

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Учреждение образования*  
«Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка»

**Шевцова Н.С., Шевцов Ю.Л., Бацукова Н.Л., Ясовеев М.Г.,  
Чистенко Г.Н., Колосовский А.А.**

**СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Учебное пособие*

**Минск  
2012**

ББК

УДК

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ

**Авторы:**

**Шевцова Н.С.** – кандидат географических наук, доцент кафедры экономической географии и охраны природы БГПУ им.М.Танка,

**Шевцов Ю.Л.** – кандидат юридических наук, доцент кафедры уголовного права и криминологии БГУ,

**Бацукова Н.Л.** – кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой общей гигиены БГМУ,

**Ясовеев М.Г.** – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической географии и охраны природы БГПУ им.М.Танка,

**Чистенко Г.Н.** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой эпидемиологии МГМУ,

**Колосовский А.А.** – преподаватель кафедры экономической географии и охраны природы БГПУ им.М.Танка.

*Под редакцией* доцента Н.С.Шевцовой.

**Рецензенты:** **Марцуль В.Н.**, заведующий кафедрой промышленной экологии БНТУ, доцент, кандидат технических наук;

**Кадацкая О.В.**, старший научный сотрудник ГНУ «Института природопользования Национальной академии наук Беларуси», кандидат географических наук.

**Стандарты качества окружающей среды:** учеб. пособие / Шевцова Н.С., Шевцов Ю.Л., Бацукова Н.Л., Ясовеев М.Г. и др. под ред. доц. Н.С.Шевцовой. – Минск: Новое Знание, 2012. – 124 с.

ISBN

В учебном пособии рассматриваются основы теоретических знаний по стандартам качества окружающей среды, и определяется их место в экологической политике Республики Беларусь. Дается детальная характеристика основных понятий, методологии, принципов, нормативно-правовой базы стандартов качества окружающей среды, идентифицируются объекты стандартизации. Приводится структура стандартов качества окружающей среды и показатели их характеризующие, использование которых на практике позволит отработать навыки оценки состояния окружающей среды при экологическом обосновании различных вариантов хозяйственной деятельности. В пособии существенное место отводится методам покомпонентной и интегральной оценки качества окружающей среды, применяемым на практике для определения степени ее напряженности. Кроме того, освещаются принципы, процедура организации и проведения государственной стандартизации, аудита и сертификации при проектировании и функционировании различных объектов народного хозяйства.

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-02 04 05 География. Дополнительная специальность (1-02 04 05-04 География. Охрана природы), а также для подготовки студентов географических и экологических специальностей ВУЗов, аспирантов и преподавателей, специалистов в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

ББК

УДК

Шевцова Н.С. и др., 2012

Новое Знание, 2012

## ВВЕДЕНИЕ

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов является одним из стратегических направлений государственной политики Республики Беларусь. Современные условия предъявляют новые требования к правовому регулированию отношений в сфере окружающей среды, которые реализуются в рамках экологической политики Республики Беларусь, составными элементами которой являются: стандарты (нормативы) качества окружающей среды, оценка экологического состояния окружающей среды, экологическая экспертиза, аудит и сертификация и др.

В учебном пособии акцентируется внимание на нормативах качества окружающей среды как основе экологической политики, определяется система нормирования и управления качеством окружающей среды в Республике Беларусь на основе сочетания экологических и экономических интересов современного общества.

Дается характеристика основных понятий, методологии, принципов, нормативно-правовой базы нормативов качества окружающей среды.

Важное место в пособии отводится организационно-правовому обеспечению охраны окружающей среды, в частности таким механизмам, как экологическое и техническое нормирование, аудит, сертификация и оценка соответствия, действующим в области охраны окружающей среды. Каждая глава содержит перечень нормативно-правовых актов по соответствующей теме. Нормативно-правовые акты приведены по состоянию на 1 ноября 2009 года.

В пособии центральное место отводится структуре стандартов (нормативов) качества окружающей среды, показателям их характеризующим, использование которых на практике позволит выработать у студентов практические навыки оценки состояния окружающей среды при экологическом обосновании различных вариантов хозяйственной деятельности. Приведены методы покомпонентной и интегральной оценки качества окружающей среды, применяемые для определения степени ее напряженности. Кроме того, в пособии освещаются принципы, процедура организации и проведения государственной стандартизации, аудита и сертификации, необходимые при проектировании и определении профиля функционирования различных объектов народного хозяйства.

# Глава 1. Предмет дисциплины

## 1.1 Объект, предмет, цели и задачи курса

Стратегия развития общества на настоящий и будущие периоды предусматривает гармоничное достижение основных целей – сохранение окружающей среды и дальнейшее экономическое развитие. В этой связи стратегической целью нашей страны является обеспечение интересов как экономического развития, так и экологической безопасности. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года (НСУР – 2020) базируется на системе отношений в триаде «человек – окружающая среда – экономика» и предусматривает сбалансированное, социально-ориентированное, экономически эффективное и обеспечивающее сохранение окружающей среды развитие страны в интересах удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений.

Предметом курса «Стандарты качества окружающей среды» является окружающая среда, под которой понимается совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

Состояние окружающей среды и ее качественные характеристики должны обеспечивать как устойчивое развитие страны, так и сохранение жизни и здоровья человека. В этой связи стандарты качества окружающей среды являются, с одной стороны, инструментарием оценки ее качественного состояния, а с другой, призваны стать регулятором уровней воздействий на природную среду с учетом экологических требований при принятии и реализации хозяйственных решений.

Окружающая среда подвержена антропогенному воздействию, что обусловило выделение ее в самостоятельный объект изучения, оценки и охраны по следующим основаниям:

- в отличие от природной, окружающая среда имеет иную качественную структуру, в которой органически соединены объекты природной среды и антропогенные элементы как результаты человеческой деятельности;

- в отличие от природной среды, необходимое качественное состояние окружающей среды на современном этапе экономического развития не может быть обеспечено только естественным путем, и предполагает введение специальной системы мер ее защиты, охраны и оздоровления;

- охрана окружающей среды является необходимым фактором как сохранения здоровья и экологического благополучия человека, так и экономического развития общества.

Таким образом, проблема сохранения окружающей среды находится в плоскости взаимодействия природы и общества и является необходимым условием сохранения человеческой цивилизации.

В целях регулирования указанного взаимодействия государством устанавливается комплекс обязательных для исполнения требований в области природопользования и охраны окружающей среды, которые предъявляются к хозяйственной деятельности в качестве условий, ограничений, элементов системы управления качеством окружающей среды и т.п. с учетом концепции устойчивого развития и глобальных экологических проблем современности.

Одним из направлений этой деятельности является разработка и установление стандартов качества окружающей среды посредством системы правового регулирования, а также экологического и технического нормирования. В результате экологического нормирования происходит установление допустимых норм воздействия на окружающую среду, соблюдение которых гарантирует её благоприятное качество и обеспечивает экологическую безопасность населения. Цель технического нормирования состоит в установлении обязательных для соблюдения технических требований, которые призваны обеспечить безопасность продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Предполагается, что выполнение установленных требований и нормативов позволит сохранить окружающую среду на благоприятном уровне. **Благоприятная окружающая среда** - это такое качество среды, которое обеспечивает экологическую безопасность, устойчивое функционирование естественных экологических систем, иных природных, природно-антропогенных и антропогенных объектов.

**Под качеством окружающей среды** понимается степень соответствия характеристик окружающей среды потребностям жизни и деятельности человека, а также условиям существования живых организмов.

Для обеспечения благоприятного и безопасного качества окружающей среды нормативными правовыми актами, а также санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами, техническими нормативными правовыми актами устанавливаются нормативы, определяющие параметры качественного состояния окружающей среды.

Непосредственным предметом курса являются стандарты (нормативы) качества окружающей среды, а также основные положения методологии их экологического и технического нормирования.

**Стандарты (нормативы) качества окружающей среды** – это система установленных нормативными правовыми актами, санитарными нормами и правилами, техническими нормативными правовыми актами обязательных к исполнению нормативов, правил и требований, которые применяются в процессе нормирования и определения степени соответствия состояния окружающей среды таким ее характеристикам, которые обеспечивают экологическую безопасность жизни и деятельности человека, соответствуют требованиям устойчивого функционирования всех видов экологических систем.

В узком смысле слова, нормированием является деятельность по установлению технических требований в целях их всеобщего и многократного применения в отношении постоянно повторяющихся задач с целью достижения оптимальной степени упорядочения в области разработки, производства, использования, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг, в том числе в области охраны и использования окружающей среды. Нормирование предполагает создание матриц и условий деятельности, которые в обязательном порядке будут гарантировать безопасность производственной и иной потенциально опасной деятельности человека.

Значение стандартов качества окружающей среды состоит в том, что они выступают в качестве регулятора возможности и целесообразности использования природно-ресурсного потенциала в системе рационального природопользования.

Нормативы качества являются средством реализации экологической политики государства, поскольку определяют порядок использования ресурсов и необходимость мероприятий по охране окружающей среды.

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются на основе применения механизма и являются средством экологического регулирования хозяйственной деятельности, а также методологической базой для экологического обоснования и оценки хозяйственных проектов. Экологическая стандартизация – это установление и нормирование требований безопасности в области охраны окружающей среды, включая уровни вредных воздействий на окружающую среду и человека, экологическую оценку и управление деятельностью субъектов хозяйствования. На практике они разрабатываются для отдельной страны или региона. Вместе с тем в глобальном масштабе единая система экологической стандартизации отсутствует, что обуславливает формирование ряда проблем, возникающих при проведении сравнительного анализа нормативов и параметров качества компонентов окружающей среды (атмосферного воздуха, поверхностных вод, почвы и др.), принятых в отдельных странах.

**Целью курса** является формирование у студентов теоретических знаний по структуре нормативов качества окружающей среды и показателям их определяющим, выявление их места в экологической политике, приобретение практических навыков по определению качественного состояния компонентов окружающей среды при экологическом обосновании различных вариантов природопользования.

К основным задачам дисциплины относятся:

- изучение основ экологической политики, ее структуры и механизмов реализации;
- определение роли нормирования и нормативов качества окружающей среды в системе управления природопользованием и охраной окружающей среды (ООС);

- изучение основных нормативных правовых и технических актов, как основы правового регулирования в области нормирования качества окружающей среды;
- овладение принципами и методологией экологического нормирования;
- ознакомление со структурой нормативов качества окружающей среды и воздействия на нее;
- изучение нормативов качества атмосферного воздуха;
- изучение нормативов качества вод;
- изучение нормативов качества почв;
- изучение нормативов качества пищевых продуктов растительного и животного происхождения;
- изучение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду.

## **1.2 Основные термины и понятия дисциплины**

В настоящем пособии нижеперечисленные термины и понятия используются в следующих значениях:

✓ воздействие на окружающую среду – единовременный, периодический или постоянный процесс, последствиями которого являются отрицательные изменения в окружающей среде.

✓ нормативы качества окружающей среды – это параметры, установленные в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями, для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда;

✓ санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы – технические нормативные правовые акты, устанавливающие критерии и требования к безопасности и (или) безвредности для человека условий его жизнедеятельности и факторов среды его обитания, а также санитарно-гигиенические и противоэпидемические требования;

✓ технические нормативные правовые акты – технические регламенты, технические кодексы установившейся практики, стандарты (государственные стандарты Республики Беларусь и стандарты организаций), технические условия, санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы, нормы и правила пожарной безопасности, зоогигиенические, ветеринарные, ветеринарно-санитарные нормы и правила, государственные классификаторы технико-экономической информации, формы государственной статистической отчетности и указания по их заполнению, утвержденные в порядке, установленном законодательством;

✓ технический кодекс установившейся практики – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации, в котором содержатся основанные на результатах установившейся практики технические требования к процессам разработки, производства,

эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказанию услуг;

✓ техническое нормирование – деятельность по установлению обязательных для соблюдения технических требований, связанных с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг;

✓ экологическое нормирование – установление предельно допустимых норм воздействия на природу, гарантирующих сохранение благоприятной окружающей среды, обеспечение экологической безопасности населения и рациональное использование природных ресурсов.

✓ экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для окружающей среды и вызванного вредным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера

### **1.3 Классификация видов воздействий на окружающую среду**

Экологическое нормирование качества окружающей среды основывается на классификации существующих видов воздействий на окружающую среду, которые обуславливают количественные и качественные изменения ее параметров.

Классификация видов вредных воздействий может быть выполнена по различным критериям. Антропогенное воздействие – это влияние производственной и непроизводственной деятельности людей на свойства природных, природно-антропогенных и антропогенных систем. Антропогенные воздействия на окружающую среду могут быть дифференцированы на преднамеренные (умышленные) и непреднамеренные. Преднамеренным является целенаправленное и осознанное действие, осуществляемое с целью удовлетворения определенных потребностей. Непреднамеренное воздействие является побочным результатом другого преднамеренного воздействия.

По направленности выделяют прямые, косвенные и комбинированные воздействия. Прямое воздействие – это непосредственное влияние хозяйственной деятельности человека на природную среду. Косвенное воздействие влечет отрицательные последствия опосредованно, через цепочки взаимосвязанных событий. Комбинированное воздействие является результатом взаимного сочетания прямых и косвенных воздействий.

Воздействия по масштабам проявления подразделяются на площадные и очаговые. Площадные воздействия охватывают большие территории и проявляются в отношении возобновляемых ресурсов. Очаговые воздействия имеют точечное или линейное распространение и связаны с использованием азональных, невозобновимых по своей природе ресурсов.

По продолжительности возникновения воздействия могут быть краткосрочными, долгосрочными, периодическими и непрерывными.

В зависимости от характера изменений в окружающей среде воздействия могут подразделяться на

- ингредиентные (изменение элементного и химического состава компонентов окружающей среды),
- параметрические (изменение параметров состояния абиотических компонентов окружающей природной среды: температурно-энергетических, волновых и др.),
- биоценотические (изменение состава и структуры естественных популяций),
- деструктивные (изменение рельефа, нарушение почвенного покрова).

#### **1.4 Классификация загрязнителей и изменений окружающей среды**

В результате указанных в предыдущем параграфе воздействий возникают два вида изменений в окружающей среде: **истощение и загрязнение**. Применение системы нормативов качества направлено на предотвращение возникновения неблагоприятных последствий проявления указанных последствий.

**Истощение** – это наличие несоответствия между безопасными нормами изъятия природных ресурсов из природной среды и потребностями человеческого общества.

**Загрязнение окружающей среды** – это результат всех видов воздействий на окружающую среду, сопровождающихся привнесением в природу чуждых для нее веществ и энергии, который обуславливает качественные, количественные и структурные изменения в ней под влиянием преднамеренной и непреднамеренной деятельности человека относительно природного (естественного) фактора.

Источники загрязнений по характеру воздействия на окружающую среду подразделяются на два основных класса: **природный** (вулканизм, ураганы, смерчи и др.) и **антропогенный** (деятельность человека). При этом на современном этапе уровень антропогенного воздействия превалирует над природным, что проявляется в росте доли его отрицательных последствий на окружающую среду на региональном уровне.

По источникам поступления загрязнения дифференцируются на: промышленное, сельскохозяйственное, транспортное и т.д.

По масштабам загрязнение может носить глобальный, региональный или локальный характер.

По механизму действия выделяют химическое, физическое, биологическое и комбинированное загрязнение.

Химическое загрязнение связано с изменением естественных химических свойств окружающей среды, с выходом за пределы природных фоновых значений содержания тех или иных химических элементов либо привнесением их в компоненты среды. В рамках этого загрязнения выделяют

химическое загрязнение неорганическими, органическими химическими соединениями и комбинированные аэрозольное физико-химическое загрязнение. Вещества-загрязнители окружающей среды классифицируются по уровням опасности. Уровень опасности конкретного загрязнителя определяется следующими составляющими: степенью токсичности, продолжительностью действия, негативными последствиями для организма человека и др. По уровню опасности они подразделяются на четыре класса.

Физическое загрязнение проявляется в возникновении неблагоприятного эффекта на организм человека в результате изменений физических характеристик окружающей среды. К физическим загрязнениям относят:

- ✓ радиоактивное (превышение естественного уровня содержания радиоактивных веществ),
- ✓ радиационное (ионизирующих излучений),
- ✓ тепловое (повышение температуры среды в результате выбросов и сбросов теплых газов и вод),
- ✓ шумовое (превышение естественного уровня шума, силы звука, периодичности колебаний и др.),
- ✓ световое (нарушение естественной освещенности),
- ✓ электромагнитное (генерируемое техногенными производствами),
- ✓ вибрационное (наличие сложных колебательных процессов с широким диапазоном частот в результате работы какого-либо технического источника).

Биологическое загрязнение сопряжено с поступлением в окружающую среду либо размножение в ней нежелательных для человека организмов, в том числе чуждых для данных экосистем и природных сообществ. В составе биологических загрязнений выделяют:

- ✓ собственно биологическое,
- ✓ микробиологическое (микробное),
- ✓ биотическое (биогенное).

На современном этапе развития мировой экономики, перечисленные виды загрязнений окружающей среды в чистом виде практически не встречаются. Как правило, загрязнения представлены в комбинированном или комплексном виде, что обуславливает необходимость учета суммарного отрицательного эффекта их воздействия на окружающую среду и человека, последствия которых проявляется в ухудшении его жизнеобеспечения, увеличении уровня заболеваемости и сокращении продолжительности жизни.

#### **1.4 Последствия загрязнения окружающей среды**

В середине XX столетия отрицательные последствия воздействия на окружающую среду достигли своего максимума, как по масштабам, так и по характеру проявления. По оценкам ВОЗ 24% мирового объема болезней и 23% всех случаев смертности можно отнести на счет экологических

факторов. Из 102 важнейших болезней, групп болезней и травм, которые рассмотрены в Докладе о состоянии здравоохранения в мире за 2004 г., факторы экологического риска вносят свой вклад в общее число болезней по 85 категориям. Среди детей в возрасте 0-14 лет доля смертности, обусловленная факторами окружающей среды, по некоторым расчетам составила 36%.

В настоящее время основные последствия загрязнения окружающей среды носят широкомасштабный характер и проявляются в виде экологического кризиса.

**Экологический кризис** — напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений ресурсно-экологическим возможностям биосферы. Основными формами проявления экологического кризиса являются следующие экологические проблемы: изменение климата, сохранение озонового слоя, обезлесение, опустынивание, количественное и качественное истощение вод суши, загрязнение вод Мирового океана, сокращение биологического разнообразия, проблема утилизации отходов и др. Эти проблемы влекут как рост заболеваемости населения, обусловленный ухудшением качества окружающей среды, так и другие негативные последствия.

В качестве доминирующих среди региональных экологических проблем по степени их воздействия на состояние здоровья населения выделяют загрязнение водной, воздушной среды, почвы, пищевых продуктов растительного и животного происхождения.

### **1.5 Исторические сведения о нормировании качества окружающей среды**

*Нормирование качества вод.* В конце XIX века положено начало научным исследованиям с целью установления нормативов качества окружающей среды, что было обусловлено негативным влиянием качества питьевой воды на здоровье человека.

Первый стандарт качества питьевой воды в области водоснабжения населения был принят в США в 1914 г.

Вторым в мире и первым в Европе стал принятый в РСФСР в 1937 г. «Временный стандарт качества очистки водопроводно-хозяйственной воды», определивший принципы стандартизации питьевой воды.

Для унификации требований к качеству питьевой воды в мировом масштабе Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 1958 г. были разработаны и утверждены «Международные стандарты питьевой воды», на основе которых в ряде стран мира были приняты национальные стандарты качества питьевой воды.

В США первый федеральный закон о безопасности питьевой воды был опубликован в 1974 г. На его основе в 1975 г. разработаны общенациональные стандарты, в состав которых входили 16 нормативов (10 -

для неорганических веществ и 6 - для пестицидов). В 1986 г. спектр нормируемых веществ расширился до 70.

В 1993 г. ВОЗ опубликовала «Руководство по контролю качества питьевой воды», в котором представлен перечень ингредиентов и предельные уровни их содержания в питьевой воде.

Регулирование качества питьевого водоснабжения в странах-членах Европейского союза (ЕС), осуществляется в соответствии с Директивой Совета ЕС 98/83 «О требованиях к составу и качеству воды, предназначенной для потребления человеком и для производства пищевых продуктов». На ее основе в странах ЕС разработаны национальные нормативы.

В Российской Федерации питьевое водоснабжение, регламентируется Санитарными нормами и правилами (СанПиН) 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

В Республике Беларусь для регламентации качества вод разработаны нормативы для 800 загрязнителей.

История формирования *нормативов качества атмосферного воздуха* тесно связана с ростом масштабов его загрязнения во второй половине XIX – начале XX века в результате развития промышленного производства в ряде развитых стран Европы и Америки.

В этот период для регламентации и контроля негативного воздействия поллютантов на воздушную среду были приняты первые нормативы, регулирующие ее качественное состояние.

В СССР в первой трети XX века вследствие интенсификации промышленного производства возникла необходимость регламентации качества атмосферного воздуха. Приоритет первых исследований по изучению загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах принадлежит Г.В. Хлопину, под руководством которого в 1929-1930 гг. созданы санитарные научно-исследовательские институты, в составе которых функционировали отделы гигиены атмосферного воздуха.

В 1949 г. В.А. Рязанов разработал методологию гигиенического нормирования загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, основные положения которой отражены в работе «Принципы гигиенического нормирования атмосферных загрязнений». На ее основе к 1951 г. были разработаны первые предельно допустимые концентрации (ПДК) для 10 наиболее распространенных загрязнителей атмосферного воздуха.

В настоящее время в Республике Беларусь разработаны нормативы более чем для 1000 загрязнителей воздуха.

*Нормирование качества почв и пищевых продуктов.* Гигиеническое нормирование качества почвы до второй половины XX века не осуществлялось. Однако в конце 1960-х - начале 1970-х годов в условиях широкой химизации сельскохозяйственного производства и интенсификации промышленности были зафиксированы пиковые загрязнения почвы тяжелыми металлами и пестицидами, что обусловило высокие уровни их

аккумуляции в продуктах питания растительного и животного происхождения. В связи с этим возникли предпосылки для гигиенического нормирования качества не только пищевых продуктов, потребляемых человеком, но и почвы. Автором методики гигиенического нормирования содержания веществ, преднамеренно вносимых в почву человеком, стал Е.И. Гончарук (1976 г).

Нормативы качества почв в Республике Беларусь разработаны для 339 загрязнителей.

В Республике Беларусь нормативы качества для продуктов питания, определяющие требования к содержанию загрязняющих опасных веществ, разработаны для 40 веществ и содержатся в Санитарных правилах и нормах «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (СанПиН 11 63 РБ 98). Нормативы по содержанию радионуклидов в основных продуктах питания установлены в ГН 10 – 117 – 99 «Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия – 137 и стронция – 90 в пищевых продуктах и питьевой воде» по 2 радионуклидам: цезию – 137 и стронцию – 90. Причем, содержание цезия - 137 нормируется для 20 групп пищевых продуктов растительного и животного происхождения составляющих основу рациона питания населения Республики Беларусь. Нормы содержания стронция – 90 установлены для 4 групп пищевых продуктов растительного и животного происхождения, для которых установлена тенденция его аккумуляции.

*Нормативы допустимого воздействия.* Первыми нормативами допустимого воздействия окружающей среды на организм человека были показатели физических и химических видов воздействия, разработанные для жилых и производственных зданий.

Согласно оценкам ВОЗ, в помещениях человек проводит более 80% своего времени. В связи с этим, качество внутренней среды зданий способно существенно влиять на здоровье человека через негативные факторы физической, химической и биологической природы, которые участвуют в формировании системы «жилая среда» (микроклимат, воздушная и световая среды, электрические и магнитные поля, ионизирующее излучение, акустические и вибрационные факторы и др.). Антропогенное загрязнение (возникающее в результате хозяйственной деятельности людей) привело к накоплению в организме человека некоторых поллютантов в биологически значимых количествах, которые являются причиной возникновения целого ряда заболеваний человека.

В связи с этим в конце XIX века ученым Петтенкофером разработан первый в мире норматив химического воздействия воздуха жилища по содержанию углекислоты, который используется до настоящего времени. Вторым нормативом, определяющим допустимый уровень химического воздействия, стал показатель по формальдегиду. В качестве третьего норматива, установлен показатель по пыли. Четвертый норматив, по аэроионам, регламентирующий уровень допустимого воздействия, имел

физическую природу. Он был разработан в 30-ые гг. XX века российским ученым А.Л.Чижевским. Появление этого норматива было обусловлено наличием патологических реакций от результатов воздействия аэроионов на организм человека.

В 60-70 гг. XX века в связи с интенсификацией промышленного производства, обусловленного научно технической революцией, повлекшим за собой внедрение новых технических средств, воздействующих на органы слуха и основные системы организма, был разработан ряд нормативов, определяющих уровень их допустимого физического воздействия. В их числе: нормативы акустического и вибрационного воздействия, определявшие уровни звукового давления и звука, тональный и импульсный шумы.

Возрастающие *антропогенные нагрузки* на окружающую среду и их негативные последствия привели к необходимости установления нормативов по критическим нагрузкам, то есть обязательным пределам воздействия для экосистемы с целью сохранения ее структуры и функций, а также всех ее компонентов, используемых в процессе хозяйственной деятельности. В настоящее время нормативы антропогенной нагрузки относятся к наименее разработанной группе и в основном представлены показателями, определяющими биологическую продуктивность и хозяйственную производительность, различные виды критических нагрузок (ландшафтной, рекреационной, пастбищной, градостроительной и др.), которые разработаны для конкретного компонента, а не для экосистемы в целом. Кроме того, использование нормативов критических нагрузок для установления нормативов воздействия на окружающую среду субъектов хозяйствования не практикуется по причине отсутствия в стране соответствующего нормативно-правового и методического обеспечения.

## Глава 2. Экологическая политика, экологическая безопасность и экологический риск

### 2.1. Экологическая политика и экологическая безопасность

На современном этапе характер и масштабность воздействия человека на окружающую среду достигли апогея, что проявилось в форме экологического кризиса. В отличие от катастрофы *экологический кризис* – это обратимое состояние, при условии осуществления человеком активных действий по его преодолению. Стратегией выхода человечества из экологического кризиса является формирование единой экологической политики как в мировом масштабе, так и в рамках отдельно взятой страны.

*Экологическая политика* – это выработанные государством стратегия и тактика, определяющие цели, принципы, задачи и средства, направленные на регулирование состояния окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в рамках территории какого-либо государства, континента или мира в целом (глобальная экологическая политика).

Основные принципы, направления экологической политики и меры по ее совершенствованию определены в Национальной стратегии устойчивого развития - 2020, в основу которой положена концепция о единстве взаимодействия блоков, обеспечивающих охрану окружающей среды и рациональное использование природно-ресурсного потенциала. Кроме того, указанные составляющие следует рассматривать одновременно и как неотъемлемую часть процесса общего социально-экономического развития, в котором природопользование должно осуществляться такими методами и в таких масштабах, которые обеспечивают необходимый уровень развития экономики при обязательном условии обеспечения возможностей сохранения благоприятной окружающей среды и использования природно-ресурсного потенциала и для будущих поколений.

Основные направления социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006 - 2015 годы утверждены Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4 ноября 2006г. № 1475. В разделе 14.2 Постановления сформулированы целевые ориентиры и задачи социально-экономического развития применительно к охране окружающей среды и мерам по ее улучшению. Основной целью экологической политики в Республике Беларусь на данном этапе является обеспечение экологически безопасных условий для проживания людей, рациональное использование и охрана природных ресурсов, выработка правовых и экономических основ охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущих поколений.

В Концепции государственной экологической политики в Республике Беларусь, разработанной в соответствии Конституцией Республики Беларусь, отмечено, что ее ведущим направлением является реализация прав граждан на благоприятную окружающую среду, использование природно-ресурсного

потенциала настоящим и будущими поколениями в целях поддержания устойчивого экономического развития, а также на решение текущих социально-экономических задач в связи с необходимыми мерами по защите и улучшению окружающей среды, сбережению и восстановлению естественных ресурсов.

Основные направления государственной политики Республики Беларусь в области ООС определены в статье 7 Закона «Об охране окружающей среды»:

- обеспечение права граждан на благоприятную окружающую среду и возмещение вреда, причиненного нарушением этого права;
- научное обеспечение охраны окружающей среды;
- создание правового и экономического механизмов, стимулирующих рациональное использование природных ресурсов;
- рациональное использование природных ресурсов;
- совершенствование системы ООС и природопользования;
- обеспечение сохранения биологического и ландшафтного разнообразия;
- обеспечение непрерывного функционирования Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС);
- проведение государственной экологической экспертизы;
- предоставление и распространение экологической информации;
- международное сотрудничество в области ООС.

Объектом экологической политики является общественные отношения в системе «окружающая среда – общество». Предполагается создание комфортных условий хозяйственной деятельности человека в среде обитания, рациональной системы управления качеством окружающей среды, комплекса упреждающих мероприятий, направленных на предотвращение возникновения чрезвычайных ситуаций не только в рамках хозяйственной деятельности человека, но и в условиях экстремальных природных явлений (ураганы, вулканизм, землетрясения, наводнения, оползни и т.д.).

В Концепции национальной безопасности Республики Беларусь определены приоритеты Республики Беларусь в области экологической политики, основанной на экологической безопасности, а также выделены факторы, создающие ей угрозу как внутри страны, так и за ее пределами. В связи с наличием факторов, препятствующих обеспечению экологической безопасности, это понятие является базовым при формировании экологической политики. *Экологическая безопасность (ЭБ)* - это состояние защищенности человека, общества и биосферы в целом от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных (стихийных) воздействий на окружающую среду. ЭБ характеризуется достижением условий и уровня сбалансированного сосуществования между окружающей природной средой и хозяйственной деятельностью человека, когда уровень нагрузки на среду не превышает ее способности к восстановлению.

Среди приоритетных направлений экологической политики в области обеспечения ЭБ в Республике Беларусь выделяют:

- формирование целостной общегосударственной системы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- совершенствование механизмов реализации экологической политики, включая систему организационно-правовых, экономических и других инструментов, комплекс которых предусмотрен системой законодательных актов.

Реализация экологической политики Республики Беларусь осуществляется посредством выполнения определенных функций и использования механизмов, в том числе системы управления качеством окружающей среды. К функциям управления в области ООС и рационального использования природных ресурсов относятся:

- ✓ *планирование в области ООС и природопользования;*
- ✓ *стандартизация и нормирование в области ООС;*
- ✓ *лицензирование;*
- ✓ *мониторинг окружающей среды;*
- ✓ *учет в области качества окружающей среды и воздействия на нее;*
- ✓ *государственная экологическая экспертиза;*
- ✓ *экологическая сертификация;*
- ✓ *контроль в области ООС и природопользования.*

Проведение экологической политики происходит в результате взаимосвязанной деятельности организационно-правового регулирования, а также посредством мер экономического характера с учетом концепции приемлемого экологического риска.

## **2.2 Понятие экологического риска, показатели его тестирования и оценки**

**Экологический риск** – это вероятность наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для окружающей среды и вызванных негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера. Понятие экологического риска включает также вероятностный характер возникновения и проявления опасности негативных последствий планируемой деятельности с учетом медико-биологических, социально-экономических, психологических и иных факторов.

Концепция риска основывается на следующих основных положениях:

- любому воздействию соответствует определенный уровень риска;
- риск является мерой опасности, связанной с планируемой или осуществляемой деятельностью;
- для риска могут быть установлены величины максимально допустимого и приемлемого риска;
- факторы риска могут характеризоваться синергетическим эффектом;
- оценка риска позволяет реализовать механизм управления риском.

С учетом особенностей и продолжительности воздействия экологический риск предполагает проведение оценки вероятностных последствий, которые могут выражаться в ущербе для здоровья населения и состоянии экосистем.

Под ущербом понимают фактические или возможные социально-экономические потери (отклонение показателей здоровья человека от среднестатистического значения; нарушение процесса нормальной хозяйственной деятельности; возможность утраты того или иного ресурса и т.д.) или ухудшение природной среды вследствие этих потерь.

Прогнозируемый ущерб для оценки последствий антропогенного воздействия на окружающую среду преимущественно оценивается в стоимостном выражении. Однако такая стоимостная оценка ущерба является приблизительной, не позволяет оценить ущерб для всех категорий населения и по всем видам воздействий.

Оценка риска включает ряд стадий, содержание которых зависит от особенностей источника риска и объектов воздействия. В общем случае процедура оценки состоит из следующих этапов:

- определение источников, факторов риска с учетом степени их приоритетности;
- собственно оценка риска;
- разработка системы мероприятий по управлению риском (снижению).

В зависимости от специфики объекта (природно-промышленная составляющая окружающей среды, экосистема и человек), подверженного риску воздействия, определяются особенности процедуры проведения его оценки.

Для *природно-промышленной составляющей окружающей среды* величина риска определяется степенью (кратностью) превышения предельной нагрузки.

Для *экосистем окружающей среды* риск может характеризоваться степенью изменения биоразнообразия, продуктивности, структуры сообществ и популяций.

Для *человека* воздействие может характеризоваться индивидуальными и коллективными (социальными) рисками. При этом риски, связанные с угрозой здоровью людей тесно связаны с экологическими, и рассматриваются совместно.

На основании исследований, проведенных экспертами Агентства по защите окружающей среды США (EPA), была определена структура наиболее значимых **факторов экологического риска**:

- глобальное изменение климата;
- истощение озонового слоя;
- изменение компонентов окружающей среды;
- снижение уровня биоразнообразия.

В составе доминирующих **факторов риска**, определяющих **состояние здоровья людей**, выделены следующие:

- загрязнение атмосферного воздуха;
- накопление радиоактивного радона в помещениях;
- загрязнение воздуха в жилых и производственных помещениях;
- загрязнение почв и вод пестицидами;
- истощение озонового слоя.

Наиболее сложной после выявления источников возникновения рисков является **оценка вероятности возникновения** неблагоприятных событий. Одним из способов оценки аварийного риска при чрезвычайной ситуации является определение частоты наступления неблагоприятного события. Для ее идентификации используется вероятностный метод. Он базируется на рассмотрении цепочки событий, позволяющих проследить последовательность возникновения чрезвычайной ситуации. При этом устанавливается перечень факторов, которые сами или в определенных сочетаниях способны вызвать неблагоприятное событие. Далее осуществляется прогноз вариантов развития чрезвычайных ситуаций. Для каждого сценария экспертами рассчитывается вероятность возникновения события и дается его оценка по шкале Хантера (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Соотношение между качественной характеристикой возможности события и его вероятностью (шкала Хантера)

Качественная характеристика возможности события	Вероятность
1. Событие является достоверным или гипотезу о нем можно считать весьма правдоподобным	1
2. Событие не может считаться достоверным, но гипотеза о нем считается правдоподобной	$10^{-1}$
3. Гипотеза о событии представляется неправдоподобной, однако ее нельзя исключить	$10^{-2}$
4. Событие вероятно не произойдет, согласно имеющимся данным его надо считать невероятным, однако эти данные вызывают сомнения	$10^{-3}$
5. Данные о событии являются надежными, но гипотеза о том, что оно произойдет, является неправдоподобной	$10^{-4}$
6. Гипотеза о событии в высшей степени неправдоподобна	$10^{-5}$
7. Событие физически возможно, но почти наверняка не произойдет	$10^{-6}$
8. С учетом всех имеющихся данных событие надо считать физически невозможным	0

При экспертной оценке вероятности используются оценочные шкалы, градация которых сопровождается качественной характеристикой. При этом для оценки риска необходимо располагать оценками вероятности возникновения ситуации и ущерба (последствий), что вызывает необходимость одновременного использования двух соответствующих шкал. В таблицах 2.2 и 2.3 приведен пример такого подхода, предполагающий

использование шкалы вероятности из пяти, а шкалы ущерба – из четырех градаций.

Таблица 2.2  
Качественная и количественная оценка вероятности события

Качественная оценка вероятности события	Качественное определение	Количественная оценка вероятности события
Частое	Событие происходит достаточно часто на протяжении времени существования системы	более 0,1
Вероятное	Событие происходит несколько раз на протяжении времени существования системы	менее 0,1, но более 0,01
Возможное	Событие происходит в среднем один раз на протяжении времени существования системы	менее 0,01, но более 0,001
Редкое	Событие вряд ли произойдет за время существования системы, но его нельзя исключать из рассмотрения	менее 0,001, но более $10^{-6}$
Невероятное	Событие весьма неправдоподобно; можно полагать, что оно не произойдет за все время существования системы	менее $10^{-6}$

Таблица 2.3  
Оценка риска по результатам оценки вероятности и последствий возникновения события

Ущерб (тяжесть последствий)	Вероятность (частота) события				
	Частое	Вероятное	Возможное	Редкое	Невероятное
Катастрофический		2	6	8	9
Критический	3	5	7	10	15
Незначительный	4	11	12	14	17
Пренебрежимо малый	13	16	18	19	20

Используя таблицу 2.3, можно дать оценку риска, учитывающего как вероятность события, так и его последствия. При этом риск будет исключительно высоким, если его оценка в пределах 1-3, высоким – при 4-8, средним – при 9-13, низким – при 14-20.

На практике для **оценки риска здоровья человека** используются два подхода. В основе первого положена система *медико-биологических показателей*, определяющих уровень фактического или прогнозируемого изменения состояния здоровья населения (заболеваемость, инвалидность и др.). Второй подход является *экологическим* и обусловлен риском проявлением влияния загрязнения окружающей среды на здоровье человека.

**Оценка риска здоровья человека на основе медико-биологических показателей** производится с учетом специфики занятости населения, определяющей наличие индивидуального и профессионального риска.

**Индивидуальный риск** – определяется как вероятность наступления негативных последствий (болезни, летального исхода) для человека, который в течение продолжительного времени или постоянно находился в зоне воздействия неблагоприятных факторов. Для количественного определения индивидуального риска необходимо наличие информации об уровне неблагоприятности условий для организма человека, территории их проявления и периоде их действия. Определение индивидуальных рисков производится как при прогнозировании опасных природных явлений, так и в чрезвычайных ситуациях антропогенного генезиса.

Оценка индивидуального риска, кроме первого этапа, идентичного для определения всех видов риска, включает:

- оценку характера воздействия, включая описание природных условий, видов и способов воздействия, путей проникновения загрязняющих веществ в организм человека, географии распределения различных видов воздействия и специфики природных условий, влияющих на закономерности распределения и аккумуляции загрязняющих веществ, определение количественных показателей воздействия;

- определение характеристики риска на основе данных о наличии корреляционной связи между величиной воздействия (дозой) и реакцией организма (оценка взаимосвязи «доза-эффект»).

Имея данные по суточной дозе и корреляционной связи зависимости «доза – эффект», можно дать количественную оценку индивидуального риска. Однако, большую сложность представляет установление количественных закономерностей между суточной дозой и вероятностью возникновения ущерба для здоровья человека. Такие данные получают в ходе токсикологических тестов на животных с их последующей экстраполяцией на человека.

Однако количественное выражение зависимости «доза-эффект» принципиально отличается для неканцерогенных и канцерогенных веществ. Установлено, что при оценке риска для первой группы токсических веществ определяющей является концепция их порогового действия и используют так называемые *референтные концентрации*. При их действии не наблюдается отклонений в состоянии здоровья человека в течении всего периода жизни. Указанные дозы рассчитываются в зависимости от пути поступления загрязняющих веществ и периодов их действия.

При оценке зависимости «доза-эффект» для канцерогенов основываются на концепции отсутствия порога действия, т.е. любой дозе соответствует определенный уровень риска. Основным параметром для расчета индивидуального риска в этом случае является *фактор наклона*, который является коэффициентом пропорциональности между среднесуточной дозой и вероятностью возникновения онкологических

заболеваний у человека. Показатели индивидуального риска рассчитываются для всех канцерогенных веществ с учетом путей их поступления в организм человека. При этом суммарный индивидуальный риск воздействия канцерогенов определяется как сумма показателей индивидуального риска по всем веществам и путям его проникновения в организм.

*Профессиональный риск* характеризует масштаб воздействия в направлении идентификации численности населения, подверженного воздействию в результате профессионального контакта с объектом, являющимся источником опасности. Уровень профессионального риска определяется числом пострадавших в результате воздействия антропогенных факторов. Количественно он выражается в виде произведения индивидуальных рисков на число людей, которые могут быть подвержены воздействию.

Результаты оценки рисков являются основой для принятия решений по изменению технологии добычи и использования природных ресурсов, эффективности функционирования очистных сооружений и состояния окружающей среды. В то же время для адекватного принятия решения необходимо найти компромисс между медицинскими и экологическими факторами, целью которых является минимизация негативного влияния на окружающую среду включая состояние здоровья населения и социально-экономическими, приоритетом которых является экономическая прибыль и уровень жизни населения. Таким интегральным показателем является *уровень приемлемого риска*, при котором экологический риск и риск для здоровья населения, обусловленный воздействием объекта и социально-экономическими факторами минимален. Его величина определяется отношением уровня ожидаемого ущерба к прибыли от создания и эксплуатации систем безопасности. При значении показателя в интервале 0 – 0,2 риск считается несущественным, 0,2 – 0,5 – приемлемым, 0,5 – 1,0 – критическим, более 1,0 – не допустимым.

На основе результатов оценки риска осуществляется управление им путем разработки мер, направленных на его минимизацию, с учетом уровней необходимых материальных затрат на их реализацию.

Оценка риска производится для того, чтобы посредством эффективного управления им добиться максимального снижения негативного воздействия на окружающую среду, минимизируя необходимые финансовые затраты. В связи с этим управление риском включает систему организационно-правовых и экономических инструментов экологической политики, использование которых позволит максимально снизить воздействие с учетом влияния социально-экологических факторов. При этом нормативные правовые акты являются основой административного (организационного) регулирования экономических механизмов, контроля их выполнения.

В общем виде под управлением риском понимается процесс рационального распределения затрат на снижение различных видов риска в условиях ограниченности материальных ресурсов общества,

обеспечивающий достижение таких уровней безопасности населения и окружающей среды, какие только возможны при существующих экономических и социальных условиях.

К общим принципам управления риском относятся:

- принцип оправданности практической деятельности (деятельность не может быть разрешена, если выгода от нее ниже или на уровне вызываемого ею ущерба);
- принцип оптимизации защиты (деятельность персонала предприятия и населения);
- принцип интегральной оценки опасностей (совокупный эффект от различных видов воздействия);
- принцип устойчивости экосистем (не должны превышать предельно допустимые нагрузки).

Для практической реализации принципов управления риском используют подход, основанный на дифференциации шкалы рисков на: области ***предельно допустимого и приемлемого (пренебрежимо малого) риска***. Значения приемлемого риска не превышают  $10^{-6}$ , а предельно допустимого – выше указанной границы.

Концепция абсолютной безопасности до недавнего времени была фундаментом, на котором строились нормы безопасности во всем мире. Для предотвращения аварий внедрялись дополнительные технические устройства - инженерные системы безопасности, принимались организационные меры, обеспечивающие высокий уровень дисциплины, строгий регламент работы. Считалось, что такой подход позволяет исключить любую опасность для населения и окружающей среды и обеспечит абсолютную безопасность, т. е. нулевой риск.

В настоящее время из-за беспрецедентного усложнения производств и появления принципиально новых технологий, возросшей сети транспортных и энергетических коммуникаций концепция абсолютной безопасности признана несостоятельной.

Большинство видов деятельности человека в производственной и непроизводственной сферах сопряжены, с использованием энергии и сложных технических систем, состояние защиты от которых оценивается степенью надежности и эффективности безопасности технических систем. В связи с этим, существует необходимость их постоянной оптимизации, обязательным элементом которой является увеличение объемов средств, регулярно направляемых для совершенствования механизмов по предотвращению чрезвычайных ситуаций. Однако, это ведет к необходимости сокращения финансирования ряда социальных программ, что, повлечет снижение средней продолжительности жизни человека и ее качества.

В связи с этим общество осознало невозможность создания «абсолютной безопасности» (нулевого риска) в реальной действительности, и обратилось к необходимости достижения такого уровня риска от опасных

факторов, который можно рассматривать как «приемлемый». Его уровень должен быть обоснован на основе кумулятивного эффекта действия экономических и социальных факторов. «Приемлемым» считается риска от факторов опасности хозяйственной деятельности в случае, если его вероятность реализации или возможный ущерб настолько незначительны, что общество ради получаемой при этом выгоды готово осуществлять указанную деятельность.

В то же время механизмом для регулирования уровня риска на уровне государств является система управления и контроля качества окружающей среды, организационная структура и правовое обеспечение которых будут рассмотрены в главе 3.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

## **Глава 3. Система управления и контроля качеством окружающей среды в Республике Беларусь**

### **3.1 Система органов управления качеством окружающей среды в Республике Беларусь**

Система органов управления качеством окружающей среды является комплексным социальным механизмом, обеспечивающим устойчивое, т.е. экологически безопасное природопользование, и устранение негативных экологических рисков.

В ее составе выделяют органы *государственного и общественного управления*.

В структуре органов *государственного управления* различают органы *общей и специальной компетенции*.

К органам государственного управления *общей компетенции* относятся Президент Республики Беларусь, Совет Министров Республики Беларусь, местные Советы депутатов, местные исполнительные и распорядительные органы.

К органам государственного управления качеством окружающей среды *специальной компетенции* относятся:

1. *Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (Минприроды) Республики Беларусь.*

Минприроды является республиканским органом государственного управления и подчиняется Совету Министров Республики Беларусь. В структуру Минприроды входят департаменты и отделы, обладающие правами юридического лица. В систему Минприроды входят территориальные органы Минприроды: межобластные специализированные инспекции без прав юридического лица; областные, Минский городской комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды с правами юридического лица, включающий городские, районные инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды, областные, Минская городская, межрайонные лаборатории аналитического контроля, государственные организации, подчиненные Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Главными задачами Минприроды и подотчетных ему структур являются:

- проведение единой государственной политики, в том числе экономической и научно-технической, в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, а также гидрометеорологической деятельности, экологической сертификации и экологического аудита;

- стандартизация и нормирование в области охраны окружающей среды;

- осуществление государственного управления в области изучения, охраны, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов, охраны и обеспечения качества окружающей среды, включая государственное регулирование в области гидрометеорологии, экологической сертификации и экологического аудита;

- регулирование и координация деятельности других органов государственного управления и организаций в области обеспечения экологической безопасности, охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, гидрометеорологической деятельности, регулирования воздействия на климат;

- государственный контроль в области охраны окружающей среды и гидрометеорологической деятельности, экологической сертификации и экологического аудита;

- обеспечение республиканских органов государственного управления, иных исполнительных органов и граждан экологической информацией, организация пропаганды экологических знаний, участие в создании системы просвещения, образования и воспитания в области охраны окружающей среды;

- осуществление международного сотрудничества, изучение, обобщение и распространение международного опыта в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, регулирования воздействия на климат, а также гидрометеорологической деятельности, экологической сертификации и экологического аудита.

В структуре Минприроды действуют два департамента с правами юридического лица – *Департамент по гидрометеорологии* и *Департамент по геологии*.

Основными задачами Департамента по гидрометеорологии являются:

- проведение единой государственной политики в области гидрометеорологической деятельности, в области мониторинга атмосферного воздуха, мониторинга поверхностных вод и радиационного мониторинга;

- осуществление государственного управления в области гидрометеорологической деятельности;

- государственный контроль в области гидрометеорологической деятельности;

- обеспечение государственных органов, юридических лиц и граждан гидрометеорологической информацией и информацией, полученной в результате проведения мониторинга атмосферного воздуха, мониторинга поверхностных вод и радиационного мониторинга;

- осуществление международного сотрудничества в области гидрометеорологической деятельности, в сфере мониторинга атмосферного воздуха, поверхностных вод и радиационного мониторинга.

Основными задачами Департамента по геологии являются:

- проведение единой государственной политики в области геологического изучения недр;

- осуществление государственного управления в области геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы;
- государственный контроль за ведением работ по геологическому изучению недр, их рациональным использованием.

Государственными организациями, подчиненными Минприроды, являются: Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие БелНИЦ «Экология», Центр международных экологических проектов сертификации и аудита «Экологияинвест», Геологоразведочное республиканское унитарное предприятие «Белгеология» и др.

2. На *Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь* в области управления качеством окружающей среды возложены следующие задачи:

- проведение единой государственной политики в области рационального использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов, ведения охотничьего хозяйства;
- регулирование в области лесного и охотничьего хозяйств и управление деятельностью подчиненных ему государственных предприятий;
- государственный контроль состояния, рационального использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов, ведения охотничьего хозяйства.

3. *Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (МЧС)* является республиканским органом государственного управления, осуществляющим управление в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения промышленной и радиационной безопасности. В структуру МЧС входит ряд департаментов с правами юридического лица. Функции управления в области обеспечения качества окружающей среды выполняют: Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности (Госпромнадзор); Департамент по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор); Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС.

4. Главными задачами *Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь (Госкомимущество)* является проведение единой государственной политики, управления и регулирования в области земельных отношений, государственной регистрации имущественных отношений, ведение соответствующих кадастров, регистров и реестров.

