Сточные воды производства направляются в систему городской канализации, для которой годовой расход сточных вод на

очистные сооружения составляет 510 млн м³/год, годовой расход сточных вод прочих абонентов 220 млн м³/год. Очищенные в системе горколлектора воды поступают в водоем рыбохозяйственного водопользования.

6. Хромсодержащие промывные сточные воды предприятия направляются в систему городской канализации г. Воронеж, для которой годовой расход сточных вод на очистные сооружения составляет 400 млн м³/год, годовой расход сточных вод прочих абонентов 180 млн м³/год. Максимальная концентрация ионов хрома (III) в сточной воде составляет 16 мг/л. Максимальный расход сточной воды $q = 1$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1200 ч/год. После прохождения очистных сооружений горколлектора сточные воды направляются в водоем хозяйственно-питьевого назначения.

7. Сточные воды, содержащие ионы меди (максимальная концентрация 6 мг/л), поступают на очистные сооружения горколлектора г. Тула и после очистки сбрасываются в водоем хозяйственно-питьевого назначения. Максимальный расход сточной воды $q = 0,8$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1100 ч/год. Годовой расход сточных вод на очистные сооружения горколлектора составляет 470 млн м³/год; годовой расход сточных вод прочих абонентов 190 млн м³/год.

8. В сточных водах абонента содержатся сульфат-ионы с максимальной концентрацией 1400 мг/л. Сточные воды направляются на очистные сооружения городской канализации г. Самара. Максимальный расход сточной воды $q = 1$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1500 ч/год.

9. В сточных водах предприятия, направляемых на очистные сооружения горколлектора г. Кострома, содержатся ионы кобальта с максимальной концентрацией 0,8 мг/л. Максимальный расход сточной воды $q = 0,5$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1400 ч/год. Годовой расход сточных вод на очистные сооружения горколлектора составляет 520 млн м³/год; годовой расход сточных вод прочих абонентов 270 млн м³/год. После прохождения системы очистки горколлектора вода сбрасывается в водоем хозяйственно-питьевого назначения.

10. На предприятии в гальваническом производстве образуются промывные сточные воды, содержащие ионы хрома (VI), максимальная концентрация которых составляет 0,7 мг/л. Загрязненная вода поступает на очистные сооружения городской канализации г. Нижний Новгород и сбрасывается в водоем хозяйственно-питьевого назначения. Максимальный расход сточной воды $q = 1$ м³/с. Время сброса сточных вод составляет 1825 ч/год. Годовой расход сточных вод на очистные сооружения горколлектора составляет 550 млн м³/год; годовой расход сточных вод прочих абонентов 280 млн м³/год.

11. В сточных водах предприятия содержится максимально 6 мг/л ионов цинка. Максимальный расход сточной воды $q = 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$. Время сброса сточных вод составляет 1700 ч/год. Загрязненная вода поступает на очистные сооружения городской канализации г. Калуга и после прохождения системы очистки сбрасывается в водоем хозяйственно-питьевого назначения. Годовой расход сточных вод на очистные сооружения горколлектора составляет 480 млн $\text{м}^3/\text{год}$; годовой расход сточных вод прочих абонентов 230 млн $\text{м}^3/\text{год}$.

12. Сточные воды предприятия, содержащие сульфид натрия с максимальной концентрацией $C_{\text{max}}=0,01 \text{ мг/л}$, направляются в систему горколлектора г. Иваново и после прохождения системы очистки поступают в водный объект хозяйственно-питьевого назначения. Максимальный расход сточной воды $q = 1,2 \text{ м}^3/\text{с}$. Время сброса сточных вод составляет 1200 ч/год. Годовой расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения горколлектора, 555 млн $\text{м}^3/\text{год}$, годовой расход сточных вод прочих абонентов 288 млн $\text{м}^3/\text{год}$.

13. В систему горколлектора г. Владимир от предприятия поступают сточные воды с максимальной концентрацией фосфатов 0,5 мг/л. Максимальный расход сточной воды $q = 1,4 \text{ м}^3/\text{с}$. Время сброса сточных вод составляет 1300 ч/год. После прохождения системы очистки на горколлекторе вода поступает в водный объект рыбохозяйственного водопользования. Годовой расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения горколлектора, 455 млн $\text{м}^3/\text{год}$, годовой расход сточных вод прочих абонентов 260 млн $\text{м}^3/\text{год}$.

14. Сточные воды предприятия содержат ионы стронция. Максимальная концентрация ионов стронция в воде $C_{\text{max}} = 2 \text{ мг/л}$. Максимальный расход сточной воды $q = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Время сброса сточных вод составляет 1800 ч/год. Сточные воды проходят очистные сооружения горколлектора г. Ярославль и поступают в водоем рыбохозяйственного водопользования. Годовой расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения горколлектора, 500 млн $\text{м}^3/\text{год}$, годовой расход сточных вод прочих абонентов 270 млн $\text{м}^3/\text{год}$.

15. В горколлектор г. Ростов от предприятия поступают сточные воды, содержащие ионы ртути. Максимальная концентрация ионов ртути в воде $C_{\text{max}} = 0,01 \text{ мг/л}$. Максимальный расход сточной воды $q = 1 \text{ м}^3/\text{с}$. Время сброса сточных вод составляет 1300 ч/год. После прохождения системы очистки горколлектора вода поступает в водный объект хозяйственно-питьевого водопользования. Годовой расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения горколлектора, 400 млн $\text{м}^3/\text{год}$, годовой расход сточных вод прочих абонентов 230 млн $\text{м}^3/\text{год}$.

ЗАДАНИЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КЛАССА ОПАСНОСТИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

Установить класс опасности твердого отхода, состоящего из двух компонентов, расчетным методом (табл. 22). Оценить степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду, степень нарушения экологической системы и период ее восстановления при размещении отходов. Рассчитать платежи за размещение твердого отхода в окружающей среде, с учетом, что масса твердого отхода находится в пределах установленного лимита. Размещение отходов происходит в Центральном регионе.

Таблица 22

Варианты заданий на определение класса опасности отходов расчетным методом

№ п/п	Наименование веществ	Масса отходов, т/год	Концентрация вещества в отходе, кг/т
1	2	3	4
1	Бензол	25	340
	Толуол		500
2	Кадмия хлорид	30	273
	Мышьяка оксид		860
3	Никеля оксид	37	465
	Меди сульфат		250
4	Свинец	32	690
	Цинк		520
5	Ксилол	30	500
	Фенол		330
6	Хромовый ангидрид	22	300
	Натрия хлорид		520
7	Этилбензол	35	370
	Толуол		500
8	Алюмокалиевые квасцы	22	520
	Хромовый ангидрид		34
9	Мышьяка хлорид	45	690
	Никеля хлорид		980
10	Гидроксид железа	45	450
	Кальция хлорид		120
11	Калия хлорид	40	170
	Хрома (III) оксид		130
12	Бария гидроксид	18	185
	Железа сульфат		520
13	Нефтепродукты (бензин)	22	800
	Уксусная кислота		65
14	Нафталин	37	250
	Карбамид		330
15	Кобальта оксид	25	265
	Марганца (II) оксид		180
16	Хлороформ	44	230
	1,2- Дихлорэтан		175

1	2	3	
17	Свинца ацетат	55	850
	Натрия тиосульфат		265
18	Аммония хлорид	40	500
	Анилин		105
19	Ртуть	12	4,8
	Цинка хлорид		60
20	Серебро	16	80
	Синильная кислота		29
21	Сажа	20	270
	Отходы смазочных масел		400
22	Хлорбензол	60	65
	Хлорфенолы (смесь)		52
23	Сурьмы оксид	30	6
	Ванадия пентоксид		8
24	Красители (дисперсные)	80	65
	СПАВ (анионоактивные)		450
25	Кислота соляная	55	340
	Кислота азотная		670
26	Бензол	80	500
	Фенол		330
27	Ртуть	100	440
	Карбамид		55
28	Толуол	70	431
	Нафталин		444
29	Никеля хлорид	60	85
	Натрия хлорид		65
30	Уксусная кислота	55	19
	Меди сульфат		65

Примеры расчета максимальной фактической и валовой годовой массы загрязняющего вещества в выбросе в атмосферу

Пример 1

В условии задачи приведены максимальная концентрация вещества C_{\max} (мг/м³), средняя концентрация вещества $C_{\text{ср}}$ (мг/м³). Максимальная фактическая масса рассчитывается по формуле, г/с:

$$M_{\phi} = C_{\max} V_1 \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где V_1 – объемная скорость выхода газо-, паро-, пылевоздушной смеси из источника загрязнения атмосферы, м³/с. Если в условии задачи приведена производительность вентиляционной установки (V , м³/ч), то величина V_1 определяется по формуле, м³/с:

$$V_1 = \frac{k \cdot V}{3600}. \quad (2)$$

Если в условии задачи приведена величина средней линейной скорости (ω_0 , м/с), то V_1 определяют по формуле, м³/с:

$$V_1 = \frac{\omega_0 \pi D^2}{4}. \quad (3)$$

Величина валового годового выброса рассчитывается по формуле, т/год:

$$B^{\Gamma} = C_{\text{ср}} V_1 3600 N \tau \cdot 10^{-6}, \quad (4)$$

где N – число рабочих часов в сутки; τ – число рабочих дней в году.

Пример 2

В условии задачи приведено количество вещества, выделяющееся с единицы производимой или обрабатываемой продукции (Q , кг), максимальная (Π_{\max} , штук) и средняя ($\Pi_{\text{ср}}$, штук) производительность за смену, продолжительность одной смены (p , часов), количество рабочих смен в сутки t , количество рабочих дней в году τ .

Максимальная фактическая масса вещества в выбросе рассчитывается по формуле, г/с:

$$M_{\phi} = \frac{Q \cdot \Pi_{\max} \cdot 1000}{p \cdot 3600}. \quad (5)$$

Величина валового годового выброса рассчитывается по формуле, т/год:

$$B^{\Gamma} = Q \cdot \Pi_{\text{ср}} \cdot t \cdot \tau \cdot 10^3. \quad (6)$$

Пример 3

В условии задачи приведен расход вещества (P , кг/ч) на производство, максимальный (μ_{\max} , %) и средний (μ_{cp} , %) процент от расхода поступления загрязняющего вещества в воздух.

Максимальная фактическая масса вещества в выбросе рассчитывается по формуле, г/с:

$$M_{\phi} = \frac{P \cdot 1000 \cdot \mu_{\max}}{3600 \cdot 100} \quad (7)$$

Величина валового годового выброса рассчитывается по формуле, т/год:

$$B^{\Gamma} = \frac{P \cdot \mu_{cp} \cdot Z}{100} \cdot 10^{-3} \quad (8)$$

где Z - число рабочих часов в году, ч/год.

Пример 4

Для гальванического производства указаны: количество паров токсичного вещества, выделяющееся с 1 м^2 поверхности раствора, находящегося в ванной (G , г/($\text{м}^2 \cdot \text{ч}$)), размер гальванической ванны ($a \times b$, м), количество ванн n .

Максимальная фактическая масса вещества в выбросе рассчитывается по формуле, г/с:

$$M_{\phi} = \frac{G \cdot a \cdot b}{3600} n \quad (9)$$

Величина валового годового выброса рассчитывается по формуле, т/год:

$$B^{\Gamma} = G \cdot a \cdot b \cdot n \cdot N \cdot \tau \cdot 10^{-6} \quad (10)$$

где N – число рабочих часов в сутки; τ - число рабочих дней в году.

Пример 5

Расчет количества вредных веществ, выделяющихся при горении топлива [43]

При сжигании твердого топлива, наряду с основными продуктами сгорания (CO_2 , H_2O , NO_2), в атмосферу поступают: летучая зола с частицами несгоревшего топлива, оксиды серы, углерода и азота.

При сжигании мазутов с дымовыми газами выбрасываются: оксиды серы, диоксид азота, твердые продукты неполного сгорания и соединения ванадия.

При сжигании газа с дымовыми газами выбрасываются: диоксид азота, оксид углерода.

Расчет выбросов оксида углерода

Для ориентировочной оценки количества оксида углерода, образующегося при сжигании природного газа, можно воспользоваться формулой, г/с:

$$M_{\text{CO}} = 0,001 Q_H^p \cdot B_{\text{CO}} \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (11)$$

где Q_H^p - низшая теплота сгорания топлива, кДж/м³ (для природного газа Тюменского месторождения $Q_H^p = 35,7$ кДж/м³); V – расход топлива, м³/с;
 k_{CO} – количество оксида углерода, образующееся на единицу тепла, выделяющегося при горении топлива, г/кДж (для паровых и водонагревательных котлов $k_{CO} = 250$ г/кДж, для камерных топок $k_{CO} = 80$ г/кДж);
 q_4 – потери теплоты, вызванные механической неполнотой сгорания топлива, % (для природного газа $q = 0$).

Количество оксида углерода, выбрасываемого с дымовыми газами за год, т/год:

$$V^T = 0,001 Q_H^p V k_{CO} (1 - \frac{q_4}{100}) 10^{-6} \quad (12)$$

где V – расход топлива в год, м³/год.

Таблица 1

Значения среднемесячной температуры наиболее теплого периода года [15]

Наименование пункта	Температура, °С
Архангельская область	20,9
Астраханская область	31
Владимирская область	23,3
Волгоградская область	30
Вологодская область	22,3
Воронежская область	25,9
Ивановская область	23,3
Калужская область	23,4
Костромская область	23,1
Ленинградская область	22
Краснодарский край	29,8
Московская область	23,6
Мурманская область	17,5
Нижний Новгород	23,5
Новгородская область	22,8
Новороссийск	26,7
Новосибирская область	25,7
Омская область	25
Псковская область	22,9
Рязанская область	24,1
Ростовская область	29,1
Саратовская область	27,5
Смоленская область	22,3
Тульская область	24,3
Хабаровский край	24,1
Ставропольский край	25,0
Челябинская область	24,1
Ярославская область	23,2

**Значения предельно допустимых показателей веществ
в атмосферном воздухе [11-12]**

№ п/п	Название вещества	Химическая формула	Предельно допустимая концентрация в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м ³		Класс опасности
			максимально разовая ПДК _{мр}	среднесуточная ПДК _{сс}	
1	2	3	4	5	6
1	Азота диоксид	NO ₂	0,085	0,04	2
2	Азота оксид	NO	0,4	0,06	3
3	Азотная кислота	HNO ₃	0,4	0,15	2
4	Алюминий триоксид (в пересчете на алюминий)	Al ₂ O ₃	-	0,01	2
5	Алюмосиликаты	-	-	0,03	2
6	Аммиак	NH ₃	0,2		4
7	Аммоний нитрат	H ₄ N ₂ O ₃	-	0,3	4
8	диАммоний сульфат	H ₈ N ₂ O ₄ S	0,2	0,1	3
9	Аммоний хлорид	ClNH ₄ N	0,2	0,1	3
10	Аммофос	NH ₄ H ₂ PO ₄	2	0,2	4
11	Арсин	AsH ₃	-	0,002	2
12	Ацетальдегид	C ₄ H ₆ O ₃	0,01	-	3
13	Ацетон (пропан-2-он)	C ₃ H ₆ O	0,35	-	4
14	Барий и его соли /в пересчете на барий/	Ba	0,015	0,004	2
15	Бензин нефтяной /в пересчете на углерод/	-	5	1,5	4
16	Бензол	C ₆ H ₆	0,3	0,1	2
17	Бром	Br ₂	-	0,04	2
18	Бутан	C ₄ H ₁₀	200	-	4
19	Бутилацетат	C ₆ H ₁₂ O ₂	0,1	-	4
20	Винилацетат (этилацетат)	C ₄ H ₆ O ₂	0,15	-	3
21	Висмут оксид	Bi ₂ O ₃	-	0,05	3
22	Гексан	C ₆ H ₁₄	60	-	4
23	Диоктилфталат	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	0,02	-	-
24	Дихлорметан	CH ₂ Cl	8,8	-	4
25	Дихлорэтан	C ₂ H ₄ Cl ₂	3	1	2
26	Диэтиламин	C ₄ H ₁₁ N	0,05	0,02	4
27	Железо сульфат /в пересчете на железо/	FeSO ₄	-	0,00	3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
28	Железо трихлорид /в пересчете на железо/	FeCl ₃	-	0,004	2
29	Зола сланцевая	-	0,3	0,1	3
30	Изобутан	C ₄ H ₁₀	15	-	4
31	Изобутилацетат	C ₆ H ₁₂ O ₂	0,1	-	4
32	Йод	I ₂	-	0,03	2
33	Кадмия оксид /в пересчете на кадмий/	CdO	-	0,0003	1
34	Соли кадмия /в пересчете на кадмий/	Cd	-	0,0003	1
35	Калий карбонат	K ₂ CO ₃	0,1	0,05	4
36	Калий сульфат и хлорид	K ₂ (SO ₄) KCl	0,3	0,1	3
37	Кальция соли	Ca	0,03	0,01	3
38	Карбамид	CH ₄ N ₂ O	-	0,2	4
39	Капролактан	C ₆ H ₁₁ NO ₂	0,06	-	3
40	Кобальта оксид /в пересчете на кобальт/	CoO	-	0,001	2
41	Кобальта соли /в пересчете на кобальт/	Co	0,001	0,0004	2
42	Краситель органический (аэрозоль)	-	-	0,03	3
43	Ксилол (диметилбензол)	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	0,2	-	3
44	Магний оксид	MgO	0,4	0,05	3
45	Марганец и его соединения	Mn	0,01	0,001	2
46	Медь оксид /в пересчете на медь/	CuO	-	0,002	2
47	Медь соли /в пересчете на медь/	Cu	0,003	0,001	2
48	Метанол	CH ₄ O	1	0,5	3
49	Метиламин	CH ₂ N	0,004	0,001	2
50	Метилацетат	C ₃ H ₆ O ₂	0,07	-	4
51	Метилбензол	C ₇ H ₈	0,6	-	3
52	Мышьяк, неорганические соединения /в пересчете на мышьяк/	As	-	0,0003	1
53	Натрия гидроксид	NaOH	ОБУВ 0,01	-	-
54	Натрия соли	Na	0,3	0,1	3
55	Никеля оксид /в пересчете на никель/	NiO	-	0,001	2
56	Никеля растворимые соли /в пересчете на никель/	Ni	0,002	0,0002	1
57	Нитробензол	C ₆ H ₅ NO ₂	0,008	-	2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
58	Озон	O ₃	0,16	0,03	1
59	Олово соли /в пересчете на олово/	Sn	-	0,02	3
60	Ортоборная кислота	H ₃ BO ₃	-	0,02	3
61	Пентан	C ₅ H ₁₂	100	25	4
62	Поливинилхлорид	[C ₂ H ₃ Cl] _n	0,1	-	-
63	Пыль извести	-	0,5	-	4
64	Пыль мучная	-	1	-	4
65	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: - более 70 (динас и др.) - 70-20 (шамот, цемент, пыль цементного производства – глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.) - менее 20 (абразивная металлическая, доломит, пыль цементного производства – известняк, мел, огарки, сырьевая смесь, пыль вращающихся печей, боксит и др.)		0,15 0,3 0,5	- - -	3 3 3
66	Ртуть	Hg	0,0003	-	1
67	Свинец и его неорганические соединения /в пересчете на свинец/	Pb	0,001	0,0003	1
68	Селен диоксид /в пересчете на селен/	SeO ₂	0,10 мкг/м ³	0,05 мкг/м ³	1
69	Серная кислота	H ₂ SO ₄	0,3	0,1	2
70	Сероводород (дигидросульфид)	H ₂ S	0,008	-	2
71	Серы диоксид	SO ₂	0,5	0,05	3
72	Сероуглерод	CS ₂	0,03	0,005	2
73	Скипидар	-	2	1	4
74	Толуол (метилбензол)	C ₇ H ₈	0,6	-	3
75	Углерод	C	0,15	0,05	3
76	Углерода оксид	CO	5	3	4
77	Углерод четырёххлористый (тетрахлорметан)	CCl ₄	4	-	2
78	Угольная зола	-	0,05	0,02	2
79	Уксусная кислота (этановая)	C ₂ H ₄ O ₂	0,2	0,06	3

1	2	3	4	5	6
80	Фенол (гидроксибензол)	C_6H_6O	0,01	0,003	2
81	Формальдегид	CH_2O	0,035	0,003	2
82	Фтористые газообразные соединения в пересчете на фтор	HF	0,02	0,005	2
83	Хлор (газ)	Cl_2	0,1	0,03	2
84	Хлорбензол	C_6H_5Cl	0,1	-	3
85	Хлорэтан	C_2H_5Cl	-	0,2	4
86	Хром /в пересчете на хрома (VI) оксид/	Cr_2O_3	-	0,0015	1
87	Цианистый водород (гидроцианид)	HCN	-	0,01	2
88	Циклогексан	C_6H_{12}	1,4	-	4
89	Цинка оксид / в пересчете на цинк/	ZnO	-	0,05	3
90	Цинка сульфат /в пересчете на цинк/	$ZnSO_4$	-	0,008	2
91	Этилацетат	$C_4H_8O_2$	0,1	-	3
92	Этиловый спирт	C_2H_6O	5	-	4
93	Этилбензол	C_8H_{10}	0,02	-	3

Таблица 3

Значения коэффициента температурной стратификации атмосферы (А)

Величина коэффициента А	Место расположения источника загрязнения атмосферы
250	Районы Средней Азии южнее 40^0 с.ш., Бурятской и Читинской областей
200	Европейская территория РФ, районы РФ южнее 50^0 с.ш., районы Нижнего Поволжья (Астраханская, Волгоградская, Саратовская области), Кавказа, Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии (Новосибирск, Омск)
180	Европейская территория РФ и Урала от 50 до 52^0 с.ш. (Воронежская, Смоленская, Ростовская, Новгородская области) за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов
140	Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ярославская, Костромская, Нижегородская и Ивановская области

Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками [42]