5. *Государственная Инспекция охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь* является специально уполномоченным государственным органом, подчиненным Президенту Республики Беларусь, и осуществляющим государственное управление и контроль за охраной и использованием объектов животного и растительного мира.

Основными задачами Государственной инспекции являются: осуществление государственного контроля охраны и использования диких животных, относящихся к объектам охоты и рыболовства; древесно-кустарниковой растительности и иных дикорастущих растений, используемых в заготовительных целях; регулирование воспроизводства диких животных, являющихся объектами охоты и рыболовства, их рационального использования, сохранения биологического разнообразия.

5. В области обеспечения качества окружающей среды *Министерство здравоохранения Республики Беларусь (Минздрав)* обеспечивает организацию санитарного надзора и контролирует соблюдение санитарного законодательства министерствами и другими республиканскими органами государственного управления, юридическими и физическими лицами; утверждает санитарно-гигиенические правила и нормы; организует проведение медицинских и санитарно-противоэпидемических мероприятий при возникновении чрезвычайных ситуаций в случае катастроф и стихийных бедствий; организует и проводит работу по минимизации медицинских последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС.

6. *Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (Минсельхозпрод)* в области управления качеством окружающей среды осуществляет государственный контроль за ветеринарной деятельностью, направленной на обеспечение соответствия качества продуктов животного происхождения, за содержанием вредных веществ в продукции животного происхождения при их экспорте в страны Европейского Союза, обеспечивает рациональное использование земель, предоставленных в пользование юридическим лицам, находящимся в ведении министерства.

В управлении качеством окружающей среды принимают участие не только уполномоченные государственные органы, но и **общественные формирования**. В настоящее время в Беларуси функционируют несколько основных общественных объединений: Белорусское общество охраны природы (БООП), Белорусское общество охотников и рыболовов (БООР), Белорусское молодежное экологическое движение «Белая Русь» и др.

### **3.2 Организационно-правовой и экономический механизмы реализации экологической политики в Республике Беларусь**

В Республике Беларусь выделяют два инструмента реализации экологической политики: **организационно-правовой и экономический**.

Основными **организационно-правовыми** механизмами осуществления экологической политики являются:

1. планирование в области ООС и природопользования;
2. нормирование и стандартизация в сфере ООС;
3. мониторинг окружающей среды;
4. учет в области окружающей среды;

5. лицензирование в области использования природных ресурсов и ООС;
6. оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) планируемой хозяйственной деятельности;
7. экологическая экспертиза;
8. контроль в области охраны окружающей среды;
9. экологическая сертификация;
10. экологический аудит.

1. **Планирование** – это мера регулирования природопользования и ООС, которая обеспечивает научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов, предотвращения негативного влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду, сохранения природно-хозяйственного потенциала Республики Беларусь. Согласно ст. 80 «Закона об охране окружающей среды» Республики Беларусь планирование в рассматриваемой области связано с финансированием природоохранных программ и мероприятий, включая разработку территориальных комплексных схем, программ и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды.

2. Среди организационно-правовых механизмов особое место принадлежит нормированию и стандартизации.

**Нормирование** осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среде и обеспечение экологической безопасности.

**Стандартизация** - это разработка и установление государственных стандартов (нормативов) или иных технических нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды, для технологических процессов и соответствующих методов контроля.

Общую правовую основу нормирования и стандартизации в области охраны окружающей среды составляют: Закон «Об охране окружающей среды» (1992), «О техническом нормировании и стандартизации» (2004), «Об оценке соответствия требованиям технических правовых актов в области нормирования и стандартизации» (2004), комментарии по которым и их роль в идентификации структуры нормативов качества окружающей среды определены в параграфе 3.3 настоящего пособия.

Объектами нормирования являются:

- нормативы качества окружающей среды,
- нормативов допустимого воздействия на окружающую среду,
- лимиты на природопользование,
- иные нормативы в области ООС.

Нормированию подлежат показатели качества атмосферного воздуха, вод, почв и пищевых продуктов, а так же нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, которые являются едиными для всей территории Республики Беларусь.

Функции нормирования качества окружающей среды возложены на Министерство здравоохранения Республики Беларусь по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и иными государственными органами.

3. **Мониторинг окружающей среды** – это информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.

Целью мониторинга является сбор, систематизация и анализ экологической информации: о состоянии окружающей среды, об источниках воздействия, о допустимости изменений и нагрузках на среду в целом и ее отдельных компонентах и существующих резервах биосферы. К задачам экологического мониторинга относятся:

- наблюдения за компонентами и явлениями окружающей среды;
- выявление источников антропогенных воздействий на окружающую среду;
- анализ и оценка состояния окружающей среды;
- прогноз состояния окружающей среды и ее компонентов, обусловленных антропогенным воздействием человека.

Объектами экологического мониторинга окружающей среды являются: природная среда, отдельные ее компоненты и их реакция на антропогенные и природные воздействия, источники воздействия и факторы природно-антропогенных воздействий.

Оценка предполагает определение как возможного ущерба от антропогенного и естественного воздействия, так и природных резервов для их использования в интересах человека и разработки оптимальных способов антропогенной деятельности. Механизм проведения оценки опирается на сопоставление результатов наблюдений и нормативов качества окружающей среды, установленных в ходе нормирования. На основе результатов такой оценки делается анализ и составляется прогноз. Прогнозируется изменение интенсивности источников и факторов воздействия на природную среду, возможные изменения в биосфере. Кроме того, по результатам прогноза разрабатываются меры, направленные как на минимизацию имеющихся вредных воздействий, но и профилактического характера.

В соответствии со ст.69 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» мониторинг окружающей среды производится для обеспечения государственных органов, юридических лиц и граждан полной и достоверной информацией для управления и контроля в области ООС и природопользования.

В основу классификации видов мониторинга окружающей среды положена ее дифференциация на отдельные компоненты, представляющие собой элементы природной среды, обладающие устойчивыми признаками. В связи с этим, структура мониторинга окружающей среды состоит из:

- земельного;

- поверхностных вод;
- подземных вод;
- атмосферного воздуха;
- озонового слоя;
- растительного мира;
- лесов;
- животного мира.

В качестве самостоятельного вида мониторинга выделяют наблюдение за отдельными природными явлениями. В Республике Беларусь в их составе проводят *геофизический* и *радиационный* виды мониторинга. Объектами наблюдения *геофизического мониторинга* являются сейсмические события природного и техногенного происхождения, геомагнитные и гравитационные поля. Объектами *радиационного мониторинга* являются атмосферный воздух, почва, поверхностные и подземные воды.

Радиационный мониторинг проводится в целях наблюдения за естественным радиационным фоном; радиационным фоном в зоне воздействия потенциальных источников радиоактивного загрязнения, в том числе для оценки трансграничного переноса радиоактивных веществ; радиоактивным загрязнением основных компонентов природной среды на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС.

В качестве самостоятельного вида мониторинга выделяют *локальный*, целью которого является наблюдение за состоянием окружающей среды в районе расположения источников вредного воздействия для определения их влияния на окружающую среду.

Особым видом мониторинга является *базовый*, выполняющим функцию определения состояния окружающей среды в отсутствие регионального антропогенного воздействия. Целью базового мониторинга является получение данных, служащих эталоном для сравнения результатов, полученных по другим видам мониторинга.

Мониторинг окружающей среды Республики Беларусь осуществляется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и другими специально уполномоченными на то государственными органами при участии министерств, государственных комитетов, объединений, предприятий, организаций, других юридических лиц. Министерства и иные республиканские органы государственного управления, юридические лица бесплатно передают указанным государственным органам аналитические материалы своих наблюдений.

В целях обеспечения взаимодействия систем наблюдения за состоянием окружающей среды в 1993 г. в Республике Беларусь была создана Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС). Ее структура определена Программой НСМОС в Республике Беларусь, одобренной постановлением Кабинета Министров Республики Беларусь от

20.07.1995 г. № 311 «О Программе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» и представлена:

- Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды, его областными и районными комитетами – в части мониторинга качества атмосферного воздуха, поверхностных вод, подземных вод, животного мира, радиационного мониторинга;

- Министерство образования Республики Беларусь в части мониторинга озонового слоя;

- Национальная академия наук Беларуси – в части мониторинга растительного мира;

- Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь – в части мониторинга лесов;

- Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь – в части мониторинга земель.

Данная система объединяет два взаимосвязанных самостоятельных процесса:

- сбор информации о состоянии окружающей среды;

- предоставление информации заинтересованным субъектам.

Организацию и координацию функционирования НСМОС осуществляет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды.

4. *Учету в области ООС* подлежат вредные воздействия на окружающую среду и используемые природные ресурсы. *Учет вредных воздействий на окружающую среду* осуществляется в отношении объектов, которые оказывают или могут оказывать вредное воздействие на окружающую среду; видов и количества выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; видов и величин вредных физических воздействий на окружающую среду.

Целью такого учета является регулирование природоохранной деятельности и перспективное планирование мероприятий по снижению вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности на окружающую среду.

В области ООС осуществляются два вида учета: *государственный и учет, проводимый юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями.*

*Государственный учет* вредных воздействий на окружающую среду ведется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и его территориальными органами посредством учета объектов юридических лиц и частных предпринимателей, хозяйственная деятельность которых может оказать или оказывает вредное воздействие на окружающую среду. Государственный учет объектов природопользователей проводится на основе комплексной оценки величины вредных воздействий, оказываемых воздействиями на следующие компоненты природной среды как атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, земли, включая почвы, растительный и животный мир.

В соответствии со ст.1 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» государственный учет природных ресурсов ведется в форме государственного *кадастра природных ресурсов* (ГКПР). ГКПР – это систематизированный свод данных о количественных и качественных характеристиках природных ресурсов, их экономической оценке и использовании. Данные кадастров учитываются органами государственного управления в процессе принятия решений в отношении использования, прогнозирования изменений состояния природных ресурсов под влиянием деятельности человека, осуществления необходимых мер охраны. В соответствии со ст. 72 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» в ней ведутся следующие виды кадастров:

- земельный;
- недр;
- водный;
- атмосферного воздуха;
- лесной;
- растительного мира;
- животного мира;
- климатический;
- торфяного фонда;
- отходов.

С целью учета воздействий на окружающую среду с 2006 г. ведется государственный кадастр антропогенных выбросов из источников и кадастр парниковых газов.

В соответствии со ст. 71. Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» *юридические лица и частные предприниматели* при осуществлении хозяйственной деятельности обязаны вести учет природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, а так же учет иных видов вредного воздействия на окружающую среду. Эти данные учитываются в экологическом паспорте предприятия. Под **экологическим паспортом предприятия** понимают нормативно-технический документ, включающий данные о потребляемых и используемых ресурсах всех видов (природных, вторичных), а также определяющий полный спектр прямого воздействия на окружающую среду. Экологический паспорт представляет систему данных, выраженных через группу стандартизованных показателей, которые отражают уровень использования природных ресурсов и степень воздействия на основные компоненты природной среды — атмосферу, гидросферу, литосферу. В соответствии со ст. 37 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» порядок ведения экологического паспорта предприятия определяется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды. Форма паспорта и отражаемые в нем данные определены в ГОСТ 17.0.0.04 – 90 «Система стандартов в области охраны окружающей среды и улучшения использования природных ресурсов. Экологический паспорт промышленного

предприятия. Основные положения» и «Инструкции по ведению экологического паспорта предприятия» (2008). Следует отметить, что паспортизация является инструментом регламентирования вредных воздействий в системе нормирования.

**5. Лицензирование** – это совокупность мероприятий, связанных с выдачей лицензий (разрешений) на осуществление деятельности в области использования природных ресурсов и ООС, а также контролем над порядком осуществления этой деятельности. Лицензия – это разрешение (право) на осуществление лицензируемого вида деятельности при обязательном соблюдении лицензионных требований и условий, выданное природопользователю лицензирующим органом.

Необходимость лицензирования заключается в том, чтобы регламентировать осуществление тех видов деятельности, реализация которых может повлечь за собой нанесение вреда правам, законным интересам, нравственности и здоровью граждан, безопасности государства и, таким образом, повлечь за собой нанесение ущерба окружающей природной среде, рациональному природопользованию и ухудшить условия жизни людей. Осуществление деятельности, связанной с промышленным производством, использованием ресурсов и обращением отходов производства и потребления, в соответствии с лицензией должно отвечать строго обозначенным нормам и правилам. Лицензирование упорядочивает процесс эксплуатации ресурсов, регламентируя экологические требования к их охране и воспроизводству, ставит использование ресурсов под контроль государства. Именно поэтому, процесс лицензирования следует отнести к одному из механизмов нормирования, выполняющему, во-первых, превентивную функцию посредством установления в лицензии норм использования природных ресурсов, пределов химических, физических и биологических воздействий, других экологически значимых условий осуществления деятельности на основе данных о масштабах и видах деятельности. Во-вторых, контрольную функцию, которая выражается в осуществлении контроля деятельности природопользователя-лицензиата государственным уполномоченным органом.

Лицензирование деятельности, связанной с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду, осуществляется на основании постановления Совета Министров Республики Беларусь от 20 октября 2003г. № 1371 с последующими изменениями и дополнениями. Лицензируемая деятельность в области охраны природы представлена следующими работами и услугами: обращение с озоноразрушающими веществами (производство, купля (продажа), хранение, утилизация, рециклинг, обезвреживание и т.п.); геологическое изучение недр; добыча полезных ископаемых; строительство буровых скважин на воду глубиной более 20 метров; использование отходов 1 - 3 классов опасности, обезвреживание, захоронение отходов; экологический аудит.

6. **ОВОС** - это вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной или иной деятельности в целях принятия решения о возможности ее осуществления. ОВОС направлена на определение видов воздействия на окружающую среду в результате осуществления планируемой хозяйственной или иной деятельности, а также соответствующих изменений в окружающей среде и прогнозировании ее состояния.

ОВОС проводится в целях:

- всестороннего рассмотрения всех предлагаемых экологических и связанных с ними социально-экономических преимуществ и последствий планируемой деятельности;
- поиска оптимальных предпроектных и проектных решений, способствующих предотвращению неблагоприятного воздействия на окружающую среду;
- обеспечение эколого-экономической сбалансированности планируемой деятельности;
- разработки системы эффективных мер, направленных на снижение возможного неблагоприятного воздействия на окружающую среду до незначительного или приемлемого уровня;
- улучшения состояния окружающей среды на территории в случае реализации проектной планируемой деятельности.

ОВОС организуется заказчиком – инициатором планируемой хозяйственной деятельности, а проводится разработчиком – проектной или научно-исследовательской организацией по поручению заказчика при наличии проектной документации.

Процедура ОВОС включает:

- подготовку заявки о реализации планируемой деятельности и составление технического задания на ее проведение;
- определение видов и значимости воздействия на окружающую среду и прогнозирование их последствий;
- наличие заявления о возможном воздействии на окружающую среду;
- проведение общественных слушаний;
- подготовку и представление отчета по ОВОС для проведения государственной экологической экспертизы.

Перечень видов и объектов хозяйственной деятельности, для которых ОВОС проводится в обязательном порядке, утвержден Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды. К объектам хозяйственной деятельности относят: объекты атомной промышленности, автомагистрали, скоростные дороги и др.

7. **Экологическая экспертиза** выступает средством реализации государственной экологической политики и регулируется, помимо Закона «Об охране окружающей среды», Законом Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе» от 18 июня 1993г., в котором

определены цели государственной экологической экспертизы, ее место в системе принятия решений, устанавливаются общий порядок организации и проведения экспертизы.

Закон «О государственной экологической экспертизе» определяет основные требования к проведению государственной экологической экспертизы и формированию на ее основе отчета о результатах оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) планируемой хозяйственной деятельности, требования об участии заинтересованных граждан в подготовке и обсуждении материалов оценки ОВОС. В Законе предусмотрены два варианта проведения экспертизы: *государственной и общественной.*

*Государственная экологическая экспертиза* является инструментом регулирования градостроительной и инвестиционной деятельности, обеспечивающим реализацию экономической, научно-технической, социальной и экологической политики государства. В рамках государственной экспертизы проводится экспертиза градостроительной, предпроектной и проектной документации.

Государственными специально уполномоченными органами для проведения государственной экспертизы являются: Минприроды Республики Беларусь (государственная экологическая экспертиза), Министерство по чрезвычайным ситуациям (экспертиза промышленной безопасности) и другие республиканские органы.

Объектами государственной экологической экспертизы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды являются:

- концепции, программы и схемы отраслевого и территориального социально-экономического развития;
- схемы комплексного использования и охраны природных ресурсов республиканского и межобластного значения;
- схемы водоснабжения, канализации и теплоснабжения;
- градостроительная документация для городов республиканского значения;
- обоснование инвестиций в строительство, проектной документации на строительство и реконструкцию хозяйственных и иных объектов;
- проекты мелиоративного и водохозяйственного строительства.

Объектами государственной экологической экспертизы областных и районных комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды являются вышеперечисленные объекты областного и районного статуса подчинения.

Продолжительность проведения государственной экологической экспертизы не должна превышать двух месяцев с момента предоставления комплекта документов.

При отрицательном заключении государственной экологической экспертизы заказчик обязан учесть предложения государственной экологической экспертизы при доработке документации и представить ее на

повторную экспертизу или отказаться от реализации проектного решения планируемой хозяйственной деятельности.

При подготовке сводного заключения учитывается заключение *общественной экологической экспертизы*, которая организуется и проводится по инициативе общественных объединений и граждан независимыми специалистами. Однако их заключение носит рекомендательный характер.

8. **Экологический контроль** в области охраны окружающей среды - система мер, направленных на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения юридическими лицами и гражданами, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, требований в области охраны окружающей среды. В соответствии со ст.86 Закона «Об охране окружающей среды» выделяют четыре вида экологического контроля:

- государственный;
- ведомственный;
- производственный;
- общественный.

*Государственный экологический контроль* в области охраны окружающей среды имеет своей задачей обеспечить соблюдение требований природоохранного законодательства, норм экологической безопасности, правил и стандартов в области охраны окружающей среды. При осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды, важнейшим требованием является предупреждение и выявление нарушений природоохранного законодательства.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 963 от 21.07.2003 года «О некоторых вопросах государственного контроля в области охраны окружающей среды, осуществляемого Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и его территориальными органами», определены организации, которые проводят государственный контроль в области охраны окружающей среды. В их числе система территориальных органов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды в составе областных, районных инспекций и Минского городского комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

*Ведомственный контроль* осуществляется органами государственного управления на подведомственных им объектах.

*Производственный контроль* в области охраны окружающей среды осуществляют юридические лица и индивидуальные предприниматели в процессе своей хозяйственной деятельности в случае если она оказывает вредное воздействие на окружающую среду.

*Общественный контроль* в области охраны окружающей среды производят общественные инспектора охраны природы, общественные объединения, сферой деятельности которых является охрана окружающей среды.

Составной частью государственного, ведомственного, производственного и общественного контроля в области охраны окружающей среды является *аналитический контроль*. Он проводится в целях оценки количественных и качественных характеристик выбросов в атмосферный воздух и сбросов в поверхностные и подземные воды, определения уровня загрязнения земель и состава отходов. Государственный аналитический контроль осуществляется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и его территориальными органами.

**9. Экологическая сертификация** - это деятельность по подтверждению соответствия, осуществляемая органом по сертификации, аккредитованным в Системе аккредитации Республики Беларусь, объектов оценки соответствия требованиям нормативных правовых актов, в том числе технических нормативных правовых актов, в области охраны окружающей среды.

Экологическая сертификация регулируется Законами Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации» и осуществляется в целях контроля безопасности продукции для окружающей среды, жизни и здоровья населения. К числу ее задач относятся: установление требований и норм к сертифицируемой продукции и услугам с учетом достижений науки; внедрение экологически безопасных технологических процессов и оборудования; создание условий для организации производств, отвечающих современным экологическим требованиям.

Государственное регулирование в области экологической сертификации осуществляется Президентом Республики Беларусь, Советом Министров Республики Беларусь, Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь и Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Методическое руководство, организацию и координацию работ по экологической сертификации в Республике Беларусь после вступления в силу Закона «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных актов в области технического нормирования и стандартизации» (2004г.), направленного на совершенствование механизма оценки соответствия и аккредитации, выполняет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Органом по экологической сертификации является Национальная система оценки соответствия.

Национальная система оценки соответствия включает:

- формы (обязательную и добровольную),
- объекты (производства, продукция, услуги),
- структуры, проводящие сертификацию.

Объектами экологической сертификации являются: система управления окружающей средой; продукция; компетентность персонала в выполнении работ, услуг в области охраны окружающей среды; оказание услуг в области охраны окружающей среды; иные объекты, в отношении

которых в соответствии с законодательными актами Республики Беларусь об охране окружающей среды принято решение об оценке соответствия.

К структурам, проводящим сертификацию, относят:

- государственный специально уполномоченный орган в области ООС (Минприроды);

- республиканский орган по сертификации Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь (Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь);

- центральный орган по экологической сертификации (учреждение «Центр международных экологических проектов, сертификации и аудита «Экологияинвест»);

- аккредитованные органы по экологической сертификации (учреждение образования «Белорусский национальный технический университет» и др.);

- аккредитованные лаборатории аналитического контроля.

10. **Экологический аудит (ЭА)** – представляет собой независимую документированную проверку соблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, требований в области охраны окружающей среды, включая требования международных стандартов.

Экологический аудит проводится в целях:

- обеспечения ООС и рационального природопользования;
- повышения качества природоохранной деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную или иную деятельность;

- оценки хозяйственной или иной деятельности эоаудируемого субъекта, опасности его объекта и причиненного среда окружающей среде;

- определение возможностей и направлений последующей деятельности эоаудируемого субъекта на конкретной территории и необходимости осуществления мероприятий по восстановлению окружающей среды.

Объектами экологического аудита являются:

- система управления окружающей средой (СУОС);
- продукция;
- компетентность персонала в выполнении работ, услуг в области охраны окружающей среды;
- оказание услуг в области охраны окружающей среды.

Проведение экологического аудита регламентировано статьей 97 «Экологический аудит» Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», а также государственными стандартами Республики Беларусь: СТБ ИСО 19011 - 2003 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и систем экологического менеджмента. Процедуры аудита. Проведение аудита систем управления окружающей средой», СТБ ИСО 14001 – 2005 «Система управления окружающей средой. Требования и руководства по применению», СТБ ИСО 14004 - 2005 «Система управления

окружающей средой. Общие и руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования».

Экологический аудит проводится юридическими лицами (индивидуальными предпринимателями) в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь. Лица, проводящие экологический аудит, могут оказывать услуги в выработке решений по повышению экологической безопасности производства на проверяемых объектах.

Экологический аудит хозяйственной и иной деятельности юридических лиц или индивидуальных предпринимателей может проводиться в добровольном или обязательном порядке за счет собственных средств этих юридических лиц или индивидуальных предпринимателей.

При приватизации предприятий, а также при банкротстве или ликвидации юридического лица, банкротстве или прекращении деятельности индивидуального предпринимателя, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду, а также в иных случаях, установленных законодательными актами Республики Беларусь, экологический аудит проводится в обязательном порядке за счет собственных средств этого юридического лица или индивидуального предпринимателя.

В Республике Беларусь функции специально уполномоченного государственного органа регулирования деятельности в области экологического аудита выполняет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды.

В ЭА участвуют три стороны: инициатор (заказчик), аудитор (аудиторская фирма) и проверяемый объект (объем или субъект).

Процедура организации и проведения ЭА на объекте включает 4 этапа.

Этап I. Подготовка аудита (обеспечивает заказчик).

На этом этапе выполняются следующие виды работ:

1. Составляется план и график ЭА. При этом аудит должен проводиться по возможности в обычные рабочие дни и часы.
2. Определяются цели, уточняются критерии ЭА.
3. Выбирается группа аудиторов или аудиторская фирма.
4. Аудиторами разрабатывается программа (протокол) ЭА.

Этап II. Проведение аудиторами экологического аудита непосредственно на объекте.

На этом этапе проводятся: обзор и анализ информации по объекту (в соответствии с целями аудита), инспекция объекта с посещением подразделений, являющихся значимыми источниками воздействия на окружающую среду. Результаты инспекции отражаются на ситуационном аудиторском плане. Для оценки фактического воздействия субъекта на окружающую среду аудиторами используются методы материальных балансов и технологических расчётов, фотосъёмка и видеосъёмка. Завершается этап составлением проекта отчета, содержащего выводы и рекомендации, и предварительное ознакомление с ними заказчика.

Этап III. Доработка и согласование проекта отчета по результатам аудита (проводят аудиторы) и обсуждение его с руководством объекта. Представление заказчику окончательного варианта отчета, включающего выводы и рекомендации.

Этап IV. Использование результатов аудита заказчиком.

Эффективность ЭА заключается в экономии финансовых средств за счет внедрения рациональной системы природопользования и соблюдения требований природоохранных норм и правил.

Длительность экологического аудита - до 2-х недель, а его кратность - от 1 до 3 лет в зависимости от мощности предприятия.

Внедрение экологического аудита в практику природоохранной деятельности способствует решению комплекса проблем, связанных с охраной окружающей среды хозяйствующими субъектами. Без надлежащей постановки деятельности в области экологического аудита будет сдерживаться работа по экологической сертификации, созданию экономико-правового механизма экологического страхования.

Экономическое регулирование также является одним из механизмов, обеспечивающих осуществление экологической политики в направлении рационального использования природных ресурсов и снижения уровня вредных воздействий на природную среду. В основе экономического регулирования деятельности в сфере охраны и рационального использования окружающей среды лежит принцип платности природопользования, что подразумевает платежи за пользование природными ресурсами, платы за загрязнение окружающей среды и компенсационные выплаты за ухудшение состояния среды.

Экономический механизм ООС и природопользования – это система, инфраструктура (правовая, организационная), необходимая для направления действия разнообразных экономических факторов в целях достижения баланса экологических и экономических интересов.

В соответствии со ст. 79 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» в экономический механизм ООС и природопользования включены следующие элементы:

- финансирование программ и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и ООС;
- проведение экономической оценки природных объектов;
- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду;
- возмещение вреда, причиненного в результате вредного воздействия на окружающую среду;
- установление платежей за природопользование (экологический налог);
- установление мер экономического стимулирования в области ООС;
- экологическое страхование.

В связи с тем, что экологический механизм реализации экологической политики в целом не является объектом настоящего исследования, раскроем сущность элементов, представляющих интерес для объектов нормирования качества окружающей среды. К ним относят три последних элемента в приведенном выше перечне.

В соответствии со ст. 2 Закона Республики Беларусь «О налоге за использование природных ресурсов», к объектам экологического налогообложения относят объемы:

- используемых природных ресурсов;
- выводимых в окружающую среду выбросов (сбросов) загрязняющих веществ;
- переработанных нефти и нефтепродуктов;
- перемещаемых по территории нефти и нефтепродуктов;
- отходов производства, размещаемых на объектах;
- производимой или импортируемой пластмассовой, стеклянной тары и др.

Экологический налог состоит из платежей за использование природных ресурсов, размещение отходов производства, за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду в пределах установленных платежей и лимитов. Целью введения экологического налога является максимальное возмещение ущерба, который причиняется хозяйственной деятельностью. Следует отметить, что за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросы сточных вод или загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов производства сверх лимитов, налог взимается в размере 15 кратной ставки налога.

Установление мер экономического стимулирования ООС осуществляется с целью создания условий экономической заинтересованности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в реализации природоохранных мероприятий. В соответствии со ст. 82 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» экономическое стимулирование ООС осуществляется на основе:

- установлением налоговых льгот для юридических и физических лиц;
- ускоренной амортизации оборудования и объектов, предназначенных для охраны и оздоровления окружающей среды.

Налоговые льготы устанавливаются при:

- внедрении малоотходных, энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- использовании специального оборудования, минимизирующего вредное воздействие на ООС;
- использовании отходов в качестве повторного сырья;
- осуществлении иной природоохранной деятельности.

Одним из важных инструментов обеспечения экологической безопасности страны, защиты интересов граждан в их праве на благоприятную окружающую среду может стать *экологическое страхование*, как механизм формирования денежных фондов или резервов за счет

уплачиваемых страхователем страховых взносов для компенсации вероятных потерь и предотвращения загрязнения окружающей среды (ст. 85 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды»). Введение в действие экологического страхования является особенно актуальным в связи с высокой степенью вероятности аварийного загрязнения окружающей природной среды, низким уровнем капиталовложений в природоохранную сферу и затрат на предупреждение и ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций. Введение экологического страхования позволит возместить до 40% убытков, причиняемых экологическими авариями третьим лицам, вовлекая финансовые средства страховых компаний и тем самым снижая нагрузку на местный бюджет. Экологическое страхование может стать источником дополнительного финансирования природоохранных мероприятий из фонда превентивных мероприятий страховщика и путем инвестирования средств на развитие природоохранных технологий.

Таким образом, в Республике Беларусь существуют два паритетных механизма системы управления и контроля качества окружающей среды: организационно-правовой и экономической. При этом в составе организационно – правового особое место занимает нормирование качества окружающей среды, как основной инструмент для установления нормативов ее качества с учетом пределов воздействия на окружающую среду.

### **3.3 Правовое регулирование нормирования и нормативов качества окружающей среды**

По функциональному назначению в структуре нормирования выделяют два вида: экологическое (собственно экологическое при воздействии на окружающую среду и санитарно-гигиеническое при воздействии на человека) и техническое.

Экологическое нормирование – это инструмент экологической политики, использование которого позволяет разработать и апробировать нормативы предельно допустимого вредного воздействия на окружающую среду и человека, нормы и правила природопользования на основе общеметодических подходов, комплексного изучения и анализа экологических возможностей экосистем и их компонентов. При экологическом нормировании происходит обоснование экологических норм (в том числе нормативов) и установление их качественных и количественных параметров.

Правовое регулирование экологического нормирования и нормативов качества окружающей среды напрямую связаны с общей структурой законодательства в области охраны и рационального использования окружающей среды (экологическое право). Экологическое право основывается на Конституции Республики Беларусь. К источникам экологического права в нашей стране относятся нормативные правовые акты различной юридической силы – кодексы, законы, указы, постановления, инструкции и иные нормативные правовые акты.

Становление экологического права в современном его состоянии относится к 1990-ым годам, когда в стране были приняты ряд основных законов, регулирующих деятельность в области охраны окружающей среды и обеспечивающих экологическую безопасность населения и рациональное использование природных ресурсов.

Основными источниками экологического права Республики Беларусь являются четыре кодекса и около тридцати законов, которые можно условно подразделить на три блока (табл. 4.1). Системный блок включает основополагающие экологические законы, регулирующие общие вопросы экологической политики государства. Ресурсно-средовой блок содержит законы, регламентирующие вопросы рационального использования и охраны определенных природных ресурсов (вода, воздух и т.п.). Блок законов по эко-

Таблица 4.1.

### Структура экологического законодательства

Блоки законов и кодексов Республики Беларусь		
Системный	Ресурсно-средовой	Экологической безопасности
«Об охране окружающей среды» (1992)	Водный кодекс (1998), «О питьевом водоснабжении» (1999)	«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1993)
«О государственной экологической экспертизе» (1993)	«Об охране атмосферного воздуха» (2008), «Об охране озонового слоя» (2001)	«О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека» (2003)
«Об особо охраняемых природных территориях» (1994)	Кодекс Республики Беларусь о земле (2008), «О платежах за землю» (1991)	«О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (2000)
	Лесной кодекс (2000)	«О безопасности генно-инженерной деятельности» (2006)
	Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь (2004)	«О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1998)
	Кодекс Республики Беларусь о недрах (2008)	«Об обращении с отходами» (2007)
	«О гидрометеорологической деятельности» (2006)	«Об использовании атомной энергии» (2008)
	«О налоге за использование природных ресурсов (экологический налог)» (1991)	«О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» (1991),
	«О растительном мире»	«О социальной защите граждан,

	(2003), «О защите растений» (2005)	пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий» (2009)
	«О животном мире» (2007)	«О радиационной безопасности населения» (1998)

логической безопасности направлен на регулирование различных видов рисков от негативного воздействия на человека и окружающую среду.

Наряду с перечисленными кодексами и законами действующие нормы экологического права рассредоточены в большом количестве иных подзаконных нормативных правовых документов.

Формирование системы нормативов качества окружающей среды в природоохранном законодательстве осуществляется на основании двухуровневой системы документов:

1) нормативных правовых актов (НПА): кодексов законов и иных актов законодательства;

2) технических нормативных правовых актов (ТНПА).

Единого нормативного акта, регламентирующего вопросы экологического нормирования, в настоящее время не существует. В **системном** основополагающем Законе Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» экологическому нормированию и стандартам качества окружающей среды посвящена отдельная глава 5, в которой изложены основные принципы и направления государственной экологической политики в области нормирования, обеспечения единства измерений, технического нормирования, стандартизации и экологической сертификации в области охраны окружающей среды.

Практически во всех кодексах и законах **ресурсно-средового блока**, а также в нормативных актах по вопросам экологической безопасности имеются отдельные главы или статьи, в которых регламентируются отдельные вопросы экологического нормирования, как правило, применительно к конкретному ресурсу – вода, воздух и т.д.

В системе экологического нормирования среди блока законов, определяющих **экологическую безопасность**, определяющее значение отводится санитарно-эпидемиологическому законодательству Республики Беларусь. Так, Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1993) устанавливает правовые и организационные основы предотвращения неблагоприятного воздействия на организм человека факторов среды его обитания в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и устанавливает систему государственной санитарно-гигиенической регламентации. Ее основным механизмом является санитарно-гигиеническое нормирование, на основании которого осуществляется регламентирование через факторы риска вредных воздействий на качество окружающей среды в целях профилактики и предупреждения их негативных последствий. Целью санитарно-гигиенического нормирования является объективное обоснование пределов

интенсивности и продолжительности воздействия вредных факторов окружающей среды, при которых они безопасны для человека.

Государственное санитарно-гигиеническое нормирование включает:

- 1) разработку единых требований к проведению научно-исследовательских работ по обоснованию санитарных правил;
- 2) контроль за проведением научно-исследовательских работ по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию;
- 3) разработку (пересмотр), экспертизу, утверждение и опубликование санитарных правил;
- 4) контроль за внедрением санитарных правил, изучение и обобщение практики их применения;
- 5) регистрацию и систематизацию санитарных правил, формирование и ведение единой федеральной базы данных в области государственного санитарно-эпидемиологического нормирования.

Государственное санитарно-гигиеническое нормирование осуществляют органы и учреждения санитарно-эпидемиологической службы Республики Беларусь на основании положения, утвержденного правительством Республики Беларусь. В результате санитарно-гигиенического нормирования устанавливаются санитарные нормы и правила, утверждаемые Министерством здравоохранения Республики Беларусь и обязательные для исполнения как государственными органами, так и иными организациями и физическими лицами.

Техническое нормирование обеспечивает установление технических требований к продукции, процессам ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг, соблюдение которых обеспечивает необходимое качество окружающей среды.

В отношении ТНПА основополагающим является Закон «О техническом нормировании и стандартизации» (2004), который регулирует правоотношения, возникающие при разработке, утверждении и применении технических требований к продукции, процессам ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказанию услуг. Он определяет как правовые и организационные основы технического нормирования и стандартизации, так и цели технического нормирования и стандартизации с учетом обеспечения и защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества, сохранения окружающей среды, обеспечения национальной безопасности и рационального использования природных ресурсов.

К ТНПА в области технического нормирования и стандартизации относятся:

- технические регламенты;
- технические кодексы;
- стандарты (государственные и стандарты организаций);
- технические условия.

*Технические регламенты* разрабатываются в целях защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей продукции и услуг относительно их назначения, качества или безопасности. Разработка технических регламентов осуществляется республиканскими органами государственного управления в пределах предоставленных им полномочий. Технический регламент должен содержать обязательные для соблюдения технические требования, связанные с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг, а также исчерпывающий перечень объектов технического нормирования, в отношении которых устанавливаются требования технического регламента. Требования утвержденного технического регламента являются обязательными для соблюдения всеми субъектами технического нормирования и стандартизации.

*Технические кодексы* разрабатываются с целью реализации требований технических регламентов, повышения качества процессов разработки (проектирования), производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг. Разработка и утверждение технических кодексов осуществляются республиканскими органами государственного управления. Требования технических кодексов к процессам разработки (проектирования), производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг основываются на результатах установившейся практики.

*Государственные нормативы (стандарты)* разрабатываются, как правило, техническими комитетами по стандартизации, а при их отсутствии - любыми заинтересованными лицами.

Государственные нормативы основываются на современных достижениях науки, техники, международных и межгосударственных (региональных) стандартах, правилах, нормах и рекомендациях по стандартизации, прогрессивных стандартах других стран. Государственные стандарты не должны противоречить требованиям технических регламентов.

Государственные нормативы могут использоваться в качестве основы для разработки технических регламентов, технических кодексов. Государственные нормативы полностью либо частично (или в виде ссылки на них) могут приводиться в тексте технических регламентов, технических кодексов. Если в техническом регламенте дана ссылка на государственный норматив, то это требование становится обязательными для соблюдения. Если производитель или поставщик продукции (услуги) применили государственный стандарт и заявили о соответствии ему своей продукции (услуги), а также если продукция (услуга) производителя или поставщика сертифицирована на соответствие требованиям государственного норматива,

соблюдение требований государственного стандарта для них становится обязательным.

Правовое регулирование разных видов нормирования предопределило специфику установления нормативов, определяющих качество окружающей среды и допустимые уровни воздействия на нее.

### **3.4 Нормирование качества окружающей среды и допустимого воздействия на нее**

*Нормирование качества окружающей среды* предполагает установление пределов изменения свойств окружающей среды, не оказывающих неблагоприятного воздействия на организм человека.

В основе установления нормативов качества окружающей среды лежит экологическое нормирование и принципы его определяющие.

Экологическое нормирование подчиняется следующим принципам:

✓ аналитичности — детальный предварительный экономический анализ затрат и выгод от введения новых регламентов, оценка краткосрочных и долгосрочных последствий;

✓ реализма — ориентация на практическую достижимость результатов, т.е. реальность соблюдения установленных запретов, юридических норм и правил;

✓ дифференцированности — различный региональный и отраслевой подходы к установлению нормативов, что имеет особое значение для технического и экосистемного нормирования;

✓ динамичности — возможность внесения корректив с учетом результативности ранее принятых регламентов, изменения экологической ситуации и достижений научно-технического прогресса;

✓ гласности — открытость и научная обоснованность нормативов и правил.

Основным принципом нормирования качества окружающей среды является установление нормативов на уровне, обеспечивающем экологическую безопасность, и определяющим предельно допустимые границы вредных химических, физических и биологических воздействий, так как превышение этих порогов угрожает биологическим условиям существования человека. Нормирование качества окружающей среды через установление их нормативов является юридическим критерием определения благоприятного состояния окружающей среды. При этом нормативы качества окружающей среды как итог деятельности по их разработке зависят от трех основных факторов:

- экологических, т. е. пороговых уровней воздействия на человека и окружающую природную среду, и возможностей рационального использования природных ресурсов;

- технологических, базирующихся на выполнении установленных пределов воздействия на человека и среду его обитания, природные ресурсы

с учетом существующих технических возможностей и экономической целесообразности;

- научно-технических, т.е. способности науки посредством технических и измерительных средств обеспечить контроль соблюдения установленных пределов воздействия.

Оптимальные результаты в процессе разработки нормативов качества окружающей среды достигаются в случае, когда в качестве лимитирующих факторов выступают экологические требования.

**Нормирование допустимого воздействия на окружающую среду** призвано обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды с учетом природных особенностей территорий и акваторий.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду определяют предельные размеры вредных воздействий на окружающую среду. Они устанавливаются для отдельных природопользователей, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Основным механизмом нормирования допустимого воздействия на окружающую среду является *лимитирование*, т.е. деятельность по установлению пределов вредного химического, физического, биологического и др. воздействия на окружающую среду и человека или ограничений на эксплуатацию природных ресурсов. На принципе лимитирования построена система ПДК вредных веществ, ПДУ физических воздействий, ограничений воздействия производственно-хозяйственной деятельности человека и эксплуатации природных ресурсов. Лимитирование как механизм ограничения включает систему общих, региональных, отраслевых и производственных норм природопользования (для водных ресурсов — это лимиты отведения и потребления, размеры водоохранных зон; лесных ресурсов - нормы возраста рубок и воспроизводства лесов; промышленности - нормы ресурсоемкости).

Следует обратить внимание на то, что установление нормативов допустимого воздействия на окружающую среду должно обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды. Суть этого принципа заключается в том, что нормативы допустимого воздействия на окружающую среду для каждого природопользователя с учетом всех источников воздействия на нее устанавливаются на уровне, при котором суммарные нормативы допустимого воздействия на окружающую среду от всех субъектов на данной территории не приведут к превышению нормативов качества окружающей среды.

## Глава 4. Структура нормативов и показателей окружающей среды

### 4.1 Структура нормативов окружающей среды

В соответствии со ст. 20, 21 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» в структуре нормативов окружающей среды выделяют:

- нормативы качества окружающей среды;
- нормативы воздействия на окружающую среду;
- лимиты на природопользование,
- иные нормативы в области ООС.

Указанные нормативы разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов в области охраны окружающей среды. Основными требованиями к разработке нормативов в области охраны окружающей среды являются:

- ✓ установление необходимости их разработки;
- ✓ проведение научно-исследовательских работ по их обоснованию;
- ✓ оценка и прогнозирование экологических, социальных, экономических последствий их применения.

Нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на окружающую среду, а также иные нормативы в области охраны окружающей среды устанавливаются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Министерством здравоохранения Республики Беларусь и иными специально уполномоченными республиканскими органами государственного управления в соответствии с их компетенцией.

**Нормативы качества окружающей среды** устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных, состояния здоровья человека и обеспечения условий его жизнедеятельности.

Нормативы качества окружающей среды являются едиными для всей территории Республики Беларусь. Они утверждаются и вводятся в действие Министерством здравоохранения Республики Беларусь по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, иными компетентными государственными органами.

Нормативы качества окружающей среды устанавливают критерии безопасности для человека компонентов окружающей среды: воды, атмосферного воздуха, почвы и т.д. Они одновременно являются регуляторами уровней воздействия среды предприятий, организаций, учреждений, отдельных отраслей народного хозяйства, на состояние окружающей среды, которое должно обеспечивать надлежащий уровень здоровья населения и качество его жизни. Для сохранения состояния здоровья населения в связи с необходимостью потребления им пищевых

продуктов животного и растительного происхождения, их качество контролируют на основе санитарно-гигиенических нормативов, зафиксированных в санитарных правилах и нормах (СанПиН - это свод отдельных гигиенических нормативов, относящихся к определенной сфере).

*Санитарные нормы и правила* устанавливают:

- требования к планировке и застройке населенных пунктов, проектированию, строительству, оборудованию, содержанию и деятельности организаций, направленные на обеспечение безопасных для здоровья людей условий проживания, труда, быта, отдыха, воспитания, обучения, питания;

- требования к факторам среды обитания человека, которые оказывают или могут оказать неблагоприятное воздействие на его организм, а также условия, устраняющие, уменьшающие или ограничивающие такое воздействие;

- критерии и требования к безопасности для человека объектов среды его обитания (атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы), условий жизнедеятельности, продовольственного сырья и пищевых продуктов, питьевой воды, материалов и изделий, применяемых для производства, упаковки, хранения, транспортировки, продажи продовольственного сырья и пищевых продуктов и их использования, условий их разработки, постановки на производство, производства и торгового оборота, безопасности услуг оказываемых в сфере торговли продовольственным сырьем и пищевыми продуктами, а также критерии к безопасности продукции производственно-технического назначения и товаров для личного (бытового) пользования;

- допустимые уровни риска возможного ухудшения здоровья в связи с неблагоприятным воздействием на организм человека факторов среды его обитания и условий жизнедеятельности;

- требования к пищевой ценности продовольственного сырья и пищевых продуктов.

В целях сохранения особо охраняемых природных территорий, курортных, рекреационных зон, а так же типичных и редких природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение, могут устанавливаться более жесткие, чем действующие на остальных территориях, нормативы качества окружающей среды.

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются на уровне, обеспечивающем экологическую безопасность, и применяются для оценки состояния окружающей среды и нормирования допустимого воздействия на нее.

К нормативам качества окружающей среды относятся:

- нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) химических и иных веществ;
- нормативы предельно допустимых физических воздействий;
- нормативы ПДК микроорганизмов;
- иные нормативы.

Нормативы качества окружающей среды утверждаются и вводятся в действие Министерством здравоохранения Республики Беларусь по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, иными государственными органами в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Нормативы качества окружающей среды служат экономическим и правовым критерием для определения ее благоприятного состояния, формируют возможности защиты права граждан на благоприятную окружающую среду. Это наиболее разработанная часть нормативов.

*Нормативы ПДК* химических и иных веществ – нормативы, установленные в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических и иных веществ в окружающей среде. Они определяются критериями безопасности и безвредности содержания отдельных элементов в среде обитания для человека.

Так, ПДК установлены: в водной среде для более 800 вредных веществ, в атмосферном воздухе — более 1000, в воздухе производственных помещений — около 3000, в почве — 339, в пищевых продуктах — более 40.

*Нормативы допустимых физических воздействий* устанавливаются в соответствии с показателями предельно допустимого воздействия тепла, шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий, не соблюдение которых может привести к вредному воздействию на человека (или окружающую среду).

Нормативы допустимых физических воздействий устанавливаются для каждого источника такого воздействия исходя из нормативов качества окружающей среды и с учетом влияния других источников физических воздействий.

*Нормативы ПДК микроорганизмов* установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания микроорганизмов в окружающей среде, не соблюдение которых может привести к ее вредному воздействию на человека.

**Нормативы допустимого воздействия** на окружающую среду устанавливаются в целях предотвращения вредного на нее воздействия хозяйственной и иной антропогенной деятельности. Установлены следующие виды этих нормативов:

- нормативы допустимых выбросов и сбросов химических и иных вредных веществ;
- нормативы образования отходов производства;
- нормативы допустимых физических воздействий (теплового, ионизирующего излучения, уровней шума и вибраций, напряженности электромагнитных полей и др.);
- нормативы допустимого изъятия природных ресурсов;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;

- иные нормативы допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которые установлены законодательством Республики Беларусь.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду служат для обеспечения и соблюдения нормативов качества окружающей среды с учетом природных особенностей территорий.

Нормативы допустимого воздействия устанавливаются техническими и иными правовыми документами, включая строительные и градостроительные нормы и правила, правила охраны труда и другие акты, обеспечивающие экологическую безопасность и безвредность среды обитания для жизнедеятельности населения и для его здоровья. Они содержат ряд требований к планировке и застройке населенных пунктов, к проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию объектов и т.д.

При разработке вышеуказанных нормативов предполагается принцип презумпции экологической опасности, то есть признание факта угрожающего воздействия на окружающую среду или человека на основе косвенных свидетельств такой опасности (даже при отсутствии строгих научных доказательств). Любое воздействие и любой фактор признаются экологически опасными до тех пор, пока не будет научно доказана их безопасность.

*Нормативы допустимых выбросов и сбросов* химических и иных опасных веществ устанавливаются как для стационарных, так и для мобильных источников воздействия на окружающую среду исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды, а также технологических нормативов. Они устанавливаются для природопользователей, осуществляющих хозяйственную или иную деятельность, в соответствии с показателями массы химических веществ, допустимых для поступления в окружающую среду от всех видов источников (стационарных и передвижных) в установленном технологическом режиме, при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды. При этом, если в пределах предприятия существует несколько источников (труб, через которые выбрасываются загрязняющие вещества в атмосферу или сбрасываются сточные воды и т.д.), то для каждого из источников устанавливаются нормативы выбросов или сбросов. В отношении мобильных источников воздействия на окружающую среду (транспортных средств) действует другой принцип установления нормативов допустимого воздействия на окружающую среду – применительно к модели транспортного средства.

При невозможности соблюдения нормативов допустимых выбросов и сбросов химических и иных веществ могут устанавливаться временные нормативы на такие выбросы и сбросы на основании разрешений, выдаваемых Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь или его территориальными органами и

действующих только при условии одновременного проведения мероприятий по охране окружающей среды, внедрения технологий, обеспечивающих выполнение требований в области охраны окружающей среды, и (или) реализации других природоохранных мероприятий, с учетом поэтапного достижения установленных нормативов допустимых выбросов и сбросов химических и иных веществ.

*Нормативы образования отходов* производства устанавливаются в целях предотвращения их вредного воздействия на окружающую среду в соответствии с законодательством Республики Беларусь об обращении с отходами. Нормативы образования отходов производства – это количество отходов на одну расчетную единицу производимой продукции.

*Нормативы допустимого изъятия* природных ресурсов устанавливаются для ограничения объема их изъятия в целях сохранения природных и природно-антропогенных объектов, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращения их деградации.

Нормативы допустимого изъятия природных ресурсов или лимиты на природопользование – это установленные для природопользователя на определенный период времени объемы предельного использования природных ресурсов (изъятия, добычи, выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов и иных видов вредного воздействия на окружающую среду). Нормативы допустимого изъятия природных ресурсов устанавливаются Советом Министров Республики Беларусь и местными Советами по согласованию с органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Нормативы допустимого изъятия природных ресурсов и порядок их установления определяются законодательством Республики Беларусь об охране окружающей среды и о рациональном использовании природных ресурсов.