№ п/п	Наименование загрязняющих вредных веществ	Норматив платы за выброс 1 т загрязняющих вредных веществ в пределах установленных	
		допустимых нормативов выбросов, руб./т	лимитов выбросов, руб./т
1	2	3	4
1	Азота диоксид	52	260
2	Азота оксид	35	175
3	Ангидрид малеиновый (пары, аэрозоль)	40	200
4	Аммиак	52	260
5	Аммиачная селитра	7,5	37,5
6	Анилин	68	340
7	Ацетальдегид	205	1025
8	Ацетон	6,2	31
9	Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	1,2	6
10	Бензин сланцевый (в пересчете на углерод)	41	205
11	Бензол	21	105
12	Бор	205	1025
13	Бутилацетат	21	105
14	Винилацетат	13,7	68,5
15	Водород хлористый (соляная кислота)	11,2	56
16	Водород цианистый	205	125
17	Гексан	0,05	0,25
18	Диметиламин	410	2050
19	Диоктилфталат	103	515
20	Диэтиламин	41	205
21	Дихлорэтан	2,5	12,5
22	Изобутилен (2-метилпропан)	21	105
23	Капролактам	35	175
24	Кадмий (кадмия оксид, в пересчете на кадмий)	6833	34165
25	Керосин	2,5	12,5
26	Кислота азотная	13,7	68,5
27	Кислота ортоборная	103	515
28	Кислота ортофосфорная	103	515
29	Кислота пропионовая	137	685
30	Кислота серная	21	105
31	Кислота уксусная	35	175
32	Кобальт металлический	2050	10250
33	Кобальта оксид	2050	10250
34	Ксилол (смесь изомеров о-,п-,м-)	11,2	56
35	Марганец и его неорганические соединения (в пересчете на диоксид марганца)	2050	10250
36	Медь (меди оксид в пересчете на медь)	1025	5125
37	Меди сульфат, хлорид (в пересчете на медь)	2050	10250
38	Мышьяк и его неорганические соединения	683	3415

1	2	3	4
39	Метан	0,05	0,2
40	Нарт едкий (гидрат оксида натрия, натрия гидроксид)	205	1025
41	Натрия оксид	205	1025
42	Нафталин	683	3415
43	Никель металлический	2050	10250
44	Никеля оксид (в пересчете на никель)	2050	10250
45	Никель (растворимые соли)	10249	51245
46	Озон	68,3	341,5
47	Пиридин	26	130
48	Поливинилхлорид	410	2050
49	Пропилен	0,6	3
50	Пыль порошка красителя	21	105
51	Пыль извести и гипса	13,7	68,5
52	Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния: выше 70 % (динас и др.)	41	205
53	70 – 20 % (цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый)	21	105
54	ниже 20 % (доломит, слюда, тальк и др.)	13,7	68,5
55	Пыль стекловолокна	35	175
56	Пыль цементных производств	103	515
57	Пыль металлическая	41	205
58	Пыль мучная	13,7	175
59	Соединения ртути (в пересчете на ртуть)	6833	34165
60	Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)	6833	34165
61	Сероводород	257	1285
62	Сероуглерод	410	2050
63	Серы триоксид	21	105
64	Серы диоксид	40	200
65	Спирт бутиловый	21	105
66	Спирт изопропиловый (пропанол-2)	3,7	18,5
67	Спирт метиловый (метанол)	5	25
68	Спирт этиловый (этанол)	0,4	2
69	Стирол	1025	5125
70	Толуол	3,7	18,5
71	Триэтаноламин	52	260
72	Углерода оксид	0,6	3
73	Углерод технический	0,6	3
74	Углерод четыреххлористый	3,7	18,5
75	Фенол	683	3415
76	Формальдегид	683	3415
77	Фтора газообразные соединения	410	2050
78	Фурфурол	41	205
79	Хлор	68	340
80	Хлорбензол	21	105
81	Хром (Cr6+)	1366	6830
82	Циклогексан	1,2	6
83	Циклогексанол	35	175
84	Цинка оксид	41	205
85	Этилацетат	21	105
86	Этиленгликоль	2,5	12,5

Таблица 5

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости территорий экономических районов Российской Федерации [42]

Экономический район РФ	Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости $k_{эс}^{атм}$
Северный	1,4
Северо – Западный	1,5
Центральный	1,9
Волго-Вятский	1,1
Центрально-Черноземный	1,5
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,6
Уральский	2,0
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,4
Дальневосточный	1,0
Калининградская область	1,5

Таблица 6

Повышающий коэффициент, учитывающий особую чувствительность территорий расположения предприятия к воздействию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Характеристика территории	$k_{нов}^{атм}$
Объекты, находящиеся на территории города	1,2
Предприятия, расположенные на особо охраняемых природных территориях: - лечебно–оздоровительные и курортные зоны; - районы Крайнего Севера и приравненные к ним; - территории Байкальского природного заповедника; - зоны экологического бедствия	2
Объекты, находящиеся на территории города, расположенного на особо охраняемых природных территориях	2,4
Остальные случаи	1

Примеры расчета максимальной фактической и валовой годовой массы загрязняющего вещества в сточной воде

Максимальная масса фактического сброса рассчитывается по формуле, г/с:

$$M_{\phi} = C_{\max} q, \quad (1)$$

где C_{\max} – максимальная концентрация загрязняющего вещества в сточной воде, г/м³; q – максимальный расход сточной воды, м³/с.

Годовая фактическая масса сброса загрязняющего вещества в водный объект рассчитывается по формуле, т/год:

$$M_{\phi}^r = C_{\text{ср}} q \cdot 3600 \cdot t \cdot 10^{-6}. \quad (2)$$

где t – время сброса сточных вод, ч/год:

$$t = N \cdot \tau, \quad (3)$$

где N – число рабочих часов в сутки; τ – число рабочих дней в году;

$C_{\text{ср}}$ – средняя концентрация загрязняющего вещества в сточной воде, г/м³.

При отсутствии данных о величине $C_{\text{ср}}$ можно воспользоваться формулой, т/год:

$$M_{\phi}^r = M_{\phi} \cdot 3600 \cdot t \cdot 10^{-6}. \quad (4)$$

Пример 1

На промывку одного изделия расходуется 20 л воды, за час промывается 2000 изделий. Максимальная концентрация загрязняющего вещества в сточной воде 3 г/л, средняя концентрация 2,5 г/л. Предприятие работает в две смены (по 8 часов каждая) 280 дней в году.

$$C_{\max} = 3 \text{ г/л} = 3000 \text{ г/м}^3,$$

$$q = \frac{2000 \cdot 20}{3600 \cdot 1000} = 0,01 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$M_{\phi} = 3000 \cdot 0,01 = 30 \text{ г/с},$$

$$M_{\phi}^r = C_{\text{ср}} q \cdot 3600 \cdot t \cdot 10^{-6} = 2500 \cdot 0,01 \cdot 3600 \cdot 16 \cdot 280 \cdot 10^{-6} = 403,2 \text{ т/год}.$$

Пример 2

В сточных водах содержится максимально 5 мг/л и в среднем 4,5 мг/л загрязняющего вещества. В год на участке образуется 400000 м³ сточной воды. Предприятие работает в две смены по 8 часов каждая 280 дней в году.

$$C_{\max} = 5 \text{ мг/л} = 5 \text{ г/м}^3,$$

$$q = \frac{400000}{280 \cdot 16 \cdot 3600} = 0,025 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$M_{\phi} = 5 \cdot 0,025 = 0,125 \text{ г/с},$$

$$M_{\phi}^r = C_{\text{ср}} q \cdot 3600 \cdot t \cdot 10^{-6} = 4,5 \cdot 0,025 \cdot 3600 \cdot 16 \cdot 280 \cdot 10^{-6} = 1,81 \text{ т/год}.$$

Пример 3

В населенном пункте проживает 200 тыс. жителей. Средний сброс воды от одного жителя составляет 50 л воды в сутки с содержанием загрязняющего вещества 3 г/л.

$$C_{\max} = 3 \text{ г/л} = 3000 \text{ г/м}^3,$$

$$q = \frac{200000 \cdot 50}{24 \cdot 3600 \cdot 1000} = 0,12 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$M_{\phi} = 3000 \cdot 0,12 = 360 \text{ г/с},$$

$$M_{\phi}^{\Gamma} = M_{\phi} \cdot 3600 \text{ т} \cdot 10^{-6} = 360 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 10^{-6} = 11353 \text{ т/год}.$$

Пример 4

На крашение 1 погонного метра ткани расходуется 3 г красителя. За смену окрашивается 1200 п.м ткани и образуется 20 м³ промывных сточных вод, в которые попадает 5 % красителя. Предприятие работает в две смены (по 8 часов каждая) 280 дней в году.

$$C_{\max} = \frac{3 \cdot 1200 \cdot 0,05}{20} = 9 \text{ г/м}^3,$$

$$q = \frac{20}{8 \cdot 3600} = 0,0007 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$M_{\phi} = 9 \cdot 0,0007 = 0,0063 \text{ г/с},$$

$$M_{\phi}^{\Gamma} = M_{\phi} \cdot 3600 \text{ т} \cdot 10^{-6} = 0,0063 \cdot 3600 \cdot 16 \cdot 280 \cdot 10^{-6} = 1,02 \text{ т/год}.$$

Пример 5

На гальваническом участке образуются сточные воды, содержащие загрязняющие вещества, максимальная концентрация которого в сточной воде составляет 6 мг/л, а средняя 5,5 мг/л. Максимальный расход сточной воды 1500 м³/сут, сброс производится 5 часов в сутки. Предприятие работает 280 дней в году.

$$C_{\max} = 6 \text{ мг/л} = 6 \text{ г/м}^3,$$

$$q = \frac{1500}{5 \cdot 3600} = 0,083 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$M_{\phi} = 6 \cdot 0,083 = 0,50 \text{ г/с},$$

$$M_{\phi}^{\Gamma} = C_{\text{ср}} q \cdot 3600 \text{ т} \cdot 10^{-6} = 5,5 \cdot 0,083 \cdot 3600 \cdot 5 \cdot 280 \cdot 10^{-6} = 2,3 \text{ т/год}.$$

Пример 6

В ходе технологического процесса образуется конденсат в объеме 800 л с одного аппарата. Одновременно работают 8 аппаратов по 5 часов в день. В конденсате содержится загрязняющее вещество, максимальная концентрация которого составляет 500 мг/л, а средняя 450 мг/л. Предприятие работает 280 дней в году.

$$C_{\max} = 500 \text{ мг/л} = 500 \text{ г/м}^3,$$

$$q = \frac{800 \cdot 8}{5 \cdot 3600 \cdot 1000} = 0,0004 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$M_{\phi} = 500 \cdot 0,0004 = 0,2 \text{ г/с},$$

$$M_{\phi}^{\Gamma} = C_{\text{ср}} q \cdot 3600 \text{ т} \cdot 10^{-6} = 450 \cdot 0,0004 \cdot 3600 \cdot 5 \cdot 280 \cdot 10^{-6} = 0,9 \text{ т/год}.$$

Пример 7

В сточных водах содержится загрязняющее вещество в количестве 0,1 кг/м³. Объем сточных вод составляет 70 м³ на тонну производимой продукции. В сутки производится максимально 3 т продукта, в среднем 2,7 т. Предприятие работает 8 часов в сутки 280 дней в году.

$$C_{\max} = 0,1 \text{ кг/м}^3 = 100 \text{ г/м}^3,$$

$$q = \frac{70 \cdot 3}{8 \cdot 3600} = 0,007 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$M_{\phi} = 100 \cdot 0,007 = 0,7 \text{ г/с}.$$

Средний расход сточной воды:

$$q_{\text{ср}} = \frac{70 \cdot 2,7}{8 \cdot 3600} = 0,0066 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$M_{\phi}^{\Gamma} = C_{\max} q_{\text{ср}} \cdot 3600 \text{ т} \cdot 10^{-6} = 100 \cdot 0,0066 \cdot 3600 \cdot 8 \cdot 280 \cdot 10^{-6} = 5,32 \text{ т/год}.$$

12	Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	
13	Жизнеспособные яйца, онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 л воды	
14	Термотолерантные колиформные бактерии**	Не более 100 КОЕ/100 мл **	Не более 100 КОЕ/100 мл
15	Общие колиформные бактерии **	Не более	
		1000 КОЕ/100 мл**	500 КОЕ/100 мл
16	Колифаги **	Не более	
		10 БОЕ/100 мл**	10 БОЕ/100 мл
17	Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии***	$\Sigma (A_i / Y_{Vi}) \leq 1$	

Примечания:

* Содержание в воде взвешенных веществ природного происхождения (хлопья гидроксидов металлов, образующихся при обработке сточных вод, частички асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и т. д.) не допускается.

** Для централизованного водоснабжения; при нецентрализованном питьевом водоснабжении вода подлежит обеззараживанию.

*** В случае превышения указанных уровней радиоактивного загрязнения контролируемой воды проводится дополнительный контроль радионуклидного загрязнения в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности;

A_i - удельная активность i -го радионуклида в воде;

Y_{Vi} - соответствующий уровень вмешательства для i -го радионуклида.

Таблица 2

Нормативные показатели общих свойств сточных вод [26]

Наименование показателей	Величина показателей
Температура	40°C
pH	6,5 – 9,0
Взвешенные вещества	200-400 мг/л
Кратность разбавления, при которой исчезает окраска в столбике 10 см	1:11
ХПК:БПК ₅	2,5*
ХПК:БПК _{полн}	1,5*
Общая минерализация при сбросе в водный объект хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования	1000 мг/л
Сульфиды	1,5 мг/л

Примечание.

*Для абонентов, сточные воды которых не подвергались предварительной биологической очистке на локальных сооружениях.

Усредненные характеристики качества бытового стока, отводимого абонентами жилищного фонда населенных пунктов [26]

Наименование ингредиентов (показателей)	Допустимая концентрация, мг/л
Взвешенные вещества	110
БПК _{полн}	180
ХПК	250
Жиры	40
Азот аммонийный	1,8
Хлориды	45
Сульфаты	40
Сухой остаток	300
Нефтепродукты	1,0
СПАВ (анионные)	2,5
Фенолы	0,005
Железо общее	2,2
Медь	0,02
Никель	0,005
Цинк	0,1
Хром (III)	0,003
Хром (VI)	0,0003
Свинец	0,004
Кадмий	0,002
Ртуть	0,0001
Алюминий	0,5
Марганец	0,1
Фториды	0,08
Фосфаты	2,0

Примечание.

При необходимости данные, приведенные в таблице, могут уточняться и корректироваться на основе проведенных натуральных исследований.

Усредненные характеристики качества бытового стока, отводимого абонентами жилищного фонда г. Иваново [27]

Наименование ингредиентов (показателей)	Допустимая концентрация, мг/л
1	2
Сухой остаток	300
БПК _{полн}	180
ХПК	250
Азот аммонийный	1,8
Алюминий	0,5
Железо	2,2
Жиры	25,0
Марганец	0,1
Медь	0,02
Цинк	0,1
Кадмий	0,0002
Никель	0,005
Хлориды	45
Хром (III)	0,003
Хром (VI)	0,0003
Ртуть	0,0001
Свинец	0,004
Сульфаты	40
Сульфиды	1,5
СПАВ анионоактивные	2,5
СПАВ неионогенные	0,25
Фосфаты	0,06
Фториды	0,08
Нефтепродукты	1,0
Фенолы	0,005

**Перечень веществ и материалов, запрещенных к сбросу в системы
канализации населенных пунктов [26]**

№ п/п	Перечень веществ
1	Вещества, способные засорять трубопроводы, колодцы, решетки или отлагаться на стенках трубопроводов, колодцев, решеток (окалина, известь, песок, гипс, металлическая стружка, волокно, грунт, строительный и бытовой мусор, производственные и хозяйственные отходы, шламы и осадки от локальных (местных) очистных сооружений, всплывающие вещества и т.д.)
2	Вещества, оказывающие разрушительное воздействие на материал трубопроводов, оборудования и других сооружений систем канализации (кислоты, щелочи, нерастворимые жиры, масла, смолы, мазут и т.п.)
3	Вещества, способные образовывать в канализационных сетях и сооружениях токсичные газы (сероводород, сероуглерод, окись углерода, циановодород, пары летучих ароматических углеводородов и др.) и другие взрывоопасные и токсичные смеси, а также горючие примеси токсичных и растворенных газообразных веществ (в частности, растворители: бензин, керосин, диэтиловый эфир, дихлорметан, бензолы, четыреххлористый углерод и т.п.)
4	Вещества в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод, биологически трудно окисляемых органических веществ и смесей
5	Биологически жесткие поверхностно-активных вещества (ПАВ)
6	Особо опасные вещества, в том числе опасные бактериальные вещества, вирулентные и патогенные микроорганизмы, возбудители инфекционных заболеваний
7	Вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) в воде водных объектов и (или) которые не могут быть задержаны в технологическом процессе очистки воды на локальных и (или) городских очистных сооружениях
8	Вещества в составе концентрированных маточных и кубовых растворов, отработанных электролитов
9	Радионуклиды, сброс, удаление и обезвреживание которых осуществляется в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод и действующими нормами радиационной безопасности
10	Загрязняющие вещества с фактическими концентрациями, превышающими нормативы ДК загрязняющих веществ более чем в 100 раз
11	Сточные воды с активной реакцией среды pH менее 2 или более 12
12	Окрашенные сточные воды с фактической кратностью разбавления, превышающей НП общих свойств сточных вод более чем в 100 раз
13	Сточные воды с зафиксированной категорией токсичности "гипертоксичная»

Перечень веществ, удаляемых в процессе биологической очистки

[21-23, 26]

№ п/п	Вещество	Максимальная концентрация для биологической очистки $C_{\text{бос}}$, мг/л	Эффективность удаления, %	Сброс в водный объект хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования			Сброс в водный объект рыбохозяйственного водопользования		
				ЛПВ	ПДК _{вх} мг/л	Класс опасности	ЛПВ	ПДК _{вр} мг/л	Класс опасности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Алюминий	5	50	с-г	0,5	2	токс.	0,04	4
2	Аммонийный азот (аммиак)	45	30	орг.	1,5	3	токс.	0,5 (аммиак 0,05)	4
3	Анилин	0,1	80	с-г	0,1	2	токс.	0,0001	2
4	Ацетальдегид	20	80	орг.	0,2	4	орг.	0,25	4
5	Ацетон	40	-	общ.	2,2	3	токс.	0,05	3
6	Барий	10	40	с-г	0,1	2	орг.	0,74	4
7	Бензойная кислота	15	80	общ.	0,6	-	-	-	-
8	Бутиловый спирт нормальный	10	80	с-г	0,1	2	токс.	0,03	3
9	Ванадий	2,0	65	с-г	0,1	3	токс.	0,001	3
10	Винилацетат	100	30	с-г	0,2	2	токс.	0,01	4
11	Висмут	15	65	с-г	0,1	2	-	-	-
12	Железо (III)	5	65	орг.	0,3	3	токс.	0,1	4
13	Жиры	50	60	орг.					
14	Изобутиловый спирт	-	50	общ.	1,0	4	токс.	2,4	4
15	Кадмий	0,1	50	с-г	0,001	2	токс.	0,005	2
16	Капролактам	25	80	общ.	1,0	4	токс.	0,01	3

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	Ксилол	1.0	50	орг.	0,05	3	орг.	0,05	3
18	Малеиновая кислота	60	80	орг.	1,0	4	-	-	-
19	Марганец	30	-	орг.	1,0	4	-	-	-
20	Медь	0,5	65	орг.	1,0	3	токс.	0,001	3
21	Метанол	30	80	с-т	3	2	с-т	0,1	4
22	Молибден	-	30	с-т	0,25	2	токс.	0,0012	-
23	Молочная кислота	-	85	общ.	0,9	4	Нормируется по БПК		
24	Мочевина (карбамид)	по БПК	-	общ.	по БПК	2	с-т	80	4
25	Муравьиная кислота	-	85	-	по БПК	-	токс.	1,0	-
26	Мышьяк	0,1	40	с-т	0,05	2	токс.	0,05	3
27	Нафт-2-ол	-	65	с-т	0,4	3	с-т	0,05	4
28	Нефть и нефтепродукты	15	70	орг.	0,3	3	рыб.-хоз.	0,05	3
29	Никель	0,5	40	с-т	0,02	3	токс.	0,01	3
30	Нитробензол	-	70	с-т	0,2	3	токс.	0,01	-
31	Нитраты по NO ₃	-	-	с-т	45	3	с-т	40	-
32	Нитриты по NO ₂	-	-	с-т	3,3	2	токс.	0,08	-
33	Октанол	-	50	орг.	0,05	3	-	-	-
34	Олово	10	-	токс.	6	4	токс.	0,66	4
35	Поливиниловый спирт	20	-	орг.	0,1	4	токс.	0,3	4
36	Пропиловый спирт	12	-	орг.	0,25	4	-	-	-
37	Ртуть	0,005	50	с-т	0,0005	1	токс.	отсутствие	1
38	Свинец	0,1	40	с-т	0,03	2	токс.	0,1	3
39	Селен	10	40	с-т	0,001	2	токс.	0,0016	2
40	Сероуглерод	5	-	орг.	1,0	4	токс.	1,0	3
41	СПАВ (анионные)	20	65	орг.	0,5	-	-	-	-
42	Стирол	10	50	орг.	0,1	-	орг.	0,1	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
43	Стронций	26	15	с-т	7	2	токс.	0,4	3
44	Сульфиды (натрия)	1	50	общ.	0,003	4	токс.	0,01	3
45	Сурьма	0,5	30	с-т	0,05	-	-	-	-
46	Тиомочевина	10	40	с-т	0,03	2	токс.	1,0	4
47	Титан	0,1	65	общ.	0,1	3	токс.	0,06	4
48	Толуол	15	50	орг.	0,5	4	орг.	0,5	3
49	Уксусная кислота	-	80	орг.	1,0	3	токс.	0,01	4
50	Фенол	15	80	орг.	0,001	4	рыб.- хоз.	0,001	3
51	Формальдегид	100	65	с-т	0,05	2	токс.	0,01	3
52	Фосфаты ^{xx}	20	30	-	-	-	токс. с-т	0,05	4
53	Фториды (анион)	-	15	с-т	1,5	2	токс.	0,05	3
54	Хром (III)	2,5	65	с-т	0,5	3	токс.	0,07	3
55	Хром (VI)	0,1	50	с-т	0,05	3	токс.	0,02	3
56	Цианиды (анион)	1,5	60	с-т	0,1	2	токс.	0,05	3
57	Цинк	1,0	60	токс.	1,0	3	токс.	0,01	3
58	Этиловый спирт	14	70	общ.	-	-	токс.	0,01	-

Примечание.

^x – ЛПВ – лимитирующий признак вредности;

с-т – санитарно-токсикологический;

токс. – токсикологический;

орг. – органолептический;

общ. – общесанитарный;

рыб. – хоз. – рыбохозяйственный;

сан. – санитарный.

^{xx} – эффективность удаления аммонийного азота и фосфора дана для существующей обычной технологии биологической очистки. При использовании специальных технологий (схем с нитрификацией – денитрификацией, реагентного или биологического удаления фосфатов и др.), требующих реконструкции очистных сооружений, эффективность удаления может быть повышена до 95-98 %.

Прочерк означает отсутствие данных.