*Нормативы допустимой антропогенной нагрузки* на окружающую среду устанавливаются для природопользователей, осуществляющих хозяйственную и иную деятельность, в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех стационарных и передвижных источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий. При их соблюдении обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие, обеспечивается соответствие состояния среды нормативам ресурсоемкости (неистощимости) природных объектов.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются по каждому виду воздействия хозяйственной и иной деятельности, а также совокупному воздействию всех источников, находящихся на этих территориях. При их установлении учитываются природные особенности конкретных территорий.

**Лимиты на природопользование** представляют собой установленные природопользователям на определенный период времени объемы предельного использования (изъятия, добычи) природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов и иных видов вредного воздействия на окружающую среду.

Лимиты на природопользование устанавливаются Советом Министров Республики Беларусь, Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, местными Советами депутатов, исполнительными и распорядительными органами.

В целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, а также оценки качества окружающей среды могут устанавливаться иные нормативы в области охраны окружающей среды.

В технических нормативных правовых актах также устанавливаются требования в области охраны окружающей среды, в частности к товарам (работам, услугам), технологическим процессам и соответствующим методам контроля. Технические нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды разрабатываются с учетом научно-технических достижений и требований международных правил и стандартов.

В технических нормативных правовых актах на новую технику, технологии, материалы, вещества и другую продукцию, технологические процессы, хранение, транспортировку, использование такой продукции, в том числе после перехода ее в категорию отходов, должны учитываться требования, нормы и правила в области охраны окружающей среды.

Реализация системы нормативов качества окружающей среды и допустимого воздействия на нее осуществляется через механизм установленных показателей.

#### **4.2 Показатели нормативов качества компонентов окружающей среды**

Для каждого норматива качества окружающей среды устанавливаются определяющие их количественные характеристики через регламентацию ряда показателей.

*Показатель* – это характерный типичный признак, служащий для оценки экологического состояния компонентов или элементов окружающей среды.

Показатели, определяющие качество окружающей среды, делятся на покомпонентные и комплексные (интегральные).

*Покомпонентные* – это показатели, служащие для характеристики одного свойства, определяющего качество окружающей среды.

*Комплексные* – это показатели, отражающие состояние компонентов или окружающей среды в целом.

По функциональному назначению показатели делятся на:

- санитарно-гигиенические;

- допустимого воздействия на окружающую среду.

К числу санитарно-гигиенических относятся все виды ПДК. Однако, концентрации, определяемые в одной и той же точке, но с различной степенью осреднения по времени отбора проб, могут иметь существенное различие. Поэтому понятие ПДК используется с указанием степени осреднения по времени: мгновенная, среднесуточная, среднемесячная, среднегодовая.

Применительно к объекту исследования различают следующие виды ПДК:

В воздухе:

**ПДК м.р.** – предельно допустимая максимальная разовая концентрация вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>. Эта концентрация при вдыхании в течение 20 минут не должна вызвать рефлекторных реакций в организме человека.

**ПДК с.с.** - предельно допустимая среднесуточная концентрация токсичного вещества в воздухе населенных мест, не оказывающая на человека прямого или количественного вредного воздействия при неограниченном продолжительном вдыхании (мг/м<sup>3</sup>).

**ПДК р.з.** - предельно допустимая среднесуточная концентрация токсичного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup>. Рабочая зона – это пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

В водной среде:

**ПДК в.** — предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, не оказывающая прямого или косвенного влияния на органы человека в течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений, и не ухудшающая гигиенические условия водопользования (мг/дм<sup>3</sup>);

**ПДК р.** предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей, мг/дм<sup>3</sup>.

В почве:

**ПДК п.** – это предельно допустимая концентрация вещества в пахотном слое почвы, мг/кг. Эта концентрация не должна влечь прямого и косвенного отрицательного влияния на здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы;

**ПДК пр. (ДОК)** — предельно допустимая концентрация (допустимое остаточное количество) вещества в продуктах питания, мг/кг.

В случае, когда величина ПДК в какой-либо среде (вода, воздух, почва) по какой-либо причине не установлена, принимается и действует *временный гигиенический норматив*, в котором вводится показатель временно допустимой концентрации или ориентировочно безопасного уровня воздействия вещества – **ВДК (ОБУВ)**, которые устанавливаются на определенный срок (2-3 года).

К показателям допустимого воздействия на окружающую среду относят:

✓ предельно допустимая экологическая нагрузка, значение которой отражает максимально возможный уровень техногенного воздействия на природные и антропогенные системы в форме изъятия, привнесения или перемещения вещества и энергии.

✓ допустимый сброс – это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте в единицу времени с целью обеспечения норм качества вод в контрольном пункте (г/с, т/год).

✓ допустимый выброс вредных веществ в атмосферу, устанавливаемый для каждого источника загрязнения атмосферы, при условии, что приземная концентрация этих веществ не превысит уровень ПДК для атмосферного воздуха (г/с, т/год). Допустимый выброс устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников для населенного пункта с учетом прогноза развития промышленных предприятий и скорости рассеивания вредных веществ в атмосфере не сформируют концентрацию, превышающую их ПДК для населения, растительного и животного мира.

Допустимый выброс разрабатывается на основе характеристик рельефа и климатических параметров местности, в которой располагается данный источник выброса, технической характеристики самого источника и фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере. Фоновые концентрации загрязняющих веществ характеризуют загрязнение атмосферы в населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая данный. Допустимый выброс устанавливается на срок до 5 лет.

Эти величины характеризуют нагрузку, оказываемую природопользователями на окружающую среду в единицу времени, и должны обязательно входить в экологический паспорт предприятия.

Если концентрации вредных веществ в воздухе уже превышают ПДК, а значения допустимого выброса по причинам объективного характера предприятием не могут быть достигнуты, для таких предприятий устанавливаются временные согласованные выбросы веществ и вводится режим поэтапного снижения показателей выбросов вредных веществ до значений, которые обеспечивают соблюдение допустимых выбросов.

## Глава 5. Санитарно-гигиенические нормативы качества воздуха

### 5.1 Гигиенические проблемы, связанные качеством атмосферного воздуха

*Качество атмосферного воздуха* – это совокупность его свойств, определяющих степень воздействия физических, химических и биологических факторов на человека и окружающую среду в целом.

Доминирующей формой воздействия атмосферного воздуха на организм человека и качество его жизни, вызывающей ряд неблагоприятных последствий, является химическое воздействие. При этом выделяют два пути поступления химических веществ из воздуха в организм человека: ингаляционный и перкутанный (дерматологический), которые могут стать источником возникновения патологической реакции организма.

Увеличение спектра химических веществ, наряду с расширением диапазона их воздействия на организм человека к середине XX века, обусловило формирование гигиенических проблем, причиной возникновения которых является техногенное химическое загрязнение атмосферного воздуха. Приоритетными загрязняющими веществами являются супертоксиканты, обладающие по отношению к человеку канцерогенным, мутагенным (токсическое влияние на ДНК), эмбриотоксическим (на эмбрион), гонадотоксическим (на органы размножения) и тератогенным (на плод) эффектами, проявление которых фиксируется в гигиенических проблемах двух уровней: ухудшении состояния здоровья и условий жизни человека.

Влияние химического загрязнения воздуха на здоровье человека обусловлено преимущественно ингаляционным путем и проявляется в росте медико-демографических показателей (заболеваемость, смертность и др.). Вещества, поступающие в организм через легкие, действуют в 80-100 раз эффективнее, чем оральным путем. При этом многие поллютанты не обладают специфическими свойствами в воздухе и человеком не воспринимаются. В связи с этим, в число мер по защите населения от загрязняющих веществ в воздухе включены нормативы качества воздуха, которые разрабатываются с учетом специфики проявления условий биологического воздействия поллютантов на организм человека.

Химическое загрязнение воздуха может вызвать острые, хронические и рефлекторно-раздражающие последствия для здоровья человека.

Острое воздействие связано с возникновением крайне неблагоприятной синоптической или нештатной ситуацией на предприятии, последствиями которых для населения являются рост смертности или общей заболеваемости от хронических болезней. Длительность нарушений здоровья соответствует

периоду аномально высоких концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Хроническое воздействие на здоровье населения проявляется в одном из двух вариантов:

- хроническое специфического характера, когда компонент загрязнения является фактором, вызывающим болезни,

- хроническое неспецифическое, когда загрязнение воздуха выступает как фактор риска, под влиянием которого заболевания обостряются.

Рефлекторно-раздражающее воздействие на здоровье человека проявляется в форме рефлекторных реакций (кашель, тошнота, и др.), выраженность которых четко коррелирует с уровнями загрязнения воздуха.

Гигиенические проблемы влияния химического загрязнения атмосферного воздуха на условия жизни человека могут быть связаны с неблагоприятными явлениями погоды и условиями жизнедеятельности.

Неблагоприятные явления погоды в городах, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, проявляются: в увеличении количества дней с туманами, увеличении облачности, нарушении теплового баланса в системе «земная поверхность – атмосфера», снижением поступления ультрафиолетовой радиации (до 97%). В результате указанных процессов, возникает резкое понижение температуры нарушается тепловой баланс организма, возникает психологический дискомфорт и депрессия.

Химическое загрязнение воздуха жилища различными химическими ингредиентами ведет к ухудшению качества жизни. Характеристики экологических нормативов воздуха жилища приведены в главе 8.

При перкутанном поступлении химических веществ в организм человека наблюдаются дерматологические реакции организма, проявляющиеся в форме дерматозов и аллергических проявлений кожной этиологии.

Наличие причинно-следственных связей является основанием для гигиенического нормирования качества воздуха и установления его стандартов, которые являются действенным механизмом в предотвращении негативного воздействия загрязняющих веществ атмосферы на организм человека и условия его жизни.

## **5.2 Гигиеническое нормирование качества воздуха**

### **5.2.1 Методология, принципы и методы гигиенического нормирования загрязнений атмосферного воздуха**

В 30-е годы XX века возникла необходимость гигиенического нормирования качества атмосферного воздуха в связи с ростом уровня промышленного загрязнения, которое неблагоприятно сказалось на здоровье населения и условиях его жизни. В связи с этим в 1949 г. В.А.Рязановым был разработан критерий качества атмосферного воздуха на основе результатов оценки действия поллютанта на состояние организма и условия его жизни.

Критерий вредности атмосферных загрязнений был положен в основу методологии гигиенического нормирования веществ, загрязняющих атмосферный воздух, основные положения которой отражены в «Принципах гигиенического нормирования атмосферных загрязнений».

Методика нормирования загрязнителей в атмосферном воздухе базировалась на двух составляющих:

- ✓ допустимой концентрации химического вещества,
- ✓ недопустимой концентрации загрязняющего вещества.

Далее методология нормирования загрязнения атмосферного воздуха развивалась в двух направлениях: развитие методов, позволяющих установить допустимые концентрации, и формирование системы гигиенического нормирования на основе эксперимента на лабораторных животных. Методическая схема экспериментальных исследований с целью гигиенического нормирования промышленных загрязнений воздуха и определения конкретных методов экспериментального обоснования ПДК так же была разработана В.А. Рязановым.

В 1951 г. в СССР утверждены первые государственные нормативы по качеству атмосферного воздуха для 10 наиболее распространенных в промышленном производстве веществ.

В Республике Беларусь гигиеническое качество атмосферного воздуха на основе ПДК регламентируется следующими нормативными документами:

✓ Санитарными правилами и нормами (СанПиН) 2.1.6.9.-18-2002 «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных пунктов», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 30.12.2002 г. № 146;

✓ Гигиеническими нормативами (ГН) 1.1.9-23-2002 "Гигиенические критерии для обоснования необходимости разработки ПДК, ОБУВ (ОДУ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных пунктов, воде водных объектов", утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31.12.2002 г. № 149;

✓ Гигиеническими нормативами 2.1.6.12-6-2006 "Предельно допустимые концентрации микроорганизмов в атмосферном воздухе населенных мест", утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 03.04.2006 г. № 41;

✓ Гигиеническими нормативами "Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест", утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31.12.2008 г. № 23.

Для определения качества атмосферного воздуха выделяют два вида ПДК:

- среднесуточное или допустимое (ПДКс.с.),
- максимально разовое (ПДКм.р.).

Определение указанных понятий было дано в разделе 2.6.

Идентификация количественных значений обоих видов ПДК производится на основе результатов экспериментальных исследований на лабораторных животных и включает 2 этапа.

В рамках I этапа происходит установление пороговой и недействующей концентрации вещества после ингаляционного введения в течение длительного времени. Для определения диапазона концентраций вещества, проводят острые и хронические токсикологические эксперименты. В результате хронического эксперимента устанавливаются среднесуточные ПДК (ПДКс.с.).

II этап исследований проводится для веществ, обладающих запахом или раздражающим свойством. Его итогом является установление ПДК максимального разового (ПДКм.р.).

Для обоснования ПДК химического вещества в атмосферном воздухе определяют класс его токсикологической опасности, под которой понимают интенсивность нарастания биологического эффекта при той или иной кратности превышения норматива (ПДК).

Критерий токсикологической опасности вещества является основой для классификации нормативов качества воздуха.

### **5.2.2 Покомпонентная классификация нормативов качества воздуха**

Нормативы качества воздуха по критерию их токсикологической опасности по отношению к состоянию здоровья и условиям жизни населения делятся на 4 класса. Вещества 1-го класса являются чрезвычайно опасными, 2-го — высокоопасными, 3-го — умеренно опасными, 4-го — малоопасными.

К нормативам характеризующим вещества 1 класса опасности относятся ПДК по: бенз[а]пирену (БП), оксиду пропилена, свинцу, хрому шестивалентному и др.,

2-го класса опасности — диоксиду азота, серной кислоте, фенолу, хлору и формальдегиду,

3-го класса - диоксиду серы, ксилолу, неорганической пыли, н-бутиловому спирту, толуолу, этилену и оксиду этилена,

4-го класса опасности – аммиаку, бутилацетату, бутилену, хлористому метилу, оксиду углерода и др.

Определение класса опасности вещества и а соответственно его ПДК осуществляется на основе уровня его биологического воздействия на организм человека.

Класс опасности вещества и его норматив определяется в результате расчета интегрального показателя опасности вещества, значение которого варьирует в пределах от 0 до 1.

При интегральном показателе больше 0,72 вещества относят к 1 классу опасности, от 0,72 до 0,55 – 2, от 0,55 до 0,38 – 3, менее 0,38 – к 4 классу опасности.

Согласно Закону Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения», ПДК становятся государственными нормативами после их утверждения и публикуются в форме приложения к основным документам.

### 5.2.3 Интегральное нормирование уровня опасности загрязнения атмосферного воздуха

Норматив (ПДК) отражает безопасный для человека уровень содержания компонентов в атмосферном воздухе. На практике в нем одновременно присутствуют несколько веществ, наличие которых вызывает многокомпонентное загрязнение атмосферы. В качестве комплексного показателя степени загрязнения атмосферного воздуха часто используют индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), который рассчитывается для группы веществ. Для интегральной оценки уровня многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха различия в уровне биологического воздействия поллютантов учитываются путем приведения измеренных концентраций веществ 1, 2, 4-го классов к кратности превышения ПДК веществ 3 класса.

ИЗА учитывает комбинированное действие вредных веществ по типу их неполной суммы и их класс опасности

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n (C_i / \text{ПДК}_i)^{a_i} \quad (4.1)$$

где  $C_i$  — среднегодовая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе (приземном слое) над территорией для которой оценивается воздействие  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$\text{ПДК}_i$  — среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе;

$a_i$  — безразмерная константа приведения  $i$ -го вещества к веществам 3 класса опасности.

Далее полученные количественные результаты ИЗА соотносят с уровнями качества воздуха, используя 6-ти уровневую шкалу его загрязнений (табл.4.4.1).

Таблица 4.4.1

Уровень загрязнения воздуха по ИЗА

Величина показателя (ИЗА)	Уровень загрязнения
Менее 5	низкий
5,0 - 7,0	повышенный
7,0–14,0	высокий
более 14,0	очень высокий

При использовании ИЗА для сравнения уровня загрязнения воздуха для различных периодов времени или территорий его рассчитывают для одинакового количества одних и тех же веществ. В случае необходимости сравнения уровня загрязнения воздуха атмосферы, качественный состав

которых неидентичен, используют значения пяти единичных индексов ( $C_i/PДК_i$ ) для веществ, у которых эти значения превышают единицу.

В настоящее время на практике преимущественно используются методы покомпонентной оценки качества атмосферного воздуха.

Покомпонентные и интегральные стандарты качества воздуха являются основой для нормирования воздушной среды производственных, жилых зданий и населенных пунктов, информация о которых будет представлена в главе 9 «Нормативы воздействия окружающей среды на человека».

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

## Глава 6. Санитарно-гигиенические нормативы качества вод

### 6.1 Гигиенический критерий качества вод и его роль в предотвращении воздействия на здоровье и условия жизни населения

*Качество вод* – это степень соответствия физико-химических и биологических характеристик вод нормативам питьевого, промышленного, сельскохозяйственного и других видов водопользования.

В основу гигиенических требований к качеству воды положен критерий, определяющий состояние здоровья человека и условия его жизни. Это связано с тем, что вода может выступать источником или фактором передачи целого ряда заболеваний. В связи с этим, гигиенический критерий качества вод, основан на триаде, объединяющей три группы признаков вредного действия веществ:

- общесанитарный,
- токсикологический,
- органолептический.

*Общесанитарный признак* обеспечивает безопасность вод в эпидемическом отношении и определяется уровнем содержания микроорганизмов – патогенных (энтеровирусы) и условно-патогенных (протей, клебсиелла, цитробактер, псевдомонас, аэромонас, клостридии, иерсинии, фекальный стрептококк и др.).

*Токсикологический признак*, обеспечивающий качество вод по химическому составу, выделен ввиду наличия неблагоприятных часто пролонгированных во времени эффектов от его воздействия на организм человека. При этом характер интоксикации организма определяется уровнем токсичности вещества, который зависит: от его химической структуры, концентрации и способа поступления в организм (оральным или дерматологическим путем).

*Органолептический признак*, формируется под воздействием химических веществ и обеспечивает качество вод по запаху, привкусу, цветности, мутности и другим показателям, которые не являются непосредственной причиной ухудшения состояния здоровья, но вызывают снижение качества жизни человека.

Основные положения гигиенического критерия качества вод изложены в «Руководстве по контролю качества питьевой воды» (ВОЗ, 1984 г.), на основании которых были сформированы системы национальных стандартов качества вод и их контроля.

В числе первых были приняты государственные стандарты в СССР — ГОСТ «Вода питьевая» (1954 г.). Государственные гигиенические стандарты качества вод регламентируют предотвращение распространения

инфекционных болезней и определяют допустимый уровень воздействия вод на здоровье и условия жизни населения.

## 6.2 Структура нормативов качества вод

Структура нормативов качества вод построена в соответствие с выделенными выше признаками вредного действия веществ:

- общесанитарные или гигиенические,
- токсикологические,
- органолептические.

1. *Общесанитарные нормативы качества вод*, регулирующие процессы естественного самоочищения вод, включают общие характеристики качества вод: рН, жесткость, общая минерализация, БПК<sub>5</sub>, бихроматная окисляемость (ХПК), содержание нефтепродуктов, фенольный индекс и др. Их покомпонентная характеристика будет приведена в параграфе 5.4.

2. *Токсикологические нормативы качества вод* регламентируют влияние химических веществ на организм человека. По происхождению веществ, которые они нормируют, выделяются нормативы: неорганических и органических (как природного и техногенного происхождения) веществ.

В составе нормативов по неорганическим веществам природного генеза включены элементы и их соединения, содержащиеся в природных водах и одновременно обладающие токсическим эффектом: тяжелые металлы (алюминий, барий, молибден, мышьяк, свинец, стронций и др.), нитраты, нитриты и др. Необходимость их регламентации связана с наличием неблагоприятных эффектов от их воздействия на организм человека.

У человека при избытке в водной среде алюминия нарушается деятельность почек и центральной нервной системы (ЦНС); бария – выражен гонадотоксический (токсическое влияние на органы размножения), эмбриотоксический (на эмбрион) и мутагенный (на ДНК) эффект; молибдена – нарушается обмен веществ (полиартралгия, артроз); мышьяка – установлен канцерогенный эффект. Токсический эффект от повышенного содержания нитратов в воде проявляется в нарушении кроветворной функции (метгемоглобинемии) и деятельности иммунной системы; свинца – в нарушении функция ЦНС, выделительной, сосудистой и кроветворной систем. Аккумуляция высокого содержания селена в питьевой воде вызывает нарушение кальциевого обмена и функции печени, стронция – к нарушению развития костной ткани, к задержке физического развития у детей. Накопление фтора способствует возникновению флюороза, деструктуризации скелета у детей, изменению мышечной ткани сердца и деятельности нервной системы. Недостаток фтора ведет к кариесу зубочелюстной системы, нарушению регуляции минерального обмена костной ткани; их минерализации в раннем возрасте, уменьшает деминерализацию костной ткани у лиц пожилого возраста.

К нормативам, определяющим токсичность вод по неорганическим веществам техногенного происхождения, относят универсальные загрязняющие компоненты природных вод: кадмий, никель, ртуть, хром, цианиды. Необходимость их нормирования в водной среде обусловлена наличием их источников в окружающей среде и неблагоприятных последствий в форме заболеваний человеческого генезиса.

Токсичность кадмия, поступающего с водой, проявляется в тяжелом поражении почек и токсическом воздействии на гонады, никеля – в нарушении биохимических процессов на клеточном уровне, ртути и хрома – в поражении почек и печени; дополнительно для ртути – выявлен нейротоксический и эмбриотоксический, а для хрома – канцерогенный и мутагенный эффекты.

Кроме веществ неорганической природы токсикологические стандарты качества вод включают в себя нормативы веществ органического происхождения. К таким веществам органического происхождения, которые способны оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека и подлежат нормированию в воде, относят: пестициды, ароматические полициклические ароматические (ПАУ) и полихлорированные углеводороды (ПХДД, ПХДФ), бифенилы (ПХБФ) и галогенсодержащие соединения (ГСС).

Неблагоприятные эффекты, возникающие в организме человека при поступлении пестицидов с водой проявляются в нарушении функционирования ферментных систем и обмена веществ, иммунной системы. Токсичность ПАУ проявляется в поражении костного мозга и лимфатической системы. Больше всего опасность для здоровья представляют ПХДД, ПХДФ и ПХБФ, длительное воздействие которых вызывает канцерогенный (токсическое влияние на структуру клетки), тератогенный (на плод), гонадотоксический (на органы размножения) и иммуносупрессивный (угнетение функции иммунной системы) эффекты.

Даже следовые концентрации ГСС обладают канцерогенной и мутагенной активностью по отношению к человеку. Наличие в водной среде синтетических поверхностно активных веществ обуславливает проявление канцерогенного эффекта. Избыток в воде радиоактивных веществ вызывает онкологические заболевания, врожденные аномалии развития, снижение функции иммунной системы.

3. В структуре нормативов качества вод так же выделяют *органолептические*, идентифицирующие требования к одноименным свойствам вод. К нормируемым веществам, оказывающим влияние на органолептические свойства воды, относят железо, марганец, медь, цинк.

Повышенное содержание железа и марганца в водах приводит к ухудшению органолептических свойств (вкуса, цветности, прозрачности) и последующему антисанитарному состоянию вод. Аккумуляция водой цинка (более 5 мг/дм<sup>3</sup>) способствует возникновению у нее вяжущего привкуса, не соответствующего возможности ее использования для питьевых целей.

Таким образом, структура нормативов качества вод включает три блока показателей, нормирование которых подчинено определенным принципам, определяемым спецификой воздействия загрязнителей воды на организм человека.

### **6.3 Принципы гигиенического нормирования качества вод**

При нормировании качества воды в источниках водоснабжения учитывается специфика прямого и косвенного воздействия загрязнения воды на условия водопользования населения путем включения в схему гигиенического нормирования критериев качества вод, приведенных в параграфе 5.1 настоящей главы.

Для каждой из трех групп признаков вредного действия веществ, определяющих качество вод, разработаны соответствующие нормативы.

Общесанитарный признак вредности, определяющий уровень эпидемиологической безопасности вод, основанный на отсутствии возбудителей инфекционных заболеваний, положен в основу формирования системы показателей качества питьевой воды, вод пресных водоемов, используемых в рекреационных целях, источников водоснабжения.

В структуре нормируемых общесанитарных показателей, выделяют:

- основные (бактерии группы кишечной палочки (БГКП), энтерококки, фаги кишечных палочек (ФКП), общее микробное число (ОМЧ),
- косвенные показатели (колифаги, цисты лямблий).

Для общесанитарных показателей в качестве нормативного принят уровень микробного загрязнения, при котором патогенные бактерии и кишечные вирусы, не выделяются из воды в условиях их промышленно-бытового загрязнения и при обеззараживании сбрасываемых сточных вод.

Безвредность питьевой воды по токсикологическому признаку вредности отражена в двух группах показателей:

- общих и составу и свойствам вод (идентификация трофического статуса вод по содержанию растворенного кислорода и др.),
- специфических (содержание вредных химических веществ).

При нормировании специфических показателей учитывается класс опасности вещества, определяемый на основе уровня токсичности, кумулятивности и мутагенности вещества.

Регламентация органолептических свойств питьевой воды имеет целью обеспечение эпидемической безопасности водоснабжения населения.

При нормировании всех вышеуказанных групп показателей качества вод применяется принцип лимитирующего признака вредности. Это значит, что для каждой из трех групп признаков вредного воздействия определяют пороговую и/или подпороговую концентрацию. При этом норматив устанавливается на уровне наименьшей из трех полученных величин.

При нормировании качества воды так же учитывается классификация водопользователей и специфика требований категории водопользования.

В соответствии с классификацией водопользователей выделяют: водохозяйственные и рыбохозяйственные нормативы.

Водохозяйственные нормативы основываются на нормах качества вод, установленных в соответствии с признаками вредности веществ (ПДК и ОДУ) и проявляемых в водной среде, для конкретных видов водопользования.

Система нормирования качества вод в Республике Беларусь содержит нормативы, разработанные для хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования на основе ПДК загрязняющих веществ в поверхностных водах, которые регулируются:

1. СанПиНом 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19.10.1999 г. № 46, с изменениями;

2. СанПиНом для хозяйственно-питьевых водопроводов 2.1.4.12-33-2005, утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 16.03.2005 г. № 27, с изменениями и дополнениями;

3. СанПиНом 2.1.4.12-23-2006 «Санитарная охрана и гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22.11.2006 г. № 141.

4. Гигиеническим нормативом 2.1.4.-12-17-2006 «Предельно допустимая концентрация диоксида хлора в питьевой воде», утвержденным постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 09.10.2006 г. № 119.

5. СанПиНом 10-113 РБ 99 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения», утвержденным постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 06.01.1999 г. № 1.

6. СанПиНом 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения», утвержденным постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 28.11.2005 г. № 198.

7. Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к содержанию и эксплуатации водных объектов при использовании их в рекреационных целях», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.12.2008 г. № 238.

8. Гигиеническими нормативами 2.1.5.10-20-2003 "Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования",

утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 12.12.2003 г. № 162.

9. Гигиеническими нормативами 2.1.5.10-21-2003 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования", утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 12.12.2003 г. № 163.

10. Гигиеническими нормативами 2.1.5.10-29-2003 "Предельно допустимые концентрации и ориентировочные допустимые уровни химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования" (дополнение № 1 к ГН 2.1.5.10-21-2003 и ГН 2.1.5.10-20-2003), утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 30 декабря 2003 г. № 207.

Нормирование качества вод по 800 веществам в Республике Беларусь является основой для проведения гидроэкологического обоснования возможности размещения и функционирования предприятий.

Кроме ПДК, системой нормирования качества вод, предусмотрено использование ориентировочных допустимых уровней (ОДУ) содержания химических веществ в воде, которые применяются на стадии прогноза на предпроектной стадии строящихся предприятий или реконструируемых очистных сооружений. В Республике Беларусь перечень ОДУ включает 402 вещества и нормируется согласно ГН 2.1.5.10 – 20 – 2003 «Ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования».

Эти нормативы устанавливают требования к контролю качества питьевой воды, ее водоподготовки, поставка которой осуществляется через системы централизованного питьевого водоснабжения.

#### **6.4 Гигиеническое нормирование качества вод централизованных систем питьевого водоснабжения**

Под централизованной системой питьевого водоснабжения понимается комплекс устройств и сооружений для забора, обработки, хранения и подачи воды к местам расходования.

Для обеспечения населения централизованными источниками с качественной водой, разработана система нормативов, определяющих требования к источнику хозяйственно-питьевого водоснабжения, которые отражены в СанПиН 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения», СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» и ГН 2.6.1.8-127-2000 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-2000).

В нормативной части СанПиН 2.1.2.12-33-2005 приводится перечень общесанитарных или гигиенических показателей, определяющих

эпидемическую безопасность питьевой воды на основе общих и санитарно-показательных нормативов. Нормирование последних основывается на санитарно-показательных микроорганизмах, принадлежащих группе кишечной палочки: содержание термотолерантных кишечных палочек (*Escherichia coli*), наличие которых является типичным признаком свежего фекального загрязнения и, наличие общих кишечных палочек (*Escherichia coli communis*), служащих показателем органического загрязнения веществами антропогенного происхождения. Третий показатель эпидемической безопасности воды — общее микробное число (норматив ОМЧ до 50 в 1 мл), используется для контроля эффективности обработки воды на очистных сооружениях водопровода. В качестве косвенного санитарного показателя вод, являющегося индикатором ее вирусного загрязнения используются колифаги — вирусы *Escherichia coli* (не должны содержаться в объеме 100 мл), а в паразитарном отношении — лямблии (отсутствие цист в объеме воды 50 л).

В число общесанитарных нормативов включены обобщенные показатели, определяющие как состав и свойства вод, так и эффективность работы очистных сооружений. Водородный показатель (рН) воды равен активности свободных ионов водорода и нормируется в пределах от 6,5 до 8,5 для вод поверхностного источника питьевого водоснабжения. Критериями определения минерализации являются: показатель жесткости и сухой остаток. Жесткость воды характеризует суммарное содержание солей кальция и магния, и ее норматив составляет 7 миллимоль на литр. Сухой остаток — показатель содержания в питьевой воде неорганических соединений, нормативное значение которого до 1000 мг/дм<sup>3</sup>.

Вода источника питьевого водоснабжения часто содержит органические вещества, показателями косвенного присутствия которых в воде служат БПК и ХПК. БПК — это показатель, характеризующий содержание в воде нестабильных органических веществ, трансформирующихся в водной среде путем гидролиза, химического и биохимического окисления и других процессов. ХПК — это тест — индикатор содержания органических веществ в воде при наличии сильного химического окислителя и низком уровне содержания молекулярного кислорода.

Для оперативного контроля качества питьевой воды определяют фенольный индекс — суммарное содержание в воде летучих фенольных соединений.

Согласно СанПиН органолептические свойства питьевой воды регламентируются такими показателями, как запах, привкус, цветность и мутность. Запах воды оценивают по интенсивности (от очень слабого до очень сильного) и выражают в баллах. Привкус — это свойство воды, определяемое уровнем растворенных в воде солей, кислот, щелочей, органических веществ и газов. При этом нормативы по запаху и привкусу установлены на уровне до 2 баллов 5-бальной шкалы. Цветность — это окрашенность воды гуминовыми соединениями (норматив 20 градусов по

платиново-кобальтовой шкале). Мутность – показатель, отражающий содержание тонкодисперсных взвешенных веществ (норматив до 2,6 мг/дм<sup>3</sup>).

Далее в нормативной части документа отражена структура нормативов химического состава питьевых вод, обеспечивающих их токсикологическую безопасность. В Приложении 2 к СанПиНу 2.1.2.12-33-2005 и в ГН 2.6.1.8-127-2000 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-2000) представлены нормативы, определяющие безопасность химического состава воды для специфических веществ, присутствие которых обусловлено антропогенным загрязнением источника водоснабжения. Этот список включает нормативы более чем для 1000 ингредиентов воды. При наличии в водах нескольких веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности эффект комбинированного действия ограничен только химическими соединениями, относящимися к 1-му и 2-му классам опасности. Радиационная безопасность воды оценивается по суммарной альфа- и бета- активности.

Таким образом, нормирование качества вод централизованных систем питьевого водоснабжения производится на основе нормативов, обеспечивающих эпидемическую безопасность, токсикологическую безвредность воды и благоприятные органолептические свойства вод.

#### **6.5 Гигиеническое нормирование качества вод нецентрализованных систем питьевого водоснабжения.**

Под нецентрализованной системой питьевого водоснабжения понимают устройства и сооружения для забора воды без ее подачи к местам расходования и открытые для пользования граждан и юридических лиц.

При этом использование грунтовых вод, не защищенных от поверхностного загрязнения, осуществляется без предварительной водоподготовки. Поэтому качество воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения регламентируется согласно нормативам СанПиН 2.1.4.12 - 23-2006 «Санитарная охрана и гигиенические требования к качеству источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения» (табл. 6.5.1).

При этом для данного типа водоснабжения расширен спектр нормативов, регламентирующих органолептические свойствам воды. Дополнительно, кроме описанных в разделе 5.4, введен стандарт по нитратам, отражающим специфику загрязнения вод и почв в сельской местности.

Структура нормативов, определяющих эпидемическую безопасность вод для нецентрализованных источников системы питьевого водоснабжения практически идентична перечню, представленному в СанПиН 10-24 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству вод централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

В соответствии с СанПиН 10-113 РБ 99 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения» для охраны питьевого водозабора формируются три зоны

санитарной охраны (ЗСО), которые подразделяются на три пояса с соответствующим режимом каждый.

Под ЗСО источника питьевого водоснабжения понимают специально выделенные территорию и акваторию, в которых устанавливаются специальные режимы хозяйственной и иной деятельности в целях охраны от загрязнения источника и водопроводных сооружений.

Таблица 6.5.1.

Нормативы качества вод источников нецентрализованного питьевого водоснабжения

Показатели	Единицы измерения	Норматив
<b>Органолептические</b>		
Запах	Баллы	Не более 3
Привкус	Баллы	Не более 3
Цветность	Градусы	Не более 30
Мутность	ЕМФ (единицы мутности): по формазину по каолину	2,6-3,5 1,5-2,0
<b>Химические</b>		
Водородный	рН	6,0-9,0
Жесткость общая	мг/дм <sup>3</sup>	7-10
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	1000
Окисляемость перманганатная	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Не более 7
Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	Не более 45
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	Не более 500
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	Не более 350
Химические вещества неорганической и органической природы	мг/дм <sup>3</sup>	Не более ПДК
<b>Микробиологические</b>		
Термотолерантные	КОЕ в 100 мл	Отсутствие
Общие колиформные бактерии (КОЕ)	КОЕ в 100 мл	Отсутствие
Колифаги	БОЕ в 100 мл	Отсутствие
Общее микробное число (ОМЧ)	ОМЧ в 1 мл	Не более 100

1-й пояс ЗСО – это пояс строгого режима охраны, состоящий из поверхностного источника, включающего водную часть, окружающие водозаборные сооружения, и береговую часть. Удаление береговой границы 1-го пояса от уреза воды составляет 100 м, для проточных водных объектов – вверх по течению – от 200 м, вниз – от 100 м.

Для защиты подземных вод от микробного загрязнения служит 2-ой пояс ЗСО, ограниченный контуром, от которого время движения загрязненного потока до водозабора соответствует периоду, в течение которого патогенные бактерии и вирусы утрачивают свои свойства. Граница 2-го пояса определяется допустимым временем продвижения фронта микробного загрязнения, которое соответствует 400 суткам - для грунтовых и межпластовых безнапорных вод, и 200 суток - для межпластовых напорных вод.

3-й пояс ЗСО подземных источников водоснабжения защищает водозабор от микробного загрязнения. Его граница соответствует времени распространения микробного загрязнения, равного 9000 суток.

### **6.6 Нормирование качества вод водных объектов рыбохозяйственного водопользования**

Рыбохозяйственное нормирование состава и свойств вод осуществляется на основании показателей качества и нормативов ПДК содержания химических веществ, которые обеспечивают оптимальное ведение рыбного хозяйства и предусмотрены Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и Министерством здравоохранения Республики Беларусь № 43/42 от 08.05.2007 г. «О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов».

В структуре показателей качества вод рыбохозяйственных водных объектов дифференцировано для водоемов и водотоков высшей - 1 и для 2 категории выделены:

- ✓ общефизические (извешенные вещества, плавающие примеси, окраска, запахи, привкусы, температура),
- ✓ химические (водородный показатель, минерализация, растворенный кислород, БПК, химические вещества),
- ✓ биологические (возбудители заболеваний и токсичность вод).

Нормативы ПДК в воде рыбохозяйственных водных объектов разработаны для 788 химических веществ на основе трех лимитирующих признаков вредности: санитарного, токсикологического и органолептического. ПДК устанавливают концентрацию загрязняющего вещества в воде, при постоянном воздействии которой не наблюдается гибель рыб и организмов, служащих для них кормовой базой. Следует отметить, что для вод рыбохозяйственных водных объектов предусмотрены более жесткие нормативы содержания химических веществ по отношению к другим категориям водопользования.

Соблюдение рыбохозяйственных нормативов обеспечивает сохранение биологических ресурсов водного объекта, товарное качество рыбы, исключая появление у нее неприятных привкусов и запахов, замену ценных видов на сорные, и утрату рыбохозяйственного назначения водоема.

## Глава 7. Санитарно-гигиенические нормативы качества почв

### 7.1 Гигиенический критерий загрязнения почвы

*Качество почвы* определяется ее санитарным состоянием, под которым понимается совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, определяющих степень ее безопасности для человека. Таким образом, санитарное состояние почв отражает уровень ее загрязнения, который определяется для населенных мест, территорий курортных зон и отдельных учреждений.

*Загрязнение почвы* - это тот уровень содержания в ней химических веществ и биологических составляющих, который становится опасным для здоровья как при непосредственном контакте человека с почвой, так и при их миграции по пищевым цепям: «почва-вода-человек»; «почва—воздух—человек» и др.

По механизму воздействия загрязнения почвы можно разделить на: химическое, физическое и биологическое.

Химическое загрязнение почвы – это изменение естественных химических свойств почвы, превышающих среднесуточные колебания количества каких-либо веществ до уровней, вызывающих снижение ее качества и возможную опасность для здоровья населения.

Физическое загрязнение почвы связано с изменением ее физических параметров: температурно-энергетических и радиационных.

Биологическое загрязнение почвы – это вид загрязнения, обусловленного наличием в ней возбудителей инфекционных и паразитарных болезней человека, животных, растений.

Опасность всех видов загрязнения почв определяется уровнем ее возможного отрицательного воздействия через контактирующие среды (вода, воздух, пищевые продукты) на человека, а также на биологическую активность процессов самоочищения почвы. Для ограничения негативного воздействия загрязненных почв на организм человека возникла необходимость выделения и обоснования гигиенического критерия качества почв. В состав требований, определяющих гигиенический критерий качества почв, были внесены следующие:

- ✓ безвредность химического состава,
- ✓ безопасность биологического (санитарно-биологического) состава в эпидемическом отношении.

Следует отметить, что влияние почвы на организм человека в отличие от атмосферного воздуха и вод, происходит опосредовано через контактные среды и продукты питания. Поэтому изучение опасности воздействия загрязненной почвы на здоровье человека и критериев, определяющих гигиеническое качество почв, началось сравнительно недавно и в настоящее время еще не завершено. В то же время следует отметить, что основой для

разработки гигиенических критериев качества почв послужило резкое возрастание источников ее антропогенного загрязнения и наличие путей ее влияния на здоровье и условия жизни населения.

## **7.2 Пути воздействия почвы на здоровье и условия жизни населения**

В качестве приоритетных выделяют три пути опосредованного воздействия почв на организм человека и условия его жизни.

Первый путь — через продукты питания растительного и животного происхождения и связан с аккумуляцией химических веществ в почве и их последующей миграцией по пищевой цепи: «растения – животные – продукты питания – человек».

Второй путь - через воду, посредством растворения в ней биологически доступных химических веществ, содержащихся как в избыточном, так и в недостаточном количестве, которые далее поступают в организм человека, могут явиться причиной возникновения ряда заболеваний.

Третий путь - через атмосферный воздух в зоне дыхания людей, загрязненный в результате испарения химических веществ, содержащихся в порах почвы.

Выделяют три пути заражения человека через загрязненную почву:

- дерматологический в результате контакта с водой и воздухом (столбняк и газовая гангрена),
- оральный при потреблении продуктов питания и питьевой воды (ботулизм, кишечные инфекции и паразитарные болезни),
- опосредованный через механических переносчиков возбудителей инфекционных и инвазионных болезней человека во всех указанных средах и продуктах питания.

Неблагоприятное влияние почвы на человека может проявиться в форме:

- болезней (под воздействие этиологических факторов),
- нарушения условий жизни (воздействие факторов риска).

Воздействие этиологических факторов может быть обусловлено как природным составом почвы, так и антропогенным воздействием на нее.

1. Нарушения здоровья, связанные с природным химическим составом почвы, имеющим географическую локализацию, называются микроэлементами. Они тесно коррелируют с распространением химических загрязняющих веществ как природного так и антропогенного генезиса. Территории, в пределах которых биологические реакции живых организмов определяются аномальными уровнями содержания и соотношения микроэлементов, называются естественными биогеохимическими провинциями (ЕБП). Изменение содержания химических веществ в почве приводит к трансформации химического состава воды и условий существования флоры и фауны, что в конечном итоге отражается на ее видовом разнообразии. Микроэлементы, входя в состав химических

регуляторов обмена веществ, оказывают огромное влияние на ход и направленность обменных процессов в организме, при нарушении которых возникают эндемические болезни.

В районах распространения песчаных подзолистых почв при недостатке йода - кобальта и высоком содержании кремния в почвах и природных водах и неблагоприятном соотношении йода и кремния с другими микроэлементами наблюдается высокий уровень заболеваемости населения мочекаменной болезнью, рассеянным склерозом, раком желудка, хроническим холециститом, сахарным диабетом, хроническим гастритом, зобом.

2. Нарушения здоровья, связанные с антропогенным загрязнением почвы возникли в XX веке в результате неконтролируемого воздействия на почву, и послужили основой для определения техногенных биогеохимических провинций (ТБП). ТБП – это локализация разных сочетаний химических веществ, нехарактерных для данных природных условий, наличие которых определяется хозяйственной деятельностью человека или ее последствиями.

Таким образом, несмотря на ограниченность прямого контакта человека с почвой, неблагоприятное воздействие ее загрязнения на здоровье, привело к необходимости нормирования ее качества через систему нормативов.

### **7.3 Структура нормативов качества почв**

На основе триады требований гигиенического критерия качества почв, построена структура нормативов из трех блоков, определяющих:

- химический состав, являющийся индикатором неблагоприятного воздействия экзогенных химических веществ (ЭХВ) на здоровье человека,
- санитарное состояние,
- биологический состав, определяющий эпидемическую безопасность почв.

К нормативам, определяющим химический состав почв, относятся:

- предельно допустимые концентрации экзогенных химических веществ в почве (ПДК ЭХВ),
- подпороговые концентрации загрязнителей,
- ориентировочно допустимые концентрации (ОДК).

Предельно допустимая концентрация экзогенного химического вещества в почве (ПДК) – это максимальное количество вещества в почве, которое не вызывает прямого или опосредованного отрицательного влияния на здоровье настоящего и последующих поколений человека и экосистему. ПДК представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве. Обоснование ПДК ЭХВ базируется на установлении его подпороговых концентраций в почве по 5 критериям вредности, из которых наименьшая величина является лимитирующей и принимается в качестве ПДК в почве.

Подпороговая концентрация загрязнителей (ПКЗ) – это концентрация, при которой уровень его аккумуляции растениями не превышает максимально допустимого уровня (МДУ) для продуктов питания, при миграции в подземные воды и воздух - не превосходит соответственно ПДК для питьевой воды и для эмиссии в атмосферный воздух.

Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) – это государственный временный гигиенический регламент максимально допустимого содержания экзогенного химического вещества в почве, определяемый расчетным путем.

Биологические нормативы, идентифицирующие эпидемическую безопасность почвы, включают: химические, санитарно-бактериологические, санитарно-паразитологические, санитарно-энтомологические показатели.

Структура показателей, определяющих санитарное состояние почв и характеризующих ее самоочищающую способность, не нормируется, но широко используется на практике.

#### **7.4 Гигиеническое нормирование содержания химических веществ в почве**

Методика гигиенического нормирования содержания химического вещества в почве на основе ПДК была разработана Е.И. Гончарук. Определение ПДК основывается на степени опасности загрязнения почвы химическими веществами, а она возрастает:

- ✓ с ростом класса опасности вещества и значения от отношения фактического содержания контролируемого вещества к ПДК,
- ✓ со снижением буферной способности почв, обусловленной гранулометрическим составом, содержанием органического вещества, кислотностью.

Гигиеническое нормирование химических веществ в почве базируется на результатах экспериментальных исследований, использующих одновременно физические, физико-химические и химико-аналитические методы, продолжительность которых составляет 1-2 года и включает четыре этапа.

В рамках первого этапа изучают физико-химические свойства вещества и его стабильность в почве, к показателям которой относятся: время разрушения 50% вещества (Т50) или всего вещества (Т99).

На втором этапе экспериментально обосновывается ОДК по каждому показателю вредности с использованием математических моделей миграции исследуемого вещества в воду, воздух и почву.

На третьем этапе устанавливается ПДК вещества в почве на основе ПКЗ по четырем показателям вредности: фитоаккумуляционному (транслокационному), миграционному водному, миграционному воздушному и общесанитарному.

Фитоаккумуляционный показатель вредности характеризует способность нормируемого химического вещества мигрировать из почвы в растение и далее накапливаться в его зеленой массе и плодах.

Миграционный водный показатель вредности отражает способность перехода изучаемого вещества из почвы в подземные воды и водоисточники.

Миграционный воздушный показатель вредности отражает процессы поступления вещества из почвы в атмосферный воздух путем испарения.

Общесанитарный показатель вредности характеризует влияние ее биологически активных химических веществ на самоочищающую способность почвы.

В рамках 4 этапа сравнивают результаты исследований по четырем установленным концентрациям, наименьшая из которых утверждается в качестве ПДК, а показатель, по которому она установлена, называется лимитирующим показателем вредности (ЛПВ).

Гигиеническое нормирование химических веществ органического происхождения (нефтепродукты и др.) осуществляется на основе ПДК и класса опасности вещества, а веществ неорганической природы (тяжелые металлы, пестициды и др.) – и с учетом максимального значения допустимого уровня содержания элемента (К<sub>мах</sub>).

В табл.7.1 представлен фрагмент перечня ПДК химических веществ в почве, приведенный в полном объеме в Гигиенических нормативах (ГН) 2.1.7.12 – 1 – 2004 «Перечень предельно допустимых и ориентировочно допустимых концентраций химических веществ в почве», ГН 7 – 68 РБ 98 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды» и в Инструкции 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест», действующих на территории Республики Беларусь.

Таблица 7.1.

ПДК подвижной формы (п.ф.) химических веществ в почве

Вещество	ПДК п.ф. мг/кг	Лимитирующий показатель вредности
Бенз(а)пирен	0,02	Общесанитарный
Медь	3,0	Общесанитарный (влияние на биологическую активность и почвенный микробиоценоз)
Нитраты	130,0	Водно-миграционный
Толуол	0,3	Воздушно-миграционный и транслокационный
Цинк	23,0	Транслокационный

Гигиеническое нормирование почвы в Республики Беларусь осуществляется на основе ПДК, разработанных для 339 веществ.

Степень загрязнения почвы по неорганическим и органическим веществам определяется на основе их критериев, предусмотренных в Инструкции 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест», которые отражены в таблицах 7.2 и 7.3.

Однако превышение ПДК химических веществ не всегда является характеристикой загрязнения почвы в конкретных почвенных и климатических условиях. Для оценки степени загрязнения почвы рассчитывают показатели, отражающие конкретные региональные почвенно-климатические особенности.

К таким нормативным показателям относят предельно допустимые уровни их внесения (ПДУВ) экзогенных химических веществ в почву и их безопасные остаточные количества (БОК).

Таблица 7.2.

Критерии степени оценки загрязнения почв неорганическими веществами

Содержание в почве, мг/кг	1 класс опасности	2 класс опасности	3 класс опасности	4 класс опасности
более $K_{max}$	чрезвычайно опасная	чрезвычайно опасная	чрезвычайно опасная	чрезвычайно опасная
от ПДК до $K_{max}$	чрезвычайно опасная	опасная	умеренно опасная	допустимая
до ПДК	допустимая	допустимая	допустимая	допустимая

Таблица 7.3.

Критерии степени оценки загрязнения почв органическими веществами

Содержание в почве, мг/кг	1 класс опасности	2 класс опасности	3 класс опасности	4 класс опасности
более 5 ПДК	чрезвычайно опасная	чрезвычайно опасная	опасная	умеренно опасная
от 2 до 5 ПДК	чрезвычайно опасная	опасная	умеренно опасная	допустимая
от 0,1 до 2 ПДК	опасная	умеренно опасная	допустимая	допустимая

ПДУВ — безопасное для здоровья людей количество пестицида или агрохимиката (кг/1 га), вносимое в почву при ее химической обработке.

БОК — безопасное для здоровья людей количество пестицида или агрохимиката (в миллиграммах на 1 кг почвы), оставшееся в почве как после ее химической обработки, так и по завершении вегетационного периода растений перед началом уборки урожая.

Таким образом, методология гигиенического нормирования химических веществ в почве имеет принципиальные отличия от нормирования в воде и атмосферном воздухе. Так как воздействие химического фактора в почве на человека опосредованно, то гигиенический норматив для почвы выражает лишь условия безопасности для здоровья человека межсредовых переходов нормируемого вещества.

### 7.5 Комплексные показатели химического загрязнения почв.

В случае комплексного химического загрязнения почв веществами как неорганической, так и органической природы, уровень ее химического загрязнения, являющийся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения, определяется через коэффициент концентрации химического вещества ( $K_c$ ) и суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ).

Коэффициент концентрации химического вещества ( $K_{ci}$ ) в почве определяется отношением фактического содержания химического вещества ( $K_i$ ) к его гигиеническому нормативу (ПДК<sub>i</sub>).

$$K_{ci} = K_i / \text{ПДК}_i \quad (7.1)$$

Суммарный показатель загрязнения почв ( $Z_c$ ) равен сумме коэффициентов концентраций экзогенных химических веществ и выражается формулой:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n - 1) \quad (7.2)$$

где  $n$  – число загрязняющих веществ почвы.

Для определения категории загрязнения почв результаты расчета суммарного показателя загрязнения сравнивают с оценочной шкалой опасности загрязнения почв (табл. 7.4.).

Таблица 7.4.

Шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения ( $Z_c$ )

Категория загрязненности почв	Величина суммарного показателя загрязнения ( $Z_c$ )
допустимая	менее 16
умеренно опасная	16-32
опасная	32-128
чрезвычайно опасная	более 128

На практике для комплексной оценки химического загрязнения почв применяются показатели покомпонентного и интегрального анализа содержания химических веществ в почве.

### 7.6 Структура санитарно-биологических нормативов и показателей качества почвы

Для обеспечения эпидемической безопасности почв населенных мест используют санитарно-биологические нормативы, по соответствию которым

принимают решения о необходимости проведения мероприятий по обезвреживанию загрязнений почвы или возможности целевого использования участков.

Согласно Инструкции 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест», структура санитарно-биологических нормативов, включает: санитарно-химические, санитарно-бактериологические, санитарно-паразитологические и санитарно-энтомологические показатели.

Фрагмент допустимых пределов их варьирования в почве отражен в табл. 7.5.

Таблица 7.5.

Санитарно-биологические показатели почвы населенных мест

Показатели	Состояние почвы		
	чистая	умеренно загрязненная	грязная
Санитарно-химические: санитарное число Хлебникова	более 0,98	0,98-0,70	менее 0,70
Санитарно-бактериологические: коли-индекс перфрингенс-индекс	менее 1000 менее 100	10000-100000 100-1000	более 100 000
Санитарно-гельминтологические: содержание жизнеспособных яиц гельминтов (шт/кг)	0	до 10	10-100
Санитарно-энтомологические: содержание личинок и куколок мух (шт/0,25 м <sup>2</sup> поверхности)	0	до 10	10-100

Все санитарно-биологические нормативы почвы по функциональному назначению классифицируются на две группы показателей:

✓ косвенные, характеризующие интенсивность биологической нагрузки: санитарно-показательные бактерии группы кишечной палочки (БГКП) (титр E.coli) и перфрингенс (Cl.perfringens),

✓ прямые, определяющие эпидемическую опасность почвы (возбудители кишечных инфекций, патогенные энтеробактерии и энтеровирусы).

К санитарно-химическим индикаторам чистоты почвы относят санитарное число Хлебникова, отражающее давность органического загрязнения почвы и завершенность процесса гумификации.

Санитарно-бактериологическими показателями загрязнения почв являются БГКП и индекс энтерококков. Их наличие свидетельствует о загрязнении почвы фекалиями человека или животных; по соотношению между ними определяют давность загрязнения.

В качестве санитарно-паразитологических показателей загрязнения почв используются яйца гельминтов, цисты кишечных простейших, личинки мух и др. Критериями уровня их эпидемической опасности для человека служат: вид возбудителя, его жизнеспособность, экстенсивный (отношение числа положительных проб к общему числу исследованных) и интенсивный показатель загрязнения (общее содержание возбудителей в 1 кг почвы).

Санитарно-энтомологические показателями в почве являются личинки и куколки синантропных мух, служащие индикатором механических переносчиков возбудителей ряда инфекционных болезней человека. Критерием оценки санитарно-энтомологического состояния почвы является отсутствие в ней указанных форм синантропных мух.

Санитарно-биологическое состояние почвы определяется не только уровнем сочетания указанных групп показателей, но и их соответствием функциональному назначению исследуемого участка почвы. Категории «чистая» должна соответствовать почва мест рекреационного назначения, детских дошкольных, школьных учреждений и зон санитарной охраны водозаборов, «загрязненной» - санитарно-защитные зоны. Почва сельскохозяйственных угодий, традиционно относится к категории «грязная», и при этом не требует проведения санитарных мероприятий.

Санитарно-биологические нормативы почвы имеют большое значение при выборе участка для нового строительства, при надзоре за сооружениями для обезвреживания отходов как в процессе эксплуатации, так и в период вывода из нее.

## **Глава 8. Санитарно-гигиенические нормативы качества пищевых продуктов растительного и животного происхождения**

### **8.1. Гигиенический критерий качества пищевых продуктов и экологические проблемы питания**

Пищевые продукты – это сложные многокомпонентные смеси, состоящие из сотен химических соединений.

В состав пищевых продуктов входят три группы соединений:

1. Нутриенты – белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и витамины, которые являются для организма источниками энергии и, одновременно, обеспечивают процессы пищеварения и метаболизма.

2. Неалиментарные компоненты – соединения, формирующие определенные свойства пищевого продукта. Среди них различают:

– антиалиментарные факторы – вещества, препятствующие перевариванию или утилизации нутриентов;

– вредные химические вещества природного происхождения: постоянные компоненты натуральных продуктов или содержащиеся в продуктах при определенных условиях; микроэлементы в высоких концентрациях.

3. Ксенобиотики – токсичные, потенциально опасные вещества органической или неорганической природы.

Ксенобиотики можно разделить на три группы:

✓ естественного происхождения;

✓ образующиеся в организме при определенных условиях;

✓ поступающие в результате получения, обработки или хранения пищевых продуктов

Третья группа ксенобиотиков называется чужеродными веществами (ЧВ). ЧВ – это соединения, которые не присущи натуральному продукту, но могут быть в него добавлены с целью совершенствования технологии, сохранения или улучшения его качества и пищевых свойств.

Медицинские аспекты действия ЧВ в пищевых продуктах на организм человека основаны на принципе гепатотоксичности, неблагоприятное проявление действия которого заключается в: снижении функции пищеварения и статуса иммунной системы, повышении уровня общетоксического, гонадотоксического (токсического воздействия на репродуктивные органы), эмбриотоксического (на эмбрион), тератогенного (на плод) и канцерогенного (на структуру клетки) эффектов.

Для профилактики медицинских последствий воздействия ЧВ на организм, необходимо выявить пути их поступления через продукты питания.

Важнейшим путем поступления ЧВ является «пищевая цепь» через элементы которой поступает от 30 до 80% ЧВ, проникающих из окружающей среды в организм человека и оказывающих на него вредное воздействие. При

этом пищевое отравление людей ксенобиотиками достигает более 80% от общего количества ЧВ, поступивших в организм.

Вредное воздействие на организм человека оказывают продукты питания, содержащие:

- 1) запрещенные пищевые добавки (красители, консерванты, антиокислители), применяемые для ускорения технологических процессов;
- 2) вещества, получаемые путем химического или микробиологического синтеза (белки, аминокислоты), технология производства которого не апробирована или продукция получаемая из некондиционного сырья;
- 3) токсиканты, использующиеся в сельском хозяйстве (микроэлементы, пестициды, биостимуляторы), или поступающие при проведении ветеринарно-профилактических и терапевтических мероприятий на животноводческих и птицеводческих комплексах (антибиотики, антигельминтные препараты);
- 4) вещества, поступающие при контакте с полимерными и другими материалами (загрязнители из посуды, тары, упаковочных материалов);
- 5) соединения, образующиеся при всех видах кулинарной обработки, (бенз[а]пирен, нитрозамины — при копчении; лизин, аланин — при варке);
- 6) вещества, поступающие из загрязненной окружающей среды: (тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды и др.);
- 7) вещества биологического происхождения (микотоксины - при развитии микроскопических грибов, бактериальные токсины) (табл.8.1).

Таблица 8.1.

Чужеродные вещества в продуктах питания

Группа ЧВ	Компоненты
Пищевые добавки	Консерванты, антиокислители, эмульгаторы и стабилизаторы, кислоты, щелочи, соле- и сахарозаменители, ароматизаторы, красители, ферментные препараты.
Металлы и др. микроэлементы	Алюминий, кадмий, медь, мышьяк, никель, олово, ртуть, свинец, селен, сурьма, фтор, хром, цинк.
Канцерогенные вещества	Бензол, бензидин, винилхлорид, бензапирен, ПАУ, нитросоединения, полихлорированные бифенилы, пестициды, мышьяк, кадмий, бериллий, никель.
Нитрозосоединения	Нитрозамины: N – нитрозодиметиламин (НДМА), N – нитрозодиэтиламин (НДЭА), N – нитрозодифениламин (НДФА).
Микотоксины	Афлатоксины, охротоксины, патулин, исландитоксин, рубратоксин.
	Нитраты, нитриты, металлы,

Токсиканты, используемые в сельском хозяйстве	азотсодержащие соединения, пестициды, ДДТ, гексахлорциклогексан, ртутьорганические пестициды.
Радиоактивные изотопы	Свинец, технеций, полоний, радон, йод, цезий, стронций.
Вещества, поступающие при контакте с полимерными и другими материалами	Медь, цинк, свинец, поливинилацетат, полистиролы, ионообменные смолы.
Лекарственные препараты	Антибиотики, сульфамиламидные препараты, нитрофураны, гормоны.

В современных условиях продукты питания постоянно загрязняются различными веществами, представляющими опасность для здоровья людей.

## 8.2. Структура нормативов качества продуктов питания

Для защиты человека от патогенных элементов, поступающих в организм с пищей, разработан комплекс нормативов, регламентирующих содержание ЧВ в пищевых продуктах, основанный на содержании в них допустимых остаточных количеств веществ (ДОКВ). Однако ключевым показателем, нормирующим качество продуктов питания, является ПДК загрязняющего вещества в продуктах питания. ПДК — это концентрация загрязняющего вещества в продуктах питания, которая в течение неограниченно длительного времени (при ежедневном воздействии) не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека и его последующих поколений.

В соответствии со структурой видов воздействия ЧВ на организм человека и с учетом классификации их медицинских последствий, нормативы качества продуктов питания дифференцируют:

- а) нормативы ЧВ физического происхождения по:
  - радиоизотопам (цезия – 137, стронция – 90, йода - 131 и др.),
- б) нормативы ЧВ химического происхождения по:
  - ксенобиотикам (ПАУ;ГЦА),
  - металлам (кадмию, хрому, свинцу, никелю и др.),
  - пестицидам ( дитиокарбонатам, метилбромидам и др.),
  - нитросоединениям (нитродиметиламинам, нитрозопирролидинам и др).
- в) нормативы ЧВ биологического происхождения по:
  - микотоксинам (афлатоксинам, цитринам, патулинам и др),
  - бактериям и бактериальным токсинам,
  - гельминтам,
  - вирусам.
- г) нормативы ЧВ комбинированного происхождения по:
  - генетически модифицированным продуктам,
  - лекарственным препаратам,
  - пищевым добавкам.

Основным документом, устанавливающим нормативы по нормативам содержания ЧВ в продуктах питания в Республике Беларусь, являются Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (СанПиН 11 63 РБ 98) и ГН 10–117–99 «Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия–137 и стронция–90 в пищевых продуктах и питьевой воде».

Наиболее разработанными в научном плане являются нормативы содержания в продуктах питания пестицидов, пищевых добавок, полимерных упаковочных материалов и микроорганизмов. Менее разработано регламентирование тяжелых металлов, обладающих высокой биологической активностью, кумулятивными свойствами, способностью вызывать отдаленные эффекты воздействия.

Контроль качества пищевых продуктов не только способствует снижению реальной нагрузки на внутреннюю среду организма, но и повышает его устойчивость к неблагоприятным воздействиям извне.

### **8.3. Нормирование содержания радионуклидов в пищевых продуктах**

К «чужеродным веществам» в продуктах питания физического происхождения относят радиоактивные изотопы как естественного, так и искусственного генезиса.

К естественным источникам относят радиоактивные вещества, находящиеся в земной коре, ее породах и почве, из которых они поступают в воду и в пищевые продукты.

В эту группу входят  $^{40}\text{K}$  и ряд долгоживущих радионуклидов: уран ( $^{238}\text{U}$ ), торий ( $^{232}\text{Th}$ ), радий ( $^{226}\text{Ra}$ ) и радон ( $^{222}\text{Rn}$ ). При этом годовое поступление  $^{238}\text{U}$  и  $^{226}\text{Ra}$  с продуктами питания в организм человека соответствует 5 Бк/год и 15 Бк/год, значения которых существенно превышают уровни их поступления с воздухом. В то же время ежегодное поступление  $^{222}\text{Rn}$  (результат распада свинца  $^{210}\text{Pb}$  и полония  $^{210}\text{Po}$ ) в зависимости от структуры питания варьирует от 20 — 30 Бк/год в США и Великобритании до 200 Бк/год - в Японии. При этом по направлению убывания накопления  $^{222}\text{Rn}$  продукты питания образуют следующий ряд: рыба и морепродукты, хлебобулочные изделия и овощи, молочные продукты.

Продукты питания так же являются важнейшим источником поступления искусственных радионуклидов, полученных на загрязненных территориях в результате эксплуатации ядерных реакторов, использования радиоактивных изотопов в различных отраслях народного хозяйства, а также при захоронении отходов таких производств. Структура искусственных радионуклидов в продуктах питания включает более 40 ингредиентов, имеющих как короткий ( $^7\text{Be}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{57,58}\text{Co}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{76}\text{As}$ ,  $^{88}\text{Rb}$ ,  $^{89,90,91}\text{Sr}$ ,  $^{134,137}\text{Cs}$ ,  $^{139,141,144}\text{Ce}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{140}\text{La}$ ,  $^{182}\text{Ta}$  и др.), так и длительный период полураспада (углерод  $^{14}\text{C}$  (5730 лет), цезий  $^{134,137}\text{Cs}$ , стронций  $^{90}\text{Sr}$  (29,12 лет) и др.).

Согласно заключению Научного комитета ООН (в 1993г.) к числу приоритетных источников облучения населения  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134,137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  были отнесены продукты питания растительного и животного происхождения, подвергшиеся радиоактивному загрязнению в результате техногенной катастрофы на Чернобыльской АЭС. В связи с этим возникла необходимость изменения перечня радионуклидов, нормируемых в пищевых продуктах для обеспечения радиоактивной безопасности. При этом доля радионуклидов, поступивших в организм человека с продуктами питания, составила 43 % от объема радиоактивных веществ, выпавших в окружающую среду в результате аварии. Кроме того, около 50 % дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением всех радионуклидов с пищей, приходится на долю  $^{134,137}\text{Cs}$ , а на долю  $^{90}\text{Sr}$  – 4%. Однако негативная роль поступления  $^{90}\text{Sr}$  в организм человека с продуктами питания, определяется его высокой накопительной способностью в костной ткани и способностью вызывать необратимые структурно-дегенеративные изменения.

Уровень аккумуляции  $^{137}\text{Cs}$  в продуктах питания зависит от географии их производства и состава. Максимальное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пищевых продуктах зафиксировано в зоне влияния Чернобыльской АЭС – в странах Центральной и Восточной Европы. В то же время для государств, расположенных на территории Западной и Северной Европы, Северной Америки и Восточной Азии характерны более низкие уровни накопления  $^{137}\text{Cs}$ , которые в молочных продуктах соответствовали 0,03 - 18 Бк/кг, в других продуктах питания – 0,02 - 9,6 Бк/кг.

Вторым дозообразующим радионуклидом в продуктах является Sr-90, проникающий в организм человека через «пищевую цепь». В дочернобыльский период поступление  $^{90}\text{Sr}$  в окружающую среду связано с испытанием ядерного оружия. В связи с этим к 1975 г. среднее содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почве Северного полушария соответствовало 2068 Бк/кг. В то же время почва является промежуточным звеном для производства продуктов питания растительного и животного происхождения. К основным источникам поступления  $^{90}\text{Sr}$  в рационах питания человека относят: овощи и фрукты (54 - 24 %), молоко (30 %) и хлеб (17-45%).

В связи с наличием дозового эффекта от поступления радионуклидов с продуктами питания, в Республике Беларусь разработаны нормативы по содержанию радионуклидов в пищевых продуктах, отраженные в ГН 10–117–99 «Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия – 137 и стронция – 90 в пищевых продуктах и питьевой воде». Согласно действующим нормативам в ряде продуктов питания нормируется допустимое содержание двух радионуклидов: стронция и цезия.

Нормы содержания цезия-137 в основных продуктах питания: мясе – 160 мг/кг, рыбе – 130 мг/кг, хлебе – 40 мг/кг; фруктах и овощах – 40 - 320 мг/кг, молоке – 50 мг/кг, молочных сухих продуктах – 360 мг/кг, соках и напитках - 80 мг/кг.

Нормы содержания стронция-90 в основных пищевых продуктах питания: мясе – 50 мг/кг, рыбе – 100 мг/кг, хлебе – 70 мг/кг; фруктах и

овошах – 50 мг/кг, молоке – 25 мг/кг, молочных сухих продуктах – 200 мг/кг, соках и напитках – 70 мг/кг.

#### **8.4. Нормирование содержания ксенобиотиков в пищевых продуктах**

К чужеродным веществам химической природы как естественного, так и искусственного происхождения, относят ксенобиотики. Ежедневное поступление ксенобиотиков естественного происхождения с продуктами питания составляет 2,0 г в сутки, в то время как синтетических – 0,09 мг по каждому ингредиенту. При этом перечень ингредиентов, который одновременно включают продукты питания, варьирует от 5000 до 10000. Некоторые из них обладают выраженной канцерогенной активностью.

Для количественной оценки канцерогенной активности используют индекс относительной канцерогенной активности (ИОКА). Чем меньше значение ИОКА, тем выше канцерогенная активность продукта.

Однако часть ксенобиотиков антропогенного происхождения, содержащихся в продуктах питания, возникает при приготовлении пищи и обладает токсичным и мутагенным эффектом. К числу таких соединений относятся: полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и гетероциклические амины (ГЦА).

К ПАУ относится бенз[а]пирен, образующийся при копчении продуктов и использовании гриля. ПДК бенз[а]пирена для мясных продуктов составляет 1 мкг/кг. Бенз[а]пирен обладает в отношении человека мутагенным и канцерогенным действием при ежедневном его потреблении более 3 мкг.

Национальным центром по изучению рака в Японии в конце 1970-х гг. установлено высококанцерогенное действие ГЦА, возникающее в мясопродуктах и рыбопродуктах при их нагревании в диапазоне от 150 до 250°C. В настоящее время известно около 20 разновидностей ГЦА. В структуре ГЦА, наибольшей опасностью обладают пять: пиридиндоламин (ПИА), метилфенилимидазолпиридиламин (МФИПА). При этом население, ежедневно употребляющее жареное мясо, аккумулирует в организме от 1 до 20 мкг ГЦА.

ГЦА являются проканцерогенами и с ними связывают возникновение: мутаций первичной структуры клетки ДНК, онкологических заболеваний кишечника и молочной железы. В связи с этим содержание ГЦА в пищевых продуктах нормируется.

#### **8.5. Нормирование содержания металлов**

Металлы, содержащиеся в избытке в продуктах питания, консервах, посуде часто являются причиной различных расстройств со стороны состояния здоровья человека. Восемь химических элементов (ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, медь, стронций, цинк и железо) объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ включил в число компонентов, содержание которых

нормируется и контролируется при международной торговле продуктами питания. Так как содержание токсинов в основных продуктах питания различно, то гигиенические нормативы для их отдельных групп не будут идентичными.

Нормирование содержания металлов в продуктах питания осуществляется на основании: их физико-химических свойств, способности к миграции в компонентах окружающей среды и по «пищевым цепям», биологической доступности их форм для организма человека и наличия последствий, неблагоприятных для состояния здоровья и жизни человека. По указанной схеме охарактеризуем каждый из 8 вышеперечисленных металлов.

Ртуть относится к числу микроэлементов, постоянно присутствующих в организме человека. В то же время ее алкильные формы (метилртуть, этилртуть) отличаются высокой токсичностью для любых форм жизни и поступают в организм человека с продуктами питания растительного и животного происхождения, рыбой. При этом накопление неорганических соединений ртути пищеварительным трактом составляет 2 — 15, фенилртути — 50 — 80 и метилртути — 90 — 95%. Причем все формы ртути преимущественно аккумулируются в почках, селезенке и печени.

Поступление ртути в организм отрицательно влияет на обмен пищевых веществ (аскорбиновой кислоты, кальция, меди, цинка, железа, марганца, селена), биосинтез белков и нарушает функцию центральной нервной системы (ЦНС). Алкильные формы ртути дополнительно обладают гонадотоксическим, эмбриотоксическим и тератогенным эффектом.

Период полувыведения неорганических соединений ртути из организма (желудочно-кишечным трактом, почками, потовыми и молочными железами, легкими) составляет — 40 суток, а органических — 76 суток.

Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ установил норматив поступления ртути в организм человека с продуктами питания от 0,3 мг в неделю до 0,05 мг в сутки, из которых доля метилртути не должна превышать 0,03 мг.

В Республике Беларусь согласно СанПиНу 11-63 РБ 98 регламентируются нормы содержания ртути в основных пищевых продуктах: мясе и хлебе — 0,03 мг/кг, рыбе и рыбопродуктах — 0,3 — 1,0 мг/кг, овощах, фруктах, соках и напитках — 0,02 мг/кг.

Организм человека 80% кадмия получает с продуктами питания. При этом ежедневное его поступление в рацион питания составляет 0,3 — 0,6 мг. Причем с мясными продуктами и птицей потребляется 39% от общего объема поступления кадмия в организм, зерновыми — 22,8%, с картофелем и овощами — 20,2, фруктами — 10,3, молочными продуктами — 7,7. Содержание кадмия в рационе питания резко возрастает при употреблении устриц, почек, печени и грибов.

Неблагоприятные последствия накопления кадмия для организма человека обусловлены длительным периодом его полувыведения (до 40 лет) и проявляются в форме острой интоксикации, нарушения фосфорно-

кальциевого обмена, заболеваний кроветворной, выделительной и сердечно-сосудистой систем, онкологической патологии.

Установлено, что острые отравления кадмием возникают при его содержании в пищевых продуктах на уровне 14 мг/кг. Максимальная доза кадмия в пище, приводящая к летальному исходу – 150 мг/кг массы.

В связи с высоким уровнем токсического эффекта, оказываемого кадмием на здоровье человека, установлены нормы его содержания в основных пищевых продуктах: 0,05 мг/кг - в мясе и мясопродуктах, 0,2 мг/кг – в рыбе и рыбопродуктах, 0,1 мг/кг – в зерне и крупяных изделиях, 0,03 мг/кг – в молоке, овощах, фруктах, соках, напитках.

Уровень содержания свинца в организме человека варьирует в пределах 0,2 – 4 мг. Причем, 90% от этого объема поступает с продуктами питания растительного происхождения. Биологический период полувыведения свинца из мягких тканей - 20 дней, а из костного аппарата – 20 лет.

Избыток содержания свинца в организме человека вызывает нарушения кроветворной функции, патологии эндокринной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной и нервной систем. Установлено наличие последствий мутагенного и канцерогенного характера и токсического эффекта в отношении эмбрионального развития плода.

Выявление неблагоприятных эффектов воздействия свинца на организм человека, вызвало необходимость нормирования его содержания в основных продуктах питания: мясе и мясопродуктах – 0,5 мг/кг, рыбе и рыбопродуктах - 1,2 мг/кг, зерне, крупяных изделиях, фруктах, соках и напитках – 0,5 мг/кг, молоке – 0,1 мг/кг, овощах – 0,4 мг/кг.

Мышьяк - это микроэлемент в организме человека, участвующий в процессах окисления, нуклеинового обмена, синтеза гемоглобина. Физиологическая потребность организма человека в мышьяке варьирует от 0,01 до 0,03 мг в сутки. В больших концентрациях обладает свойствами ядов высокой биологической активности.

Основными пищевыми источниками поступления мышьяка в организм человека являются: креветки (6,5 мг/кг), моллюски (5 мг/кг), крабы (4,38 мг/кг), омары (2,48 мг/кг), печень (2,0 мг/кг), яйца (1,4 мг/кг), говядина и свинина (0,005 -0,05 мг/кг), молоко и кисломолочные продукты (0,005 – 0,01 мг/кг).

В продуктах питания мышьяк может присутствовать в виде органических (метиларсенат и диметиларсенат) и неорганических соединений (арсенат и арсенит). При этом элементный мышьяк менее токсичен, чем его соединения.

Влияние неорганического мышьяка на организм человека проявляется в форме мутагенных и терратогенных эффектов. Механизм острого и подострого воздействия органических соединений мышьяка проявляется через «пищевую цепь» и последствия проявляются в форме заболеваний дыхательной, желудочно-кишечной, сердечно-сосудистой, нервной и

кровенворной систем организма. Доза мышьяка в количестве 70–180 г является смертельной для человека.

Для предотвращения возникновения патологий, обусловленных избыточным содержанием мышьяка, разработаны нормативы его содержания в основных пищевых продуктах: мясе и мясопродуктах – 0,1 мг/кг, рыбе и рыбопродуктах – 1 - 5 мг/кг, зерне, крупяных изделиях, овощах, фруктах, соках и напитках – 0,2 мг/кг, молоке – 0,05 мг/кг.

Медь — микроэлемент в организме человека, суточная потребность в котором у взрослого человека составляет — 2—2,5 мг/кг, для детей — 0,8 мг/кг. Основная потребность в меди реализуется за счет употребления пищи.

Дефицит меди вызывает анемию, замедление физического развития детей, увеличивает частоту возникновения сердечно-сосудистых, неврологических и аутоиммунных заболеваний.

Механизм токсического действия избытка меди связан с блокадой белково-ферментативного обмена веществ в организме человека. В продукты питания медь поступает при их производстве или кулинарной обработке для увеличения сроков их хранения.

Наличие данных о токсичности меди для здоровья человека вызвало необходимость нормирования ее суточного поступления с продуктами питания на уровне до 30 мг в сутки. Кроме того, установлены нормы содержания меди в продуктах питания: мясе, овощах, фруктах, соках и напитках – 5 мг/кг, рыбе – 10 мг/кг и молоке – 1 мг/кг.

Стронций является обязательной составляющей скелета и содержится во всех тканях и органах человека.

Токсическое воздействие стронция на внутренние органы проявляется в полном замещении им кальция, а в костной ткани - в декальцификации скелета (уровская болезнь). Кроме того, выявлено проявление зобогенного эффекта стронция и его действие в качестве нервно-мышечного яда.

В связи с высоким уровнем токсического эффекта, оказываемого стронцием на организм человека, разработаны нормативы для овощей, фруктов, хлеба – 40, рыбы - 130 Бк/кг, мяса - 160 Бк/кг и чая - 400 Бк/кг.

Содержание цинка в организме человека составляет 1—2,5 г/кг. При этом 30% от его объема депонируется в костной ткани, 60% — в мышцах. Цинк аккумулируется двенадцатиперстной кишкой, верхним отделом тонкой кишки и печенью.

В основе проявлений цинковой интоксикации лежат конкурентные отношения цинка с рядом металлов. При превышении норматива по цинку в организме происходит снижение уровня кальция в крови и костной ткани при одновременном нарушении усвоения фосфора, развивается остеопороз. Кроме того, в этом случае проявляется его кумулятивный токсический эффект в форме мутагенной, канцерогенной и гонадотоксической опасности.

В связи с наличием неблагоприятных последствий для организма человека, для цинка разработаны нормативы его поступления с мясом и мясопродуктами – до 70 мг/кг, с рыбой – до 40 мг/кг, с фруктами, овощами, соками и напитками – до 10 мг/кг.

В организме взрослого человека содержится 4—5 г железа, которое является необходимым элементом, обеспечивающим продуцирование белка. В связи с этим установлена суточная потребность взрослого человека в железе, составляющая — 11—30 мг.

При недостатке поступления железа в организм человека возникают различные формы анемий, снижающих устойчивость иммунной системы, возникают отклонения в физиологическом развитии.

Источником избыточного поступления железа в организм человека могут стать пищевые продукты, хранящиеся в посуде из ферросплавов. В этом случае отмечаются аллергические и сердечно-сосудистые заболевания, нарушение функции печени и селезенки, приводящие к остеопорозу.

Существование патологических реакций для организма, обусловленных как недостатком, так и избытком железа, вызвало необходимость нормирования его содержания в различных продуктах питания: 50 мг/кг — для хлеба, мяса, овощей и фруктов, 30 мг/кг — для рыбы, 15 мг/кг — для соков и напитков, 3 мг/кг — для молока.

Алюминий является чужеродным элементом, не выполняющим каких-либо биохимических функций в организме. При этом среднее ежедневное его потребление человеком составляет 30-50 мг. Источниками его поступления являются продукты питания, питьевая вода и лекарственные препараты.

С накоплением алюминия в ЦНС связывается возникновение болезни Альцгеймера — дегенеративное, неврологическое заболевание, характеризующееся утратой памяти и умственных способностей, которое передается по линии ДНК.

Основные источники поступления алюминия в пищевые продукты — алюминиевая посуда и упаковочный материал (алюминиевая фольга). Кислые консервированные продукты питания (огурцы), напитки (кока-кола), некоторые корнеплоды (морковь), тонизирующие напитки (чай) также содержат небольшие количества алюминия.

Для предотвращения возникновения заболеваний, обусловленных избытком алюминия в основных пищевых продуктах, для них разработаны нормы: мясо и мясопродуктах, соках и напитках — до 10 мг/кг, рыбе и рыбопродуктах, овощах — до 30 мг/кг, хлебе, хлебобулочных изделиях и фруктах — до 20 мг/кг, молоке — до 1 мг/кг.

#### **8.6. Нормирование содержания пестицидов, хлорированных циклических и, полихлорированных бифенилов, дибенздиоксинов и дибензфуранов, нитросоединений**

Согласно Указу Президента Республики Беларусь от 26 декабря 2003 г. N 594 "О присоединении Республики Беларусь к Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях" (СОЗ), которые обладают токсичными свойствами, проявляют устойчивость к разложению, характеризуются биоаккумуляцией и являются объектом трансграничного переноса по воздуху, воде и мигрирующим видам, а также осаждаются на большом расстоянии от источника их выброса, накапливаясь в экосистемах суши и

водных экосистемах, в Республике Беларусь нормируется их содержание в продуктах питания. К СОЗ относятся: гептахлор, гексахлорбензол, полихлорированные дифенилы (ПХД), ДДТ (1-1-1 трихлор – 2, 2-бис N хлорфенил) этан), полихлорированные дибенздиоксины и дибензфураны (ПХДД/ПХДФ), гектахлорбензол, полихлорированные бифенилы (ПХБ). Согласно целям Стокгольмской Конвенции первые три вида СОЗ подлежат ликвидации, ДДТ – ограничению исключительно для целей борьбы с переносчиками болезней, для ПХДД/ПХДФ, гектахлорбензола, ПХБ разрешено непреднамеренное производство с последующим контролем их содержания в продуктах питания животного и растительного происхождения.

### **8.6.1 Нормирование содержания пестицидов**

Длительное время в сельском хозяйстве используются пестициды (pestis – зараза, caedo – убивать) – химические вещества предназначенные для уничтожения вредителей и болезней растений, сорняков, вредителей запасов зерна и пищевых продуктов, эктопаразитов сельскохозяйственных животных.

При обработке сельскохозяйственных культур и животных, остаточные количества пестицидов могут сохраняться в продуктах питания и вместе с ними попадать в организм людей, вызывая отравления. Аккумуляция пестицидов в продуктах питания является причиной возникновения смертных случаев и хронических болезней, поражающих приблизительно 1 млн. человек в год.

К числу наиболее токсичных пестицидов для организма человека, содержащихся в различных продуктах питания относят: циклические хлорорганические соединения (ЦХОС), ПХБ, ПХДБД и ПХДБФ и др. ЦХОС являются контактными ядами, парализующими нервную систему. Самый известный представитель этой группы дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), инсектицид, который применялся в овощеводстве, садоводстве, лесоводстве (табл.8.2.). Его циркуляция в различных компонентах окружающей среды привела к глобальному распределению ДДТ не только в окружающей среде, но и по всем типам трофических путей, включая продукты питания. С 1960-х гг. инсектицид запретили к применению в западных индустриальных странах. В то же время в африканских и азиатских государствах ДДТ по-прежнему используется для борьбы с малярией.

Основными источниками поступления ДДТ в организм человека являются: молоко и его производные, мясо, рыба и яйца. Период полувыведения ДДТ — около 1 года.

Воздействие ДДТ на организм человека проявляется в нарушении функции печени, репродуктивной системы и канцерогенезе. К ПХБ относится группа из 209 хлорсодержащих соединений, которые с 1930 г. являются индикаторами загрязнения окружающей среды. Объем мирового производства ПХБ составляет 1,5 млн. т. До 1970 года основными

Таблица 8.2.

## Допустимые остаточные количества пестицидов в продуктах питания

Наименование	Допустимые остаточные количества, мг/кг,				
	Гексахлорциклогексан	ДДТ и его метаболиты	2,4-Д кислота	Гексахлорбензол	Ртуть органические пестициды
Мясо и колбасные изделия	0,1	0,1	-	-	-
Молоко, сметана, кисломолочные продукты	0,05	0,05	-	-	-
Творог, сыры, молочные консервы	1,25	1,0	-	-	-
Рыба свежая и мороженая	0,2	0,2	0	—	—
Рыба сушеная и вяленая	0,2	0,4-2	—	—	—
Икра и молоки	0,2	2,0	—	—	—
Рыбная печень	1,0	3,0	—	—	—
Зерно, крупы	0,5	0,02	0	0,01	0
Бобовые культуры	0,5	0,05	0	—	0
Мука	0,5	0,02-0,05	0	0,01	0
Мучные кондитерские изделия	0,2	0,02	—	—	—
Какао бобы и порошок	0,5	0,15	—	—	—
Мед натуральный	0,005	0,005	—	—	—
Картофель, зеленый горошек	0,1	0,1	—	—	—

Овощи, бахчевые, грибы	0,5	0,1	—	—	—
Фрукты и ягоды	0,05	0,1	—	—	—
Масло растительное	0,05-0,2	0,1-0,2	—	—	—
Масло коровье	1,25	1,0	—	—	—

«0» - уровень содержания,

«-» - значения не установлены.

производителями ПХБ были США и Япония. С 1977 г. ПХБ запрещены в Великобритании, с 1983 года - в ФРГ и Италии. Однако ПХБ производятся во Франции, Испании и Польше.

Основной источник поступления ПХБ для человека — пищевые продукты, содержащие жировые компоненты, аккумулирующиеся в печени при одновременном увеличении их токсичности.

Токсический эффект ПХБ проявляется в нарушении функции ЦНС, печени, угнетении иммунной системы, канцерогенном (генные и хромосомные мутации) и эмбриотоксическом эффекте.

Для предотвращения возникновения заболеваний, обусловленных аккумуляцией ПХБ в различных пищевых продуктах, их содержание нормируется. В морской рыбе допускается уровень содержания ПХБ до 0,1 мг/кг сырого веса, речной рыбе - 2,2 мг/кг сырого веса, злаковых - менее 0,01 мг/кг массы, молочных продуктах - 0,14 мг/кг жира, женском молоке - 1,4 мг/кг жира.

К классу ПХДБД и ПХДБФ относятся 210 соединений, из которых наибольшую токсикологическую опасность для человека представляют 2,3,7,8-тетрахлордифенилдиоксины (2,3,7,8-ТХДБД), поступающие с рыбой, мясом, молочными продуктами и яйцами.

Негативное воздействие ПХДБД для здоровья человека проявляется в угнетении иммунной системы, тератогенном (токсическом воздействии на плод) и канцерогенном эффектах.

Период полувыведения ПХДБФ составляет у человека от 5 до 7 лет. Наиболее высокие концентрации накапливаются в печени и жировой ткани. С 1991 г. ВОЗ установил допустимый уровень ПХДБФ - 10 мг/кг массы в день.

### 8.6.2 Нормирование содержания нитросоединений

Нитрозамины (НЗ) (N – нитрозодиметиламин (НДМА), N – нитрозопирролидин (НПИР), N – нитрозодифениламин (НДФАА)) – это высокотоксичные азотсодержащие вещества, наличие которых в продуктах питания вызывает канцерогенный эффект в отношении здоровья человека.

Пути их поступления в пищевые продукты: в результате синтеза азотсодержащих веществ из окружающей среды, при различных способах кулинарной обработки (варке, жарении, копчении и др.) и хранения продуктов.

К продуктам растительного происхождения, содержащим НЗ, относят свеклу, черную редьку и др. Среди продуктов животного происхождения НЗ содержатся в мясных изделиях, тогда как в свежем мясе они отсутствуют.

Частота выявления НЗ от общего объема протестированных продуктов составляет: в соленой рыбе – 21%, жареной – 38, солено-вяленой – 83, в длительно хранящейся рыбе – 100. Кулинарная обработка рыбы методом копчения способствует накоплению НЗ до уровня 9-25 мкг/кг.

Наличие выраженных эффектов канцерогенного и токсического действия нитрозаминов на организм человека вызвали необходимость их нормирования в различных продуктах питания: мясе и мясных консервах – 0,002 мг/кг, рыбе свежей, мороженой и копченой – 0,003 мг/кг, колбасах копченых – 0,004 мг/кг, зерне, крупе и макаронных изделиях – 0,015 мг/кг, пиве и вине – 0,03 мг/кг.

## **8.7. Нормирование содержания микотоксинов, бактерий, гельминтов, вирусов и генетически модифицированных продуктов.**

### **8.7.1 Нормирование микотоксинов**

Микотоксины - представляют собой продукты вторичного разложения микроскопических (плесневых) грибов.

В настоящее время из продуктов питания выделено около 30 000 видов различных плесневых грибов, 250 из которых высокотоксичны. В продуктах питания наиболее распространенными высокотоксичными микотоксинами являются: афлатоксины (АТ), охратоксины, патулины, рубратоксины и др. При этом из семейства афлатоксинов выделяют 4 основных соединения (В1, В2, G1, G2), а остальные 16 являются их производными.

Продукты питания, загрязненные АТ, вызывают у человека острую и хроническую интоксикацию, отдаленные гонадотоксические, эмбриотоксические, тератогенные и канцерогенные эффекты (генные и хромосомные мутации).

В связи с наличием неблагоприятных последствий для состояния здоровья и жизни человека ведущее место в системе профилактических мероприятий занимает гигиеническое нормирование микотоксинов в продуктах питания, которое производится согласно СанПиНу 11 63 РБ 98 дифференцированно по отдельным токсинам с учетом структуры продуктов питания.

Нормы содержания афлатоксинов в основных продуктах питания: молоке и твороге – 0,0005 мг/кг, шоколаде, зерне, крупах и макаронных изделиях – 0,005 мг/кг, джемах, варенье, сиропах и плодах – 0,05 мг/кг, горохе, сое, фасоле, чечевице – 0,7 мг/кг.

### 8.7.2 Нормирование содержания бактерий, гельминтов и вирусов

Микробиологическая безопасность пищевых продуктов и сырья, используемого для их получения, регламентируется Санитарными правилами и нормами «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (СанПиН 11-63 РБ 98). В соответствии с указанным документом в продовольственном сырье и пищевых продуктах не допускается наличие патогенных микроорганизмов, вызывающих инфекционные болезни животных и человека, паразитарных организмов.

В мясе и мясных продуктах не допускается наличие личинок трихинелл и финн (цистицерков) – промежуточных стадий свиного и бычьего цепней.

В рыбе, ракообразных, моллюсках, земноводных, пресмыкающихся и продуктах их переработки не допускается наличие живых личинок гельминтов.

В свежих и свежемороженых зелени столовой, овощах, фруктах и ягодах не допускается наличие яиц и личинок гельминтов и цист кишечных патогенных простейших.

В салатах и смесях из сырых овощей, готовых к употреблению, бактерии рода *Yersinia* не допускаются в 25 г продукта; контроль проводится при эпидемическом неблагополучии.

Во всех видах доброкачественной рыбной продукции *Vibrio parahaemolyticus* не допускается в количестве более 10 колониеобразующих единиц (КОЕ/г); контроль производится при эпидемическом неблагополучии.

Гигиенические нормативы по микробиологическим показателям включают контроль за 4 группами микроорганизмов:

- санитарно-показательные, к которым относятся: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и бактерий группы кишечных палочек – БГКП (колиформы);
- условно патогенные микроорганизмы, к которым относятся *E.coli*, *S.aureus*, бактерии рода *Proteus*, *V.cereus* и сульфитредуцирующие клостридии;
- патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы;
- микроорганизмы порчи – в основном дрожжи и плесневые грибы.

Микробиологические показатели безопасности отдельных молочных продуктов представлены в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Микробиологические показатели безопасности отдельных молочных продуктов

Виды продуктов	КМАФАнМ КОЕ/г не более	Масса продукта (г, см <sup>3</sup> ), в которой не допускаются		Примечания
		БГКП (колиформы)	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы	
Молоко	$5 \cdot 10^4$	1,0	25	<i>S.aureus</i> в 1 см <sup>3</sup>

пастеризованное (группа А)				не допускается
Кисломолочные напитки	-	0,1	25	S.aureus в 1 см <sup>3</sup> не допускается
Ряженка	-	1,0	25	S.aureus в 1 см <sup>3</sup> не допускается
Сметана всех видов	-	0,001	25	S.aureus в 1 см <sup>3</sup> не допускается

«-» соответствует их отсутствию

Регламентирование по показателям микробиологического качества и безопасности пищи осуществляется для большинства групп микроорганизмов по альтернативному принципу, т.е. нормируется масса продукта, в которой не допускаются бактерии группы кишечных палочек, большинство условно-патогенных микроорганизмов, а также патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы. Нормативы также могут отражать количество колониеобразующих единиц в 1 г (мл) продукта (КОЕ/г, мл).

### 8.7.3 Нормирование содержания генетически модифицированных продуктов (ГМП)

Генетически модифицированные (трансгенные) продукты – это изделия, полученные с использованием генно-инженерных технологий. Генная инженерия – это получение новых комбинаций генетического материала путем проводимых вне клетки манипуляций с молекулами нуклеиновых кислот и переноса созданных конструкций генов в живой организм, в результате которого достигается их включение и активность в этом организме и у потомства.

За последнее десятилетие видовое разнообразие ГМП достигло 104 видов. Возможность их использования определяется через биобезопасность, под которой понимают систему мероприятий, направленных на предотвращение или снижение уровня неблагоприятного воздействия живых измененных организмов (ЖИО) на здоровье человека и окружающую среду при осуществлении генно-инженерной деятельности.

Вопросы биобезопасности в генно-инженерной деятельности на межгосударственном уровне регулируются Картахенским протоколом по биобезопасности к Конвенции ООН о биологическом разнообразии. Республика Беларусь ратифицировала указанный протокол в 2002 году. В связи с этим был создан Национальный координационный центр биобезопасности, который функционирует в качестве структурного подразделения Института генетики и цитологии АН Беларуси.

Расширение спектра видового разнообразия ГМП в мире обусловлено необходимостью решения проблемы продовольственной безопасности как в глобальном, так и в региональном масштабе. В результате создания ГМП решаются следующие задачи: повышение устойчивости к действию вредителей (маис, хлопок, картофель) и вирусов (картофель), неблагоприятным факторам среды; изменение качественного состава

продукта (по содержанию жирных кислот - рапс, соя; белка - картофель, томаты - антиоксидантов и др.; изменение внешнего вида растений).

Параллельно с расширением видового ассортимента, резко нарастает объем производства ГМП в мире. Посевные площади, на которых возделываются трансгенные сорта сельскохозяйственных культур, возросли с в 30 раз и составляют около 50 млн.га. К числу лидеров стран мира, возделывающих трансгенные растения, относятся: США (соя, маис, хлопок, рапс), Аргентина (маис, соя), Индия (хлопок), Румыния (соя), Филиппины и Германия (маис).

Риск потребления ГМП для человека состоит в изменении активности отдельных генов живых организмов под влиянием чужеродной ДНК, в результате которого ухудшаются потребительские свойства получаемых из них продуктов питания, горизонтальной передаче трансгенов другим организмам, токсической или аллергической реакции на продукты питания и мутагенной трансформацией физиологической и метаболической функции клеток и тканей человеческого организма.

В связи с этим большое внимание уделяется тестированию и нормированию ГМП как в видовом, так и в количественном соотношении.

РЕПОЗИТОРИЙ ВГТУ

## Глава 9. Нормативы воздействия окружающей среды на человека

### 9.1 Структура факторов воздействия окружающей среды на человека и необходимость их нормирования

В связи с использованием новых источников энергии, усложнением структуры производства, возрастает роль влияния факторов окружающей среды на здоровье и жизнедеятельность населения. Поэтому, они из разряда воздействий, определяемых профессиональной деятельностью, все чаще трансформируются в факторы риска для основной массы населения. При этом, установлено, что сочетание нескольких комбинаций факторов различного генезиса может вызывать неблагоприятные последствия для состояния здоровья человека в форме болезней или снижения продолжительности его жизни. В связи с этим для поддержания оптимального состояния среды обитания человека, осуществляется нормирование той ее части, факторы которой оказывают на организм людей неблагоприятное экологическое воздействие.

В соответствии со спецификой механизма воздействия факторов окружающей среды на организм человека среди них выделяют: физические, химические и биологические.

Физические факторы окружающей среды по происхождению могут быть как природного, так и антропогенного характера.

К природным физическим факторам среды относятся температура, влажность, скорость движения воздуха, солнечная радиация, атмосферное давление, магнитное поле Земли, атмосферное электричество и др.

Антропогенные физические факторы делятся на механические колебания и различного рода излучения.

К механическим колебаниям относят: акустическую и вибрационную формы воздействия, а также инфразвуковые и ультразвуковые колебания.

Электромагнитные излучения (ЭМИ) включают волны диапазона радиочастот: инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение. По характеру воздействия на организм человека в составе ЭМИ выделяют: ионизирующее и неионизирующее.

Ионизирующее излучение – это любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к ее ионизации (гамма-излучение, рентгеновское, корпускулярные – альфа-, бета-, нейтронное, протонное).

К неионизирующим ЭМИ и полям (НЭМИП) относят электромагнитные излучения оптического и радиочастотного диапазона и постоянные магнитные поля, не являющиеся излучениями (электромагнитные волны, радиоволны, микроволновое, инфракрасное и др.).

В связи с тем, что воздействие вибрационно-акустического фактора и ЭМП относятся к ведущим физическим факторам окружающей среды,

вызывающих нарушения психофизиологических функций организма, их показатели нормируются.

В формировании современных эколого-гигиенических проблем населения урбанизированных территорий выделяют ряд ведущих химических факторов, к числу которых относят: загрязнение химическими веществами атмосферного воздуха, воздуха жилых и общественных помещений, питьевой воды и водоемов, почв и продуктов питания. Принципы нормирования, структура химических веществ и последствия их воздействия на организм человека в различных компонентах окружающей среды рассмотрены в главах 4-7 настоящего пособия. В связи с этим, в параграфе 8.3 настоящей главы будут приведены только нормативы, определяющие действие химических факторов в воздухе жилых и общественных зданий.

Биологические факторы способны оказывать неблагоприятное прямое воздействие на здоровье человека, либо опосредованное через объекты окружающей среды путем угнетения процессов их самоочищения.

В составе биологических факторов выделяют две группы:

- естественно-природную (возбудители, переносчики, носители инфекционных и паразитарных заболеваний людей, животных и др.);
- антропогенную или техногенную (продукты биотехнологий и др.).

Воздействие первой группы биологических факторов представляет наибольшую угрозу для здоровья, проявляющуюся в форме аллергических, антропозоонозных инфекционных и паразитарных заболеваний.