Перечень загрязняющих веществ, не удаляемых в процессе биологической очистки [21-23, 26]

№ п/п	Вещество	Сброс в водный объект хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования			Сброс в водный объект рыбохозяйственного водопользования		
		ЛПВ	ПДК _{хп} , мг/л	Класс опасности	ЛПВ	ПДК _{вр} , мг/л	Класс опасности
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ацетофенон	-	0,1	4	токс.	0,04	3
2	Бензин	орг.	0,1	3	-	-	-
3	Бутилбензол	орг.	0,1	3	-	-	-
4	Гексахлоран	орг.	0,02	4	токс.	отсут.	1
5	Гексоген	с-г	0,1	2	-	-	-
6	Дихлорбензол	орг.	0,002	3	токс.	0,001	2
7	Дихлорбутен	орг.	0,5	4	-	-	-
8	Дихлофос	орг.	1,0	3	токс.	отсут.	1
9	Дихлорэтан	с-г	0,02	2	токс.	0,12	-
10	Диэтиленгликоль	с-г	1	3	токс.	0,05	-
11	Диэтиловый эфир	орг.	0,3	4	токс.	1,0	4
12	Жирные кислоты	общ.	0,1	4	-	-	-
13	Изопрен	орг.	0,005	4	с-г	0,01	3
14	Карбофос	орг.	0,05	4	токс.	отсут.	1
15	Краситель органический кислотный красный	орг.	0,03	4	токс.	0,06	4
16	Нитробензол	с-г	0,2	3	токс.	0,01	-
17	Нитрохлорбензол	с-г	0,05	3	-	-	-
18	Тетрахлорбензол	с-г	0,01	2	-	-	-
19	Тетрахлорметан (четырёххлористый углерод)	с-г	0,006	-	токс.	отсут.	1
20	Тетрахлорэтан	орг.	0,2	4	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
21	Триэтиленамин	с-т	2	2	токс.	1,0	4
22	Фосфамид	орг.	0,03	4	токс.	0,01	3
23	Фурфурол	орг.	1,0	4	токс.	0,01	-
24	Хлорбензол	с-т	0,02	3	токс.	0,001	3
25	Хлоропрен	с-т	0,01	2	-	-	-
26	Хлорофос	орг.	0,05	4	токс.	отсут.	1
27	Хлорциклогексан	орг.	0,05	3	-	-	-
28	Этилбензол	орг.	0,01	4	токс.	0,001	-
29	Циклогексан	с-т	0,1	2	токс.	0,01	3
30	Циклогексанол	с-т	0,5	2	токс.	0,001	3
31	Сульфаты	орг.	500	4	токс.	100	-
32	Хлориды	орг.	300	4	токс.	300	-

Обозначения:

с-т – санитарно-токсикологический;

токс. – токсикологический;

орг. – органолептический;

общ. – общесанитарный;

**Нормативы платы за сброс загрязняющих
веществ в поверхностные и подземные объекты на 2003 год [42]**

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за сброс 1 тонны загрязняющих веществ	
		в пределах установленных допустимых нормативов сбросов, руб./т	в пределах установленных лимитов сбросов, руб./т
1	2	3	4
1	Аммоний-ион (NH ⁺)	551	2755
2	Алкилсульфонат натрия (в техническом препарате)	552	2760
3	Алкилсульфонаты — СПАВ	551,6	2758
4	Алюминий (Al ³⁺)	6887	34435
5	Аммиак (по азоту)	5510	27550
6	Анилин (аминобензол)	2754809	13774045
7	Ацетон	5510	27550
8	Бензол	552	2760
9	Бор (по B ³⁺)	16205	81025
10	Бор (по B ³⁺ , для морских водоёмов)	27	135
11	Висмут	2755	13775
12	Ванадий	275481	1377405
13	Взвешенные вещества	366	1830
14	Вольфрамат (W ⁶⁺)	344352	1721750
15	Гидразингидрат	918330	4591650
16	Глицерин	276	1380
17	Декстрин (смесь полисахаридов)	276	1380
18	1,2-Дихлорэтан	2755	13775
19	Диссолван (полиоксиалкиленгликоль) 4411	307	1535
20	Железо (Fe) (все растворимые в воде формы)	2755	13775
21	Жирные кислоты окислированные	71	355
22	Изопрен (2-метилбута-1,3-диен)	27548	137740
23	Кадмий	55096	275480
24	Калий (K ⁺)	6,2	31
25	Кальций (Ca ²⁺)	1,2	6
26	Капролактам	27548	137740

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
27	Краситель прямой бирюзовый светопрочный К	6887	34435
28	Краситель хромовый черный О	9183	45915
29	Краситель кислотный черный С	5510	27550
30	Краситель прямой черный З	1378	6890
31	Ксантогенат бутиловый натриевый	9183	45915
32	Ксилол (смесь изомеров)	5510	27550
33	Кобальт (Co^{2+})	27548	137740
34	Латекс БС-85М	552	2760
35	Латекс СКН-40ИХМ	2755	13775
36	Латекс сополимера винилиденхлорида, винилхлорида, бутилакрилата и итаконовой кислоты ВД ВХ БАИк 63Е-ПАЛ	27548	137740
37	Лимонная кислота	276	1380
38	Магний (Mg) (все растворимые в воде формы)	6,9	34,5
39	Марганец (Mn^{2+})	27548	137740
40	Масло соляровое	27548	137740
41	Масло легкое талловое (ТУ-81-05-100-70)	2755	13775
42	Медь (Cu^{2+})	275481	1377405
43	Метанол	2755	13775
44	Моноэтаноламин	27548	137740
45	Молибден (Mo^{6+})	229568	1147840
46	Мочевина	3,7	18,5
47	Мышьяк	5510	27550
48	Натрий (Na^+)	2,5	12,5
49	Нефть и нефтепродукты	5510	27550
50	Нефтяной сульфат натрия	2755	13775
51	Никель (Ni^{2+})	27548	137740
52	Нитрат-анион	6,9	34,5
53	Нитрит-анион	34444	17220
54	Олово и его соли (по Sn)	2460	12300
55	ОП-7, полиэтиленгликолевые эфиры моно- и диалкилфенолов	918	4590

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
56	ОП-10, СПАВ, смесь моно- и диалкил-феноловых эфиров полиэтиленгликоля	552	2760
57	Пигмент железистый жёлтый	2755	13775
58	Пигмент железистый красный (марка КБ)	552	2760
59	Пиридин	27548	137740
60	Роданиды (по CNS ⁻)	2755	13775
61	Ртуть (Hg ²⁺)	27548091	137740455
62	Рубидий (Pb ⁺)	2755	13775
63	Свинец (Pb) (все растворимые в воде формы)	45913	229565
64	Селен (Se) (все растворимые в воде формы)	137740	688700
65	Синтетические поверхностно - активные вещества (СПАВ)	522	2758
66	Скипидар	1378	6890
67	Стирол	2755	13775
68	Стронций (Sr) (все растворимые в воде формы)	689	3445
69	Сероуглерод	276	1380
70	Сульфат-анион (сульфаты)	2,8	14
71	Сульфид-анион (сульфиды)	55096	275480
72	Сульфит-анион (сульфиты)	145	725
73	Сурьма	5510	27550
74	Танниды	27,5	137,5
75	Тетраэтилсвинец	27548091	137740455
76	Тиомочевина	276	1380
77	Толуол	552	2760
78	Трилон-Б	552	2760
79	Фенол	275481	1377405
80	Флотореагент талловый	5510	27550
81	Фосфаты (по P)	1378	6890
82	Формальдегид	2755	13775
83	Фосфор треххлористый	2755	13775

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
84	Фосфор пятихлористый	2755	13775
85	Фтор (F ⁻)	368	1840
86	Фурфурол	27548	137740
87	Хлор свободный (хлор активный) (Cl [·])	27548091	137740455
88	Хлориды (Cl ⁻)	0,9	4,5
89	Хром (Cr ³⁺)	3935	19675
90	Хром (Cr ⁶⁺)	13774	68870
91	Цинк (Zn ²⁺)	27548	137740
92	Цезий (Cs ⁺)	276	1380
93	Цианиды	5510	27550
94	Этиленгликоль	1102	5510
Пестициды (по действующим веществам):			
95	Атразин	55096	275480
96	Бентазон	196	980
97	Глифосфат	275481	1377405
98	Десметрин	550962	2754810
99	Дельта-Метрин	1377404560	6887022800
100	Диазинон	27548091	137740455
101	Дикват	688700	3443500
102	Дифлубензурон	688702	3443510
103	Дихлорпрол	445	2225
104	ДДТ	27548091	137740455
105	Каптан	459133	2295665
106	Квартазин	275481	1377405
107	Краснодар 1	27548	137740
108	Ленацил	688702	3443510
109	Лямбдацигалотрин	13774045600	68870228000
110	Малатион	27548091	137740455
111	Металаксил	27548	137740
112	Метол	459133	2295665
113	Метрибузин	275480912	68870228000
114	Мивал	276	1380

Окончание таблицы 8

1	2	3	4
115	Молинат	393545	1967725
116	Нафтол	306	1530
117	Перметрин	16204759	81023795
118	Пиримикарб	393545	1967725
119	Пиримифосметил	27548091	137740455
120	Прометрин	5510	27550
121	Пропаргит	68871	344355
122	Пропиконазол	4591348	22956740
123	Тиабендазол	550962	2754810
124	Тиобенкарб	1377405	6887025
125	Тирам	2754809	13774045
126	Токсафен	27548091	137740455
127	Триадименол	2755	13775
128	Триадимефон	196772	983860
129	Триаллат	787088	3935440
130	Трихлорацетат натрия	7871	39355
131	Трифлуралин	918270	4591350
132	Фенфалерат	2295674267	11478371335
133	Фенитроотион	2754809120	13774045600
134	Фенмедифан	4591348	22956740
135	Фентион	27548091	137740455
136	Флуазифоп-П-бутил	275481	1377405
137	Фозалон	9182698	45913490
138	Хлоридазон	27548	137740
139	Хлорпирифос	27548091	137740455
140	Циклоат	2754809	13774045
141	Циперметрин	2754809120	13774045600
142	Эндосульфан	11977431	59887155
143	ЭПТЦ	3443511	17217555

Коэффициенты, учитывающие экологические факторы (состояние водных объектов) по бассейнам морей и рек [42]

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента
Бассейн Балтийского моря	
Бассейн р. Нева	
Новгородская область	1,14
Псковская область	1,12
Бассейн Каспийского моря	
Бассейн р. Волга	
Владимирская область	1,17
Волгоградская область	1,32
Вологодская область	1,14
Ивановская область	1,17
Калужская область	1,17
Кировская область	1,11
Костромская область	1,17
Московская область	1,2
Нижегородская область	1,14
Пермская область	1,13
Рязанская область	1,17
Самарская область	1,36
Смоленская область	1,16
Тамбовская область	1,09
Тверская область	1,17
Ярославская область	1,19
Бассейн Азовского моря	
Бассейн р. Дон	
Волгоградская область	1,07
Воронежская область	1,15
Липецкая область	1,2
Ростовская область	1,56
Саратовская область	1,07
Тамбовская область	1,12
Тульская область	1,14
Бассейн Черного моря	
Бассейн р. Днепр	
Брянская область	1,3
Калужская область	1,12
Курская область	1,14
Смоленская область	1,33

Классы опасности отходов [35]

Степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
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 3 лет	IV класс – малоопасные

Таблица 2

Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода (вода, почва, продукты питания) [21-23, 28-31]