Влияние второй группы факторов на организм человека, которое заключается в воздействии воздуха, питьевых вод, продуктов питания, было рассмотрено в главах 4-7 данного пособия. Поэтому в разделе 8.4 будут представлены нормативы той части второй группы биологических факторов, которые определяют качество внутренних сред и материалов зданий и помещений.

## **9.2 Нормативы факторов физического воздействия окружающей среды**

Выделяют 4 группы нормативов, определяющих параметры физического воздействия окружающей среды на организм человека с позиции его экологической безопасности:

- параметры микроклимата,
- факторы физической (механической) природы,
- неионизирующее излучение,
- ионизирующее излучение.

Требования, идентифицирующие условия комфортного микроклимата внутренней среды зданий, зафиксированы в нормативах, разработанных для трех элементов, обеспечивающих состояние теплового комфорта человека.

Уровень физического воздействия на организм человека, регламентируется нормативами по шуму и вибрации, разработанными дифференцировано для бытовых и производственных условий.

Воздействие неионизирующих ЭМИ и НЭМИП на организм человека, регламентируют четыре блока нормативов:

- неионизирующих ЭМИ и полей естественного происхождения;
- статических и постоянных электромагнитных полей;
- электромагнитных излучений и полей промышленной частоты и радиочастотного диапазона;
- лазерного излучения.

При этом нормативы 1 блока неионизирующего физического воздействия разработаны для населения в целом, 2-4 – для условий производственной деятельности.

К показателям физического воздействия на организм человека, нормирующим ионизирующие источники излучения, относятся радиоактивные вещества плотноионизирующие и косвенноионизирующие.

Нормативы, определяющие уровень воздействия лазерного излучения, устанавливаются дифференцированно для двух категорий: населения в целом и для персонала, работающего с ионизированными источниками излучения.

### **9.2.1 Нормативы природных факторов физического воздействия**

В помещениях производственного и непроизводственного назначения человек проводит более 80% времени. Поэтому качество внутренней среды зданий и сооружений может влиять на здоровье человека через воздействие физических природных факторов, определяющим из которых является микроклимат.

Тепловое состояние человека является критерием установления нормативов оптимальных и допустимых параметров микроклимата в жилых и общественных зданиях. Согласно СанПиН 2.1.2.12-11-2006 «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов» к микроклиматическим показателям, нормирующим состояние теплового комфорта человека, относят температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха. Нормирование показателей терморегуляции, определяющих состояние физиологического комфорта организма человека, осуществляется с учетом характера его нагрузки и вида деятельности.

Состояние физиологического комфорта организма - это состояние терморегуляторной системы организма, при которой она испытывает наименьшее напряжение после предшествовавшей нагрузки, а все иные физиологические функции находятся в режиме отдыха.

Комплекс уровней метеорологических факторов внутренней среды помещений, соответствующий оптимальному тепловому состоянию, называется зоной теплового комфорта. Его определяет диапазон оптимальных температур воздуха от +20 до +23°C - в условиях холодного климата, от +20 до +22 °C - умеренного, и от +23 до +25°C - жаркого климата. При указанном интервале температур в процессе теплообмена с окружающей средой взрослый человек выделяет в окружающее пространство от 100 до 220 ккал/ч тепла, в том числе 55% путем излучения, 20% —

конвекции и 25% — испарения. При изменении этого соотношения теплообмена человека с окружающей средой возникают различные варианты напряжения терморегуляторной системы.

Кроме термического режима, показателями, определяющими состояние теплового комфорта, являются скорость движения воздуха и относительная влажность. Отсутствие движения воздуха усиливает процесс накопления болезнетворных вирусов и аккумуляцию парниковых газов. При чрезмерной подвижности воздуха в организме возникает теплотеря, вызывающая его быстрое охлаждение. В связи с этим, установлен норматив скорости движения воздуха в условиях помещений – от 0,1 до 0,3 м/с, относительной влажности – от 30 до 70%. При чрезмерной сухости воздуха усиливается испарение влаги со слизистых оболочек верхних дыхательных путей человека, при высокой влажности ухудшаются органолептические и микробиологические свойства воздуха.

Таким образом, микроклимат жилой среды определяется сложной системой факторов воздействия физической природы, и при его нормировании учитывается многообразие внутрисистемных связей и их проявлений по отношению к здоровью и условиям жизни человека.

## **9.2.2 Нормативы антропогенных факторов физического воздействия**

### **9.2.2.1 Нормативы механического воздействия окружающей среды на человека (акустического и вибрационного полей)**

В городах к ведущим антропогенным факторам механического воздействия, влияющим на население, относятся шум и вибрация. Основными источниками шумового и вибрационного воздействия на человека являются транспорт, оборудование и др.

Шум – это совокупность звуков различной частоты и интенсивности, беспорядочно сочетающихся и изменяющихся во времени. Фактором, определяющим уровень влияния шума на здоровье человека, является уровень звука. Звук – это механические колебания упругой среды.

Все звуковые колебания по частоте делятся на три диапазона: инфразвуковые (до 20 Гц), звуковые (20 - 20 000 Гц), ультразвуковые (выше 20 000 Гц).

Характер влияния звука на организм человека определяется: источником шума (бытовой, уличный, производственный), спектром шума от источника, продолжительностью и характером его воздействия. В структуре спектра шума выделяются три диапазона: низкочастотный (до 350 Гц), среднечастотный (от 350 до 800 Гц), высокочастотный (более 800 Гц), а по продолжительности воздействия – постоянный и периодический. По характеру воздействия выделяют: колеблющийся, прерывистый и импульсный звук.

Специфическое воздействие шума проявляется в существенном расстройстве органов слуха. В связи с этим показатели, характеризующие акустическое воздействие на организм человека, подлежат нормированию и

разрабатываются дифференцированно для: жилых и общественных зданий; объектов различного хозяйственного назначения.

В соответствии с СанПиН 2.2.4/2. 1.8.10-32 - 2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» звуковые колебания для жилых и общественных зданий регламентируются нормативами уровня звукового давления (УЗД) и уровня звука. Нормативы, определяющие предельно допустимые уровни шума для территорий различного функционального назначения определяются в децибелах (дБ) и приведены в таблице 9.1. Децибел – это единица измерения интенсивности звука, равная 0,1 бела.

Таблица 9.1.

Допустимые уровни шума на территориях различного хозяйственного назначения, дБ

Наименование объекта	Ночь	День
Селитебные зоны населенных мест	45	55
Промышленные территории	55	65
Зоны массового отдыха и туризма	35	50
Санаторно-курортные зоны	30	40
Территории сельскохозяйственного назначения	45	50
Территории заповедников и заказников	До 3	До 35

Кроме того, установлен регламент по постоянному инфразвуку в объектах жилой и производственной инфраструктуры, характеристикой которого является: УЗД на среднегеометрических частотах 2, 4, 8, 16 Гц. Норматив для непостоянного инфразвука в том же типе помещений, предусмотрен по общему УЗД на уровне до 120 дБ (табл. 8.2.).

Таблица 9.2.

Допустимые уровни инфразвука в жилых, общественных и производственных помещениях

Назначение помещений	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)			
	2	4	8	16
Производственные помещения:				
работы различной степени тяжести	100	95	90	85
работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряжённости	95	90	85	80
Территория жилой застройки	90	85	80	75
Помещения жилых и общественных зданий	75	70	65	60

Нормы предельно допустимых уровней (ПДУ) ультразвука при воздушном и контактном действии приведены в таблице 9.3.

Таблица 9.3

ПДУ ультразвука при воздушном и контактном действии

Воздушный ультразвук		
Среднегеометрическая частота 1/3 октавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ	
12,5	80	
16	90	
20	100	
25	105	
31-100	110	
Контактный ультразвук*		
Среднегеометрическая частота октавных полос, кГц	Пиковое значение виброскорости, м/с	Уровень виброскорости, дБ
8-63	$5 \cdot 10^{-3}$	100
125-500	$8,9 \cdot 10^{-3}$	105
(1,0-3,5)10	$1,6 \cdot 10^{-2}$	110

\*ПДУ контактного ультразвука принимается на 5 дБ ниже табличных данных при совместном воздействии на работающих воздушного и контактного ультразвука.

Вибрация – это периодическое отклонение твердого тела от точки своего равновесия.

По способу передачи механических колебаний на организм человека различают общую и локальную вибрации. По характеру спектра выделяют узкополосные и широкополосные вибрации. По структуре частотного состава различают: низкочастотные (1-4 Гц), среднечастотные (8-16 Гц) и высокочастотные (16-63 Гц).

Возникновение вибрации в трех взаимно перпендикулярных направлениях может приводить к нарушению деятельности нервной и сосудистой систем, дегенерации костной ткани и другим поражениям для организма. В связи с этим уровни вибрации в жилых зданиях регламентируются СанПиН 2.2.4/2. 1.8.10-33-2002 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий», основными нормируемыми параметрами которой в помещениях жилой и общественной инфраструктуры являются средние квадратические значения виброускорения и виброскорости (табл. 8.4).

Таблица 8.4

Допустимые значения вибрации в зданиях непроизводственного назначения

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Допустимые значения			
	виброускорение		виброскорости	
	$10^{-3}$ м/с	дБ	$10^{-3}$ м/с	дБ
Административно-управленческие, общественные здания*				
2	10	80	0,79	84

4	11	81	0,45	79	
8	14	83	0,28	75	
16	28	89	0,28	75	
31,5	56	95	0,28	75	
63	110	101	0,28	75	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни		10	80	0,28	75
Жилые помещения, палаты больниц и санаториев, помещения учебных заведений и читальных залов библиотек**					
2	4	72	0,32	76	
4	4,5	73	0,18	71	
8	5,6	75	0,11	67	
16	11	81	0,11	67	
31,5	22	87	0,11	67	
63	45	93	0,11	67	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни		4	72	0,11	67

\*1. Для непостоянных вибраций к допустимым значениям уровней вводится поправка – 10дБ, а абсолютные значения умножаются на 0,32.

2. Для помещений школ, учебных заведений, читальных залов библиотек вводится поправка 3 дБ.

\*\*1. В дневное время в помещениях допустимо превышение нормативных уровней на 5 дБ.

2. Для непостоянной вибрации к допустимым значениям уровней вводится поправки – 10 дБ, а абсолютные значения умножаются на 0,32.

3. В палатах больниц и санаториев допускаемые уровни нужно снижать на 3 дБ.

Второй составляющей нормативов, регламентирующих антропогенные факторы физического воздействия, являются нормативы акустического и вибрационного полей.

#### 9.2.2.2 Нормативы оптического воздействия окружающей среды

Оптические факторы, к которым относятся видимые и ультрафиолетовые излучения (УФИ), являются частью окружающей человека среды и играют важнейшую роль в регуляции важных функций организма, включая процесс осознанного восприятия им внешнего мира.

Оптическая часть спектра лучистой энергии имеет длину волны от 100 до 750—780 нм. Разные участки оптического спектра оказывают неоднозначный биологический эффект на организм человека, в связи с этим показатели естественного и искусственного освещения нормируются согласно СанПиН 2.1.2.12-11-2006 «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов».

Благодаря наличию видимого спектра солнечного света через зрительный орган человека поступает до 90% информации об окружающей среде, и формируются биологические ритмы и основные процессы его жизнедеятельности, включая зрительную работу в условиях производства,

быта и отдыха. Для обеспечения последней необходимы определенные условия светового климата, которые регламентируются как количественными характеристиками (уровнем освещенности и яркости), так и качественными показателями (равномерностью распределения яркостей в помещении, спектральным составом светового потока, степенью блескости).

Освещенность – это поверхностная плотность светового потока, выражаемая в люксах на квадратный метр (лк/м<sup>2</sup>).

Яркость – это сила света, излучаемая единицей площади поверхности, выражаемая в канделах на квадратный метр (кд/м<sup>2</sup>).

В условиях жилища для выполнения зрительной работы предельно допустимым нижним уровнем яркости принят диапазон 90-120 кд/м<sup>2</sup> при освещенности 500-600 лк/м<sup>2</sup>.

Недостаточное освещение рабочего места вызывает у человека повышенную утомляемость, сопровождающуюся развитием близорукости. Воздействие излишней яркости проявляется в форме кератитов (воспаление роговицы, ведущее к снижению остроты зрения) и катаракты (помутнение хрусталика).

Спектральный состав светового потока – это спектр рассеянного дневного света с голубого небосвода.

Блескость – это уровень яркости светящейся поверхности (кд/м<sup>2</sup>). Норматив по блескости не должен превышать 1000 – 2000 кд/м<sup>2</sup>.

Равномерность освещения – это одинаковый уровень распределения яркостей в помещении и на рабочих поверхностях.

Естественное освещение помещений зависит от:

*светового климата* – совокупности условий естественного освещения местности, складывающейся из общих климатических условий, степени прозрачности атмосферы и альбедо подстилающей поверхности.

*инсоляционного режима* – продолжительности и интенсивности освещения помещения прямыми солнечными лучами.

Нормирование и гигиеническая оценка естественного освещения зданий и помещений выполняется согласно СНБ 2.04.05-98 «Естественное и искусственное освещение» инструментальными и расчетными методами.

Основным показателем естественного освещения помещений является *коэффициент естественной освещенности* (КЕО) – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке внутри помещения светом неба, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$КЕО = E_1/E_2 \cdot 100\%,$$

где  $E_1$  – освещенность внутри помещения, лк;

$E_2$  – освещенность вне помещения, лк.

Норматив для КЕО варьирует от 0,5 - 1,5 % (соответственно для жилых и учебных помещений) до 2,5 % (операционных, лабораторий). Для производственных помещений КЕО разрабатывается согласно Методическим указаниям МУ РБ 11.11.12–2002 «Измерения и гигиеническая

оценка освещения рабочих мест», учитывающими класс выполняемых зрительных работ и варьируют от 4,0 – 0,3% до 1,5 – 0,1%.

Геометрические показатели естественного освещения:

1) *световой коэффициент* (СК) – отношение остекленной площади окон к площади пола данного помещения. Норматив СК от 1:4 – 1:5 (операционные, лаборатории, учебные помещения) до 1:8 – 1:10 (жилые помещения).

2) *коэффициент глубины заложения* (заглубления) (КЗ) – отношение расстояния от светонесущей до противоположной стены к расстоянию от пола до верхнего края окна. Норматив КЗ не должен превышать 2,5.

3) *угол падения* – это угол, под которым лучи света проектируются на горизонтальную поверхность. Норматив угла падения не менее  $27^{\circ}$ .

4) *угол отверстия* – это величина видимой части небосвода, освещающего рабочее место. Его норматив не менее  $5^{\circ}$ .

К оптическим факторам, кроме видимой части спектра, относится и ультрафиолетовое излучение.

Дозированное воздействие УФИ на жилище и организм человека оказывает позитивный биологический эффект. Бактерицидное воздействие УФИ на жилище проявляющегося в оздоровлении его внутренней среды. Норматив продолжительности инсоляции жилых помещений, обеспечивающий бактерицидный эффект, составляет 1,5 - 2,5 часа в сутки.

Влияние УФИ на организм человека заключается в активизации обменных процессов и тканевого дыхания, деятельности эндокринных желез, что приводит к повышению уровня иммунитета организма.

Дефицит УФИ в окружающей среде сопровождается снижением продуцирования витамина  $B_3$ , который является регулятором фосфорно-кальциевого обмена нарушение которого ведет к увеличению заболеваемости рахитом детей, остеопорозом – взрослых, снижением уровня иммунитета у всех категорий населения.

При избытке УФИ его благоприятное влиянием на организм уступает место отрицательному эффекту. При УФИ с длиной волны от 240 до 313 нм фиксируется мутация молекул клеток ДНК, вызывающих рак кожи.

Широкое использование электромагнитной энергии в различных областях хозяйственной деятельности привело к тому, что к собственному электромагнитному полю Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца присоединилось электромагнитное поле искусственного происхождения (ЭМПИП). Источниками ЭМПИП являются: воздушные линии электропередачи, технические средства радиовещания, телевидения, спутниковой связи, радиолокационные и навигационные системы, лазерные маяки, антенны сотовой связи и т.п. Значительное расширение географии распространения ЭМПИП по территории Беларуси и времени пребывания в них человека привело к росту напряженности ЭМП от 2 до 5 порядков, создав реальную угрозу состоянию здоровья населения. Ухудшение последнего фиксируется в нарушении деятельности ЦНС, эндокринной, сердечно-сосудистой систем и снижении уровня иммунитета.

Статические электрические поля (СЭП) - это поля неподвижных электрических зарядов или стационарные электрические поля постоянного тока, являющиеся биологически факторами воздействия окружающей среды на человека. Нормативом, характеризующим СЭП, является интенсивность. Ее уровень в диапазоне высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот регламентируется предельно допустимой напряженностью СЭП для населения, территории жилой застройки и мест массового отдыха; помещений жилых, общественных и производственных зданий. Напряженность СЭП определяется отношением силы, действующей на точечный заряд, к его величине и измеряется в вольтах на метр (В/м). Допустимые уровни напряженности СЭП промышленной частоты на территории жилой застройки составляют 1000 В/м, в жилых помещениях - 500 В/м.

Рост искусственных постоянных магнитных полей (ИПМП) в окружающей среде обусловлен развитием отраслей приборостроения. Основными нормативами, характеризующими ИПМП, являются напряженность поля (измеряемая в амперах на метр), магнитный поток (в веберах) и магнитная индукция (в теслах).

Напряженность ИПМП на рабочих местах не должна превышать 8 кА/м, магнитная индукция 10 мТл. Допустимые уровни ИПМП дифференцированы по контингенту, месту воздействия и продолжительности проводимых работ. Для профессионалов: 0,2 Тл – при воздействии в течение полного рабочего дня, 2 Тл – при кратковременном воздействии на тело, 5 Тл – при кратковременном воздействии на руки. Для населения уровень непрерывного воздействия ИПМП не должен превышать 0,01 Тл.

Основными источниками ЭМИ радиочастотного диапазона (РЧ) в окружающую среду с частотой от 3 до  $3 \times 10^{12}$  Гц служат: антенные системы радиолокационных станций (РЛС), радио- и телеордиостанций, включая системы мобильной радиосвязи и воздушных линий электропередачи. Критическими органами воздействия ЭМИ РЧ на человека и животных являются нервная, кроветворная и репродуктивная системы, глаза.

Допустимые уровни воздействия ЭМИ РЧ нормируются согласно СанПиН 2.1.8.10-26-2003 «Защита населения от воздействия низкочастотных электромагнитных излучений»; СанПиН 2.1.8.12-17-2005 «Защита населения от воздействия электромагнитного поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты»; СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)».

Источниками лазерного излучения (ЛИ), которое относится к разряду неионизирующих ЭМИ, для человека являются различные отрасли промышленности, медицина, военная и космическая отрасли. Наибольшую опасность ЛИ представляет для зрительного органа, кожных покровов, нервной и сердечно-сосудистой систем. При нормировании ЛИ используются два подхода:

- по повреждающим эффектам в тканях и органах,

- по выявленным функциональным и морфологическим изменениям в системах и органах в результате полученной нагрузки.

### 9.2.2.3 Нормативы ионизирующего излучения

Ионизирующее излучение – это любое излучение, за исключением видимого света и УФИ, взаимодействие которого со средой приводит к образованию зарядов обоих знаков.

Все виды ионизирующих излучений делятся на электромагнитные (гамма – излучение и рентгеновское) и корпускулярные (альфа-, бета- и др.).

Источники ионизирующего излучения могут быть как природного, так и искусственного происхождения.

Естественные источники (космические лучи, радиоактивные элементы в компонентах Земли и др.) формируют природный радиационный фон планеты и определяют фоновую дозу облучения, эволюционно безопасную для живых организмов. К фоновой дозе облучения добавляется та, которая формируется от искусственных источников радиоактивного излучения. Воздействие ряда медицинских обследований (1-1,5 мЗв/год), авиации во время пассажироперевозок (0,02-0,05 мЗв/год), телевидения (0,01 мЗв/год), АЭС (0,001 мЗв/год), глобальных осадков в результате испытания ядерного оружия (0,02 мЗв/год) и других источников (0,4 мЗв/год) относят к искусственным источникам поступления радиоактивных веществ в организм человека. Суммарный эффект доз от искусственных источников в процентном отношении к уровню природного фона, равен 1.

Выявлено две формы проявления отрицательных последствий воздействия ионизирующей радиации на организм человека:

- соматические эффекты, которые проявляются индивидуально через длительные промежутки времени,

- генетические эффекты у потомства, частота возникновения которых коррелирует с уровнем облучения, и проявляются в форме генных мутаций или хромосомных aberrаций через 25 лет по окончания воздействия.

В настоящее время работа с источниками ионизирующего излучения и защита от них регламентируется: «Нормами радиационной безопасности» (НРБ—2000), «Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения» (ОСП 2002) и ГН «Содержание радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и в воде» на основе республиканских допустимых уровней (РДУ-99). В указанных документах, разработанных в соответствии с рекомендациями Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ), определены: система дозовых нагрузок, правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

Нормируемыми параметрами источников радиационного облучения являются:

- мощность поглощенной дозы для внешнего облучения, в джоулях на килограмм (Дж/кг);

- концентрации радионуклидов в объектах контроля (вода, воздух, почва, продукты питания, организм человека) для внутреннего облучения.

Поглощенная доза – это величина энергии излучения, переданная единице массы облучаемого вещества. Однако биологическое воздействие одинаковых поглощенных доз различного вида излучений на организм неодинаково. В связи с этим вводится понятие эквивалентной (эффективной) дозы, которая позволяет сравнивать все виды ионизирующих излучений, измеряется в зивертах (Зв) и равна произведению поглощенной дозы на взвешивающий коэффициент для данного вида излучения.

Нормами радиационной безопасности устанавливаются следующие группы облучаемых лиц: группа А – персонал, группа Б – все население.

При этом устанавливаются три класса нормативов:

- 1 класс – основные пределы доз;
- 2 класс – допустимые уровни монофакторного воздействия, включая пределы годового поступления (ПП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА);
- 3 класс – контрольные уровни.

Основной нормируемой величиной являются пределы доз – это величина годовой эффективной дозы в течение года работы. Норматив полной прижизненной эффективной дозы для человека составляет 70 мЗв, или 1 мЗв/год. В качестве основных дозовых пределов приняты: эффективная доза и эквивалентная доза за год в кистях, хрусталике глаза, коже и стопах.

Основные дозовые пределы для персонала и населения (исключая дозы природных, медицинских источников, и возникающие в случае радиационной аварии) приведены в табл.9.5.

Таблица 9.5

Основные дозовые пределы для персонала и населения (НРБ –99)

Нормируемая величина	Дозовые пределы	
	персонал (группа А)	население
Эффективная доза	20 мЗв в год 5 лет подряд, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год за 5 лет подряд, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
- в кистях и стопах	500	50
- в хрусталике глаза	150	15
- в коже	500	50

При одновременном воздействии источников внешнего и внутреннего облучения должно выполняться условие — отношение дозы внешнего облучения к пределу дозы и отношение годовых поступлений радионуклидов к их пределам в сумме не превышают единицы.

К производным нормативам от основных пределов доз, относится предел годового поступления (ПП) - это допустимый уровень поступления данного радионуклида в организм в течение года, при воздействии которого

происходит облучение человека в объеме годовой дозы. ПГТ устанавливаются в зависимости от радиотоксичности радионуклида, который определяется уровнем патологических реакций при его воздействии на организм. ПГТ применяется дифференцированно: для персонала и населения.

При проектировании новых зданий жилого и общественного назначения используется норматив среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона в воздухе, значение которого соответствует  $100 \text{ Бк/м}^3$ . В эксплуатируемых зданиях указанный норматив по радону не должен превышать  $200 \text{ Бк/м}^3$ .

ПП нормирует содержание радионуклидов в стройматериалах: в древесине, пиломатериалах, строительных материалах, добываемых на месторождениях, а также отходах промышленного производства, используемых в качестве вторичного сырья (зола, шлак, пиритные огарки, фосфо-гипс и пр.), в минеральных удобрениях и мелиорантах.

По стандартам норма удельной эффективной активности естественных радионуклидов не должна превышать:

- в строящихся жилых и общественных зданиях (1-й класс) —  $370 \text{ Бк/кг}$ ;
- в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (2-й класс) —  $740 \text{ Бк/кг}$ ;
- в дорожном строительстве вне населенных пунктов (3-й класс) —  $1350 \text{ кБк/кг}$ ;
- в фосфорных удобрениях и мелиорантах -  $4 \text{ кБк/кг}$ .

В связи с ростом уровня ионизирующего воздействия на воздух в общественных зданиях обусловленный внедрением современных средств техники, был установлен гигиенический норматив ионизации воздушной среды, значение которого изменяется для легких аэроионов (е) - от  $400$  до  $50000 \text{ е/см}^3$ , а для тяжелых - от  $600$  до  $50000 \text{ е/см}^3$ .

Таким образом, при нормировании факторов физической природы учитывается специфика их воздействия на организм человека и варианты их проявления по отношению к здоровью и условиям жизни человека.

### **9.3 Нормативы факторов химического воздействия окружающей среды**

#### **9.3.1 Нормативы химического воздействия воздушной среды жилых и общественных зданий.**

Загрязнение химическими веществами воздуха атмосферы, жилых и общественных зданий, вод поверхностных и грунтовых источников, продуктов питания, позволяет считать химические факторы одними из ведущих в формировании эколого-гигиенических проблем городов. Нормирование содержания химических веществ в основных компонентах окружающей среды, за исключением воздуха жилых и общественных зданий, было приведено в главах 4-7 настоящего пособия.

К химическим факторам воздушной среды жилых и общественных зданий относятся: природные газы, техногенные и антропогенные примеси, пыль. Их содержание нормируется согласно СанПиН 2.1.2.12-11-2006 «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов».

Состав природных газов воздуха в жилище идентичен составу атмосферного воздуха, в то время как структура техногенных и антропогенных примесей непостоянна как по количеству, так и по объему.

Техногенные примеси обладают высокой биологической активностью (диоксид, оксид углерода, бенз[а]пирен, альдегиды и др.) и формируются в результате миграции токсических веществ из источников внешней и внутренней (конструкции, инженерное оборудование) среды.

Антропогенные примеси — это табачный дым и газообразные метаболиты организма человека (антропотоксины: угарный газ, аммиак, фенол и др.), относящиеся к 22 классам органических соединений.

Основными источниками поступления техногенных и антропогенных примесей в воздух жилища являются:

- строительные, отделочные материалы и мебель, вклад которых в суммарную химическую нагрузку соответственно составляет 50, 20 и 25%,
- загрязненный атмосферный воздух – до 30%,
- вентиляционные каналы и стеновые стыки – до 15%,
- бытовые приборы, препараты бытовой химии, курение – до 10%,
- продукты жизнедеятельности людей – от 10 до 30%.

Всего в воздухе жилых помещений выявлено более 100 летучих химических веществ, часть из которых обладает высокой токсичностью и относится к 1 и 2 классу опасности.

Нормирование техногенных и антропогенных примесей, загрязняющих воздух жилищ, производится на основании ПДК, разработка которых осуществляется при соответствии поллютанта двум требованиям: частота встречаемости в воздухе и наличие опасности для здоровья человека. К числу основных показателей, значения которых нормируются в воздушной среде помещений относят: углекислоту, формальдегид, пыль и др.

Значение стандарта по содержанию углекислоты для воздуха населенных мест принимается на уровне 0,04%, для производственных условий его значение варьирует от 0,5 до 2% .

Качество воздуха по формальдегиду для помещений жилых и общественных зданий регламентируется на уровне соответственно 0,003 и 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Необходимость его нормирования обусловлена наличием широкого спектра источников его поступления в воздух в сочетании с канцерогенно-мутагенным эффектом нарушения здоровья.

Элементом химического нормирования является и пыль. Она различается по химическому составу, морфологическому строению и размеру составляющих ее пылинок, происхождению. Частицы пыли под воздействием приборов отопления, подвергаются термической деструкции и поставляют в воздух вещества, изменяющие органолептические свойства

воздуха. В то же время пыль выполняет роль ядер конденсации ряда опасных химических веществ: бенз(а)пирена, диоксида серы, бензола, ацетона и др. Содержание химических веществ в 1 г пыли колеблется от 6,9 до 25,2 мг. Нормирование качества воздуха жилища по пыли обусловлено тяжелой формой протекания аллергических заболеваний, причиной которых являются продукты метаболизма клещей домашней пыли.

В то же время среди источников химического воздействия внутренней среды зданий, постоянно возрастает роль полимерсодержащих строительных материалов, оказывающих негативное воздействие на организм человека через среду его обитания.

### **9.3.2 Нормативы химического воздействия полимерсодержащих строительных материалов и конструкций в жилых и общественных зданиях**

Безопасность полимерсодержащих строительных материалов (ПСМ) устанавливается согласно нормативам СанПиН 2.1.2.12-25-2006 «Критерии гигиенической безопасности полимерных материалов, изделий и конструкций, применяемых в промышленном и гражданском строительстве» и Инструкции 2.1.2.10-12-38-2006 «Гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих изделий и конструкций, предназначенных для применения в промышленном и гражданском строительстве», разработанным на основе санитарно-химических, санитарно-токсикологических, органолептических и микробиологических тестов.

Санитарно-химические лабораторные исследования – это моделирование условий эксплуатации образца ПСМ по показателям микроклимата жилища, при которых в его воздушной среде повышается уровень насыщенности и миграции компонентов ПСМ.

Насыщенность ПСМ – это расчетная величина, получаемая как отношение единицы поверхности, объема или массы ПСМ к единице объема помещения ( $\text{м}^2/\text{м}^3$ ,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ).

В результате санитарно-химического тестирования устанавливается соответствие между концентрациями мигрировавших из ПСМ веществ с их среднесуточными ПДК для атмосферного воздуха населенных мест.

Органолептические исследования проводят с образцами воздуха, поступающего из системы вытяжной вентиляции к волонтерам, находящимся в изолированном помещении. Норматив интенсивности запаха, установленный для воздушной среды здания, в которой присутствует ПСМ до 2 баллов.

Санитарно-токсикологические тесты проводят на животных с целью выявления общетоксических эффектов, вызываемых миграцией комплекса веществ из образца ПСМ, а также возможности наступления отдаленных токсических последствий действия этого комплекса. Финалом санитарно-токсикологических исследований является установление среднесуточных нормативов для каждого компонента ПСМ в воздушной среде. ПСМ, из

которых в воздух выделяются химические вещества 1-го класса опасности, в производство не допускаются.

Санитарно-микробиологические исследования ПСМ проводят для определения сроков выживания на них санитарно-показательных микроорганизмов (стафилококк, эшерихии коли и др.). Критерием пригодности ПСМ является отсутствие стимулирующего влияния ПСМ на развитие микрофлоры.

#### **9.4 Нормирование биологических факторов воздействия**

На организм человека, кроме воздействия физических и химических условий, так же оказывают влияние и биологические факторы. Их воздействие на организм человека осуществляется через воздушную среду и проявляется в форме антропогенных болезней.

Воздействие биологических факторов на организм человека проявляется через биологическое загрязнение, способно оказывать прямое неблагоприятное воздействие на здоровье человека, либо опосредованное через объекты окружающей среды путем угнетения процессов их самоочищения.

При этом биологические факторы, загрязняющие среду города, дифференцируют на две группы: естественно-природную (возбудители, переносчики, носители инфекционных заболеваний и др.) и индустриально-техногенную (промышленные микроорганизмы, продукты биотехнологий).

Биологические факторы в объектах жилой инфраструктуры находятся в тесной зависимости от ее физических и химических факторов и представляют единую с человеком экологическую систему. В связи с этим биологическими компонентами пыли являются микрофлора (бактерии, вирусы и грибы) верхних дыхательных путей, кожи, представители синантропных видов (споры домашних и плесневых грибов).

При этом число микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воздуха в жилых помещениях варьирует в зависимости от времени года от 1500 – 2500 летом до 1500-7500 зимой. В то же время в воздухе вне жилых помещений их число резко сокращается как в летний период (750 – 2000), так и в зимний (150-400 особей). Микроорганизмы в жилом помещении аккумулируются на аэрозоле, который образуется при естественных физиологических процессах и представляет собой коллоидную систему, включающую различные вирусы и бактерии. Однако, несмотря на санитарно-показательную роль микроорганизмов, вызывающих заболевания эпидемического характера и имеющих воздушно-капельный путь передачи, нормирование их содержания в воздухе жилища до сих пор не предусмотрено.

## Литература

1. Белова Е.А. Экологический мониторинг, контроль и экспертиза – Гродно: ГрГУ им.Я.Купалы, - 2008.
2. Галай Е.И. Геоэкологические основы природопользования. – Мн: БГУ, 2004.
3. Водный кодекс: Закон Республики Беларусь, 15 июля 1998 г. // Ведомости Национального Собрания Республики Беларусь, 1998 г., №33, ст.473.
4. Гигиенические нормативы 1.1.9-23-2002 «Гигиенические критерии для обоснования необходимости разработки ПДК, ОБУВ (ОДУ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных пунктов, воде водных объектов». – Мн., 2002.
5. Гигиенические нормативы 2.1.5.10-20-2003 «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». - Мн., 2003.
6. Гигиенические нормативы 2.1.5.10-21-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – Мн., 2003.
7. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». – Мн., 2008.
8. Гигиенические нормативы 2.1.5.10-29-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» – Мн., 2003.
9. Гигиенические нормативы 2.1.7.9-37-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) кадмия, тилла и фенантрена в торфяной почве» – Мн., - 2004.
10. Гигиенические нормативы 2.1.4.-12-17-2006 «Предельно допустимая концентрация (ПДК) диоксида хлора в питьевой воде».– Мн., 2006.
11. Гигиенические нормативы 2.1.6.12-6-2006 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов в атмосферном воздухе населенных мест»– Мн., 2006.
12. Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения: Санитарные правила и нормы 2.1.2.12 – 33 – 2005. – Мн. – 2005.
13. Гигиенические нормативы ГН 7 – 68 РБ 98 Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды – Мн., - 1998.
14. Гигиенические нормативы 2.1.5.10 – 20 – 2003 Ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования – Мн., - 2003.

15. Гигиенические нормативы 2.1.7.12 – 1 – 2004 Перечень ПДК и ОДК химических веществ в почве – Мн., - 2004.
16. Гигиенические нормативы 2.1.5.10-21 – 2003 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования – Мн., - 2003.
17. Гигиенические нормативы 10 – 117 – 99 Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия – 137 и стронция – 90 в пищевых продуктах и питьевой воде. – Мн., - 2000.
18. ГОСТ 17.0.0.04 – 90 «Система стандартов в области охраны окружающей среды и улучшения использования природных ресурсов. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения» - М, - 1990.
19. Инструкция 2.1.2. 10-12-38-2006 «Гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих изделий и конструкций, предназначенных для применения в промышленном и гражданском строительстве» – Мн., - 2006.
20. Инструкция 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест» – Мн., - 2004.
21. Инструкция 2.1.7.11-12-5-2004 Гигиеническая оценка почвы населенных мест – Мн., - 2004.
22. СТБ ИСО 19011 - 2003 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и систем экологического менеджмента. Процедуры аудита. Проведение аудита систем управления окружающей средой» – Мн., - 2003.
23. СТБ ИСО 14001 – 2005 «Система управления окружающей средой. Требования и руководства по применению» – Мн, - 2005.
24. СТБ ИСО 14004 - 2005 «Система управления окружающей средой. Общие и руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования» – Мн, - 2005.
25. Марцуль В.Н. Оценка воздействия на окружающую среду. – Мн, - 2006.
26. Мазаев В.Г., Королев А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена Т.1 – М: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», – 2005.
27. Мазаев В.Г., Гимадеев М.М., Королев А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена Т.2 – М: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», – 2006.
28. Методическими указаниями МУ РБ 11.11.12–2002 «Измерения и гигиеническая оценка освещения рабочих мест». – Мн., - 2002.
29. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. – Мн.: Бел НИЦ Экология, 2005.
30. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000) – Мн., - 2000.
31. Положение о водоохраных зонах и прибрежных полосах больших и средних рек: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 5.03.2002 г. № 297 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2002 г., №31, 5/10079.

32. Обзор экологического законодательства Республики Беларусь / Под ред. Балашенко С.А., Лаевской Е.В. и др. - Санкт-Петербург: ООО «Невский простор», 2003.
33. Об охране атмосферного воздуха: Закон Республики Беларусь, 15 апреля 1997 г. // Ведомасці Нацыянальнага Сходу Рэспублікі Беларусь 1997 г., №14, ст.260.
34. Об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь, 26 ноября 1992 г. В ред. Закона от 17 июля 2002 г.// Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2002 г., №85, 2/875.
35. Опекунов А.Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду. – С.- Петербург: Изд-во С.- Петерб. ун-та, 2006.
36. Основы экологии и рационального природопользования (А.Ф. Савенок, Е.И. Савенок). – Мн., Сэр-Вит, 2004.
37. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С. Гигиена и основы экологии. – М: Академия; 2006.
38. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды № 108 об утверждении «Инструкции по ведению экологического паспорта предприятия» - Мн, 2008.
39. Прикладная экология (Т.А. Трифонова). – М.: Градиция, 2005.
40. О санитарно-эпидемическом благополучии населения: Закон Республики Беларусь, 23.11.1993г, в ред. Закона от 16.05.2006 г.// Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2000. № 52. 2/172.
41. Основные санитарные правила и нормы работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения (ОСП-2002) – Мн., - 2002.
42. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и Министерства здравоохранения Республики Беларусь «О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов» от 8 мая 2007 г. №43/42.
43. Прохоров Б.Б. Экология человека. – М: Академия; 2003.
44. Санитарные правила и нормы (СанПиН 11 63 РБ 98) Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов - Мн., - 1998.
45. СанПиН 2.1.2.12-11-2006 «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов». – Мн, 2006.
46. Санитарные правила и нормы 2.1.6.9.-18-2002 «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных пунктов. – Мн, 2002.
47. СанПиН 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения». – Мн., - 2005.
48. СанПиН 2.1.8.10-26-2003 «Защита населения от воздействия низкочастотных электромагнитных излучений». – Мн., - 2003.
49. СанПиН 2.1.8.12-17-2005 «Защита населения от воздействия электромагнитного поля, создаваемого воздушными линиями

- электропередачи переменного тока промышленной частоты». – Мн., - 2005 г.
50. СанПиН 10-113 РБ 99 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения». – Мн., - 1999.
  51. СанПиН 2.1.4.12-33-2005 для хозяйственно-питьевых водопроводов. - Мн., - 2005.
  52. СанПиН 2.1.2.12-25-2006 Критерии гигиенической безопасности полимерных материалов, изделий и конструкций, применяемых в промышленном и гражданском строительстве – Мн., - 2006.
  53. СанПиН 10-124 РБ 99 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». – Мн., - 1999.
  54. СанПиН 2.2.4/2. 1.8.10-33-2002 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий – Мн., 2002.
  55. СанПиН 2.1.4.12-23-2006 "Санитарная охрана и гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения. – Мн., 2006.
  56. СанПиН 9-27-94 Санитарные правила устройства, оборудования и содержания жилых домов – Мн., 1994
  57. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32 - 2002 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки – Мн., 2002.
  58. СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ) – Мн., - 2002.
  59. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к содержанию и эксплуатации водных объектов при использовании их в рекреационных целях». – Мн., - 2008.
  60. СНБ 2.04.05-98 «Естественное и искусственное освещение». - Мн., - 2005.
  61. Стожаров А.Н. Медицинская экология. – Мн: Вышэйшая школа, - 2007.
  62. Стокгольмская Конвенция о стойких органических загрязнителях (СОЗ) – Стокгольм, 2004.
  63. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф. Охрана окружающей среды. – Мн.: Вышэйшая школа, 2006.
  64. Указ Президента Республики Беларусь от 26 декабря 2003 г. N 594 "О присоединении Республики Беларусь к Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях" /Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2004 г., N 1, 1/5208.
  65. Экологическое право (Балашенко С.А., Макарова Т.И., Лизгаро В.Е и др.). – Мн.: Высшая школа, 2009.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Предмет дисциплины.....	4
1.1 Объект, предмет, цели и задачи курса.....	4
1.2 Основные термины и понятия дисциплины.....	7
1.3 Классификация видов воздействий на окружающую среду.....	8
1.4 Последствия загрязнения окружающей среды.....	10
1.5 Исторические сведения о нормировании качества окружающей среды.....	11
Глава 2. Экологическая политика, экологическая безопасность и экологический риск.....	15
2.1 Экологическая политика и экологическая безопасность.....	15
2.2 Понятие экологического риска, показатели его тестирования и оценки.....	17
Глава 3. Система управления и контроля качеством окружающей среды в Республике Беларусь.....	25
3.1 Система органов управления качеством окружающей среды в Республике Беларусь.....	25
3.2 Организационно-правовой и экономический механизмы реализации экологической политики в Республике Беларусь.....	28
3.3 Правовое регулирование нормирования и нормативов качества окружающей среды.....	43
3.4 Нормирование качества окружающей среды и допустимого воздействия на нее.....	48
Глава 4. Структура нормативов и показателей окружающей среды.....	50
4.1 Структура нормативов окружающей среды.....	50
4.2 Показатели нормативов качества компонентов окружающей среды.....	55
Глава 5. Санитарно-гигиенические нормативы качества воздуха.....	58
5.1 Гигиенические проблемы, связанные качеством атмосферного воздуха.....	58
5.2 Гигиеническое нормирование качества воздуха.....	59
5.2.1 Методология, принципы и методы гигиенического нормирования загрязнений атмосферного воздуха.....	59
5.2.2 Покомпонентная классификация нормативов качества воздуха.....	61
5.2.3 Интегральное нормирование уровня опасности загрязнения атмосферного воздуха.....	62
Глава 6. Санитарно-гигиенические нормативы качества вод.....	64
6.1 Гигиенический критерий качества вод и его роль в предотвращении воздействия на здоровье и условия жизни населения.....	64
6.2 Структура нормативов качества вод.....	65
6.3 Принципы гигиенического нормирования качества вод.....	67

6.4 Гигиеническое нормирование качества вод централизованных систем питьевого водоснабжения .....	69
6.5 Гигиеническое нормирование качества вод нецентрализованных систем питьевого водоснабжения. ....	71
6.6 Нормирование качества вод водных объектов рыбохозяйственного водопользования.....	73
Глава 7. Санитарно-гигиенические нормативы качества почв .....	74
7.1 Гигиенический критерий загрязнения почвы .....	74
7.2 Пути воздействия почвы на здоровье и условия жизни населения .....	75
7.3 Структура нормативов качества почв .....	76
7.4 Гигиеническое нормирование содержания химических веществ в почве .....	77
7.5 Комплексные показатели химического загрязнения почв.....	80
7.6 Структура санитарно-биологических нормативов и показателей качества почвы .....	80
Глава 8. Санитарно-гигиенические нормативы качества пищевых продуктов растительного и животного происхождения.....	83
8.1. Гигиенический критерий качества пищевых продуктов и экологические проблемы питания.....	83
8.2. Структура нормативов качества продуктов питания .....	85
8.3. Нормирование содержания радионуклидов в пищевых продуктах .....	86
8.4. Нормирование содержания консервантов в пищевых продуктах .....	88
8.5. Нормирование содержания металлов .....	88
8.6. Нормирование содержания пестицидов, хлорированных циклических и, полихлорированных бифенилов, дибенздиоксинов и дибензфуранов, нитросоединений.....	92
8.6.1 Нормирование содержания пестицидов .....	93
8.6.2 Нормирование содержания нитросоединений.....	95
8.7. Нормирование содержания микотоксинов, бактерий, гельминтов, вирусов и генетически модифицированных продуктов.....	96
8.7.1 Нормирование микотоксинов .....	96
8.7.2 Нормирование содержания бактерий, гельминтов и вирусов.....	97
8.7.3 Нормирование содержания генетически модифицированных продуктов (ГМП).....	98
Глава 9. Нормативы воздействия окружающей среды на человека .....	100
9.1 Структура факторов воздействия окружающей среды на человека и необходимость их нормирования .....	100
9.2 Нормативы факторов физического воздействия окружающей среды. ....	101
9.2.1 Нормативы природных факторов физического воздействия .....	102
9.2.2 Нормативы антропогенных факторов физического воздействия .....	103
9.2.2.1 Нормативы механического воздействия окружающей среды на человека (акустического и вибрационного полей).....	103
9.2.2.2 Нормативы оптического воздействия окружающей среды .....	106
9.2.2.3 Нормативы ионизирующего излучения.....	110
9.3 Нормативы факторов химического воздействия окружающей среды .....	112

9.3.1 Нормативы химического воздействия воздушной среды жилых и общественных зданий.....	112
9.3.2 Нормативы химического воздействия полимерсодержащих строительных материалов и конструкций в жилых и общественных зданиях .....	114
9.4 Нормирование биологических факторов воздействия.....	115
Литература .....	116

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Учебное издание

Шевцова Наталия Сергеевна  
Шевцов Юрий Леонидович  
Бацукова Наталья Леонидовна  
Ясовеев Марат Гумерович  
Чистенко Григорий Николаевич  
Колосовский Андрей Анатольевич

СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Учебное пособие

*Ответственный за выпуск*

*Корректор*

*Техническое редактирование*

*Компьютерная верстка*

*Дизайн обложки*

*Подписано в печать      Бумага офсетная*

*Тираж 100 экз. Заказ*

*ЛИ №*

*ЛИ №*

**Практические занятия  
по курсу «Стандартам качества окружающей среды».**

**Тема: 1. Стандарты качества окружающей среды - основа экологической политики в Республике Беларусь (2 часа) Стр. 18 -35.**

**Вопросы:**

- 1. Понятие экологического риска, показатели его тестирования и оценки.**
- 2. Уровни управления экологической безопасностью.**
- 3. Пути обеспечения реализации экологической политики в Республике Беларусь.**

**1. Понятие экологического риска, показатели его тестирования и оценки.**

Экологический риск – это вероятность наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для окружающей среды и вызванных негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера. Понятие экологического риска включает также вероятностный характер возникновения и проявления опасности негативных последствий планируемой деятельности с учетом медико-биологических, социально-экономических, психологических и иных факторов.

Концепция риска основывается на следующих основных положениях:

- любому воздействию соответствует определенный уровень риска;
- риск является мерой опасности, связанной с планируемой или осуществляемой деятельностью;
- для риска могут быть установлены величины максимально допустимого и приемлемого риска;
- факторы риска могут характеризоваться синергетическим эффектом;
- оценка риска позволяет реализовать механизм управления риском.

С учетом особенностей и продолжительности воздействия экологический риск предполагает проведение оценки вероятностных последствий, которые могут выражаться в ущербе для здоровья населения и состоянии экосистем.

Под ущербом понимают фактические или возможные социально-экономические потери (отклонение показателей здоровья человека от среднестатистического значения; нарушение процесса нормальной хозяйственной деятельности; возможность утраты того или иного ресурса и т.д.) или ухудшение природной среды вследствие этих потерь.

Прогнозируемый ущерб для оценки последствий антропогенного воздействия на окружающую среду преимущественно оценивается в стоимостном выражении. Однако такая стоимостная оценка ущерба является приблизительной, не позволяет оценить ущерб для всех категорий населения и по всем видам воздействий.

Оценка риска включает ряд стадий, содержание которых зависит от особенностей источника риска и объектов воздействия. В общем случае процедура оценки состоит из следующих этапов:

- определение источников, факторов риска с учетом степени их приоритетности;

- собственно оценка риска;

- разработка системы мероприятий по управлению риском (снижению).

В зависимости от специфики объекта (природно-промышленная составляющая окружающей среды, экосистема и человек), подверженного риску воздействия, определяются особенности процедуры проведения его оценки.

Для природно-промышленной составляющей окружающей среды величина риска определяется степенью (кратностью) превышения предельной нагрузки.

Для экосистем окружающей среды риск может характеризоваться степенью изменения биоразнообразия, продуктивности, структуры сообществ и популяций.

Для человека воздействие может характеризоваться индивидуальными и коллективными (социальными) рисками. При этом риски, связанные с угрозой здоровью людей тесно связаны с экологическими, и рассматриваются совместно.

На основании исследований, проведенных экспертами Агентства по защите окружающей среды США (EPA), была определена структура наиболее значимых факторов экологического риска:

- глобальное изменение климата;
- истощение озонового слоя;
- изменение компонентов окружающей среды;
- снижение уровня биоразнообразия.

В составе доминирующих факторов риска, определяющих состояние здоровья людей, выделены следующие:

- загрязнение атмосферного воздуха;
- накопление радиоактивного радона в помещениях;
- загрязнение воздуха в жилых и производственных помещениях;
- загрязнение почв и вод пестицидами;
- истощение озонового слоя.

Наиболее сложной после выявления источников возникновения рисков является оценка вероятности возникновения неблагоприятных событий. Одним из способов оценки аварийного риска при чрезвычайной ситуации является определение частоты наступления неблагоприятного события. Для ее идентификации используется вероятностный метод. Он базируется на рассмотрении цепочки событий, позволяющих проследить последовательность возникновения чрезвычайной ситуации. При этом устанавливается перечень факторов, которые сами или в определенных сочетаниях способны вызвать неблагоприятное событие. Далее осуществляется прогноз вариантов развития чрезвычайных ситуаций. Для

каждого сценария экспертами рассчитывается вероятность возникновения события и дается его оценка по шкале Хантера (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Соотношение между качественной характеристикой возможности события и его вероятностью (шкала Хантера)

Качественная характеристика возможности события Вероятность

1. Событие является достоверным или гипотезу о нем можно считать весьма правдоподобным 1
2. Событие не может считаться достоверным, но гипотеза о нем считается правдоподобной 10-1
3. Гипотеза о событии представляется неправдоподобной, однако ее нельзя исключить 10-2
4. Событие вероятно не произойдет, согласно имеющимся данным его надо считать невероятным, однако эти данные вызывают сомнения 10-3
5. Данные о событии являются надежными, но гипотеза о том, что оно произойдет, является неправдоподобной 10-4
6. Гипотеза о событии в высшей степени неправдоподобна 10-5
7. Событие физически возможно, но почти наверняка не произойдет 10-6
8. С учетом всех имеющихся данных событие надо считать физически невозможным 0

При экспертной оценке вероятности используются оценочные шкалы, градация которых сопровождается качественной характеристикой. При этом для оценки риска необходимо располагать оценками вероятности возникновения ситуации и ущерба (последствий), что вызывает необходимость одновременного использования двух соответствующих шкал. В таблицах 2.2 и 2.3 приведен пример такого подхода, предполагающий использование шкалы вероятности из пяти, а шкалы ущерба – из четырех градаций.

Таблица 2.2

Качественная и количественная оценка вероятности события

Качественная оценка вероятности события	Качественное определение	Количественная оценка вероятности события
Частое	Событие происходит достаточно часто на протяжении времени существования системы	более 0,1
Вероятное	Событие происходит несколько раз на протяжении времени существования системы	менее 0,1, но более 0,01
Возможное	Событие происходит в среднем один раз на протяжении времени существования системы	менее 0,01, но более 0,001
Редкое	Событие вряд ли произойдет за время существования системы, но его нельзя исключать из рассмотрения	менее 0,001, но более 10-6

Невероятное Событие весьма неправдоподобно; можно полагать, что оно не произойдет за все время существования системы менее 10-6

Таблица 2.3

Оценка риска по результатам оценки вероятности и последствий возникновения события

Ущерб (тяжесть последствий)	Вероятность (частота) события				
	Частое	Вероятное	Возможное	Редкое	Невероятное
Катастрофический	1	2	6	8	9
Критический	3	5	7	10	15
Незначительный	4	11	12	14	17
Пренебрежимо малый	13	16	18	19	20

Используя таблицу 2.3, можно дать оценку риска, учитывающего как вероятность события, так и его последствия. При этом риск будет исключительно высоким, если его оценка в пределах 1-3, высоким – при 4-8, средним – при 9-13, низким – при 14-20.

На практике для оценки риска здоровья человека используются два подхода. В основе первого положена система медико-биологических показателей, определяющих уровень фактического или прогнозируемого изменения состояния здоровья населения (заболеваемость, инвалидность и др.). Второй подход является экологическим и обусловлен риском проявлением влияния загрязнения окружающей среды на здоровье человека.

Оценка риска здоровья человека на основе медико-биологических показателей производится с учетом специфики занятости населения, определяющей наличие индивидуального и профессионального риска.

Индивидуальный риск – определяется как вероятность наступления негативных последствий (болезни, летального исхода) для человека, который в течение продолжительного времени или постоянно находился в зоне воздействия неблагоприятных факторов. Для количественного определения индивидуального риска необходимо наличие информации об уровне неблагоприятности условий для организма человека, территории их проявления и периоде их действия. Определение индивидуальных рисков производится как при прогнозировании опасных природных явлений, так и в чрезвычайных ситуациях антропогенного генезиса.

Оценка индивидуального риска, кроме первого этапа, идентичного для определения всех видов риска, включает:

- оценку характера воздействия, включая описание природных условий, видов и способов воздействия, путей проникновения загрязняющих веществ в организм человека, географии распределения различных видов воздействия и специфики природных условий, влияющих на закономерности распределения и аккумуляции загрязняющих веществ, определение количественных показателей воздействия;

- определение характеристики риска на основе данных о наличии корреляционной связи между величиной воздействия (дозой) и реакцией организма (оценка взаимосвязи «доза-эффект»).

Имея данные по суточной дозе и корреляционной связи зависимости «доза – эффект», можно дать количественную оценку индивидуального риска. Однако, большую сложность представляет установление количественных закономерностей между суточной дозой и вероятностью возникновения ущерба для здоровья человека. Такие данные получают в ходе токсикологических тестов на животных с их последующей экстраполяцией на человека.

Однако количественное выражение зависимости «доза-эффект» принципиально отличается для неканцерогенных и канцерогенных веществ. Установлено, что при оценке риска для первой группы токсических веществ определяющей является концепция их порогового действия и используют так называемые референтные концентрации. При их действии не наблюдается отклонений в состоянии здоровья человека в течение всего периода жизни. Указанные дозы рассчитываются в зависимости от пути поступления загрязняющих веществ и периодов их действия.

При оценке зависимости «доза-эффект» для канцерогенов основываются на концепции отсутствия порога действия, т.е. любой дозе соответствует определенный уровень риска. Основным параметром для расчета индивидуального риска в этом случае является фактор наклона, который является коэффициентом пропорциональности между среднесуточной дозой и вероятностью возникновения онкологических заболеваний у человека. Показатели индивидуального риска рассчитываются для всех канцерогенных веществ с учетом путей их поступления в организм человека. При этом суммарный индивидуальный риск воздействия канцерогенов определяется как сумма показателей индивидуального риска по всем веществам и путям его проникновения в организм.

Профессиональный риск характеризует масштаб воздействия в направлении идентификации численности населения, подверженного воздействию в результате профессионального контакта с объектом, являющимся источником опасности. Уровень профессионального риска определяется числом пострадавших в результате воздействия антропогенных факторов. Количественно он выражается в виде произведения индивидуальных рисков на число людей, которые могут быть подвержены воздействию.

Результаты оценки рисков являются основой для принятия решений по изменению технологии добычи и использования природных ресурсов, эффективности функционирования очистных сооружений и состояния окружающей среды. В то же время для адекватного принятия решения необходимо найти компромисс между медико-экологическими факторами, целью которых является минимизация негативного влияния на окружающую среду включая состояние здоровья населения и социально-экономическими, приоритетом которых является экономическая прибыль и уровень жизни

населения. Таким интегральным показателем является уровень приемлемого риска, при котором экологический риск и риск для здоровья населения, обусловленный воздействием объекта и социально-экономическими факторами минимален. Его величина определяется отношением уровня ожидаемого ущерба к прибыли от создания и эксплуатации систем безопасности. При значении показателя в интервале 0 – 0,2 риск считается несущественным, 0,2 – 0,5 – приемлемым, 0,5 – 1,0 – критическим, более 1,0 – не допустимым.

На основе результатов оценки риска осуществляется управление им путем разработки мер, направленных на его минимизацию, с учетом уровней необходимых материальных затрат на их реализацию.

Оценка риска производится для того, чтобы посредством эффективного управления им добиться максимального снижения негативного воздействия на окружающую среду, минимизируя необходимые финансовые затраты. В связи с этим управление риском включает систему организационно-правовых и экономических инструментов экологической политики, использование которых позволит максимально снизить воздействие с учетом влияния социально-экологических факторов. При этом нормативные правовые акты являются основой административного (организационного) регулирования экономических механизмов, контроля их выполнения.

В общем виде под управлением риском понимается процесс рационального распределения затрат на снижение различных видов риска в условиях ограниченности материальных ресурсов общества, обеспечивающий достижение таких уровней безопасности населения и окружающей среды, какие только возможны при существующих экономических и социальных условиях.

К общим принципам управления риском относятся:

- принцип оправданности практической деятельности (деятельность не может быть разрешена, если выгода от нее ниже или на уровне вызываемого ею ущерба);
- принцип оптимизации защиты (деятельность персонала предприятия и населения);
- принцип интегральной оценки опасностей (совокупный эффект от различных видов воздействия);
- принцип устойчивости экосистем (не должны превышать предельно допустимые нагрузки).

Для практической реализации принципов управления риском используют подход, основанный на дифференциации шкалы рисков на: области предельно допустимого и приемлемого (пренебрежимо малого) риска. Значения приемлемого риска не превышают 10-6, а предельно допустимого – выше указанной границы.

Концепция абсолютной безопасности до недавнего времени была фундаментом, на котором строились нормативы безопасности во всем мире. Для предотвращения аварий внедрялись дополнительные технические

устройства - инженерные системы безопасности, принимались организационные меры, обеспечивающие высокий уровень дисциплины, строгий регламент работы. Считалось, что такой подход позволяет исключить любую опасность для населения и окружающей среды и обеспечит абсолютную безопасность, т. е. нулевой риск.

В настоящее время из-за беспрецедентного усложнения производств и появления принципиально новых технологий, возросшей сети транспортных и энергетических коммуникаций концепция абсолютной безопасности признана несостоятельной.

Большинство видов деятельности человека в производственной и непроизводственной сферах сопряжены, с использованием энергии и сложных технических систем, состояние защиты от которых оценивается степенью надежности и эффективности безопасности технических систем. В связи с этим, существует необходимость их постоянной оптимизации, обязательным элементом которой является увеличение объемов средств, регулярно направляемых для совершенствования механизмов по предотвращению чрезвычайных ситуаций. Однако, это ведет к необходимости сокращения финансирования ряда социальных программ, что, повлечет снижение средней продолжительности жизни человека и ее качества.

В связи с этим общество осознало невозможность создания «абсолютной безопасности» (нулевого риска) в реальной действительности, и обратилось к необходимости достижения такого уровня риска от опасных факторов, который можно рассматривать как «приемлемый». Его уровень должен быть обоснован на основе кумулятивного эффекта действия экономических и социальных факторов. «Приемлемым» считается риска от факторов опасности хозяйственной деятельности в случае, если его вероятность реализации или возможный ущерб настолько незначительны, что общество ради получаемой при этом выгоды готово осуществлять указанную деятельность.

## **2. Уровни управления экологической безопасностью.**

Выделяются следующие *уровни управления экологической безопасностью*:

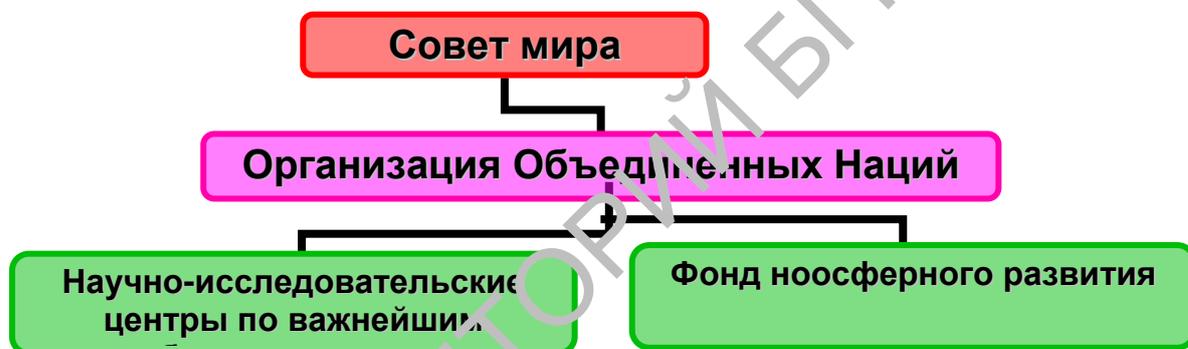
- *глобальный;*
- *региональный;*
- *локальный.*

*Глобальный уровень управления экологической безопасностью – это процесс выявления и прогнозирования глобальных (в объектов всего Земного шара) явлений и процессов в изменении состояния биосферы в целом и ее составных частей: атмосферы, гидросферы, литосферы, на основе установления соответствия состояния окружающей среды или ее компонентов со стандартами качества окружающей среды и нормативами воздействия на нее. Фотохимические процессы, состояние загрязнения*

Мирового океана, сокращение разнообразия животного и растительного мира, среднегодовой температуры поверхности Земли и т.д.

*Назначение стандартов качества окружающей среды в системе глобального контроля и управления состоянием окружающей среды заключается в регулировании уровня антропогенного воздействия с последующим формированием системы механизмов воздействия на антропогенез, в результате которых система «окружающая среда - человек» имела сбалансированный характер с хозяйственной деятельностью человека.*

*Прерогатива функции управления глобальной экологической безопасностью принадлежит: Совету мира, ООН, Научно-исследовательским центрам по важнейшим проблемам выживания человечества и Фонду ноосферного развития и др., что в первую очередь связано с громадными затратами на научные исследования охраны окружающей среды в системе эволюции биосферы и ее составляющих элементов (рис. 1, рис. 2).*



*Рис.1 Организационная структура управления глобальными экологическими процессами.*



*Рис.2 Организационная структура управления по сохранению и восстановлению экосистем.*

**Методы управления этого уровня** включают: принятие международных актов по защите окружающей природной среды, на основе которых разрабатываются единые, унифицированные стандарты качества окружающей среды и нормативы воздействия на нее, происходит реализация совместных межгосударственных экологических и других глобальных программ и проектов, создание межправительственных сил и средств быстрого реагирования в случае необходимости ликвидации экологических катастроф, связанных с действием как природных, так и антропогенных факторов.

Для решения глобальных экологических проблем **необходима унификация правового межгосударственного поля**, на основе которого проводится **унификация всех видов стандартов качества окружающей среды и определение нормативов воздействия** (для сохранения количественного и качественного биоразнообразия на Земле; качества атмосферы, гидросферы, топливно-энергетических и минеральных ресурсов и т.д.). Изучение устойчивости природных комплексов Арктики и Антарктики как естественных зон, не затронутых хозяйственным освоением, является основой для разработки нормативов воздействия на окружающую среду с целью дальнейшего прогнозирования направления развития трансформированных зон и участков биосферы по сравнению с ненарушенными ее областями

**Важнейшим методом управления глобальной экологической безопасностью после правового поля** в условиях экологического кризиса, является **экономический механизм**, необходимый для реализации концепции коэволюции человека и природы. Параллельно необходимо проведение демографической политики, направленной на стабилизацию роста численности населения.

**Методы управления на региональном уровне** включают: разработку международных актов по защите окружающей природной среды в пределах крупных географических, экономических зон, иногда территорий нескольких государств, объединенных региональной спецификой, для которых разрабатываются единые, стандарты качества окружающей среды и нормативы воздействия на нее, на основе которых происходит реализация совместных экологических программ и проектов, создание системы сил и средств быстрого реагирования для ликвидации экологических катастроф природно-антропогенного характера (Западная и Восточная Европа, Азия).

На **региональном уровне** важнейшими составляющими **звеньями системы управления экологической безопасностью** являются:

- экологизация экономики, ключевым элементом которой является система внедрения единых стандартов качества окружающей среды и нормативов воздействия на нее;
- уровень экономического развития, который не должен превышать темпов восстановления ресурсов и качества окружающей среды,

- новейшие малоотходные, безотходные и экологически безопасные технологии,

- рациональное и сбалансированное использование природных ресурсов в пределах возможности их возобновления и комплексного использования не возобновляемой части природно-ресурсного потенциала,

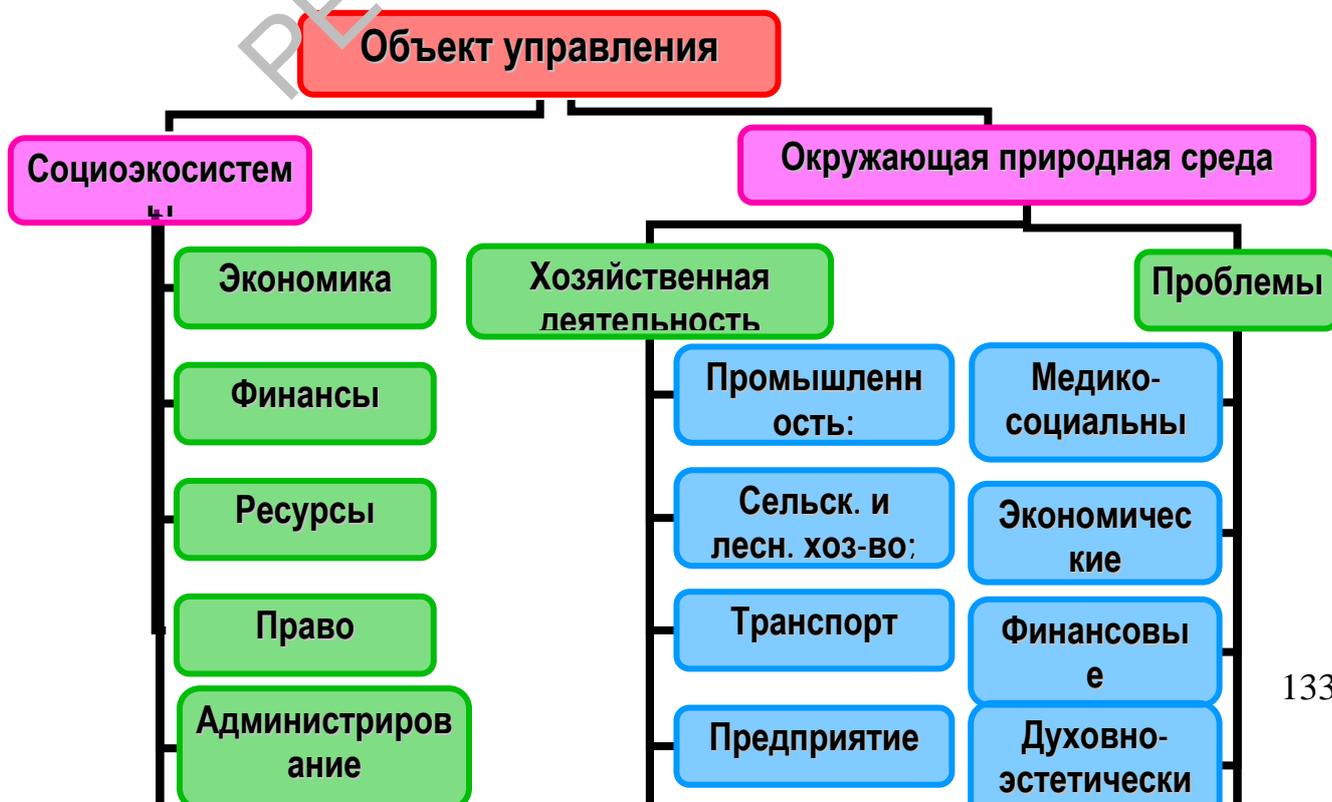
- создание условий для реализации экологической сертификации.

Для реализации поставленных существует система **управления экологической безопасностью различных уровней (рис. 3)**.

Важнейшим инструментом реализации системы управления экологической безопасностью на **локальном уровне** является **экологический анализ**. Это процедура дифференциации природного процесса или предмета хозяйственной деятельности на составные элементы для определения уровня отрицательного воздействия природного объекта или антропогенной деятельности на окружающую среду в результате идентификации данных мониторинга с системой стандартов качества для последующей разработки механизма устранения этого загрязнения или неблагоприятного воздействия.

**Локальный уровень** включает отдельные города, районы, предприятия всех видов обрабатывающей промышленности. Механизм управления экологической безопасностью осуществляется администрацией отдельных городов, районов, предприятий, АПК с привлечением соответствующих служб, ответственных за санитарное состояние и природоохранную деятельность. На локальном уровне решаются конкретные проблемы, которые определяют возможность достижения цели управления экологической безопасностью регионального и глобального уровня.

Однако, достижение целей управления экологической безопасностью окажется невозможным в случае нарушения принципа передачи объективной информации от локального к региональному и глобальному уровням.



**Рис.3. Схема управления экологической безопасностью.**

### **3. Пути обеспечения реализации экологической политики в Республике Беларусь.**

Основной целью экологической политики Республики Беларусь является обеспечение экологически безопасных условий для проживания людей, рациональное использование и охрана природных ресурсов, выработка правовых и экономических основ охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущих поколений.

Основными направлениями работы по реализации государственной экологической политики являются: совершенствование природоохранного законодательства с целью создания более четкой нормативной базы в области охраны окружающей среды, внедрение эффективных методов управления и контроля за охраной окружающей среды; создание целостной системы финансирования природоохранных мероприятий; совершенствование системы органов управления и экологического контроля; реализация программы экологической подготовки кадров, повышение экологической культуры населения; развитие международного сотрудничества и более активное использование мирового опыта в решении экологических проблем. Все эти положения закреплены «Концепцией государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды» (утверждена Верховным Советом Республики Беларусь 06.09.1995 г.)

В соответствии с принципами и рекомендациями Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), в Республике Беларусь разработана Национальная стратегия устойчивого развития, в основе природоохранной деятельности в которой положена концепция о единстве взаимодействия блоков, обеспечивающих охрану окружающей среды и рациональное использование природно-ресурсного потенциала. Кроме того, указанные составляющие следует рассматривать одновременно и как неотъемлемую часть процесса общего социально-экономического развития, в котором природопользование должно осуществляться такими методами и в таких масштабах, которые обеспечивают необходимый уровень развития экономики при непрременном условии обеспечения возможностей сохранения благоприятной окружающей среды и использования природно-ресурсного потенциала не только для настоящего, но и для будущих поколений.

Основопологающим нормативным актом в сфере охраны природы является Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» (1992 г.). Этим законом закреплены: цели, принципы и правовые основания природоохранной деятельности, круг подлежащих охране природных ресурсов, объектов и комплексов, права и обязанности граждан и общественных объединений по охране окружающей среды, система экологического просвещения, воспитания и образования, государственное регулирование и управление в этой сфере, экономический механизм охраны

окружающей среды, государственная система наблюдений за ее состоянием и кадастрового учета природных ресурсов, определены вопросы нормативно-технического и научного обеспечения природоохранных мероприятий. Законом предусматриваются также проведение экологической экспертизы и участие в ней независимых групп специалистов по инициативе общественных объединений, граждан. Заключение общественной экологической экспертизы учитываются органами, осуществляющими государственную экологическую экспертизу. В Беларуси приняты также законы об охране земельных и лесных угодий, водных источников, атмосферного воздуха, животного мира и др.

Важным рычагом осуществления государственной природоохранной политики в стране является проведение **государственной экспертизы** проектов на строительство или реконструкцию предприятий. В системе Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды функционирует специализированная **инспекция по государственной экологической экспертизе**. В структуре областных и Минского городского комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды также есть отделы по государственной экологической экспертизе проектов.

**Проведение государственной экологической экспертизы** в Беларуси, также регулируется **«Законом Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе» от 18 июня 1993 г.**, в котором определены цели государственной экологической экспертизы, ее место в системе принятия решений, устанавливаются общие порядок организации и проведения экспертизы, права и обязанности сторон, порядок обжалования заключений и рассмотрения споров.

Ежегодно специализированными экспертными подразделениями Минприроды рассматривается около 4500 проектных материалов на строительство, реконструкцию и техническое перевооружение объектов хозяйственной деятельности. Около 30 % рассмотренной проектно-сметной документации отклоняется в связи с недостаточной проработкой проектных решений по охране природы. Чаще всего это касается проектов на строительство объектов теплоэнергетики и промышленных предприятий в крупных городах.

**Закон Республики Беларусь «Об отходах производства и потребления» от 25 ноября 1993 г.** регулирует вопросы образования, хранения, утилизации (захоронения) твердых, опасных и радиоактивных отходов. Этот закон создает юридические предпосылки для предотвращения или уменьшения отрицательного влияния отходов на окружающую среду и человека при обращении с ними и максимальному вовлечению их в хозяйственный оборот в качестве дополнительного источника сырья.

В системе государственных регуляторов охраны окружающей среды определяющая роль принадлежит **стандартам качества окружающей среды или нормативам**, структура и система нормирования которых определяются положениями **Закона Республики Беларусь «О техническом**

**нормировании и стандартизации» от 5 января 2004 г.** К ним, в первую очередь, относятся: допустимые уровни содержания вредных веществ в компонентах природной среды, которые обычно выражаются в форме предельно допустимых концентрациях (ПДК) для воздушной, водной среды, почв и регламентируются через лимиты выбросов (сбросов). **Качество атмосферного воздуха постоянно контролируется по 543 загрязнителям, водных источников - по 1373.**

**Государственное регулирование в области нормирования и стандартизации включает:**

- определение и реализацию в области единой государственной политики в области нормирования и стандартизации,
- формирование и реализацию программ разработки государственных стандартов,
- установление единого порядка разработки и утверждения технических нормативов и государственных стандартов,
- координацию разработки технических нормативов и государственных стандартов,
- установления порядка официального издания технических нормативов и государственных стандартов
- установление порядка официального толкования по вопросам применения технических нормативов и государственных стандартов.

**Государственное регулирование и управление в области нормирования и стандартизации** осуществляется Президентом Республики Беларусь, Советом Министров Республики Беларусь, Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь и иными законодательными органами в соответствии с Законодательством Республики Беларусь.

Полномочия Президента и Совета Министров Республики Беларусь носят законодательный характер.

**Полномочия Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь** в области нормирования и стандартизации:

- осуществляет реализацию государственной политики,
- осуществляет общую координацию разработки технических нормативов и государственных стандартов,
- устанавливает порядок разработки, утверждения, государственной регистрации, проверки, пересмотра, изменения, отмены, уведомления об этом, применения, опубликования технических нормативов и государственных стандартов,
- осуществляет государственный надзор за соблюдением требований технических нормативов и государственных стандартов,
- участвует в работе по международной и межгосударственной стандартизации,
- предоставляет субъектам технического нормирования и стандартизации право на использование знаков, соответствующих государственным стандартам,

- создает и ведет Национальный фонд нормативно-правовых актов в области нормирования и стандартизации.

На основании результатов установления соответствия между состоянием окружающей среды и стандартами качества осуществляется решение вопросов охраны окружающей среды при природопользовании через **экономический механизм**. Основными экономическими рычагами являются:

- льготное кредитование природоохранной деятельности;
- лимиты на негативные воздействия на природную среду;
- налоги и другие платежи за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ;
- возмещение в установленном порядке вреда, причиненного окружающей среде.

При этом, размеры налогообложения и платежей зависит не только от установленного объема выбросов или сбросов загрязняющих веществ в природные системы, но и от соблюдения природопользователем этого лимита. Платежи за сверхнормативные выбросы загрязняющих веществ увеличиваются в 3-5 кратном размере по отношению к ранее установленным лимитам. В то же время платежи за отрицательное воздействие на окружающую среду в пределах установленных лимитов включают в себестоимость продукции, а сверхлимитные - выплачиваются из прибыли природопользователя.

Платежи за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, за размещение отходов, штрафы за нарушение природоохранного законодательства и средства, полученные за возмещение ущерба, причиненного природной среде, поступают в Республиканский фонд охраны природы.

**В системе инвестирования природоохранной деятельности** все мероприятия по охране окружающей среды, включая строительство очистных сооружений, приобретение приборов контроля, как правило, финансируются за счет собственных средств природопользователя. Строительство общегородских очистных сооружений, **региональных природоохранных мероприятий финансируется из местных бюджетов. Осуществление государственных научно-технических и других природоохранных программ и мероприятий финансируется из средств государственного бюджета и Республиканского фонда охраны природы.**

**В Республике Беларусь сложилась целостная система программирования мероприятий по охране окружающей среды и прогнозированию ее состояния.** Наиболее масштабными и характерными в этом плане являются: **«Национальная программа рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды», Государственная научно-техническая программа «Природопользование и охрана окружающей среды», упоминавшаяся «Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь» на период до 2010 г.** Кроме того, широко практикуются разработка и реализация программ и

комплексных проектов по решению конкретных проблем в области охраны окружающей среды.

Как достижение следует рассматривать создание в Беларуси *широкой сети особо охраняемых природных территорий; восстановление нарушенных хозяйственной деятельностью природных объектов; увеличение до 36 % удельного веса лесистости территорий; развитие мощного потенциала экологической науки и успешное решение многих других вопросов.*

В *глобальном масштабе*, учитывая высокую степень освоенности природных территорий и ресурсов и сложившуюся в связи с этим экологическую ситуацию, основной комплекс проблем сохранения биологического разнообразия природы может быть решен благодаря научно обоснованной *системе особо охраняемых природных территорий и объектов*. В связи с этим в Республике Беларусь в соответствии со **ст.40 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» 20 октября 1994 г. был принят специальный Закон Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях и объектах (ООПТ)»,** согласно которому в пределах ООПТ экологические интересы имеют приоритет перед экономическими. Для реализации этого тезиса в настоящее время разрабатываются нормативы нагрузок на различные виды особо охраняемых природных объектов с учетом особенностей видового состава растительного и животного мира.

В настоящее время сеть особо охраняемых природных территорий в Беларуси включает: 1 заповедник, 4 национальных парка (общая их площадь 417615 га, или 2 % территории страны, в них работает около 1800 чел.), 82 заказника и 162 памятника природы. Общая площадь ООПТ- 1,2 млн. га, или 5,9 % площади страны. Сеть ООПТ формируется на основе Схемы рационального размещения охранных территорий Республики Беларусь, утвержденной постановлением Кабинета Министров РБ №132 от 13 марта 1995 г. Во исполнение своих обязательств, вытекающих из ратифицированной в 1993 г. Беларусью «Конвенции о биологическом разнообразии» (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) разработаны и реализуются «Национальная стратегия и План действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь» (одобрены в 1997 г. правительством).

В Беларуси в настоящее время функционируют 4 основных общественных объединения: Белорусское общество охраны природы (БООП), Белорусское общество охотников и рыболовов (БООР), Белорусское молодежное экологическое движение «Белая Русь», Белорусский социально-экономический союз (контролирует негативные последствия чернойбыльской катастрофы).

*Большое внимание в Республике Беларусь уделяется международному сотрудничеству в области охраны окружающей среды.* Беларусь на постоянной основе поддерживает контакты с межправительственными организациями:

- ООН по окружающей среде,

- Всемирной метеорологической организацией,
  - Всемирной организацией здравоохранения,
  - Европейской экономической комиссией ООН по проблемам окружающей среды и водным ресурсам,
  - Исполнительными органами Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния,
  - Международной справочной системой источников информации по окружающей среде (ИНФОТЕРРА) и другими.
- Таким образом, основным механизмом государственного регулирования состояния окружающей среды являются стандарты качества окружающей среды и воздействия на нее.

**Тема 2. Санитарно-гигиенические стандарты качества воздуха (2 часа),**

**Вопросы:**

**1. Глобальные экологические проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха**

**2. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха.**

**2.1. Источники загрязнения природного происхождения.**

**2.2. Техногенные источники загрязнения атмосферного воздуха.**

**2.2.1. Электростанции и теплоэлектроцентрали.**

**2.2.2. Промышленные предприятия.**

**2.2.3. Автомобильный и другие виды транспорта.**

**2.2.4. Агропромышленный комплекс.**

**1. Глобальные экологические проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха**

В последние десятилетия сформировалось устойчивое мнение о глобальном характере загрязнения атмосферного воздуха и обозначились связанные с этим основные глобальные экологические проблемы.

В числе первых можно назвать проблему трансграничного (и транс-континентального) переноса загрязнений атмосферного воздуха, источник которых расположен на территории иностранного государства.

Перенос загрязняющих веществ природного происхождения (вулканическая пыль, степные пыльные бури) с атмосферным воздухом имел место всегда. Однако в последние десятилетия проблема трансграничного переноса привлекла внимание международного сообщества в связи с нарастанием выбросов в атмосферный воздух химических веществ из антропогенных источников. В 1979 г. в рамках Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН была принята «Совместная программа наблюдений и оценки переноса загрязняющих веществ в Европе» (ЕМЕП). Программа дает возможность

регулярно оценивать концентрации в воздухе, объемы и распределение плотности выпадений контролируемых веществ на территориях и акваториях 49 государств-участников Конвенции. В ней рассматриваются суммарные трансграничные выпадения, а также их доли от конкретных стран — сторон Конвенции. В суммарные трансграничные выпадения включают выпадения от национальных источников, от источников в государствах-участниках Конвенции и других странах, от природных источников (вулканов, морей).

На Европейской территории России (ЕТР) в 2002 г. за счет западного переноса из Западной Европы, Прибалтийского региона, Украины выпало 3321 т тяжелых металлов — свинца, ртути, кадмия, более 23 т стойких органических соединений — бенз(а)пирена, полихлорированных бифенилов, диоксинов, фуранов и других веществ, которые подпадают под действие Конвенции. Установлено, что суммарные выпадения свинца на ЕТР составили 3195 т, в том числе 1731 т за счет трансграничных переносов западными ветрами и 1464 т от российских источников. Наибольший вклад в трансграничный перенос свинца приходится на Украину — 89,8 т, Польшу — 61,5 т, Италию — 46,2 т, Румынию — 43 т. Кадмия выпало на ЕТР 99,1 т, из них 65,0 т за счет трансграничных переносов. Выпадения ртути на ЕТР в сумме составили в 2002 г. 26,9 т, из них 23,3 т за счет трансграничных переносов. По данным ЕМЕП, в 2002 г. бенз(а)пирена выпало 18,9 т, из них 12,45 т за счет трансграничных переносов. Поступление полихлорированных бифенилов колеблется от 0,1 до 4 г/км<sup>2</sup>. Наибольшие их выпадения отмечены на территориях севера России, при этом из 4,3 т на долю трансграничных переносов приходится 60%. В том же году в результате трансграничного переноса на почву и акватории ЕТР выпало около 2 млн т оксидов серы и азота. Эти соединения, реагируя с тяжелыми металлами и высокотоксичными органическими соединениями, увеличивают их подвижность в почве, водах и донных осадках, а также вызывают их подкисление. В то же время более 60% серы, которая поступает в атмосферный воздух в пределах ЕТР, переносится на восток — в Уральский регион и Сибирь.

В последующем в дополнение в Конвенции были приняты протоколы об ограничении выбросов летучих органических соединений (ЛОС), о дальнейшем сокращении выбросов серы или их трансграничных потоков, протокол об ограничении выбросов оксидов азота. Россия активно участвует в реализации этих важных документов. В Федеральном законе «Об охране атмосферного воздуха» (2004) в статье 20 говорится о том, что в целях уменьшения трансграничного загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов загрязняющих веществ, расположенными на территории России, Российская Федерация обеспечивает проведение мероприятий по уменьшению выбросов, а также осуществляет иные меры в соответствии с международными обязательствами Российской Федерации в области охраны атмосферного воздуха.

С трансконтинентальным переносом техногенных загрязнений атмосферы связана и вторая глобальная проблема загрязнения атмосферы — появление так называемых кислотных дождей. Известно, что при сжигании

10 т угля с содержанием 5% серы может образовываться около 1 т диоксида серы. Наряду с этим при сжигании угля или мазута в атмосферный воздух поступают также оксиды азота. Диоксид серы и оксиды азота в атмосфере быстро вступают в химические реакции. Первый окисляется до триоксида серы, который, растворяясь в капельках атмосферной влаги, образует серную кислоту. Оксид азота окисляется до диоксида азота, после чего в результате его взаимодействия с атмосферной влагой образуется азотная кислота. Указанные кислоты и их соли обуславливают выпадение кислотных дождей. Активная реакция (рН) воды в таких дождях снижается до 2,6-3,6. В силу закономерностей глобальных переносов воздушных масс ЕТР получает значительно больше (примерно в 8 раз) кислотных дождей от наших западных соседей (Германия, Чехия, Польша), чем переносится в страны Центральной Европы с территории России. От кислотных дождей в Европе пострадало более 1/3 общей площади лесов, которым принадлежит водоохранная роль; в большой мере воздействие кислотных дождей сказывается на урожайности многих сельскохозяйственных культур. В этом проявляется косвенное влияние кислотных дождей на условия жизни человека.

Кислотные дожди агрессивны по отношению к извести, бетону и поэтому способствуют разрушению памятников архитектуры и истории, а также жилых зданий. Примеры подобного действия имеются во многих городах, особенно старых. Можно в качестве примера привести эрозию кариадид, которые украшают Акрополь в Афинах; уничтожение произведений фресковой живописи на покрытых известковым раствором стенах церквей и монастырей старых городов, например в капелле Скро-веньи в Падуе (Италия), выполненных Джотто, л. начале XIV века. Чувствительны к загрязнению атмосферного воздуха, так же изделия из мрамора. Под действием кислотных дождей кальцит в мраморе превращается в гипс, который легче поддается разрушительному действию влаги. Вследствие этого нанесен значительный ущерб таким памятникам культуры, как Парфенон, Коллизей, Тадж-Махал и др.

В России также выявлено воздействие кислотных дождей на белокаменную резьбу Рождественской и Смоленской церквей в Нижнем Новгороде, на исторические памятники в Тамбове, Мичуринске, Моршанске.

Воздействие кислотных дождей на здоровье человека может проявляться при подкислении воды водных объектов, особенно если это касается объектов, используемых для централизованного питьевого водоснабжения. Повышая подвижность тяжелых металлов в почве, воде и донных осадках, кислотные дожди способствуют вовлечению их через растения и рыбу в пищевые цепи. Это явление можно отнести к прямому (опосредованному) влиянию на здоровье человека.

Весьма важной глобальной проблемой является изменение климата в связи с так называемым парниковым эффектом (загрязнением атмосферного воздуха парниковыми газами). К парниковым газам относятся диоксид

углерода, метан, оксиды азота, хлорфторуглеводороды, перфторуглеводороды, а также гексафторид серы — побочный продукт при выплавке алюминия и один из самых сильнодействующих среди остальных.

Хлорфторуглеводороды в течение многих лет используются в холодильниках, кондиционерах и других установках в качестве так называемых хладагентов. Они могут поступать в атмосферу с выбросами производств пористых пластмасс, предприятий электронной и парфюмерной промышленности. Хлорфторуглеводороды негорючи, взрывобезопасны, химически инертны.

Парниковый эффект обуславливается тем, что солнечная энергия при достижении земной поверхности частично поглощается ею, частично отражается в пространство. При этом длинноволновое инфракрасное излучение, уходящее от Земли, поглощается диоксидом углерода атмосферы и другими парниковыми газами, что приводит к повышению температуры атмосферного воздуха. Чем больше содержится в атмосфере парниковых газов, тем больше поглощается инфракрасных лучей. Известно, что за последние десятилетия глобальный выброс диоксида углерода существенно увеличился. Специалисты отмечают, что по сравнению с XIX веком концентрации диоксида углерода в атмосферном воздухе увеличились почти на 1/3, оксидов азота — на 8%, метана — в 2 раза. В текущие годы фитопланктон океана и наземные растения способны поглотить только 44% промышленного диоксида углерода, остальная часть поступает в атмосферу. Другие соединения, способствующие развитию парникового эффекта, например метан, хлорфторуглеводороды, поглощают инфракрасное излучение в 50-100 раз интенсивнее, чем диоксид углерода. Хотя их выбросы в атмосферу существенно меньше, чем диоксида углерода, их влияние на температурный режим Земли сопоставимо с таковым диоксида углерода. При оценке парникового эффекта в качестве основной учетной единицы парниковых газов принимается тонно-эквивалент диоксида углерода, содержание в воздухе остальных парниковых газов пересчитывается к 1 т диоксида углерода через соответствующие коэффициенты. По прогнозам отечественных ученых, если темпы потребления ископаемого топлива не уменьшатся, концентрации парниковых газов будут нарастать; максимум их концентрации в атмосфере ожидается во второй половине XXII века.

Второй не менее важной стороной этой проблемы является продолжающееся уже несколько десятилетий стремительное уничтожение тропических влажных лесов в Африке, Южной Америке и Юго-Восточной Азии в связи с быстрым ростом населения и варварскими приемами лесопользования. Это обстоятельство, а также уменьшение продуктивности фитопланктона Мирового океана, связанное с загрязнением его поверхности нефтепродуктами, значительно снижают природный путь вывода диоксида углерода из атмосферы.

С парниковым эффектом связывают повышение среднегодовой температуры на планете и потепление климата, последствия которых разнообразны и до конца не оценены. По мнению некоторых ученых, при дос-

тижении содержания парниковых газов в атмосфере Земли 400-500 ppт (в настоящее время 336 ppт) произойдет потепление всей планеты на 1-1,5 °С, при содержании 600-700 ppт — на 4-5 °С. Если такой прогноз оправдается, это должно вызвать колоссальные изменения в биосфере: таяние полярных льдов, затопление больших приморских территорий, изменение водного баланса на обширных территориях, что в конечном счете неблагоприятно скажется на условиях жизни населения.

В июне 1992 г. на Международной конференции ООН в Рио-де-Жанейро была принята Рамочная конвенция об изменении климата, которая вступила в силу в 1994 г. К ней присоединилось около 200 государств мира. Россия ратифицировала указанную Конвенцию, приняв в 2004 г. соответствующий Федеральный закон. Конвенция предусматривает проведение мер по сдерживанию количественного роста антропогенных выбросов парниковых газов, согласованному снижению их доли в рамках международных обязательств и проведение специальных мероприятий, увеличивающих интенсивность поглощения отдельных газов наземными экосистемами.

В 1997 г. представителями более 150 стран к развитию Рамочной конвенции был подписан так называемый Киотский протокол, который зафиксировал конкретные обязательства промышленно развитых стран и стран с переходной экономикой (среди них и Россия) в течение 2008-2012 гг. — ограничить и сократить выбросы своих парниковых газов. В протоколе утверждается, что выполнение этих обязательств может способствовать стабилизации климатических параметров в планетарном масштабе. В феврале 2005 г. Киотский протокол ратифицирован Парламентом России, после чего он должен вступить в силу. В то же время США, на которые приходится 36% мировых выбросов парниковых газов, в 2001 г. заявили о выходе из Рамочной конвенции и стали разрабатывать свой, национальный план сокращения выброса парниковых газов.

Следующей глобальной проблемой, связанной с техногенным загрязнением атмосферного воздуха, является воздействие хлорфторуглеводородов на озоновый экран стратосферы, приводящее к образованию так называемых «озоновых дыр».

За многие века существования кислородной атмосферы Земли установилось динамическое равновесие кислорода и озона в стратосфере, а ныне существующие на Земле формы жизни адаптировались к той части спектра ультрафиолетового (УФ) излучения, которая профильтрована через озоновый экран.

Размер «озоновой дыры» над Южным полушарием в отдельные годы достигает 10 млн км<sup>2</sup>, что соответствует площади Европы. В последующие годы подобные явления меньших масштабов наблюдались над Северной Америкой и Скандинавским полуостровом. Аномалии озонового слоя в атмосфере отмечались и над территорией России. В феврале 1995 г. над Сибирью вплоть до Урала зафиксировано заметное уменьшение концентрации озона до 40% обычной.

Одной из причин образования озоновых дыр считается загрязнение атмосферы хлорфторуглеводородами. При поступлении в атмосферный воздух они, не вступая ни в какие реакции, поднимаются в стратосферу, где разрушаются жестким ультрафиолетовым излучением, освобождая атомы хлора, взаимодействующие на основе радикальных реакций с озоном. В результате озон разрушается. Таким образом нарушается многовековое природное равновесие озона и кислорода в стратосфере. Разрушению озонового слоя стратосферы способствуют также оксиды азота, образующиеся при сгорании топлива турбореактивных двигателей авиации и космических аппаратов. В результате нарушения озонового экрана коротковолновое УФ-излучение, задерживаемое им, достигает поверхности Земли и может вызвать разнообразные негативные эффекты в биосфере планеты, а в популяции человечества повысить уровень онкологической заболеваемости.

Учитывая глобальный характер проблемы озонового экрана, международное сообщество подключилось к ее решению. Первая международная конвенция по мерам сохранения озонового слоя была заключена в 1985 г. в Вене. Позднее в Монреале был подписан протокол который обязывал стран-участниц принять меры к сокращению применения и выбросов фреонов, заменив их другими хладагентами, не содержащими фтора и хлора. В результате реализации этих решений к 1996 г. выброс фреонов сократился до 160 тыс. т (к моменту принятия указанных решений в 1985 г. их выброс превышал 1 млн т).

Поскольку перечисленные проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, являются глобальными, решение их возможно законодательными мерами в рамках международного права, а выработка этих мер должна осуществляться дипломатическими методами. Для обоснования необходимых профилактических мероприятий нужны консолидированные усилия ученых самого разного профиля и многолетние мониторинговые климатологические и метеорологические наблюдения за природными процессами и состоянием биосферы Земли. Таким образом, перечисленные глобальные проблемы, связанные с техногенным загрязнением атмосферного воздуха, несомненно, влияют прямо или косвенно на здоровье и условия жизни человека, однако в силу своей масштабности, механизмов развития они являются предметом климатологических и экологических исследований.

В то же время нарастание количества источников загрязнения атмосферного воздуха и их мощностей приводит к неблагоприятным изменениям непосредственно среды обитания человека на территории населенных мест, а это порождает проблемы коммунальной гигиены, синонимом которой является гигиена населенных мест.

## **2. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха.**

### **2.1. Источники загрязнения природного происхождения**

Химический состав атмосферного воздуха формировался в процессе эволюции Земли на протяжении весьма длительного времени. Важную роль при этом играли природные источники поступления в него тех или иных

газообразных веществ и аэрозолей. К числу таких источников относятся извержения вулканов, вынос морских солей, выветривание почвы, лесные и торфяные пожары и др.

В мире существует несколько сотен вулканов, которые периодически выбрасывают в атмосферу огромное количество аэрозолей и газообразных веществ. В результате вулканической деятельности на планете в год может поступать до 80 млн тонн аэрозолей в виде пепла, который поднимается на большую высоту и может переноситься на большие расстояния от источника. Известны случаи глобального переноса пепла воздушными потоками в атмосфере. Кроме аэрозоля, в состав вулканических извержений входят пары воды — до 67,88 об.%, диоксид углерода — 12,71 об.%, монооксид углерода — 0,67 об.%, водород - 0,75 об.%, азот - 7,65 об.%, диоксид серы - 7,03 об.%, сера - 1,04 об.%, хлор - 0,41 об.%. В составе извержений вулканов обнаружены также некоторые канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), в частности бенз(а)пирен (БП). По данным литературы, даже в настоящее время за счет вулканической деятельности, не такой активной, как в прошлом нашей планеты, в атмосферу может поступать в год до 120 кг этого соединения. Учитывая весьма малую величину установленной ПДК БП для атмосферного воздуха, такой общий объем выброса следует признать значимым с гигиенической точки зрения.

Специалисты отмечают, что глобальные объемы выбросов БП, а также диоксида серы, свинца примерно на 10% формируются за счет природных источников.

Другими естественными источниками поступления аэрозолей в атмосферу являются вынос морских солей (по некоторым данным, до 700 млн т в год), выветривание почвы (до 300 млн т в год), лесные пожары (до 200 млн т в год). Большинство природных (естественных) источников загрязнения атмосферного воздуха обуславливают непостоянные и в основном более или менее ограниченные изменения качества атмосферного воздуха, ибо извержения вулканов, лесные пожары, пыльные или песчаные бури бывают не каждый день и не повсеместно. Однако в ряде случаев их влияние может распространяться на большие территории. Например, при извержении вулкана Кракатау (Индонезия) в 1972-1973 гг. пылевые частицы 2 раза обогнули земной шар, а при извержении вулкана Безымянного на Камчатке в 1956 г. пепел поднялся на высоту до 45 км и его частицы были зафиксированы в воздухе Лондона.

В атмосферном воздухе можно также обнаружить так называемый аэропланктон, т.е. находящиеся во взвешенном состоянии частицы биологической природы размером от 0,01 до 50-1200 мкм. В состав аэропланктона входят бактерии, вирусы, споры плесневых грибов, дрожжевые грибы, актиномицеты, цисты простейших, споры мхов и папоротников. Они привносятся в атмосферный воздух в основном из почвы, в нем, как правило, не размножаются и погибают под действием неблагоприятных факторов либо оседают на других территориях. Содержание аэропланктона и его видовое

разнообразии в воздухе различных климатических районов и в разные сезоны года существенно различаются. Среднемесячное содержание бактерий в воздухе Москвы в августе-сентябре было в 8 раз выше, чем в декабре-январе. Наиболее богат аэропланктоном воздух в теплое время года, в южных районах, на территориях с открытой поверхностью почвы, при сильных ветрах. Некоторые виды аэропланктона обладают способностью выживать в атмосферном воздухе определенное время, поэтому воздушными течениями они могут подниматься на высоту до 5-7 км и распространяться на большие расстояния (сотни и тысячи километров).

Гигиенически важными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются цветущие растения. В разгар цветения от одного растения в атмосферный воздух может поступать до нескольких миллионов гранул пыльцы. Имея сравнительно небольшие размеры (до 10-15 мкм), гранулы достаточно долго могут находиться в атмосферном воздухе во взвешенном состоянии. Это обстоятельство объясняет формирование так называемых пылевых облаков, которые поднимаются на высоту до 10 км и более и распространяются на расстояния до 600 км. Их распространение в атмосферном воздухе носит сезонный характер (максимум содержания приходится на летний период), зависит от наличия и особенностей растительности, ибо одни растения выделяют пыльцы больше, другие — меньше. У людей, обладающих повышенной чувствительностью к пыльце, весной в период цветения растений могут появляться приступы возвратных респираторных нарушений. Они проявляются в виде насморка, затруднения носового дыхания, слезотечения и зуда в носу и глазах. Совокупность данных симптомов получила название сенной лихорадки или поллиноза (от лат. *роИеп* — пыльца). Сенной лихорадкой страдает примерно 3-4% населения земного шара. Пыльца не всех растений может быть причиной сенной лихорадки. Зреющей является пыльца, содержащая аллерген сенной лихорадки, выделяющаяся в большом количестве и легко переносимая ветром.