№ п/п	Компоненты отхода	Вода водоемов			Почва		Продукты питания
		хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования ПДК _{хп} , мг/л	рыбохозяйственного водопользования ПДК _{вр} , мг/л	КО	ПДК _п (ОДК), мг/кг	КО	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Алюмокалиевые квасцы	0,2(0,5)	0,08	3	-	-	-
2	Аммония хлорид	1,5 (по N)	0,005 (по N)	4	-	-	-
3	Анилин	0,1	0,0001	2	-	-	-
4	Бария дигидроксид	0,7	2,0	2	-	-	-
5	Бензол	0,01	0,5	1	0,3	1	-
6	Ванадия пентоксид (шлак)	0,1	0,001	3	150,0	3	-
7	1,2-Дихлорэтан	0,03	-	2	-	-	-
8	Железа гидроксид (III)	0,3(1,0)	0,05	3	-	-	3,0
9	Железа сульфат (II)	0,3(1,0)	0,05	3	-	-	3,0
10	Кадмия хлорид	0,001	0,005	2	0,5	1	0,01
11	Калия хлорид	350 (хлориды)	300 (хлориды)	4	360 (по K ₂ O)	3	-

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
12	Кальция хлорид	350 (хлориды)	300 (хлориды)	4	-	-	-
13	Карбамид (мочевина)	-	80	4	-	-	-
14	Кислота азотная	45 (нитраты)	40 (нитраты)	3	130 (по нитратам)	2	-
15	Кислота синильная	0,035 (цианиды)	0,05 (цианиды)	2	-	-	-
16	Кислота соляная	350 (хлориды)	300 (хлориды)	4	-	-	-
17	Кобальта оксид	0,1	0,005	2	5,0 _{пф}	2	-
18	Красители органические дисперсные полиэфирные	0,4	-	3	-	-	-
19	Ксилол	0,05	0,05	3	0,3	1	-
20	Марганца оксид (II), аэрозоль дезинтеграции	0,1	0,1	3	1500 (по Mn)	3	-
21	Меди сульфат (II)	1,0	0,005	3	3,0 _{пф}	2	0,5
22	Мышьяка оксид (III)	0,01	0,05	1	2,0	1	0,1
23	Мышьяка хлорид (III)	0,01	0,05	1	2,0	1	0,1
24	Натрия хлорид	350 (хлориды)	300 (хлориды)	4	-	-	-
25	Натрия тиосульфат	2,5	100 (сульфаты)	3	160 (по S)	3	-
26	Нафталин	0,01	0,004	4	-	-	-
27	Нефтепродукты (бензин)	0,1	0,05	3	0,1	1	-
28	Никеля оксид	0,02	0,01	2	4,0 _{пф}	2	0,01
29	Никеля хлорид	0,02	0,01		4,0 _{пф}	2	0,01
30	Отходы смазочных масел	0,1 (по н/п)	0,05 (по н/п)	3	0,1 (по н/п)	1	-
31	Ртуть	0,0005	Отс.	1	2,1	1	0,005
32	Сажа	0,25 (взв.)	-	4	-	-	-
33	Свинец	0,01	0,01	2	32,0	1	0,05
34	Свинца ацетат	0,01	0,01	2	6,0 _{пф}	1	0,05
35	Серебро	0,05	-	2	-	-	-
36	СПАВ (анионоакт.)	0,5	0,1	4	-	-	-
37	Сурьмы оксид	0,005	-	2	4,5	2	-
38	Толуол	0,5	0,5	4	0,3	1	-
39	Уксусная кислота	1	0,01	4	-	-	-
40	Фенол	0,001	0,001	4	-	-	-
41	Хлорбензол	0,02	0,001	3	-	-	-
42	Хлороформ	0,1	-	1	-	-	-
43	Хлорфенолы (смесь)	0,002	0,0004	4	-	-	-
44	Хромовый ангидрид (VI)	0,05	0,001	3	0,05	1	0,01
45	Хрома оксид (III)	0,5	0,005	3	6,0 _{пф}	2	-
46	Цинк	1	0,001	3	23,0 _{пф}	1	5,0
47	Цинка хлорид	1	0,001	3	23,0 _{пф}	1	5,0
48	Этилбензол	0,01	0,5	4	0,1	1	-

Примечание. Санитарно-гигиенические показатели для соединений приведены по металлу, если нет указаний непосредственно в таблице.

**Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода
(воздух)**

№ п/п	Компоненты отхода	Воздух рабочей зоны		Атмосферный воздух		
		ПДК _{рз} , мг/м ³	КО	ПДК _{мр} (ОБУВ), мг/м ³	ПДК _{сс} , мг/м ³	КО
1	2	3	4	5	6	7
1	Алюмокалиевые квасцы	0,5	3	0,01	-	2
2	Аммония хлорид	10	3	0,2	0,1	3
3	Анилин	0,1	2	0,05	0,03	2
4	Бария дигидроксид	0,1	2	0,015	0,004	2
5	Бензол	15/5	2	0,3	0,1	2
6	Ванадия пентоксид (шлак)	0,5	2	-	0,002	1
7	1,2-Дихлорэтан	10	2	3	1	2
8	Железа гидроксид (III)	6	4	-	0,04	3
9	Железа сульфат (II)	2	3	-	0,007	3
10	Кадмия хлорид	0,05/0,01	1	-	0,0003	1
11	Калия хлорид	5	3	0,3	0,1	4
12	Кальция хлорид	2	3	0,05	-	3
13	Карбамид (мочевина)	10	3	-	0,2	4
14	Кислота азотная	2	3	0,4	0,15	2
15	Кислота синильная	0,3	1	-	0,01	2
16	Кислота соляная	5	2	0,2	0,1	2
17	Кобальта оксид	0,05/0,01	1	-	0,001	2
18	Красители органические дисперсные полиэфирные	1	2	0,05	-	3
19	Ксилол	0,5	3	0,2	-	3
20	Марганца оксид (II), аэрозоль дезинтеграции	0,3	2	0,01	0,001	2
21	Меди сульфат (II)	0,5	2	0,003	0,001	2
22	Мышьяка оксид (III)	0,01	1	-	0,003	2
23	Мышьяка хлорид (III)	0,04/0,01	1	-	0,003	2
24	Натрия хлорид	5	3	0,5	0,15	3
25	Натрия тиосульфат	10	4	0,3	0,1	3
26	Нафталин	20	4	0,007	-	4
27	Нефтепродукты (бензин)	100	4	5	1,5	4
28	Никеля оксид	0,05	1	-	0,001	2
29	Никеля хлорид	0,05	1	-	0,001	2
30	Отходы смазочных масел	5	3	0,05	-	3
31	Ртуть	0,2/0,05	1	-	0,0003	1
32	Сажа	4	3	0,15	0,05	3
33	Свинец	0,01/0,005	1	0,001	0,0003	1
34	Свинца ацетат	0,01/0,005	1	0,001	0,0003	1

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
35	Серебро	1	2	0,005	-	2
36	СПАВ (анионоакт.)	5	3	0,15	0,05	3
37	Сурьмы оксид	1	2	-	0,02	3
38	Толуол	150/50	3	0,6	-	3
39	Уксусная кислота	5	3	0,2	0,06	3
40	Фенол	0,3	2	0,01	0,003	2
41	Хлорбензол	100/50	3	0,1	-	3
42	Хлороформ	5	2	0,1	0,03	2
43	Хлорфенолы (смесь)	1	2	0,015	0,003	2
44	Хромовый ангидрид (VI)	0,01	1	-	0,0015	1
45	Хрома оксид (III)	1	3	0,01	-	3
46	Цинк	0,5	2	-	0,05	3
47	Цинка хлорид	0,5	2	0,005	-	2
48	Этилбензол	50	4	0,04	0,002	2

Таблица 4

**Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода
(летальные показатели) [38-41]**

№ п/п	Компоненты отхода	LD ⁵⁰ перорально, мг/кг	LD ₅₀ ^{skin} резобтивно, мг/кг	LC ⁵⁰ ₃ мг/м ³	КВНО	LC ⁵⁰ _{водн} , мг/л (96часов)
1	2	3	4	5	6	7
1	Алюмокалиевые квасцы	370	-	-	-	0,5 (по Al)
2	Аммония хлорид	1,36	-	4600	-	0,8
3	Анилин	250-480	250	3920	0,6	3,0-5,3
4	Бария дигидроксид	308	-	-	-	158
5	Бензол	4700	-	190-1300	250	9-80
6	Ванадия пентоксид (шлак)	86	-	500	-	1,9-6,0
7	1,2-Дихлорэтан	625	-	1060	320	115
8	Железа гидроксид (III)	98600	-	-	-	0,2
9	Железа сульфат (II)	533	-	-	-	0,2
10	Кадмия хлорид	67	-	45	-	0,05-0,24
11	Калия хлорид	6600	-	-	-	-
12	Кальция хлорид	1380	-	-	-	500-1000
13	Карбамид (мочевина)	600	-	-	-	33
14	Кислота азотная	100-140	-	260	3900	1,6
15	Кислота синильная	1,5-1,7	300	200	7390	0,06
16	Кислота соляная	140-210	-	45000	4000	0,25
17	Кобальта оксид	55-80	-	-	-	35-125
18	Красители органические дисперсные полиэфирные	Более 5000	-	-	-	!

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
19	Ксилол	3560	-	-	-	9-20
20	Марганца оксид (II), аэрозоль дезинтеграции	450	-	-	-	10-12
21	Меди сульфат (II)	43	-	-	-	0,02-0,1
22	Мышьяка оксид (III)	10-24	-	-	-	0,5
23	Мышьяка хлорид (III)	48	80	2,5	310	0,5
24	Натрия хлорид	3000	-	-	-	10-15(по Na)
25	Натрия тиосульфат	4200	-	-	-	10-15(по Na)
26	Нафталин	580	-	-	-	1,0-5,0
27	Нефтепродукты (бензин)	300-1500	-	40000	1,3	0,3-1,0
28	Никеля оксид	780	-	-	-	30-60
29	Никеля хлорид	105	-	-	-	30-60
30	Отходы смазочных масел	Более 2000	-	-	-	0,3-1,0
31	Ртуть	23-35	-	0,5-8,0	2800	0,002
32	Сажа	-	-	2000- 3000 (2-5 мкм)	-	-
33	Свинец	291	-	271-795	-	0,53-1,0
34	Свинца ацетат	217	-	271-795	-	0,53-1,0
35	Серебро	5000	-	-	-	0,004
36	СПАВ (анионоакт.)	2000-8000	-	-	-	3,5-4,5
37	Сурьмы оксид (III)	240-250	-	-	-	-
38	Толуол	7000	-	30000	9,0	9-60
39	Уксусная кислота	140-200	-	10000	4,3	75
40	Фенол	427	Поражение 25% пов-ти тела смерт.	-	-	3,2-5,6
41	Хлорбензол	1230	-	15000	8,3	16
42	Хлороформ	1000	-	21200	4,4	65
43	Хлорфенолы (смесь)	480	1000	3200	2,4	20
44	Хромовый ангидрид (VI)	3-7	-	10	Не менее 0,2	37,5-53,0
45	Хрома оксид (III)	440	-	31,5	-	2,0
46	Цинк	6000	-	-	-	0,4
47	Цинка хлорид	100	-	-	-	0,4
48	Этилбензол	3500	-	43500	1,0	150

**Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода
(специфичность действия) [38-41]**

№ п/п	Компоненты отхода	Канцерогенность	Мутагенность	Персистентность	Биоаккумуляция
1	2	3	4	5	6
1	Алюмокалиевые квасцы	Доказана для человека (пневмокониоз переходящий в рак легких)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
2	Аммония хлорид	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Нет накопления
3	Анилин	Доказана для человека	Есть возможность проявления для человека	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Нет накопления
4	Бария дигидроксид	Доказана для человека	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
5	Бензол	Доказана для животных, для человека как сильно подозреваемый канцероген	Обнаружена	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Накопление в нескольких звеньях
6	Ванадия пентоксид (шлак)	Есть вероятность для животных	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
7	1,2-Дихлорэтан	Доказана для человека	Обнаружена	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Нет накопления
8	Железа гидроксид (III)	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
9	Железа сульфат (II)	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
10	Кадмия хлорид	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
11	Калия хлорид	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Нет накопления
12	Кальция хлорид	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Нет накопления
13	Карбамид (мочевина)	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Нет накопления
14	Кислота азотная	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Нет накопления

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
15	Кислота синильная	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление в одном из звеньев
16	Кислота соляная	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление в одном из звеньев
17	Кобальта оксид	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
18	Красители органические дисперсные полиэфирные	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Накопление в одном из звеньев
19	Ксилол	Доказана для животных	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Накопление в одном из звеньев
20	Марганца оксид (II), аэрозоль дезинтеграции	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
21	Меди сульфат (II)	Есть вероятность для животных	Есть возможность проявления для животных	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
22	Мышьяка оксид (III)	Доказана для животных	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
23	Мышьяка хлорид (III)	Доказана для животных	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
24	Натрия хлорид	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Нет накопления
25	Натрия тиосульфат	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Нет накопления

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
26	Нафталин	Доказана для человека	Есть возможность проявления для животных	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Накопление в одном из звеньев
27	Нефтепродукты (бензин)	Неканцерогенность (доказано)	Есть возможность проявления для животных	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление в одном из звеньев
28	Никеля оксид	Доказана для человека	Есть возможность проявления для человека	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Накопление во всех звеньях
29	Никеля хлорид	Доказана для человека	Есть возможность проявления для человека	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Накопление во всех звеньях
30	Отходы смазочных масел	Неканцерогенность (доказано)	Есть возможность проявления для животных	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление в одном из звеньев

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
31	Ртуть	Доказана для человека	Обнаружена	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Накопление во всех звеньях
32	Сажа	Доказана для человека	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Нет накопления
33	Свинец	Доказана для человека	Обнаружена	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Накопление во всех звеньях
34	Свинца ацетат	Доказана для человека	Обнаружена	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Накопление во всех звеньях
35	Серебро	Есть вероятность для животных	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление в нескольких звеньях

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
36	СПАВ (анионоакт.)	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Нет накопления
37	Сурьмы оксид (Ш)	Доказана для человека	Есть возможность проявления для человека	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Накопление во всех звеньях
38	Толуол	Доказана для животных	Есть возможность проявления для человека	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Накопление в одном из звеньев
39	Уксусная кислота	Неканцерогенность (доказано)	Отсутствует (доказано)	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Нет накопления
40	Фенол	Есть вероятность для животных	Есть возможность проявления для животных	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Накопление в одном из звеньев
41	Хлорбензол	Доказана для животных	Есть возможность проявления для животных	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Накопление в нескольких звеньях

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6
42	Хлороформ	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Накопление в нескольких звеньях
43	Хлорфенолы (смесь)	Есть вероятность для животных	Есть возможность проявления для животных	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Накопление в одном из звеньев
44	Хромовый ангидрид (VI)	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
45	Хрома оксид (III)	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
46	Цинк	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
47	Цинка хлорид	Доказана для человека	Обнаружена	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Накопление во всех звеньях
48	Этилбензол	Есть вероятность для животных	Есть возможность проявления для животных	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Накопление в одном из звеньев

**Первичные показатели для расчета опасности компонентов отхода
(физико-химические показатели) [38-41]**

№ п/п	Компоненты отхода	S, мг/л	C _{нас} , мг/м ³	Log Kow (октанол/вода)
1	2	3	4	5
1	Алюмокалиевые квасцы	15000	-	-
2	Аммония хлорид	39200	-	-
3	Анилин	34000	2340	-
4	Бария дигидроксид	26600	-	-
5	Бензол	820	321 · 10 ³	2,5
6	Ванадия пентоксид (шлак)	500	-	-
7	1,2-Дихлорэтан	8650	343 · 10 ³	-
8	Железа гидроксид (III)	2,03 · 10 ⁻⁴	-	-
9	Железа сульфат (II)	296500	-	-
10	Кадмия хлорид	1170 · 10 ³	-	-
11	Калия хлорид	342 · 10 ³	-	-
12	Кальция хлорид	745 · 10 ³	-	-
13	Карбамид (мочевина)	19010 ³	-	-
14	Кислота азотная	∞	101,7 · 10 ⁴	-
15	Кислота синильная	∞	147,8 · 10 ⁴	-
16	Кислота соляная	∞	178 · 10 ⁶	-
17	Кобальта оксид	Н.р.	-	-
18	Красители органические дисперсные полиэфирные	2-3	-	-
19	Ксилол	Н.р.	29,8 · 10 ³	3,8
20	Марганца оксид (II), аэрозоль дезинтеграции	Н.р.	-	-
21	Меди сульфат (II)	356 · 10 ³	-	-
22	Мышьяка оксид (III)	20,4 · 10 ³	-	-
23	Мышьяка хлорид (III)	Реаг.	784	-
24	Натрия хлорид	360 · 10 ³	-	-
25	Натрия тиосульфат	667 · 10 ³	-	-
26	Нафталин	26	993	-
27	Нефтепродукты (бензин)	~ 1,0	52,6 · 10 ³	-
28	Никеля оксид	Н.р.	-	-
29	Никеля хлорид	610 · 10 ³	-	-
30	Отходы смазочных масел	Н.р.	-	-
31	Ртуть	Н.р.	10,9 · 10 ³	-
32	Сажа	Н.р.	-	-
33	Свинец	Н.р.	-	-
34	Свинца ацетат	Реаг.	-	-
35	Серебро	Н.р.	-	-
36	СПАВ (анионоакт.)	27000	-	-
37	Сурьмы оксид (III)	Н.р.	-	-
38	Толуол	570	271 · 10 ³	-
39	Уксусная кислота	∞	42,7 · 10 ³	-

1	2	3	4	5
40	Фенол	85000	972	0,6-1,0
41	Хлорбензол	480	$124 \cdot 10^3$	1,7
42	Хлороформ	$10 \cdot 10^3$	$937 \cdot 10^3$	0,25
43	Хлорфенолы (смесь)	$\sim 100 \cdot 10^3$	7600	-
44	Хромовый ангидрид (VI)	$1660 \cdot 10^3$	2,4	-
45	Хрома оксид (III)	Н.р.	-	-
46	Цинк	Н.р.	-	-
47	Цинка хлорид	$3750 \cdot 10^3$	-	-
48	Этилбензол	160	$40 \cdot 10^3$	-

Примечание: Н.р. - нерастворимые; Реаг. – реагируют с водой; ∞ - бесконечно растворимые

Таблица 7

Токсикологические, санитарно-гигиенические и физико-химические показатели компонентов отхода

N п/п	Показатели опасности		Уровни и критерии опасности в баллах			
			1	2	3	4
1	ПДК _п (ОДК), мг/кг	неорганические	< 5	5 - 50	51 - 1000	> 1000
		органические	< 1	1 - 9,9	10 - 99,9	> 100
2	ПДК _в (ОДУ), мг/л		< 0,01	0,01 - 0,1	0,11 - 1	> 1
3	ПДК _{рз} , мг/м ³		< 0,1	0,1 - 1	1,1 - 10	> 10
4	ПДК _{сс} , ПДК _{мр} (ОБУВ), мг/м ³		< 0,01	0,01 - 0,1	0,11 - 1	> 1
5	Класс опасности в воде		1	2	3	4
6	Класс опасности в рабочей зоне		1	2	3	4
7	Класс опасности в атмосферном воздухе		1	2	3	4
8	Класс опасности в почве		1	2	3	4
9	LD50 перорально, мг/кг		< 15	15 - 150	151 - 5000	> 5000
10	LC50, мг/м ³		< 500	500 - 5000	5001 - 50000	> 50000
11	Канцерогенность		Доказана для человека	Доказана для животных	Есть вероятность для животных	Неканцерогенность (доказано)
12	$\lg \frac{S}{ПДК_g}$		> 5	5 - 2	1,9 - 1	< 1
13	$\lg \frac{C_{нас}}{ПДК_{рз}}$		> 5	5 - 2	1,9 - 1	< 1
14	ПДК _{вр} , мг/л		0,001	0,001 - 0,01	0,011 - 0,1	> 0,1
15	LD ₅₀ ^{skin} , мг/кг		< 100	100 - 500	501 - 2500	> 2500

1	2	3	4	5	6
16	CL_{50}^w , мг/л/96ч	< 1	1 - 5	5,1 - 100	> 100
17	$\lg \frac{C_{нас}}{ПДК_{сс/мр}}$	> 7	7 - 3,9	3,8 - 1,6	< 1,6
18	КВИО	> 300	300 - 30	29 - 3	< 3
19	log Kow (октанол /вода)		> 4	4 - 2	1,9 - 0
20	Персистентность: трансформация в окружающей среде	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием др. критериев вредности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
21	Биоаккумуляция: поведение в пищевой цепочке	Накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Накопление в одном из звеньев	Нет накопления
22	Мутагенность	Обнаружена	Есть возможность проявления для человека	Есть возможность проявления для животных	Отсутствует (доказано)
23	ПДК _{пп} в продуктах питания	< 0,01	0,01 - 1	1,1 - 10	> 10
	Балл	1	2	3	4

Таблица 8

Классификация опасности отходов для здоровья человека и среды его обитания [35]

Класс опасности	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
К	> 50000	50000 - 1000	999 - 100	< 100

Таблица 9

**Базовые нормативы платы за размещение отходов производства
и потребления в ценах 2003 года [42]**

№ п/п	Вид отходов по классам опасности для окружающей природной среды	Нормативы платы за размещение 1 тонны отходов в пределах установленных лимитов, руб./т
1	Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	1739,2
2	Отходы II класса опасности (высокоопасные)	745,4
3	Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	497
4	Отходы IV класса опасности (малоопасные)	248,4

Таблица 10

**Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости
состояния почвы [42]**

Экономический район РФ	Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния почв $k_{эс}^{почв}$
Северный	1,4
Северо – Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1
Калининградская область	1,3

Контрольные вопросы

1. Понятие и виды природопользования, парадигмы, основные законы.
2. Понятие загрязнения окружающей среды. Виды загрязнения.
3. Нормирование качества окружающей природной среды: стохастические и детерминированные эффекты, порог вредного действия. Санитарно-гигиенические нормативы качества: понятие предельно допустимая концентрация (ПДК).
4. Состав и строение атмосферы. Основные критериальные загрязнители атмосферы. Основные процессы, протекающие в атмосфере.
5. Понятие метеорологический потенциал атмосферы (МПА) и индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).
6. Нормирование качества воздушной среды: предельно допустимая максимально разовая концентрация (ПДК_{мр}), предельно допустимая среднесуточная концентрация (ПДК_{сс}), ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ_{ав}), лимитирующий показатель вредности, рефлекторный, резорбтивный, рефлекторно-резорбтивный и санитарно-гигиенический норматив.
7. Оценка воздействия на окружающую среду: порядок проведения и основные критерии оценки, понятие предельно допустимый выброс (ПДВ), основные принципы расчета ПДВ, единицы измерения, понятие временно согласованный выброс (ВСВ)
8. Санитарно-защитная зона предприятия (СЗЗ).
9. Гидросфера, классификация природных вод по степени минерализации.
10. Загрязнение гидросферы. Виды загрязнения. Приоритетные антропогенные загрязнители природных вод.
11. Самоочищение и окислительные процессы в водных экосистемах. Консервативные, биогенные и водорастворимые вещества.
12. Показатели качества воды: физические (общесанитарные), химические, биологический и бактериологический.
13. Виды и категории водопользования.
14. Нормативные показатели качества вод: предельно допустимая концентрация для воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_{хп}), предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДК_{вр}), ориентировочно безопасный уровень воздействия загрязняющего вещества в воде (ОБУВ_в). Показатели вредности, учитываемые при их установлении.
15. Оценка уровня воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду при поступлении сточной воды в водоем: основные этапы и критерии оценки, понятие нормативно допустимого сброса (НДС), основные принципы расчета, единицы измерения, понятие временно согласованного сброса (ВСС).
16. Оценка возможности поступления сточных вод в систему городской канализации.