## **2.2. Техногенные источники загрязнения атмосферного воздуха**

Основными техногенными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются теплоэнергетика, черная и цветная металлургия, нефтедобывающая и нефтехимическая промышленность, промышленность строительных материалов. Важную роль в загрязнении атмосферного воздуха играет автомобильный транспорт. Доля выбросов автотранспорта в некоторых регионах России достигает 50-80% общего количества загрязнений, поступающих в атмосферный воздух.

Рост производства, увеличение численности транспортных средств, увеличение масштабов промышленного строительства являются мощным градообразующим фактором и в состоянии увеличивать риск неблагоприятного влияния на качество атмосферного воздуха сельских территорий, на условия жизни и здоровье населения. В России немало городов, в которых выбросы загрязняющих атмосферный воздух химических веществ превышают 100 млн т в год. В их числе Норильск, Новокузнецк,

Липецк, Череповец, Магнитогорск, Нижний Тагил, Омск, Красноярск, Ангарск, Челябинск, Новочеркасск, Братск.

#### **4.2.1. Тепловые электростанции и теплоцентрали**

В последние годы в Российской Федерации теплоэнергетика устойчиво занимает первое место среди всех отраслей промышленности по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Ее доля в суммарных выбросах вредных веществ в атмосферу промышленностью России колеблется от 21 до 30%, а общее количество выбросов составило в 2002 г. 3,4 млн т. По сравнению с 1995 г. они уменьшились в 1,5 раза за счет увеличения в топливном балансе доли газа, малозольных и малосернистых углей. Кроме того, были осуществлены технологические мероприятия, направленные на подавление образования оксидов азота в топочной камере котлов, и санитарно-технические мероприятия по повышению технической эффективности золоулавливающих установок.

Характер загрязнения атмосферного воздуха продуктами сгорания минерального топлива определяется следующими основными факторами: видом топлива, условиями его сжигания в различных топочных устройствах, наличием и технической эффективностью очистных сооружений, условиями выброса (высота труб, скорость выхода дымовых газов, их температура и др.). Немаловажное значение имеют метеорологические условия и рельеф местности.

Существует два метода сжигания минерального топлива — колошниковый (или слоевой) и камерный, который в свою очередь делится на факельный и циклонный. Колошниковый метод применяется для сжигания каменного угля, камерный метод — для сжигания пыли каменного угля, газообразного и жидкого топлива.

Основными продуктами неполного сгорания углеводородного топлива, поступающими в атмосферу, являются оксиды углерода и соединения серы — органическая, сульфидная (колчедан), сульфатная сера. Минеральные примеси представляют собой силикаты, сульфаты, сульфиды, карбонаты, оксиды металлов, фосфаты, хлориды щелочных металлов.

При сжигании нефтепродуктов доля загрязняющих веществ по отношению к массе угля составляет 46%, газа — 7,5%. Наиболее высокое содержание серы отмечается в мазуте.

Современная тепловая электростанция потребляет 5 млн т угля на 1 ГВт эл в год.

При сжигании каменного угля, кроме газообразных выбросов, образуется зола. В углях России ее содержание колеблется от 6 до 40%. При сжигании угля зола распределяется на 2 части: одна оседает, остается в топке, другая выносится через трубы вместе с газами в атмосферу (летучая зола). Количество летучей золы зависит от метода сжигания угля. При слоевом сжигании выбрасывается 10-30% золы, при камерном пылеугольном сжигании выброс золы составляет 60-90%. Совершенствование технологии пылеугольных топок позволяет снизить количество летучей золы до 30-40%.

Летучая зола состоит на 95% из мельчайших твердых минеральных частичек размером до 5 мкм. В минеральной части золы содержится 42,5-49% диоксида кремния, 23,9-37,9% алюмосиликатов, 9,8-16,4% соединений железа, а также кальций, магний и др. Кроме того, в золе присутствуют и некоторые металлы, которые принято считать канцерогенами (Сг, №, Ве), а также естественные радионуклиды, в том числе наиболее канцерогеноопасные  $\alpha$ -излучатели. Основное гигиеническое значение имеет наличие в летучей золе диоксида кремния, высокотоксичного для человека.

Дисперсность пылевых частиц золы определяет длительность их пребывания в воздухе и их действие на организм. Чем меньше размер частиц, тем дольше они находятся во взвешенном состоянии в воздухе, тем на большие расстояния уносятся от источника выброса. Кроме того, они проникают в глубокие отделы органов дыхания, в то время как крупные пылинки задерживаются в основном в верхних дыхательных путях. Выпадающие на поверхность почвы компоненты летучей золы включаются в биологические цепи и поступают в организм человека не только с вдыхаемым воздухом, но и с продуктами питания и питьевой водой.

Кроме золы, в выбросах ТЭЦ всегда присутствуют твердые частицы несгоревшего углерода, так называемый недожог.

Среди газообразных загрязнений атмосферного воздуха тепловыми электростанциями ведущее место занимают оксиды серы. Это объясняется высоким содержанием серы в угле и сернистом мазуте. Практически вся сера, содержащаяся в мазутах, при сжигании превращается в диоксид серы. Электростанции, работающие на сернистом мазуте с содержанием серы от 1 до 4,5%, в зависимости от мощности выбрасывают в атмосферный воздух сотни тонн диоксида серы в сутки.

Неполное сгорание углеводородного топлива ведет к образованию канцерогенных ПАУ, в том числе БП. Их образование происходит при температуре 700-800 °С в условиях нехватки воздуха для обеспечения полноты сгорания топлива (табл. 3.1). При камерном способе сжигания пылевидного топлива в дымовых газах концентрация БП не превышает 4,2 мкг/100 м<sup>3</sup>. Не выше его содержание в дымовых газах котельных, использующих в качестве топлива газ и мазут. Однако если процесс не отрегулирован или несовершенна конструкция топки, выброс БП может увеличиваться в 50 раз при сжигании мазута и в 610 раз при сжигании газа. Большая доля ПАУ в составе выброса сорбируется на частицах золы и недожога.

Таблица 3.1. Содержание канцерогенных веществ (в г/т), образующихся при сжигании различных видов топлива

Топли	Бенз(а)пи	Бенз(е)пи	Бенз(е)антрацен	Коронен	Пирен
Уголь	<b>0,44</b>	<b>10,8</b>	-	0,74	18
Мазут	<b>1,95</b>	-	1,1	-	11,7

Таблица 3.1. Содержание канцерогенных веществ (в г/т), образующихся при сжигании различных видов топлива

### 2.2.1. Промышленные предприятия

**Цветная металлургия** представляет отрасль, охватывающую производство цветных металлов и их сплавов от добычи и переработки рудного сырья до получения готовой продукции в виде металлов и сплавов. Предприятия цветной металлургии расположены в Красноярском крае, Мурманской, Оренбургской, Челябинской, Свердловской и Новосибирской областях, Республике Башкортостан и Приморском крае.

В последние годы цветная металлургия прочно занимает одно из ведущих мест по общему объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые по отрасли составляют примерно 3,2-3,4 млн т в год. В районах размещения предприятий цветной металлургии на расстоянии десятков километров от заводов образуются техногенные биогеохимические провинции, в которых обнаруживается повышенное содержание цветных металлов в почве и растениях.

Основными методами получения цветных металлов из руд являются пирометаллургия (огневая плавка руды), электрометаллургия (электроплавка и электрогидролиз) и гидрометаллургия (гидрохимическое растворение с последующим осаждением металла). При получении одного и того же металла перечисленные процессы могут комбинироваться в различной последовательности. Процессам непосредственно получения металла обязательно предшествуют процессы обогащения руды, среди которых чаще всего применяется флотация. Процессу флотации предшествует механическое измельчение руды до консистенции пудры, сопровождающееся выделением пыли, содержащей высокие концентрации диоксида кремния, а также различные соединения цветных металлов в зависимости от вида руды.

Технология производства цветных металлов связана с образованием значительных объемов отходящих газов, которые содержат различные вещества, главным образом аэрозоли конденсации металлов, диоксид углерода, диоксид серы. На долю последнего приходится до 80% суммарных выбросов в отрасли, что объясняется преимущественной переработкой сульфидных руд, на долю оксида углерода приходится около 10%, твердых веществ — 7%.

При производстве свинца, цинка, меди, кобальта, никеля, алюминия атмосферный воздух может загрязняться оксидами указанных металлов, а также фтористым водородом, пылью глинозема, смолистыми веществами и канцерогенными ПАУ, в частности БП.

**Черная металлургия** является одной из ведущих отраслей промышленности, определяющих экономический потенциал страны. В то же время она играет существенную роль в загрязнении атмосферного воздуха городов и населенных мест, расположенных в зоне влияния предприятий отрасли, которые сосредоточены в Уральском и Центральном регионах, а также в Сибири. На долю Новолипецкого металлургического комбината приходится до 88% объема выбросов загрязняющих веществ в Липецкой области, на Северсталь — 71% в Вологодской области, Оскольского

электromеталлургического комбината — 35% в Белгородской области. Ведущими компонентами выбросов в атмосферный воздух являются угольная пыль, пыль с высоким содержанием диоксида кремния, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, ЛОС.

Современные предприятия черной металлургии представляют собой комплекс производств и могут быть разделены на 3 основных вида. В состав металлургических комбинатов входят горнорудные производства, на которых добывают руду, агломерационные и рудообогатительные фабрики, служащие для освобождения руды от примесей, среди которых большое значение имеют соединения серы, и придания ей соответствующей технологической формы, доменное производство (с коксохимическим заводом), выпускающее чугун, сталеплавильное и сталепрокатное. Предприятия полного металлургического цикла имеют в своем составе 3 основных звена производства черного металла — доменное, сталеплавильное и сталепрокатное производства. На предприятиях неполного металлургического цикла имеется только два звена — сталеплавильное и сталепрокатное производства.

Особенностью предприятий горнорудного производства, включая обогатительные фабрики, является тесная связь с сырьевой базой, т.е. расположение предприятий непосредственно в районах месторождений минерального сырья. Основным компонентом, поступающим в атмосферный воздух от предприятий горнорудного производства, является пыль вскрышных и рудных пород, содержащая от 20 до 70% диоксида кремния и аэрозоли дезинтеграции оксидов и сульфидов металлов. При открытом, карьерном, способе добычи руды периодически 1-2 раза в месяц имеют место залповые выбросы пыли и продуктов сгорания взрывчатых веществ (оксид углерода и оксиды азота) при производстве взрывных работ для разрушения горных пород. В процессах термической агломерации и обогащения руды, кроме того, выделяются оксид углерода, диоксид серы и оксиды металлов (аэрозоль конденсации), содержащиеся в железной руде в виде примесей.

В основе доменного процесса получения чугуна лежит восстановительная плавка агломерата или обогащенной руды при температуре 1000-1200 °С или 1800 °С. Топливом в этом процессе является кокс, который вырабатывается путем пиролиза каменного угля на коксохимическом заводе, входящем в состав комбината. Коксохимический завод — источник выброса в атмосферный воздух угольной пыли, аммиака, фенола, нафталина, оксида углерода, газообразных соединений серы. В процессе плавки чугуна образуется большое количество доменного (колошникового) газа, содержащего пыль (до 6 г/м<sup>3</sup>), оксид углерода (от 28 до 45 %), диоксид серы и другие компоненты. 80% доменного газа, обладающего большой теплотворной способностью (850-1100 ккал/м<sup>3</sup>), используется повторно для нагрева домны и коксовых батарей, 20% выбрасывается в атмосферу.

Получение из чугуна стали осуществляется в мартеновском или конвертерном процессах, суть которых состоит в дальнейшем восстановлении железа при температуре 1700-1800 °С и удалении примесей серы, фосфора,

марганца и углерода в виде оксидов. Оксиды в газообразном состоянии или в виде аэрозолей конденсации содержатся в выбросах в атмосферный воздух.

Современный способ прямого восстановления железа из руды принципиально отличается от описанных. Он заключается в удалении кислорода из обогащенной и агломерированной железной руды (окатышей) восстановительным газом. Восстановительный газ представляет собой смесь водорода и оксида углерода, образующихся в результате взаимодействия при высокой температуре водяного пара и природного газа (СНд) в присутствии никелевого катализатора. Отходящие газы, содержащие кислород, оксид углерода, диоксид серы (абгазы), используются для подогрева природного газа перед его катализом, и лишь незначительная часть их выбрасывается в атмосферу. Конечный продукт, получивший название горячебрикетированного железа, содержит более 90% железа, выпускается в виде прямоугольно-овальных брикетов размером 112x54x31 мм, массой около 500 г. Первый в Европе цех горячебрикетированного железа вступил в строй на Лебединском горнообогатительном комбинате (Белгородская область) в 1999 г. (рис. 3.1) Способ прямого восстановления железа из руды позволяет отказаться от доменного и мартеновского процессов, связанных с массивными выбросами комплекса загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Получение из железа легированных (от нем. *Legieren* — сплавлять) сталей производится в электросталеплавильном производстве в дуговых или индукционных печах без использования топлива. В качестве легирующих добавок используют хром, ванадий, марганец, вольфрам, никель, титан, ниобий и другие металлы. Процесс плавки металла в электропечи сопровождается выделением запыленных горячих газов, среди которых преобладают оксид углерода (от 23 до 86%) и оксиды азота, а также аэрозолей конденсации оксидов металлов. Количество возгонной металлосодержащей пыли особенно возрастает при использовании кислородного дутья.

[И

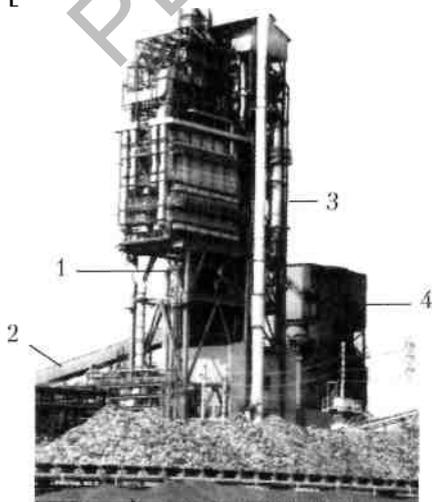


Рис. 1. Установка прямого восстановления железа

1 — магистраль подачи восстановительного газа; 2 — конвейер подачи шихты (окатышей); 3 — магистраль подачи абгазов для подогрева камеры катализа восстановительного газа; 4 — установка брикетирования железа; 5 — выброс остатков абгазов в атмосферу.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха в сталепрокатном производстве являются нагревательные устройства, в которых в качестве топлива используются природный, коксовый или доменный газы, мазут. Поэтому в выбросах прокатных цехов содержится большое количество диоксида серы. Кроме того, в них имеется большое количество металлической пыли, а также пары серной и соляной кислот, применяемых для травления металла.

Нефтедобывающая промышленность. Добыча нефти и газа осуществляется во многих регионах России. Интенсивно осваиваются месторождения нефти и газа в Сибири и на Дальнем Востоке, включая месторождения на континентальных шельфах.

По объему загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, отрасль вышла на 3-е место, на ее долю приходится около 20% выбросов от стационарных источников в промышленности. В 2002 г. предприятиями отрасли было выброшено в атмосферу 3,113 млн т загрязняющих веществ, в том числе жидких и газообразных 2,893 млн т и твердых 214,2 тыс. т. Основными компонентами выбросов являются оксид углерода, различные углеводороды, диоксид серы, сероводород, оксиды азота.

Характер загрязнения атмосферного воздуха в нефтедобывающих районах зависит от свойств самой нефти. Нефть представляет собой смесь газообразных, жидких и твердых углеводородов. Залежи верхних горизонтов месторождения содержат сероводород. В ряде регионов России на долю высокосернистой нефти приходится более 1/3 добываемой нефти. Ввиду химической агрессивности сероводорода, отмечается ускоренная коррозия оборудования, что ведет к потерям углеводородов и сероводорода. Комбинация углеводородов и сероводорода в атмосферном воздухе неблагоприятна для человека, поскольку их совместное действие более выражено, чем действие по отдельности. Загрязнение атмосферного воздуха связано со способностью нефти к испарению. Наибольшие потери нефти на объектах отрасли наблюдаются при ее хранении. Речь идет о так называемых больших и малых «дыханиях» резервуаров. Первые представляют выпуск паровоздушной смеси из резервуаров при заполнении их нефтью, вторые связаны с выделениями паровоздушной смеси при расширении газового пространства за счет повышения температуры нефти и резервуара и изменения барометрического давления. Вследствие этого резервуарные парки, не оснащенные устройствами для улавливания летучих фракций нефти, являются существенными источниками загрязнения атмосферного воздуха. При бурении нефтяных и газовых скважин, подземном ремонте скважин в атмосферный воздух поступают отработавшие газы мощных дизельных установок.

На предприятиях отрасли большая часть источников выбросов относится к категории неорганизованных, поэтому степень улавливания отходящих газов от стационарных источников очень низкая.

### **Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность.**

Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности имеются на территории более 60 субъектов России, а в Ангарске, Волгограде, Кириши (Ленинградская область), Комсомольске-на-Амуре, Нижнем Новгороде, Омске, Перми, Рязани, Салавате (Республика Башкортостан), Самаре, Саратове, Сызрани, Уфе, Ухте (Республика Коми), Хабаровске, Ярославле предприятия отрасли являются главными источниками загрязнения атмосферного воздуха.

Переработка нефти ведется в двух основных направлениях — на установках масляного (получение минеральных масел) и топливного (получение моторного топлива) блоков. Кроме того, на современных нефтеперерабатывающих заводах оборудуются установки для химической переработки нефтепродуктов с целью получения синтетического каучука, жирных кислот, синтетических масел, деэмульгаторов, присадок к топливу и прочих продуктов.

В 2002 г. при переработке нефти в атмосферный воздух в России поступило более 620 тыс. т загрязняющих веществ, среди которых основное количество составляют ЛОС, диоксид серы, углеводороды, оксид углерода, оксиды азота. Кроме углеводородов, сероводорода, оксида углерода, диоксида серы, в атмосферный воздух могут поступать фенол, бензол, много других соединений. Среди них особо следует отметить возможность выделения БП, в больших количествах появляющегося во многих продуктах нефтепереработки и нефтехимии за счет применения высоких температур в технологии их получения, особенно при пиролизе углеводородного сырья, а также вследствие сжигания топлива в печах технологических установок.

Массивным источником выброса углеводородов являются резервуары для хранения нефти, нефтепродуктов, продуктов нефтехимического синтеза. Как известно, в них выброс происходит через специальные дыхательные клапаны, открытые люки и неплотности в кровле резервуара. К числу источников загрязнения атмосферного воздуха относятся также открытые поверхности различных сооружений для очистки сточных вод.

С поверхности очистных сооружений промышленных сточных вод - нефтеловушек в атмосферный воздух может поступать до 50 700 г/ч углеводородов и 26,7 г/ч сероводорода (при переработке сернистого углеводородного сырья). В еще больших количествах могут выделяться углеводороды с поверхности прудов дополнительного отстоя — до 135 000 г/ч. Из градирен может поступать в атмосферный воздух до 2500 т в год углеводородов.

Важную роль в загрязнении атмосферного воздуха играют технологические установки, на которых общие потери углеводородов и других веществ за счет неплотностей оборудования, арматуры, фланцевых соединений, сальниковых уплотнений насосов и компрессоров, печей могут

достигать 20%. Нельзя не учитывать также факельные системы в качестве источников загрязнения атмосферного воздуха продуктами неполного сгорания (горючие газы и пары, сдувки из предохранительных клапанов и др.). По разнообразию выбросов предприятия химии и нефтехимии заметно выделяются среди всех других отраслей. Это объясняется разнообразием технологических процессов, применяемого сырья и реагентов, широким ассортиментом готовой продукции. Существенно влияют на характер выбросов особенности химической технологии: наличие периодических процессов, применение высоких температур и давлений, а также недостаточная разработка эффективных методов газоочистки.

Наличие на предприятии множества разновысоких источников в основном нагретых выбросов ведет к диффузному загрязнению атмосферного воздуха не только на территории самих предприятий нефтепереработки и нефтехимии, но и на прилегающих селитебных территориях.

**Угольная промышленность.** Предприятия отрасли располагаются в Кузнецком, Канско-Ачинском, Печерском и Южно-Якутском угледобывающих бассейнах и других регионах России. Ежегодно добывается около 300 млн тонн угля для нужд тепловых электростанций, промышленности, коммунально-бытового сектора, коксохимических предприятий.

Загрязнение атмосферного воздуха связано с процессами открытой и подземной добычи угля, его транспортировки и обогащения, а также с работой двигателей внутреннего сгорания, пылением угольных складов и породных отвалов и др.

Предприятия угледобычи по объему выбросов в атмосферный воздух в России занимают 6-е место, вклад отрасли составил 5% в целом по промышленности. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу составил в 2002 г. 819,5 тыс. т, в том числе 54,7 тыс. т твердых веществ и 764,9 тыс. т жидких и газообразных. Из них на долю углеводородов (без ЛОС) пришлось 705,3 тыс. т, оксида углерода — 33,9 тыс. т, диоксида серы — 15,5 тыс. т, оксидов азота — 9,5 тыс. т.

Степень улавливания и обезвреживания загрязняющих веществ в отрасли очень низкая, углеводороды и ЛОС вообще не улавливаются и не обезвреживаются, твердые вещества улавливаются и обезвреживаются на 59,9%, оксиды азота — на 5,6%, оксид углерода — на 4,4%, диоксид серы — на 2,9%.

**Машиностроение.** Предприятия отрасли имеются во всех регионах России. Наиболее крупные мощности размещены в Московской, Ленинградской, Калужской, Иркутской, Томской, Ростовской, Нижегородской, Тверской, Саратовской, Свердловской, Курской, Тюменской, Челябинской, Воронежской, Новосибирской, Ульяновской, Оренбургской областях, в Краснодарском крае, Республике Башкортостан, Республике Татарстан, Чувашской Республике, в Москве, Санкт-Петербурге и др.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в последние годы постепенно снижаются. Это связано с тем, что многие подотрасли не вышли на

уровень 1990 г. В 2002 г. выбросы составили 370,1 тыс. т, из них твердые вещества — 65,0 тыс. т, жидкие и газообразные — 305,1 тыс. т, в том числе оксид углерода — 161,5 тыс. т диоксид серы — 48,9 тыс. т, оксиды азота — 44,3 тыс. т, ЛОС — 40,9 тыс. т, углеводороды (без ЛОС) — 3,2 тыс. т.

Наиболее крупными источниками выбросов в атмосферный воздух являются литейные и термические цеха. Так, при производстве 1 т чугуновых отливок в вагранке (шахтная печь, нагреваемая коксом) выделяются 150-330 кг оксида углерода, около 1,5 кг диоксида серы, 25-60 кг пыли, а также оксиды азота, фенол, аммиак и др. Состав отходящих газов меняется в зависимости от особенностей технологических процессов. Несмотря на пылеулавливание с технической эффективностью очистных сооружений, равной 70-80%, литейный цех мощностью 100 тыс. т литья в год может выбрасывать в атмосферный воздух до 1000 т пыли в год.

Индукционные печи играют значительно меньшую роль в загрязнении атмосферного воздуха. На 1 т плавки в индукционной печи образуется 15-20 кг пыли, 150-200 кг оксида углерода, 1,3-7 кг диоксида серы в зависимости от сернистости шихты и кокса.

Из формовочных смесей при высокой температуре расплавленного металла выделяются бензол, фенол, формальдегид, метан и другие вещества. В термических цехах выбросы вредных веществ связаны с нагревательными печами, которые работают на жидком и газообразном топливе и выбросы которых фактически не очищаются. Поступление туманов кислот и аэрозолей масел имеет место в литейно-прессовых и гальванических цехах предприятий.

В состав выбросов в атмосферу входят также сварочный аэрозоль, металлическая и абразивная пыль, пары различных кислот, углеводороды, растворители, едкий натр аммиак, пары масел, сольвент, оксиды меди, цинка, железа, алюминия и др.

В лакокрасочных цехах при механизированных способах нанесения покрытий в воздух рабочей зоны могут поступать пары растворителей (8-18%), аэрозоли пигментов краски (1-7%). При использовании пневматических распылителей теряется до 15-40% лакокрасочных материалов. Возможно также выделение последних в процессе высыхания покрытий. Из рабочих помещений, если нет очистки вентиляционных выбросов, пары растворителей могут поступать в атмосферный воздух,

**Промышленность строительных материалов** производит железобетонные изделия и конструкции, стеновые материалы, кирпич, керамзит, кровельные и гидроизоляционные материалы, нерудные строительные материалы (щебень, известь, строительный гипс, цемент и др.).

Цементные и гипсовые заводы являются значительным источником загрязнения атмосферного воздуха из-за недостаточной эффективности улавливания пыли при дроблении сырья, обжиге шлама, помоле клинкера, транспортно-погрузочных операциях. Широко распространены асфальтобетонные заводы, на которых массу, необходимую для дорожно-строительных работ, получают путем смешения песка, щебня, гравия и

минерального порошка с битумом. Загрязнение воздуха связано прежде всего с использованием пылящих материалов.

Кирпичные заводы также относятся к производствам, загрязняющим атмосферный воздух пылью за счет ее образования на участках подготовки сырья и печей обжига, оксидом углерода за счет сжигания топлива и выгорания добавок при обжиге кирпича в печах.

В строительстве широко используются изделия из древесины. При этом нередко их обрабатывают путем пропитки разными антисептиками, например на шпалопропиточных производствах. Здесь загрязняющие атмосферный воздух вещества поступают при выгрузке шпал из цилиндров, в которых пропитка идет при температуре выше 100 °С, а также при остывании шпал. При этих процессах в атмосферный воздух поступают нафталин, аценафтен, фенол, антрацен и другие соединения.

### **2.2.2. Автомобильный и другие виды транспорта**

В настоящее время транспортный комплекс (автомобильный, речной, морской, воздушный, железнодорожный транспорт, дорожное хозяйство) стал одним из крупнейших источников загрязнения атмосферного воздуха. В 2002 г. выбросы загрязняющих веществ в атмосферу транспортными средствами составили 15 млн 132 тыс. т, из них на долю автомобильного транспорта пришлось 14 млн 449 тыс. т. Выбросы воздушного транспорта составили 173 тыс. т, железнодорожного транспорта — 175,75 тыс. т, речного транспорта — 91,3 тыс. т, дорожных машин — 156,5 тыс. т, морского транспорта — 87,2 тыс. т.

Автомобильный транспорт. В 2003 г. численность автомобильного парка в России составила 27,8 млн автотранспортных средств, из них 22,47 млн легковых автомобилей. Рост численности автомобильного парка и объемов транспортных услуг сопровождается увеличением загрязнения атмосферного воздуха городов и примагистральных территорий.

В отработавших газах автотранспорта идентифицировано более 200 различных химических веществ, в их числе продукты неполного сгорания топлива (оксид углерода, альдегиды, кетоны, углеводороды, в том числе канцерогенные, водород, перекисные соединения, сажа); продукты термических реакций азота с кислородом, за счет чего образуются оксиды азота; вещества, которые входят в состав топлива (соединения свинца, диоксид серы и др.).

Количество и состав отработавших газов определяются конструктивными особенностями автомашин, режимом работы их двигателей, техническим состоянием, качеством дорожного покрытия, метеорологическими условиями. Особенностью работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в условиях города являются переменные нагрузки, когда с режима холостого хода происходит переход на режим разгона, режим установившейся работы и, наконец, торможение. Наиболее высокие концентрации оксида углерода в отработавших газах имеют место при работе двигателя на холостом ходу и при полных нагрузках. При работе двигателя

на холостом ходу содержание оксида углерода в 2 раза выше, чем при установившемся режиме работы двигателя (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Характеристика режима работы двигателя автомобиля и состав выбросов условиях городского движения

Режим работы двигателя	Доля режима, %				
	по времени	по выбросам			по расходу топлива
		СО	Sp Нг	1ЧОх	
Холостой ход	39,5	13-25	15-18	0	15
Разгон	18,5	29-32	27-30	75-86	35
Установившийся режим	29,2	32-43	19-35	13-23	37
Замедление	12,8	10-13	23-32	0-1,5	13

Таблица 3.3

Пробеговые выбросы вредных веществ транспортными средствами

Транспортное средство (марка автомобиля)	Выброс токсичных веществ, г/км			
	СО	Sp Нг	1ЧОх	саж.
«Жигули»	23,9	1,9	1,35	—
«Волга»	25,7	1,6	1,4	—
«УАЗ-451»	26,1	2,0	1,0	—
«КамАЗ»	2,98	0,49	2,7	9,52
«Икарус»	2,4	0,38	2,9	0,43

Различаются также пробеговые выбросы отработавших газов у разных автомашин (табл. 3.3). Для повышения октанового числа бензина к нему добавляют различные антидетонационные присадки. В течение многих лет широко применялся тетраэтилсвинец; в последние годы его использование существенно ограничено и применяют менее токсичные антидетонаторы.

Отработавшие газы автомобилей с дизельными двигателями по своему составу отличаются от таковых автомобилей с карбюраторными двигателями (табл. 3.4). При работе дизельного двигателя меньше образуется оксида углерода и несгоревших углеводородов. Однако за счет избытка воздуха в отработавших газах повышено содержание оксидов азота. Отработавшие газы при использовании дизельного топлива характеризуются также повышенной дымностью. Черный дым представляет собой продукт неполного сгорания и состоит из частиц углерода размером 0,1-0,3 мкм. Белый дым образуется из частиц испарившегося топлива и капелек воды и выбрасывается при работе двигателя на холостом ходу. В его составе присутствуют в основном альдегиды, обладающие раздражающим свойством. Голубой дым образуется при охлаждении на воздухе отработавших газов. Он состоит из капелек жидких углеводородов. Выбросы дизельных автомобилей содержат также БП и другие канцерогенные ПАУ.

При характеристике автомобильного транспорта как источника загрязнения атмосферного воздуха большое значение имеет характер формирования транспортных потоков, который в городах носит импульсивный характер: движение с постоянной скоростью может прерываться или тормозиться, после чего следует набор скорости. Увеличение плотности

транспортных средств в потоке на магистралях и дорогах ведет к сокращению продолжительности режима установившегося движения и увеличению времени разгона, которое характеризуется наиболее интенсивным выбросом отработавших газов (см. табл. 3.2). Большое значение имеют интенсивность и плотность транспортных потоков. При малой плотности потока (10 авт/км) возможно движение со свободной скоростью, при групповом движении (11-30 авт/км) падение скорости потока ведет к дополнительному расходу топлива. Наконец, при колонном движении (31-100 авт/км) скорость потока снижается вплоть до затора, что еще больше увеличивает расход топлива.

Расход топлива зависит также от скорости движения автомобилей, состава транспортных потоков, используемых циклов регулирования дорожного движения. О количестве выбросов токсичных продуктов с отработавшими газами автомобилей можно судить и по расходу топлива (см. табл. 3.4). Как видно из таблицы, количество выбросов при сгорании дизельного топлива гораздо меньше, чем при сгорании бензина. Однако таблица составлена по данным о работе хорошо отрегулированных двигателей, что не всегда имеет место в условиях эксплуатации. При этом дизельный двигатель более «терпим» к небрежному уходу по сравнению с карбюраторным, что нивелирует указанное его преимущество.

Таблица 3.4

Количество токсичных компонентов (в мг) при сгорании 1 кг топлива в двигателях автомобилей (Ю. Якубовский)

Компоненты	Бензин	Дизельное топливо
Оксид углерода	465,59	20,81
Углеводороды	23,28	4,16
Оксиды азота	15,3	18,01
Диоксид серы	1,86	7,80
Альдегиды	0,93	0,78
Сажа	-	5
Свинец	0,5	-
Всего	508,99	51,56

**Авиация.** В авиации применяются самолеты 3 типов: с поршневыми, турбовинтовыми и реактивными двигателями. Они используют разное топливо, процессы сгорания которого протекают неодинаково. В связи с этим количество и состав веществ, выбрасываемых двигателями самолетов разных типов, существенно различаются. С выбросами воздушного транспорта в атмосферный воздух России в 2002 г. поступило 64 тыс. т оксида углерода, 77 тыс. т оксидов азота, 17 тыс. т диоксида серы, 15 тыс. т углеводородов. Авиация играет также существенную роль в загрязнении атмосферного воздуха канцерогенными ПАУ, в частности БП. Так, газотурбинный двигатель самолета выбрасывает в воздух за 1 мин обычной работы 2-4 мг БП, при взлете на максимальном режиме — до 40 мг.

Выбросы отработавших газов самолетов попадают прежде всего в приземные слои атмосферы при взлете и посадке, в зоне технического

обслуживания, на взлетно-посадочных полосах и др. Особенностью авиации, отличающей ее от автотранспорта, является загрязнение не только приземной атмосферы, но и более высоких ее слоев. Загрязнение стратосферы выбросами авиации может привести к таким нежелательным последствиям, как увеличение образования перистых облаков, изменение радиационного баланса, усиление осадкообразования, повышение содержания диоксида и оксида углерода, оксидов азота в нижней стратосфере, где летают реактивные самолеты. Научно-практическая оценка этих последствий для природы Земли — компетенция экологов и метеорологов, однако многие из этих последствий косвенно влияют на условия жизни человека.

**Железнодорожный транспорт** также является одним из источников загрязнения атмосферы. Количество отработавших газов дизельных двигателей тепловозов и содержание отдельных токсичных компонентов в них зависят от режима работы двигателя, содержания серы в дизельном топливе.

**Водный транспорт.** Главные двигатели и вспомогательные котлы теплоходов работают на сернистом мазуте. Главные двигатели дизель-электроходов и вспомогательные двигатели всех остальных судов в качестве топлива используют дизельное топливо с содержанием серы до 1%. Концентрации загрязняющих веществ и величина выброса зависят от вида топлива и режима работы двигателя.

Атмосферный воздух может загрязняться отработавшими газами вспомогательных двигателей и котлов при стоянке судов, а также главными двигателями при подходе судна к причалу и отходе от него. Суда вспомогательного флота (буксиры, катера и др.) — еще один источник загрязнения атмосферного воздуха. При работе судового двигателя в режиме холостого хода при низких оборотах, при ускорениях и замедлениях в процессе маневрирования судна отмечается максимальный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух. При этом с увеличением числа оборотов возрастает потребление топлива и воздуха, вследствие чего в выбросах увеличивается концентрация оксидов азота.

#### **3.2.4. Агропромышленный комплекс**

**Пестициды.** Современное сельское хозяйство трудно представить без применения пестицидов. Важной особенностью пестицидов является их неизбежное проникновение в окружающую человека природную среду, в том числе и в атмосферный воздух, поскольку они преднамеренно вводятся в него.

Загрязнение атмосферного воздуха пестицидами зависит от метеорологических условий. При более высокой температуре в жарких районах страны концентрация фосфорорганических пестицидов в воздухе может быть в 6-10 раз выше, чем при умеренной температуре в средней полосе.

Дальность распространения пестицидов в воздухе зависит и от способа обработки посевов. Вентиляторное опрыскивание ведет к сносу препарата в сторону от обрабатываемого участка за счет ветра и турбулентной диффузии. При этом способе обработки концентрация пестицидов более высокая, чем

при шланговом способе. Аэрозольный генератор может приводить к загрязнению атмосферного воздуха на расстоянии больше 5 км от места обработки. Большое значение имеет так называемое вторичное загрязнение атмосферного воздуха пестицидами, обусловленное испарением препаратов, попавших на поверхность почвы и растений.

По скорости испарения с поверхности почвы все препараты подразделяются на 4 группы. С каждого гектара площади, обработанной препаратами 1-й группы, испаряется в год 0,1 кг, 2-й группы — 0,2-0,3 кг, 3-й группы — 3-6,5 кг, 4-й группы — 7-14 кг препарата.

При протравливании зерна атмосферный воздух может загрязняться ртутьорганическими соединениями, которые обнаруживали на расстоянии до 600 м от работающей протравливающей машины. Если протравливание зерна производят на необорудованных площадках, неправильно организованы работы и используются машины, которые не отвечают гигиеническим требованиям, то загрязнение атмосферного воздуха неизбежно.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха могут стать и склады ядохимикатов. Известны случаи, когда неорганические препараты в атмосферном воздухе обнаруживали на расстоянии 500 м, хлорорганические вещества — 600 м, а фосфорорганические соединения — даже на расстоянии 900 м от складов.

На объектах агропромышленного комплекса имеются ядохимикаты с истекшим сроком годности или запрещенные к применению препараты. Вопрос об их утилизации и ликвидации решается с трудом. В случае решения об их переработке или уничтожении большое значение имеет гигиеническая оценка соответствующих технологических процессов с точки зрения предотвращения загрязнения атмосферного воздуха.

**Индустриальные животноводческие комплексы.** Среди проблем, возникающих в связи с переводом животноводства и птицеводства на промышленную основу, особое значение приобретает загрязнение атмосферного воздуха за счет образования и накопления значительных количеств навоза, навозной жижи и помета.

При разложении органических азотистых соединений образуется аммиак, при гниении органических белковых веществ, содержащих серу, выделяется сероводород. Ферментативные процессы брожения сопровождаются образованием альдегидов, спиртов, сложных эфиров, жирных кислот. Неприятные запахи обусловлены такими соединениями, как пептоны, аминокислоты, триэтиламин, сероводород, меркаптаны, фенол, индол, скатол. Степень загрязнения атмосферного воздуха и дальность распространения указанных веществ зависят от количества поголовья скота или птицы, условий их содержания, санитарного состояния помещений и территорий ферм и комплексов, особенностей сбора, хранения и использования образующихся жидких и твердых отходов.

По мере увеличения расстояния от комплекса концентрация аммиака и процент проб воздуха с превышением ПДК снижаются. Вероятное снижение

концентрации аммиака и процента проб с превышением ПДК может происходить на расстоянии не менее 4-5 км.

Особенностью предприятий животноводства является также загрязнение атмосферного воздуха микроорганизмами. При этом в атмосферном воздухе могут быть обнаружены споровые и пигментные колонии, термофилы, грибы и актиномицеты. По мере удаления от свиноводческого комплекса количество микробов в атмосферном воздухе уменьшается, и зона за пределами 2000 м может считаться свободной от загрязнения.

На территории комплексов крупного рогатого скота в воздухе может содержаться от 50 до 20 000 микробов в 1 м<sup>3</sup>. На расстоянии 100 м содержится около 800 микробов, 500 м — 650, 1000 м — 400, 1500 м — 150, на расстоянии 2500 м их количество снижается до 25-100 в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

Таким образом, можно констатировать, что источники загрязнения атмосферного воздуха многообразны, состав выбросов многокомпонентен и это обуславливает ухудшение качества воздушной среды во многих населенных местах России. Наряду с загрязнением водных объектов техногенное загрязнение атмосферного воздуха является одним из ведущих факторов среды обитания, неблагоприятно влияющих на условия жизни и здоровье населения.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

### Тема 3. Санитарно-гигиенические стандарты качества почв (стр. 85 -100 ).

#### Вопросы:

1. Гигиенический критерий загрязнения почвы населенных мест.
2. Источники загрязнения почвы.
3. Влияние почвы на здоровье и условия жизни населения.
  - 3.1 Пути воздействия почвы на здоровье человека.
  - 3.2 Неблагоприятные последствия воздействия почвы на здоровье человека и условия жизни населения.
4. Гигиеническое нормирование содержания химических веществ в почве.
5. Структура санитарных нормативов качества почвы.
6. Комплексные гигиенические показатели санитарного состояния почв (СПЗ).

#### 1. Гигиенический критерий загрязнения почвы населенных мест

Под *загрязнением почвы* с гигиенической позиций следует *понимать тот уровень содержания в ней химических и биологических компонентов, который становится опасным для здоровья при прямом контакте человека с почвой конкретного участка или через среды, контактирующие с почвой по экологическим цепям: почва-вода-человек; почва—атмосферный воздух—человек, почва—растение—человек; почва—растение—животное—человек.*

Таким образом, оценка чистоты почвы участка детского сада и территории санитарно-защитной зоны промышленного предприятия или полигона захоронения твердых бытовых отходов должна производиться по одним и тем же критериям, но абсолютные значения стандартов, их гигиеническая трактовка и окончательное заключение в отношении их пригодности для конкретного вида использования будут различны.

#### 2. Источники загрязнения почвы

Все *источники загрязнения почвы* можно *разделить на*  
- *химические* (неорганические и органические) и  
- *биологические* (вирусы, бактерии, простейшие, яйца гельминтов и т.д.).

*Химические загрязнения делятся на две группы.*

К *первой группе* относятся *вещества, вносимые в почву планомерно, целенаправленно, организованно. Это так называемые агрохимикаты — вещества самых различных химических классов с биологической активностью разной направленности.* Эти препараты приводят к загрязнению почвы только в случае их избыточной концентрации по сравнению с рекомендованной регламентом.

Ко *второй группе* относятся *химические вещества, попадающие в почву в процессе промышленного производства или бытовой деятельности человека.* К этой группе относятся *вещества, поступающие в почву в процессе седиментации атмосферных выбросов промышленных*

*предприятий, отработанных газов автотранспорта, при транспортировке хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, при захоронении бытовых и промышленных твердых отходов. Их опасность определяется их токсичностью, способностью давать аллергенные, мутагенные и другие эффекты, опасные для здоровья человека, как в настоящее время, так и в последующих поколениях, а также их стабильностью в почве.*

Химическими веществами загрязняют почву многие отрасли хозяйства. Крупным химическим загрязнителем почвы является **горнодобывающая промышленность**. После извлечения горной массы (руда, каменный уголь, сланцы и пр.) из шахты или горного разреза ее разделяют на две части, из которых **одна перерабатывается (10-50%), а вторая, часто большая по объему, считается пустой породой и складывается в окрестностях рудника в виде породотвалов, хвостохранилищ и терриконов**. При этом они занимают громадные площади плодородной почвы, а разнообразные содержащиеся в отвалах химические соединения, мигрируют в окружающую почву, грунтовые воды, разносятся ветром, загрязняя атмосферный воздух.

**Техногенное воздействие горнодобывающей промышленности** на природу во много раз **превышает масштабы аналогичных природных процессов** (ежегодное функционирование горнодобывающей промышленности США приводит к перемещению 7,6 млрд. т грунта, а все реки мира перемещают не более 1 млрд. т горных пород).

**Вторым** по объемам (по значению) загрязнителем почвы является **энергетическая отрасль**. На современных теплоэлектростанциях, работающих на каменном угле, негорючая минеральная часть топлива (зола), составляет от 65 до 35% массы топлива и отводится с помощью системы гидрозолоудаления в золоотвалы — это обвалованные и разбитые на карты участки земли, в которых она остается на постоянное хранение. **Площадь таких золоотвалов для 1 ТЭЦ составляет 400-800 га. ценных земель**. Кроме того, тепловая электростанция мощностью 1200 МВт, работающая на буром угле, даже при наличии очистных установок с технической эффективностью 99% выбрасывает в атмосферный воздух ежесуточно около 50 т золы, которая затем оседает на почву радиусе несколько километров.

С **промышленными выбросами, поступающими в почву из атмосферы**, поступают вещества разнообразной химической природы. В окрестностях завода ферросплавов содержание **марганца** в пахотном слое почвы (1-20 см) на расстоянии 500 м от источника выброса превышало **фоновое содержание в 30 раз, на расстоянии 3000 м — в 4 раза**. При этом концентрация **марганца в клубнях и корнеплодах** превышала контрольный уровень в 7—11 раз, а в наземных съедобных частях культурных растений — в 15 раз.

Вокруг **предприятий цветной металлургии**, а также **вблизи от автомагистралей** концентрации свинца в пахотном слое почвы достигают **100—1000 мг/кг (ПДК свинца 20 мг/кг)**. **Растения, выросшие на таких**

*почвах, содержат свинца до 1 мг/кг*, а на не загрязненных промышленными выбросами - до десятых долей миллиграмма на 1 кг.

*На состав почвы большое влияние оказывают кислые дожди, которые формируются в результате растворения в атмосферной влаге при ее pH = 4,0 оксидов азота и серы, поступающих в атмосферу в составе выбросов крупных металлургических комбинатов и теплоэнергоцентралей. При их выпадении происходит подкисление почвы, которое ведет к трансформации соединений металлов, содержащихся в почве, в направлении увеличения доли подвижных форм, которые начинают мигрировать в растения и подземные воды, повышая токсическую опасность для здоровья человека. «Кислые дожди» выпадают на громадных расстояниях от места их формирования и носят название межконтинентального переноса.*

*В загрязнении почвы важную роль играет сельскохозяйственное производство, так как современная агротехника использует большой ассортимент химических препаратов, как природного, так и синтетического происхождения. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО ООН) потери урожая в результате болезней растений и вредителей сельского хозяйства составляют 34,9% от объема мирового урожая. В связи с этим для повышения урожайности почвы и снижением уровня экономических потерь от уничтожения урожая вредителями ежегодно осуществляется целенаправленное внесение в нее пестицидов, агрохимикатов, минеральных удобрений, структурообразователей и регуляторов роста растений. При этом объемы внесения химических препаратов во всем мире ежегодно возрастают.*

***Пестициды** — это группа химических и биологических соединений и препаратов, используемых для борьбы с вредителями и болезнями растений и животных, сорными растениями, вредителями сельскохозяйственной продукции, для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев и гербицидирования растений.*

***Агрохимикаты** — это удобрения, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных.*

*Столь широкий круг функционального назначения пестицидов и агрохимикатов, различающихся по химической природе, устойчивости в природной среде и биологической активности при наличии реальной возможности контакта с ними человека, вызвали необходимость разработки стандартов качества почвы для защиты здоровья населения от неблагоприятного влияния химизации сельского хозяйства.*

*Нормирование пестицидов в почвах позволяет обеспечить безопасные условия для здоровья людей при потреблении ими пищевых продуктов растительного происхождения при одновременной охране сельскохозяйственных растений от вредителей. Фактическое содержание пестицидов в почве зачастую значительно превосходит допустимое и*

достигает на сельскохозяйственных угодьях некоторых территорий катастрофических величин (табл. 1). *Загрязнение почвы пестицидами опасно при прямом контакте человека с ней, а также при миграции в контактирующие среды (вода, воздух, растения).* В связи с этим *бесконтрольное применение этих препаратов может вызвать необратимые неблагоприятные изменения в среде обитания человека.*

Таблица 1.

**Содержание (в мг/кг) хлорорганических пестицидов в почве**

Характеристика участка	ДДТ (ПДК1.0)	ДДТ совместно с ДДЭ	Алдрин + дилдрин (ПДК0,01)	Гептахлорэпоксид (ПДК0.01)
Яблоневые сады (Великобритания)	5,25	-	-	-
Фруктовые сады (США)	2,1-118,9	-	2,1	-
Пахотные земли (Канада)	-	1,0	0,75	0,06-0,86
Пахотные земли (США)	4,7-30,0	0,5-7,2	-	-

***Последствия загрязнения почвы пестицидами:***

- загрязнение *пищевых продуктов* растительного происхождения,
- *грунтовых вод* из местных источников,
- *атмосферного воздуха*, которое могут привести к хроническим отравлениям.

**Минеральные удобрения** — это промышленные и ископаемые продукты, содержащие элементы питания растений и используемые в целях повышения плодородия почвы. Минеральные удобрения классифицируют на: **макроудобрения** (азот, фосфор, калий) и **микроудобрения** (бор, кобальт, марганец, медь, молибден). И те и другие могут стать источником загрязнения почвы.

**В загрязнении почвы макроудобрениями** важную роль играют **фосфаты**. **Нагрузка фосфорными удобрениями не должна превышать 600 кг/га, или 200 мг/кг почвы при норме внесения фосфорных удобрений от 120 до 400 кг/га.** В противном случае, резко ухудшаются **органолептические свойства почв, и снижается пищевая ценность растительных продуктов.** Кроме того, в состав фосфорных удобрений обязательно входит

фтор, поэтому при их внесении в почву приводит к ее загрязнению фтором до уровня 20 кг/га, или около 7 мг/кг. Причем 0,1-0,4% этого количества переходит в растения.

**Минеральные микроудобрения** вносятся в почву в количествах от 20- до 50 кг/га. В состав **полимикроудобрений** (ПМУ-7, ПМУ-8), кроме полезных компонентов входит и свинец, доля которого достигает от 0,3 до 1% от общего объема. В связи с этим существует опасность загрязнения почвы свинцом. Далее, если свинец находится в биологически доступной форме, он может мигрировать и загрязнять **грунтовые и поверхностные воды**.

Для предотвращения возникновения опасных последствий применение минеральных макро- и микроудобрений, как для здоровья человека, так и для окружающей природной среды, разработаны **нормы внесения макро и микроудобрений в почву**.