17. Основные схемы водоснабжения. Понятие о замкнутых водооборотных циклах.

18. Литосфера. Строение и состав литосферы. Почва и гумус. Приоритетные антропогенные загрязнители.

19. Нормирование загрязнения почв: предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в почве (ПДК_п), лимитирующие признаки вредности, ориентировочно допустимая концентрация для почв (ОДК_п).

Классификация твердых отходов. Определение класса опасности твердых отходов расчетным методом.

20. Переработка, обезвреживание и захоронение твердых отходов.

21. Понятия ресурсный цикл, малоотходные и безотходные технологии, реутилизационные технологии.

22. Понятие экономического ущерба за загрязнение окружающей среды. Платежи за загрязнение атмосферы, гидросферы, литосферы.

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в почве ПДК_п (мг/кг) – это максимальная концентрация загрязняющего вещества, которая не вызывает прямого или опосредованного негативного воздействия на здоровье человека и самоочищающую способность почв.

Предельно допустимая концентрация в продуктах питания ПДК_{пр} (ДОК) – это максимальная концентрация вредного вещества в продуктах питания, которая в течение неограниченно продолжительного времени (при ежедневном воздействии) не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования ПДК_{хп} (мг/л) - ПДК для воды водных объектов — максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующем поколениях, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не ухудшать гигиенические условия водопользования.

Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны ПДК_{рз}, (мг/м³) – это концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, которая не должна вызывать у работающих при ежедневном вдыхании в течение 8 часов и не более 40 часов в неделю за всё время рабочего стажа каких-либо заболеваний или отклонений от нормального состояния здоровья, которые могли бы быть обнаружены современными методами исследования непосредственно во время работы или в отдалённые сроки, а также не должна сказываться на здоровье последующего поколения.

Предельно допустимая среднесуточная концентрация вещества в атмосферном воздухе населенных мест ПДК_{сс} (мг/м³) – это максимальная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

Предельно допустимая максимально разовая концентрация вещества в атмосферном воздухе населенных мест ПДК_{мр} (мг/м³) – это максимальная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных (в т.ч. субсенсорных) реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и т.п.).

Предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДК_{вр}, мг/л) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь, промысловых.

Ориентировочный допустимый уровень химического вещества в воде (ОДУ) – временный гигиенический норматив, разрабатываемый на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями.

Ксенобиотики – вещества синтезированные человеком, аналогов которым в природе не существует.

Канцерогены – вещества, способствующие возникновению злокачественных опухолей.

Средняя смертельная концентрация вещества LC50 – концентрация, вызывающая гибель 50% всех взятых в опыт лабораторных животных при однократном ингаляционном введении в унифицированных условиях, мг/м³.

Ориентировочный безопасный уровень воздействия вещества ОБУВ – временный ориентировочный гигиенический норматив содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны (мг/м³), атмосферном воздухе населенных мест (мг/м³), водоемах (мг/л), почве (мг/кг), продуктах питания (мг/кг). Определяется путем расчета по параметрам токсикометрии и по физико-химическим свойствам. Утверждается Минздравом России на ограниченный срок (2-3 года), после чего должен быть заменен ПДК, переутвержден на новый срок или отменен в зависимости от перспективы применения вещества и имеющейся информации о его токсичных свойствах.

Насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 °С и при нормальном давлении С_{нас} (мг/м³) – максимальное количество вещества в паровой фазе, которое может находиться в единице объема воздуха при атмосферном давлении и определенной температуре.

Персистентность (трансформация в ОПС) – продолжительность сохранения веществом биологической активности в окружающей среде или её отдельных объектах - в почве, атмосфере, гидросфере, растениях, тканях и т. д.

Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке) – накопление организмом химических веществ, поступающих из окружающей среды в концентрации большей, чем находится в окружающей среде. Интенсивность биоаккумуляции характеризуется коэффициентом биологического накопления (отношение концентрации в организме к концентрации в среде).

Биологическая потребность в кислороде БПК – это количество кислорода, использованного при биохимических процессах окисления органических веществ за определенное время инкубации пробы; БПК₅, БПК₂₀, БПК_{полн} 5 и 20 - период инкубации пробы (5 и 20 суток, соответственно).

Зиверт (обозначение: Зв, Sv) - единица измерения эффективной и эквивалентной доз ионизирующего излучения в Международной системе единиц (СИ), используется с 1979 г. 1 зиверт – это количество энергии, поглощённое килограммом биологической ткани, равное по воздействию поглощённой дозе гамма-излучения в 1 Гр (Грей).

Грей (русское обозначение: Гр, международное: Gy) – единица поглощённой дозы ионизирующего излучения в Международной системе единиц (СИ). Поглощённая доза равна одному грею, если в результате поглощения ионизирующего излучения вещество получило один джоуль энергии в расчёте на один килограмм массы (1 Гр = 1 Дж/кг).

Химическая потребность в кислороде ХПК – это количество кислорода, необходимого для полного химического окисления всех восстановителей (органического и неорганического происхождения), содержащихся в воде.

КВИО – коэффициент возможности ингаляционного отравления - отношение концентрации насыщения вещества в воздухе (Снас) к летальной концентрации (LC50) для лабораторных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях (20 °С, экспозиция – 2 часа, мыши; 4 часа – крысы).

Эвтрофикации – повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов, в первую очередь, азота и фосфора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Реймерс, Н.Ф. Краткий словарь биологических терминов: / Н.Ф. Реймерс.– 2 изд. - М.: Просвещение, 1995. – 367 с.
2. СН 2.2.4./2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территорий жилой застройки. Введ.1996-10-31.-М.: Госкомсанэпиднадзора России : Изд-во стандартов, 1996.
3. СанПиН 2971-84. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередач переменного тока промышленной частоты. Введ.1984-02-23.-М.: Госкомсанэпиднадзора России : Изд-во стандартов, 1984.
4. ГОСТ 12.1.045-84. Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
5. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях. Введ.2002-01-30.-М.: Госкомсанэпиднадзора России : Изд-во стандартов, 2003
6. Российская Федерация. Законы. О радиационной безопасности населения: федер. закон: [от 9 января 1996 года №3-ФЗ (с изм. и доп. 2011 г.)].
7. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. Введ.2009-08-14.-М.: Госкомсанэпиднадзора России : Изд-во стандартов, 2009.
8. СП 2.6.1.2612-10 . Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010). Введ.2010-08-11.-М.: Госкомсанэпиднадзора России : Изд-во стандартов, 2010.
9. Глобальные экологические проблемы: учебно-методическое пособие по дисциплине «Экология» / А.П. Куприяновская, [и др.]; под ред. В.А. Шарнина, В.А. Невского; Иван. гос. хим.- технол. ун-т - Иваново, 2010. – 117 с.
10. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.
11. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.- М.: СТК Аякс, 2003.- 84 с.
12. ГН 2.1.6.1339-03 Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.- М.: СТК Аякс, 2003.- 172 с.
13. Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду: учебное пособие / Н.П. Тарасова, [и др.] – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 230 с.
14. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды: федер. закон: [от 10 января 2002 г. № 7 – ФЗ (с изм. и доп.)].
15. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
16. Экология: учебник. / В.Н. Большаков [и др.]; под. Ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. - 504 с.
17. Коробкин, В.И Экология: учеб. для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский.– 11-е изд. доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 608 с.

18. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (Техносферная безопасность). учебник для бакалавров всех направлений подготовки в высших учебных заведениях России / С.В. Белов. - М.: Юрайт; И.Д.Юрайт, 2010.- 671 с.
19. ГОСТ Р 52029-2003. Вода. Единица жесткости.
20. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
21. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» с дополнениями (15 июня 2003 г.).
22. Приказ Росрыболовства от 18 января 2010 г. № 20 О утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах объектов рыбохозяйственного значения.
23. ГН 2.1.5.1315-03. Ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» с дополнениями (15 июня 2003 г.).
24. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.
25. СанПиН 2.1.4.1116-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества.
26. МДК 3-01.2001. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов.
27. Постановление правительства Ивановской области от 05.10.2011 N 351-п О внесении изменений в постановление Администрации Ивановской области от 04.06.2002 № 55-па «Об утверждении Порядка взимания платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов Ивановской области.
28. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
29. ГН 2.1.7.2042-06. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.
30. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.
31. СанПиН 2.3.2.1078-01 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Введ.2002-09-1.-М.: Госкомсанэпиднадзор России; Изд-во стандартов, 2001.
32. СанПиН 2.3.2.1293-03. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. Введ.2003-06-15.-М.: Госкомсанэпиднадзор России; Изд-во стандартов, 2003.
33. СанПиН 2.3.2.560-96. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Введ.1996-10-24.-М.: Госкомсанэпиднадзор России; Изд-во стандартов, 1996.

34. Российская Федерация. Законы. Об отходах производства и потребления: федер. закон: [№ 89-ФЗ от 24 июня 1998 г.].
35. СП 2.1.7.2570-10. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления.
36. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – СПб.: ЦОТПБСППО, 2006. – 336.
37. ГН 2.2.5.1314-03 Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – СПб.: ЦОТПБСППО, 2006. – 336.
38. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I-IV групп: справ. изд./ А.Л. Бандман [и др.]; под ред. В.А. Филова – Л.: Химия, 1988. – 522 с.
39. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп: справ. изд./ А.Л. Бандман [и др.] ; под ред. В.А. Филова – Л.: Химия, 1989. – 592 с.
40. Вредные химические вещества. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов: справ. изд./ А.Л. Бандман [и др.]; под ред. В.А.Филова – Л.: Химия, 1990.–732 с.
41. Новый справочник химика и технолога. Радиоактивные вещества. Вредные вещества. Гигиенические нормативы. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 1142 с.
42. Постановление правительства РФ 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, размещение отходов производства и потребления.
43. Тищенко, Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе: справ. издание /Н.Ф. Тищенко. – М.: Химия, 1991. – 368 с.

Учебное издание

Чеснокова Татьяна Анатольевна,
Тукумова Наталия Владимировна,
Куприяновская Анна Павловна [и др.]

**Охрана окружающей среды и рациональное использование
природных ресурсов**

Учебное пособие

Редактор О.А. Соловьева

Подписано в печать 24.12.2013. Формат 60×84 1/16. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 10,00. Уч.–изд. л. 11,09. Тираж 500 экз. Заказ

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»

Отпечатано на полиграфическом оборудовании
кафедры экономики и финансов ФГБОУ ВПО «ИГХТУ»

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7