**Структурообразователи почвы** — это химические вещества, вносимые человеком на сельскохозяйственные угодья для улучшения структуры почвы. Они представлены **ЛАВ**, которые являются **нестабильными соединениями**, которые **разрушаются под действием почвенных микроорганизмов**.

**Регуляторы роста растений** — это природные и синтетические органические соединения, которые в малых дозах активно влияют на обмен веществ в растениях. К **синтетическим регуляторам роста растений** относятся производные этилена, никотиновые соединения, карбаматы, фосфониевые соединения и пр. В связи с этим их содержание нормируется.

Источником загрязнения почвы является **животноводство**, т.е. **крупные животноводческие и птицеводческие комплексы**. В их пределах формируются **навозохранилища** — это форма складирования и хранения навоза на небольшой территории комплекса. В случае отсутствия герметичности площадки для складирования и отсутствия навеса, предотвращающего поступление атмосферных осадков, навозохранилище становится постоянным источником загрязнения почвы.

Источником загрязнения почвы разнообразными **отходами производства** (твердые промышленные отходы) и **потребления** (твердые бытовые отходы) является **городское хозяйство**.

**Отходы производства и потребления** - это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары, утратившие свои потребительские свойства.

**Твердые бытовые отходы** — это остатки веществ и предметов, образующиеся в процессе хозяйственно-бытовой деятельности человека и не используемые на месте. С давних времен твердые бытовые отходы закапывали в землю, почва за миллионы лет эволюции приспособилась к их обезвреживанию и минерализации. Однако, существенно изменилась структура бытовых отходов, основу которых составляют **стекло и пластик**, которые **не подвергаются распаду в почве**. Кроме того, почва в

местах складирования твердых бытовых отходов превратилась в **источник не только механического и химического, но и биологические загрязнения** (патогенные и условно-патогенные бактерии, вирусы, простейшие, яйца геогельминтов). *Накопление и хранение твердых бытовых отходов на территории поселений осуществляется в специально организованных и санкционированных свалках.* Однако, при высокой концентрации загрязнений, эти инженерные сооружения могут стать источниками почвы и воздуха окружающей территории, а иногда грунтовых и поверхностных вод. Для предотвращения возникновения неблагоприятной санитарной ситуации для окружающей среды и человека, разрабатываются нормы содержания загрязнителей в единице ТБО.

**Твердые промышленные отходы** — это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, которые образовались в процессе производства, а также товары, утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства.

По данным ВОЗ, **50% сырьевых продуктов промышленности превращается в отходы.** При этом под влиянием погодных условий или при межкомпонентных взаимодействиях в местах хранения или захоронения ТПО в почве из них могут образовываться разнообразные **токсичные вещества, способные к миграции по пищевым цепочкам** и, следовательно, представляющие определенную опасность для человека. Существенную часть **твердых промышленных отходов**, образующихся в поселении, составляют **осадки очистных сооружений городской и промышленных канализаций.**

Особую опасность для здоровья человека представляют так называемые **опасные отходы** — **твердые, пастообразные и жидкие промышленные отходы** содержащие токсичные, мутагенные и канцерогенные вещества. **Опасные отходы по степени токсичности компонентов делятся на классы: 1-й — чрезвычайно опасные, 2-й — высокоопасные, 3-й — умеренно опасные, 4-й — малоопасные.**

В связи с тем, что человек непосредственно не потребляет почву, как продукт, а она является одним из важнейших звеньев в трофической цепи, рассмотрим **пути воздействия почвы на здоровье и условия жизни населения.**

### **3. Влияние почвы на здоровье и условия жизни населения.**

#### **3.1 Особенности и пути влияния почвы на здоровье и условия жизни населения**

В отличие от воды и атмосферного воздуха, непосредственный контакт человека с почвой ограничен и не приводит к неблагоприятным последствиям для здоровья. Однако, **гигиеническое нормирование качества почвы важно в связи с ее опосредованным воздействием на человека через продукты питания.**

Выделяют **три пути такого воздействия.**

**Первый путь — через растения, как продукты питания человека.**

Естественный круговорот веществ обеспечивает повышение плодородия девственной почвы. С целью увеличения объема получения первичной продукции для целей питания человек преобразует почву, используя агротехнические приемы. Однако, **нарушение технологии их проведения приводит не только к уменьшению количества продукции, но и к изменению ее качества.**

Нарушение баланса химических элементов в почве может приводить к выраженным массовым заболеваниям, получившим название **эндемических болезней**. Неблагоприятное влияние почвы, загрязненной отходами промышленности, проявляется в ухудшении качества продуктов растениеводства. При этом, вещества, попавшие в почву, накапливаются в растениях, включаются в пищевые цепочки и таким образом влияют на здоровье человека (кролики – трава в окрестностях завода по вторичной переработке цветных металлов - содержание свинца в печени возросло в 9 раз, а в костной ткани - в 5 раз по отношению к группе контрольных животных за 3 месяца).

**Второй путь - через питьевую воду.** Почвенная вода может содержать все химические элементы и соединения, способные растворяться. При определенных условиях почвенный раствор может сообщаться с грунтовой водой, а через нее и с межпластовыми водоносными горизонтами. (В 40-е годы XX века промышленные сточные воды Воронежского комбината синтетического каучука поступали для очистки на поля фильтрации, через десятилетия население Воронежа, начало использовать из подземного межпластового горизонта питьевую воду, которая пенилась, т.е. в ней высокий уровень ПАВ. В результате был осуществлен перенос городского водозабора за пределы влияния полей фильтрации).

**Третий путь влияния - через почвенный воздух.** В местах интенсивного загрязнения почвы органическими веществами биологического происхождения (свалки бытовых отходов, поля орошения, фильтрации, кладбища и скотомогильники и пр.) **содержание углекислоты может достигать 15-18 об.%, метана - 22 об.%, водорода - 27 об.%. Обмен почвенного и атмосферного воздуха приводит к его загрязнению в зоне дыхания людей.** В результате в организме человека возникает **сильная интоксикация** (обмороки, потеря сознания).

Загрязненная **физиологическими выделениями человека почва может вызвать распространение инфекционных заболеваний и гельминтозов.** Патогенные микроорганизмы могут сохраняться и размножаться в почве. Очень устойчивы в этом отношении яйца гельминтов, которые могут проникать в организм человека **через инфицированные овощи, либо с пылью из воздуха.** (Дворовые уборные с выгребом обеспечивают распространение кишечной микрофлоры в почве в радиусе до 50 м. При сооружении в зоне колодца – загрязнение грунтовых вод.)

Пути влияния почвы на здоровье человека могут быть представлены схематически (рис. 14.1).

Рис. 14.1. Пути влияния почвы на здоровье и условия жизни человека (Стр. 239, т. 2).

**3.2. Проявления неблагоприятного влияния почвы на здоровье и условия жизни населения**

*Неблагоприятное опосредованное влияние почвы на человека может проявиться:*

- *в форме болезней* (под воздействием этиологических факторов),
- *в нарушении условий жизни* (воздействие факторов риска).

*Неблагоприятные факторы могут быть обусловлены природным составом почвы или техногенным (антропогенным) воздействием на почву.*

**1. Нарушения здоровья, связанные с природным составом почвы** (мик-роэлементозы) почвы, отличающиеся от остальных по содержанию и соотношению микроэлементов, имеющие географическую локализацию, называются **биогеохимическими провинциями**.

**Естественные биогеохимические провинции** — это местности, в пределах которых биологические реакции живых организмов определяются аномальными уровнями содержания и соотношения природных микроэлементов. Они расположены в зонах залегания рудных и нерудных ископаемых, в зонах вулканизма, в обедненных химическими элементами почвенных зонах. **Нарушение баланса химических элементов в почве приводит к изменению химического состава воды водных объектов и в результате к изменению биоразнообразия местной флоры и фауны.** Микроэлементы, входя в состав различных химических регуляторов обмена веществ или действуя в виде неорганических соединений как катализаторы, оказывают огромное влияние на ход и направленность обменных процессов. Если аборигены биогеохимических провинций потребляют только местные продукты питания, у них могут развиваться патологические изменения и

даже выраженные нозологические формы — так называемые эндемические геохимические болезни.

**Низкий уровень йода в почве и, как правило, в воде приводит к низкому содержанию его в растениях, а затем и в мясе животных. В результате в организме человека возникает дефицит йода, который становится причиной заболевания эндемическим зобом** (уровская болезнь по названию р. Уров в Забайкалье, где она носила массовый характер. затем она получила широкое распространение в Туве и в Корее). *При этом чем больше соотношение медь:йод и кобальт:йод, тем выше заболеваемость.* Уровская болезнь может возникать при повышенном содержании в почве и растениях стронция (стабильного) и пониженной концентрации кальция при дефиците бария, фосфора, меди, йода и кобальта. **Эндемический зоб сопровождается кретинизмом, глухотой и умственной отсталостью, иногда сопровождается деформирующим остеоартритом.** Массовый характер зоб приобретает в случае, если численность заболевших достигает более 5% среди детей и подростков или более 30% среди взрослых. **Для предупреждения эндемического зоба ежедневно в рационе необходимо иметь 50 мкг йода.**

*В зоне песчано-подзолистых почв при недостатке йода и кобальта при высоком содержании кремния в почвах, грунтах и природных водах и неблагоприятном соотношении йода и кремния с другими микроэлементами наблюдается более высокий уровень заболеваемости населения мочекаменной болезнью, рассеянным склерозом, раком желудка, хроническим холециститом, сахарным диабетом, хроническим гастритом, зобом.* Кроме того, дефицит эссенциальных микроэлементов способствует кумуляции и усилению токсического действия свинца, кадмия, никеля и других потенциально токсичных микроэлементов. Аккумуляция последних вызывает снижение функции иммуноустойчивости организма, обусловленной морфологическими изменениями желез внутренней секреции. В результате создаются благоприятные условия для развития разнообразной неинфекционной, в том числе и онкологической, патологии.

**2. Нарушения здоровья, связанные с техногенным и антропогенным загрязнением почвы.** Масштабы воздействия человека на почву в XX веке, обусловленные интенсивной производственной активностью человека и индустриализацией, значительно превосходят естественные геологические процессы. В результате неконтролируемого воздействия возникли **техногенных биогеохимических провинций** — это локализация на определенных территориях разных сочетаний химических веществ, нехарактерные для местных природных условий, наличие которых определяется хозяйственной деятельностью человека или ее последствиями. Радиус их распространения - сотни и тысячи квадратных километров (территория Курской магнитной аномалии, отвалы нефелинов на Кольском полуострове, медеплавильный завод в г. Карабаш Челябинской области (с 1910 г.) — до 1992 г выбросы в атмосферу оксидов и сульфидов многих металлов, в том числе свинца составляли до 2000 т в год. - загрязнение

атмосферного воздуха составляло до 1500 мг/кг. - содержание свинец в овощах до 1,5—2,5 мг/кг при допустимой остаточной концентрации ПДК 0,5 мг/кг. – у детей нарушен минеральный обмена веществ в организме - повышено содержание в волосах цинка, ртути, калия, натрия и в меньшей степени меди при значительном снижении содержания кальция и магния).

Ярким примером **техногенной биогеохимической провинции** является **территория Томска**, областного центра с полумиллионным населением и развитой химической, машиностроительной и приборостроительной промышленностью. В результате геохимического картирования города было определено распределение в почвогрунтах по территории города 48 элементов. При этом **интегральная оценка** распределения проводилась по **суммарному показателю загрязнения (СПЗ)**, который определялся по формуле:

$$СПЗ = C1/ПДК1 + C2/ПДК2... + ...Cn/ПДКn$$

где  $C1, C2, \dots, Cn$  — концентрации в пробах почвы;

$ПДК1, ПДК2, \dots, ПДКn$  — предельно допустимые концентрации в почве.

В результате исследования было установлено, что вся территория города представляет собой **техногенную геохимическую провинцию**, включающую участки с разным уровнем СПЗ. При этом СПЗ, равный 2—16, считали слабым, 16-24 — средним и 64 и выше (до 128) — сильным загрязнением (рис. 1).

Однако, достоверная корреляционная связь между загрязнением почвы микрорайонов Томска и заболеваемостью населения была установлена лишь в единичном случае.

Причины этого, очевидно, в том, что при разработке

- не учитывалось влияние на показатели здоровья загрязнения атмосферного воздуха, зональное распределение которого, не совпадает с зональным распределением загрязнения в почве.

- меньший как прямой, так и опосредованный (через продукты питания и питьевую воду) контакт с почвой городского населения по сравнению с сельским.

Однако при техногенном загрязнении почвы наличие факторов риска в нарушении здоровья городского населения не вызывает сомнения.

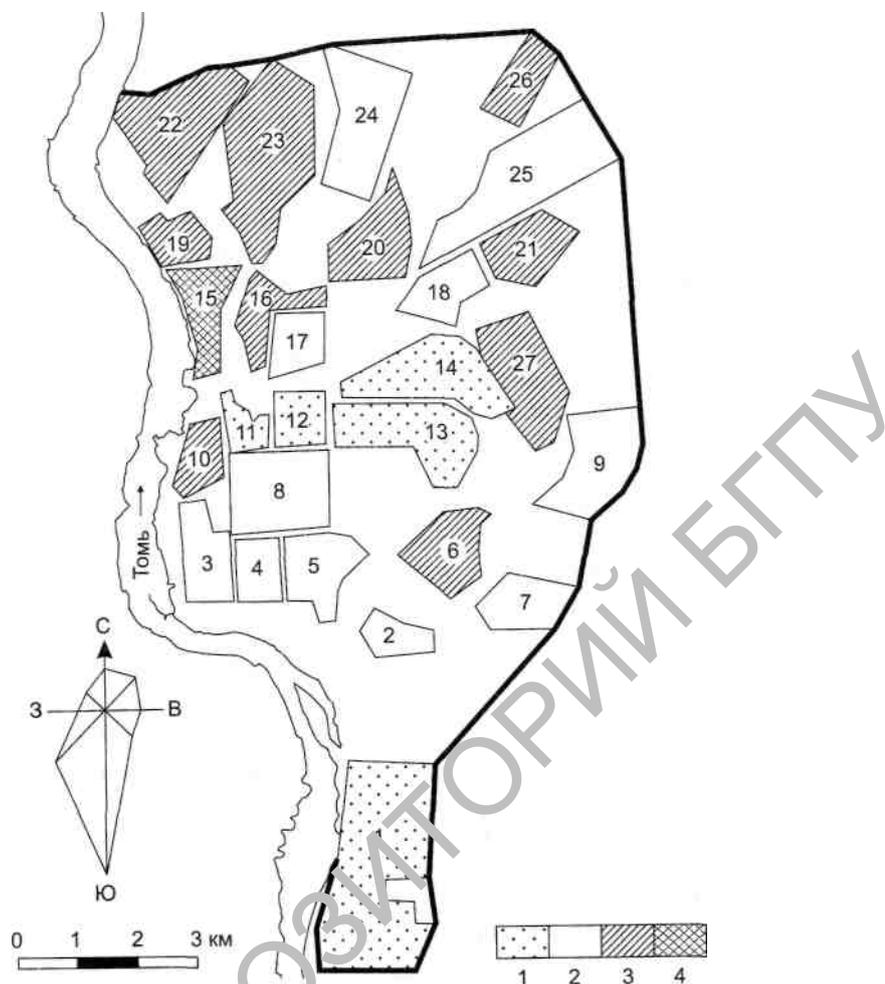
**Пути заражения человека через загрязненную почву:**

1. при дерматологическом контакте в случае повреждения кожного покрова происходит заражение столбняком и газовой гангреной.

2. через трофическую цепь (продукты питания - овощи, ягоды, грибы и пр. и воду - источники питьевого водоснабжения) происходит заражение ботулизмом, кишечными инфекциями (цисты кишечных патогенных простейших сохраняются от нескольких дней до 3—6 мес.) и паразитарными болезнями (гельминтоз - яйца геогельминтов сохраняют жизнеспособность в

почве от 3 до 10 лет, биогельминтов — до 1 года, аскаридоз, лямблиоз, криптоспориоз, бычий и свиной цепни и пр.).

**3. через механических переносчиков возбудителей инфекционных и инвазионных болезней человека (синантропные мухи).**



**Рис. 1. Техногенное химическое загрязнение почвы г. Томска.**

**Уровни загрязнения:**

- 1 - СПЗ от 1 до 15 (неопасный);**
- 2 - СПЗ от 1 до 31, (умеренно опасный);**
- 3 - СПЗ от 32 до 127 (опасный);**
- 4 - СПЗ 128 и выше (чрезвычайно опасный).**

Числа в кружках (от 1 до 26) - номера жилых микрорайонов города, газонов, парков и детских площадок (фактор риска) в нарушение здоровья городского населения не вызывает сомнений.

Таким образом, несмотря на ограниченность прямого контакта человека с почвой по сравнению с другими элементами среды обитания, неблагоприятное воздействие загрязненной почвы на здоровье сохраняет актуальность и в наши дни.

**4. Гигиеническое нормирование содержания химических веществ в почве.**

**По приоритетности нормирования химические вещества располагаются в следующей последовательности:**

- пестициды и их метаболиты;
- тяжелые металлы;
- микроэлементы;
- нефтепродукты;
- сернистые соединения и другие вещества органического синтеза при их систематическом поступлении в почву.

#### **4.1. Гигиеническое нормирование содержания химических веществ в почве.**

В области гигиены почвы гигиенического нормирования не было до 1976 года. Основоположителем **методики гигиенического нормирования** стал **проф. Е.И. Гончарук**. Ему принадлежит авторство в области **определения ПДК экзогенного вещества в почве**.

**ПДК экзогенного химического вещества в почве** — это максимальная концентрация (в миллиграммах на 1 кг абсолютно сухой почвы), при которой опосредованно при любых путях его миграции по экологическим цепочкам гарантируется отсутствие прямого или косвенного отрицательного воздействия на здоровье человека, его потомство и санитарные условия жизни населения.

**Гигиеническое нормирование химических веществ в почве** является многостадийным, разноплановым экспериментальным исследованием, которое использует одновременно физические, физико-химические, химико-аналитические и агрономические методы. Процесс **гигиенического нормирования** включает четыре этапа, и его продолжительность составляет 1—2 года.

**В рамках первого этапа** изучают физико-химические свойства вещества и его стабильность в почве, главными характеристиками которой является **время разрушения 50% вещества (T50)** или **практически всего вещества (T99)**.

**На втором этапе** производится обоснование объема экспериментальных исследований и ориентировочных пороговых концентраций по каждому показателю вредности при помощи математических моделей процессов миграции в водные объекты и атмосферный воздух, фитоаккумуляции (транслокации в растения) и деструкции исследуемого вещества в почве.

**В рамках третьего этапа** проводят лабораторные эксперименты по обоснованию подпороговых (недействующих) концентраций по 4 показателям вредности (фитоаккумуляционный, или транслокационный, миграционный водный, миграционный воздушный, общесанитарный) с целью установления лимитирующего показателя вредности и ПДК вещества в почве. В табл. 1 приведены ПДК некоторых химических веществ в почве.

**Фитоаккумуляционный (транслокационный) показатель вредности** характеризует способность нормируемого химического вещества переходить из почвы через корневую систему в растение и накапливаться в его зеленой массе и плодах. **Недействующая концентрация** - это та

Таблица 1.

## ПДК некоторых химических веществ в почве

Вещество	ПДК, мг/кг	Лимитирующий показатель вредности
Бенз(а)пире	0,02	Общесанитарный
ГХ ЦГ	од	Переход в растения
Медь	3,0	Общесанитарный (влияние на биологическую активность и почвенный микробиоценоз)
Нитраты	130,0	Водно-миграционный
Толуол	0,3	Воздушно-миграционный и транслокационный
Цинк	23,0	Транслокационный

максимальная концентрация химического вещества в почве (в миллиграммах на 1 кг абсолютно сухой почвы), при которой накопление вещества в плодах к моменту сбора урожая не превысит допустимых остаточных количеств, для продуктов питания.

**Миграционный водный показатель вредности** отражает миграцию изучаемого вещества в подземные (грунтовые) воды. **Недействующей концентрацией** является максимальная концентрация вещества в почве (в миллиграммах на 1 кг абсолютно сухой почвы), при которой поступление химического вещества в грунтовые воды не превышает ПДК нормируемого вещества в воде водных объектов.

**Миграционный воздушный показатель вредности** отражает процессы поступления вещества из почвы в атмосферный воздух путем испарения и соиспарения с водой. **Под недействующей концентрацией** понимается максимальная концентрация вещества в почве (в миллиграммах на 1 кг абсолютно сухой почвы), при которой его поступление в атмосферный воздух не превышает установленной для него ПДК.

**Общесанитарный показатель вредности** характеризует влияние экзогенного химического вещества на самоочищающую способность почвы и ее биологическую активность. **Недействующая концентрация** - это максимальная концентрация вещества в почве (в миллиграммах на 1 кг абсолютно сухой почвы), которая не вызывает в течение 5—7 сут изменений общей численности основных физиологических групп почвенных микроорганизмов (спорообразующие бактерии, грибы, актиномицеты и др.) более чем на 50%, а также ферментативной активности почвы более чем на 25% относительно контроля.

В рамках **четвертого этапа** сравнивают результаты исследований по четырем определенным концентрациям, наименьшая из которых представляется для утверждения в качестве ПДК, а **показатель**, по которому она установлена, **называется лимитирующим показателем вредности**.

Превышение ПДК не является характеристикой загрязнения почвы в конкретном почвенно-климатическом регионе. Для того чтобы оценить

степень загрязнения почвы в конкретной санитарной ситуации, необходимо рассчитать показатели, отражающие конкретные региональные почвенно-климатические особенности. К таким показателям относятся: **предельно допустимые уровни внесения (ПДУВ) экзогенных химических веществ в почву и их безопасные остаточные количества (БОК).**

**ПДУВ** — безопасное для здоровья людей количество пестицида или агрохимиката (в килограммах на 1 га), вносимое в почву при ее химической обработке.

**БОК** — безопасное для здоровья людей количество пестицида или агрохимиката (в миллиграммах на 1 кг почвы), оставшееся в почве к моменту выхода рабочих на сельскохозяйственные поля после их химической обработки и в конце вегетационного периода растений.

**ПДУВ и БОК** рассчитывают по формулам:

$$\text{ПДУВ} = (2d \cdot 10^2 \text{ ПДК}) / F \text{ (кг/га);}$$

$$\text{БОК} = \text{ПДК} \cdot F(t) / 100 \text{ (мг/га)}$$

где **d** — удельная масса почвы;

**F** — остаточное количество нормируемого вещества для конкретных почвенно-климатических условий (определяется экспериментально или в пересчете на ДДТ);

**t** — контрольное время, сут.

**ПДУВ и БОК** – нормативы, служащие критериями загрязненности почвы.

**Автор гигиенического нормирования Е.И. Гончарук предложил и пятый этап исследования** — изучение влияния загрязненной экзогенными химическими веществами почвы на состояние здоровья населения с целью корректировки гигиенических нормативов содержания в ней экзогенных химических веществ (ПДК, ПДУВ, БОК).

Однако в прямых наблюдениях доказать влияние конкретной почвы на конкретную группу людей невозможно. Причины этого:

- многозначностью и опосредованностью путей воздействия состава почвы на здоровье человека,
- разнообразие путей формирования пищевого рациона конкретных людей по пространственно-временному критерию.

Таким образом, **методология гигиенического нормирования химических веществ в почве имеет принципиальные отличия от нормирования в воде и атмосферном воздухе.** Как в том, так и в другом случае **конечный результат исследования - ПДК - обосновывается экспериментальным путем** (проводятся токсикологические и санитарно-токсикологические эксперименты на теплокровных животных, а результаты экстраполируются на человека и выражаются в виде гигиенического норматива). Влияние **на человека химического фактора в почве, опосредованно.** Оно проявляется посредством межсредовой миграции исследуемого вещества в культурные растения, в воду или в

*атмосферный воздух, а норматив (ПДК почвы) основывается на не превышении нормативов этого вещества в воде, воздухе или в продуктах растениеводства. Т.е. гигиенический норматив по почве (ПДК или ПДУВ) выражает не влияние содержащегося в почве вещества на здоровье человека, а условия безопасности для здоровья межсредовых переходов нормируемого вещества.*

В настоящее качество *почвы регламентируют ПДК* для 15 металлов и 50 для *пестицидов и агрохимикатов* (Инструкция 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест» в Республике Беларусь). Большинство нормативов установлено по *транслокационному показателю вредности*; для 8 веществ лимитирующий показатель - *миграционный водный*, для 9 - *общесанитарный*. По *миграционному воздушному показателю* нормируются только 5 веществ.

Таким образом, опыт гигиенического нормирования химических веществ в почве свидетельствует о высокой аккумулярующей способности растений к поглощению пестицидов и тяжелых металлов, которые имеют тенденцию к накоплению в продуктивной части растений. Наряду с этими нормативами, большое значение имеет санитарное состояние почвы, которое реализуется через систему санитарных нормативов качества почвы.

### **5. Структура санитарных нормативов качества почвы.**

*Для санитарной охраны почвы*, кроме гигиенических нормативов, используют *санитарные нормативы*, по соответствию которым принимают решения о необходимости проведения мероприятий по обезвреживанию загрязнений почвы и возможности целевого использования участков (табл. 2). Допустимые пределы санитарных показателей почвы отражены в соответствующих санитарных правилах.

**Таблица 2.**

**Санитарные показатели почвы поселений**

Показатели	Состояние почвы		
	чистая	умеренно	грязная
Санитарно-химические: санитарное число Хлебникова (Nгумуса : Nорган.)	0,98	0,85-0,70	Менее 0,70
Санитарно-бактериологические: коли-индекс перфрингенс-индекс	Менее 1000 Менее 100	10000- 100000 100-1000	Выше 100 000

Санитарно-гельминтологические: содержание жизнеспособных яиц гельминтов (шт/кг)	0	До 10	10-100
Санитарно-энтомологические: содержание личинок и куколок мух (шт/0,25 м <sup>2</sup> поверхности)	0	До 10	10-100

*Санитарное число отражает давность органического загрязнения почвы и завершенность гумификации.*

*Присутствие кишечной палочки и спор перфрингенс является свидетельством загрязнения почвы фекалиями человека или животных; по соотношению этих микроорганизмов можно судить о давности загрязнения. Малое количество кишечной палочки и присутствие спор перфрингенс свидетельствуют о давнем фекальном загрязнении. На санитарном значении гельминтологических и энтомологических показателей останавливались ранее.*

*Санитарное состояние почвы определяется не только уровнем санитарных показателей, но и их соответствием функциональному назначению исследуемого участка почвы. Почва мест рекреационного назначения, детской площадки должна быть категории «чистая». Почва сельскохозяйственных угодий, относящаяся к категории «грязная», не требует проведения санитарных мероприятий.*

*Санитарные нормативы почвы имеют большое значение при выборе участка для нового строительства, при надзоре за сооружениями для обезвреживания отходов, как в процессе эксплуатации, так и в период вывода из нее*

**Тема 4. Экологические нормативы качества окружающей среды**  
(стр. 52-66, 2 часа).

**Вопросы:**

1. Понятие о физических факторах окружающей среды.
2. Стандарты акустического и вибрационного качества окружающей среды.
3. Стандарты, нормирующие оптическое качество окружающей среды.
4. Нормативы стационарных и искусственных электромагнитных полей.
5. Стандарты радиоактивного загрязнения окружающей среды.

**1. Понятие о физических факторах окружающей среды.**

В связи с использованием новых источников энергии, увеличением роста производства постоянно возрастает роль влияния физических факторов на жизнедеятельность и здоровье людей. Все чаще они переходят из разряда воздействий, определяемых профессиональной деятельностью в факторы риска для основной массы населения. При этом, установлено, что влияние одного или комбинаций нескольких физических факторов могут вызвать неблагоприятные последствия для состояния здоровья человека в форме болезней различной этиологии или ухудшения качества его жизни. В связи с этим для поддержания оптимального состояния среды обитания человека осуществляется **нормирование совокупности физических факторов, оказывающих на организм людей энергетическое воздействие**. Люди испытывают воздействие разных видов энергии и упругих колебаний среды, инерционных сил, энергетических полей, корпускулярных потоков.

**Физические факторы окружающей среды по происхождению могут быть как природного, так и антропогенного характера.**

К **природным физическим факторам среды** относятся температура, влажность, движение воздуха, солнечная радиация, включающая видимую и невидимую части спектра, атмосферное давление, гравитация, магнитное поле Земли, атмосферное электричество, космическое излучение и др.

**Антропогенные физические факторы** делятся на **механические колебания и различного рода излучения**. К формам **механического воздействия** относятся акустическую и вибрационную формы воздействия различной частоты и интенсивности, а также ультразвуковые колебания, представляющие собой вид механического колебания с частотами выше порога восприятия органом слуха (16 кГц—10 МГц).

**Электромагнитные излучения** включают волны диапазона радиочастот: **инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма-излучение**. К **корпускулярным излучениям** относятся потоки альфа- и бета- частиц, протонов и нейтронов. В составе электромагнитного излучения по характеру его воздействия на организм человека выделяют: **ионизирующее** (космическое, рентгеновское и гамма-излучение, а также корпускулярные) и **неионизирующее** (радиоволны, микроволновое

излучение, инфракрасное излучение нагревательных приборов, видимый свет некоторых лазеров, ультрафиолетовое излучение и др.).

Кроме того, в быту и промышленности на организм человека могут действовать статическое электричество и постоянное магнитное поле.

## **2. Стандарты акустического и вибрационного качества окружающей среды.**

Множество людей, особенно жителей крупных городов, нередко оказываются в неблагоприятных условиях акустической и вибрационной среды, что отрицательно воздействует на жизнедеятельность и здоровье населения.

*Основными источниками акустического и вибрационного воздействия на окружающую среду являются транспорт, производственное оборудование, аудиоустановки и т.п.* В условиях города наибольшее влияние на акустический режим оказывают *городские транспортные магистрали, уровни шума транспорта на которых достигают 85—87 децибел (дБ).*

*Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания в интервале частот от 16 до 20 000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц (инфразвуки) и с частотой выше 20 000 Гц (ультразвуки) не воспринимаются органами слуха человека, но негативно воздействуют на биосферу.*

*В структуре спектра шума выделяются два диапазона: широкополосный и тональный, а по времени воздействия - на постоянный и периодический. Последний, в свою очередь, делится на колеблющийся, прерывистый и импульсный.*

Наличие широкого спектра шумового воздействия, оказывает негативное воздействие: на ухудшение состояния здоровья населения, которое проявляется в форме психолого-физиологические эффекты в виде нарушения сна, изменений со стороны слуха. Так, только в США зарегистрировано около 11 млн. взрослых и 3 млн. детей со стойким снижением слуха, вызванным шумом. Кроме того, установлено, что ночной шум на городских улицах служит причиной стресса, сердечно-сосудистых заболеваний, возникновения инфаркта и инсульта.

*В связи с наличием данных о негативном влиянии всех видов акустического воздействия на окружающую среду, они подлежат нормированию. Существуют нормативные документы, ориентированные на ограничение шумовой нагрузки и проведение мероприятий по защите от него населения. В соответствии с СанПиНом 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 звуковые колебания нормируются уровнем звукового давления (УЗД) и уровнем звука (табл. 1).*

*При нормировании тонального и импульсного шума к значениям, приведенным в табл. 1, следует принимать поправку 5дБ.*

При этом **инфразвук** распространяется практически **без ослабления на значительные расстояния**. Так, уровни инфразвука 10 дБ фиксировались при удалении от источника на расстояние 200 м.

В соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-35-2002 постоянный **инфразвук нормируется уровнями звукового давления на среднегеометрических частотах 2, 4, 8, 16 Гц в децибелах (табл. 2)**.

Для **непостоянного инфразвука** мгновенные (текущие) значения общего уровня звукового давления **не должны превышать 120 дБ**.

При возникновении **вибрации** колебания генерируются в трех взаимно перпендикулярных направлениях, которые могут приводить к негативным последствиям для здоровья человека, состояния оборудования, зданий, сооружений. Поэтому уровни **вибрации в жилых зданиях регламентируются СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002**.

Нормируемыми параметрами **постоянной и непостоянной вибрации в жилых помещениях и общественных зданиях** являются **средние квадратические значения виброускорения и виброскорости**, измеряемые в октавных полосах частот, или их логарифмические уровни (табл. 3).

**Таблица 1.**

**Допустимые уровни акустического воздействия в жилых и общественных зданиях**

**Таблица 2.**

**Допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки.**

**Таблица 3.**

**Нормативные значения вибрации в жилых помещениях**

Среднегео-	Допустимые значения по осям $O_x$ , $O_y$ , $O_z$			
	Виброускорение		Виброскорость	
	м/с.кв	дБ	м/с	дБ
2	0,0038	22	0,00032	76
4	0,0042	23	0,00018	71
8	0,0053	25	0,00011	67
16	0,011	31	0,00011	67
31,5	0,021	37	0,00011	67
63	0,042	43	0,00011	67
Корректированные значения и их уровни	0,0038	22	0,00011	67

В дневное время в помещениях допустимо превышение нормативных уровней вибрации на 5дБ, а для непостоянной вибрации к допустимым значениям уровней вводится поправка — 10 дБ и абсолютные значения умножаются на 0,32.

В качестве мероприятий, направленных на снижение уровня акустического воздействия на организм человека в пределах селитебных территорий, нормативными документами предусмотрено **создание санитарно-защитных зон**. В пределах санитарно-защитных зон разрешено размещать экранирующие здания нежилого назначения, в которых допускается **уровень шума 55—60 дБ**.

**Таблица 4**

**Допустимые уровни шума на территориях различного хозяйственного назначения, дБ**

Наименование объекта	Ночь	День
Селитебные зоны населенных	45	55

Промышленные территории	55	65
Зоны массового отдыха и	35	50
Санаторно-курортные зоны	30	40
Территории сельскохозяйственного	45	50
Территории заповедников и заказников	До 3	До 35

*Кроме того, между производственными объектами и жилой застройкой создаются санитарно-защитные зоны шириной от 50 до 1000 м. В случае размещения объектов жилищной инфраструктуры у экологически опасного промышленного предприятия ширина санитарно-защитной зоны увеличивается до 3000 м.*

Особо регламентируются допустимые параметры транспортного шума (автомобильного, железнодорожного и авиационного), размеры и конфигурация санитарно-защитных зон между линейными источниками перечисленных видов шума и жилой застройкой, планировка самих объектов и акустическое зонирование прилегающих к ним территорий. В случае проектирования аэродромов, минимальное расстояние, предусмотренное от его границ до зоны селитебной застройки, предусмотрено от 1 до 30 км.

### **3. Стандарты, нормирующие оптическое качество окружающей среды.**

*Оптические факторы, к которым относятся видимые и ультрафиолетовые излучения, являются частью окружающей человека среды. Кроме того, оптический фактор играет первостепенную роль в регуляции жизненно важных функций организма. Из числа общефизиологических реакций под действием света большое значение для человека имеет процесс восприятия внешнего мира, связанный с сознанием (психофизиологическое значение света).*

*Оптическая часть спектра лучистой энергии характеризуется излучениями с длиной волны от 100 до 750—780 нм. Разные участки оптического спектра оказывают неоднозначный биологический эффект на организм человека.*

*Видимый свет является раздражителем зрительного анализатора, через который поступает до 90% информации об окружающем нас мире. Зрительному анализатору принадлежит ведущая роль в регуляции биологических ритмов, а, следовательно, и основных процессов жизнедеятельности организма. Световое солнечное излучение, поступая на сетчатку глаза, регулирует циркадную систему, которая контролирует суточные ритмы сна и бодрствования, температуры тела, гормональную секрецию и другие физиологические функции. Под влиянием естественного света усиливается газообмен, интенсифицируется минеральный и азотистый обмен. При недостатке солнечного света (при освещенности менее 2500 лк) в осенне-зимний сезон уменьшается продуцирование гормона мелатонина и развивается депрессия, сопровождающаяся упадком*

физических сил, желанием замкнуться в себе. Одновременно наблюдается повышение аппетита и потребности во сне.

Благодаря **видимому солнечному свету** зрительный анализатор человека способен выполнять **зрительную работу**. При этом, зрительная работа выполняется как в условиях производства и быта, так и во время отдыха (чтение, письмо, рисование, выполнение школьных домашних заданий, мелкие домашние работы и др.). Выполнение таких видов деятельности требует многочасового напряжения зрительного анализатора, в связи с этим возникла необходимость обосновать **нормативы, определяющие благоприятные условия светового климата**. К числу критериев, регламентирующих условия светового климата, **относят: яркость**, которая определяется двумя характеристиками: **освещенностью и контрастностью**.

В диапазоне яркости **1000-500 кд/м<sup>2</sup>**, соответствующем летнему ясному дню, глаз способен выполнять любую зрительную работу в течение длительного времени. **Освещенность рабочего места** при таком диапазоне яркости будет достигать **5,5-2,7 клк**.

В условиях жилища для выполнения домашних заданий школьниками предельно допустимым нижним уровнем яркости принят диапазон **90-120 кд/м<sup>2</sup>** при освещенности **500-600 лк**.

**Недостаточное освещение рабочего места** вызывает у человека **повышенную утомляемость** и способствует развитию **близорукости**. **Воздействие излишней яркости** сопровождается фотоожогами глаз и кожи (полуденное солнце, луч лазера и т.д.), вызывая **кератиты и катаракты** и ряд нарушений структуры тканей.

К оптическим факторам относится и **ультрафиолетовое излучение**.

УФ-излучение Солнца считается наиболее **биологически активным** из всего оптического диапазона, и, поступая в жилище, оно оказывает **бактерицидный эффект**, проявляющийся в оздоровлении его внутренней среды.

**Дозированное воздействие УФ-излучения** на организм человека вызывает активизацию его обменных процессов, тканевого дыхания, деятельности эндокринных желез, что приводит к повышению уровня иммунитета организма.

**Дефицит ультрафиолетового излучения** в окружающей среде сопровождается снижением продуцирования витамина В<sub>3</sub>, который является регулятором фосфорно-кальциевого обмена, и при его недостатке увеличивается частота случаев рахита у детей, остеопороза – у взрослых. Кроме того, недостаток поступления УФ в организм сопровождается снижением уровня иммунитета.

Наряду с благоприятным влиянием **ультрафиолетового излучения** на организм при его избытке проявляются его **отрицательные свойства**. УФ-При УФ излучении с длиной волны от 240 до 313 нм. Возникают фотобиологические эффекты, приводящие к изменению структуры молекулы ДНК, ее мутациям или опухолевой трансформации клетки,

приводящей к раку кожи (базилиоме). Среди негативных эффектов воздействия УФ-излучения известна **снежная офтальмия — кератоконъюнктивит**, развивающийся под влиянием УФ-излучения, отраженного от освещенной солнцем поверхности снега или льда.

В целях обеспечения необходимого **светового режима в жилых помещениях** уровень освещенности регламентируют через систему **строительных нормативов**, к которым относятся: **коэффициент естественной освещенности (КЕО) и световой коэффициент (СК)**.

**КЕО** — процентное отношение естественной освещенности в данной точке помещения к освещенности в тот же момент на горизонтальной плоскости под открытым небом, рассеянным светом небосвода.

**СК** — процентное отношение площади остекленной поверхности окон к площади пола помещения.

На практике используется КЕО, значения которого нормируются в зависимости от функционального назначения помещений. Диапазон нормативных величин КЕО колеблется **от 0,5 до 4 % от объема ультрафиолетового диапазона, поглощенного разнообразными объектами** (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03).

В последнее время в качестве альтернативы КЕО в градостроительной практике используется **показатель инсоляции жилища**, учитывающий общеоздоровительный, бактерицидный и психофизиологические факторы воздействия прямого солнечного света. Гигиеническая классификация продолжительности инсоляции в жилых помещениях приведена в табл. 5

**Таблица 5.**

**Гигиеническая классификация продолжительности инсоляции**

Продолжительность инсоляции	Гигиеническая характеристика	Обоснованность характеристики
От 0 до 50 мин	Выраженная недостаточность инсоляции	Низкий бактерицидный эффект, негативная психофизиологическая реакция (жалобы на недостаточность инсоляции в 80% случаев)

От 50 мин до 1,5 ч	Недостаточность инсоляции	Высокий бактерицидный эффект, негативная психофизиологическая реакция (жалобы на недостаточность инсоляции в 50% слу- чаев)
От 1,5 ч до 2,5 ч	Достаточная инсоляция (зона комфорта)	Высокий бактерицидный эффект, позитивная психофизиологическая реакция (жалоб нет)
Более 2,5 ч	Избыточная инсоляция	Негативная психофизиологическая реакция (жалобы на перегрев более чем в 50% случаев)

#### **4. Нормативы стационарных и искусственных электромагнитных полей.**

*Широкое использование электромагнитной энергии в разнообразных областях человеческой деятельности привело к тому, что к собственному электромагнитному полю Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца и Галактики присоединилось электромагнитное поле искусственного происхождения.*

*Источники ЭМП, к которым относятся воздушные линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, технические средства радиосвязи, телевидения, радиорелейной и спутниковой связи, радиолокационные и навигационные системы, лазерные маяки, антенны сотовой мобильной связи и т.п., существенно повлияли на естественный электромагнитный фон. На значительных территориях республики, особенно в местах сосредоточения воздушных линий электропередач, радио и телевидения, радиолокационных установок, напряженность электрических и магнитных полей возросла от 2 до 5 порядков, создавая тем самым реальную угрозу населению, животному и растительному миру.*

*Стационарные электрические поля относятся к числу биологически активных факторов окружающей среды, проявление действия которых сопряжено с медицинскими последствиями для человека. При изменении напряженности магнитного поля, возникают магнитные бури, в период*

которых нарушается свертываемость крови, мозга, увеличивается частота приступов сердечно-сосудистых заболеваний.

Интенсивность роста в окружающей среде **искусственных электромагнитных полей обусловлена** развитием радиовещания, телевидения, радиолокации.

**Неблагоприятное воздействие ЭМП** на организм человека проявляется в следующих последствиях: нарушении деятельности центральной нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой системах, снижению уровня иммунитета. При этом характер изменений находится в прямой корреляционной связи от времени пребывания в электромагнитном поле.

**Интенсивность электромагнитных полей** высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот регламентируется **предельно допустимой напряженностью ЭМП** для населения, территории жилой застройки и мест массового отдыха; помещений жилых, общественных и производственных зданий нормируется **СанПиН 2.2.1.3.9-36-2002** (табл. б).

**Таблица 6**

**Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ**

Диапазон частот	30-300 кГц	0,3-3 МГц	3-30 МГц	30-300 МГц	300 МГц - 300 ГГц
Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см <sup>2</sup>

Допустимые уровни напряженности электрического поля промышленной частоты на территории жилой застройки составляют **1000 В/м, в жилых помещениях - 500 В/м.**

На уровень электромагнитного загрязнения в жилых помещениях влияет работа **контактирующих** (миксер, утюг, фен, электробритва, электродрель, сотовый телефон и т.п.) и **не контактирующих с человеком** (холодильник, чайник, тостер, стиральная машина, печь СВЧ, радиоприемник, телевизор и т.д.) **электробытовых изделий.** Уровни напряженности электрического поля у поверхности этих изделий составляют от **160 до 420 В/м, что не превышает норматива (500 В/м).**

**Уровни магнитной индукции** электрического поля у этих же изделий достигают **0,12 - 11,6 мкТл** (микроТесла), что **превышает стандарт (0,2**

мкТл, Швеция) **от 2 до 58 раз**. Рекомендуемый безопасный для человека уровень достигается на расстоянии от 0,8 до 1,0 м от изделия.

## 5. Стандарты радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Человек и окружающая его среда постоянно подвергаются воздействию излучения, обусловленного как источниками **природного, так и искусственного происхождения**.

**Естественные источники** (космические лучи, сама Земля, радиоактивные элементы и др.) формируют **природный радиационный фон планеты** и определяют естественную дозу облучения, эволюционно безопасную для живых организмов (фоновая доза). К дозе облучения естественного происхождения добавляется доза, получаемая от соприкосновения с **искусственными источниками** радиоактивного излучения, обусловленная антропогенной деятельностью человека (табл. 7).

Таблица 7

**Искусственные источники облучения человека**

Источники	Годовая доза мЗв	Доля от природного фона % (2,4 мЗи)
1	2	3
Медицинское обследование (флюорография)	1-1,5	50-75
Полет в самолете	0,02-0,05	1-2,5
Телевидение (4)	0,01	0,5
Вклад АЭС	0,001	0,05
Вклад теплоэлектростанции (на угле)	0,006-0,06	0,3-3,0
Глобальные осадки от испытаний ядерного оружия	0,02	1
Другие источники	0,4	18-20
Всего в год	1,5-2,0	

Выявлено две **формы проявления отрицательных последствий** воздействия **ионизирующей радиации** на организм человека:

- **соматические эффекты**, которые проявляются у отдельных облученных лиц через длительные промежутки времени (риск возникновения канцерогенных последствий равен 2 случаям из 100 тыс.),

- **генетические эффекты**, возникающие у потомства (нарушение развития эмбриона и плода, проявляющееся во внутриутробной его гибели

или формировании врожденных пороков, вызывающих умственные и физические дефекты).

*Пик генетических последствий радиации, связанных с образованием генных мутаций или хромосомных aberrаций, как эффект ионизирующего облучения людей, проявляется в среднем через 25 лет после окончания воздействия. Причем, выявлено, что частота проявления эффектов на генетическом уровне тесно коррелирует с уровнем облучения.* Комитет ООН по действию атомной радиации полагает, что из 1 млн. живорожденных детей в первом поколении потомства населения, облученного дозой в 1 рад, будет насчитываться 63 человека с заболеваниями, вызванными облучением родителей.

**Интенсивное проникновение ионизирующего излучения в повседневную жизнь и производственную деятельность человека, высокий биологический риск и способность вызывать отдаленные эффекты воздействия обуславливают необходимость нормирования радиационного фактора.**

Работа с источниками излучения и защита от ионизирующих излучений регламентируется **«Нормами радиационной безопасности» (НРБ—96), «Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения» (ОСП 2002) и гигиеническими нормами «Содержание радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и в воде» регламентируется республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99), устанавливающими систему дозовых пределов, принципы их применения, правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.** Эти документы учитывают мировой опыт Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ).

**Измеряемыми параметрами источников радиационного облучения являются:**

- для внешнего облучения - **мощность экспозиционной дозы, которая измеряется в кулонах на килограмм;**

- для внутреннего облучения - **концентрация строго определенных радионуклидов в объектах контроля (вода, воздух, почва, продукты питания, организм человека).**

В республике **норматив полной прижизненной эффективной дозы для человека составляет 70 мЗв, или 1 мЗв/год.**

**Дозовые пределы являются основной нормируемой величиной. Допустимые уровни являются их производными.** Числовые значения допустимых уровней — предел годового поступления (ППП), допустимые среднегодовые объемная (ДОВА) и удельная (ДУА) активность и другие установлены для различных категорий облучаемых лиц и путей облучения, исходя из условия, что при воздействии данного фактора величина дозы, накопленной за год, не превышает величины основного предела дозы.

**Основные дозовые пределы для персонала и населения приведены в табл. 8. Они не включают дозу ионизирующего излучения, поступающую от**

природных, медицинских источников, и в случае радиационной аварии. На эти виды обучения установлены специальные ограничения.

**Таблица 8**

**Основные дозовые пределы для персонала и населения**

Нормируемая	Дозовые пределы	
	персонал (группа А)	население
Эффективная доза	20 мЗв в год за любые 5 лет подряд, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за 5 лет подряд, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год: в кистях и стопах хрусталике глаза коже	500 150 500	50 15 50

В качестве основных дозовых пределов приняты: эффективная доза и эквивалентная доза за год в кистях, хрусталике глаза, коже и стопах.

При одновременном воздействии источников внешнего и внутреннего облучения должно выполняться условие — отношение дозы внешнего облучения к пределу дозы и отношение годовых поступлений радионуклидов к их пределам в сумме не превышают единицы.

В непроветриваемом подвальном или полуподвальном помещении здания, человек получает облучение за счет радона — газа, который в 7,5 раз тяжелее воздуха, не имеет запаха и вкуса, поступает из земной коры, конструкций зданий и т.д.

В связи с этим, при проектировании новых зданий жилого и общественного назначения разработан норматив среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона в воздухе, значение которого до 100 Бк/м, а мощность дозы гамма-излучения в помещении не должна превышать мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч.

В эксплуатируемых зданиях норматив среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона в воздухе соответствует 200 Бк/м. При ее повышении следует проводить мероприятия по снижению поступления радона в воздух и улучшению вентиляции помещения. При отсутствии эффекта в случае превышения среднегодовой эквивалентной объемной активности изотопов радона 400 Бк/м принимается решение о переселении жильцов, перепрофилировании помещений или сносе здания.

Нормируется содержание радионуклидов в древесине, пиломатериалах, строительных материалах, добываемых на месторождениях (щебень, гравий, песок, камень, глина, мел, доломит и т.д.),

*а также отходах промышленного производства, используемых в качестве вторичного сырья (золы, шлаки, пиритные огарки, фосфо-гипс, галитовые отходы, лигнин и пр.), в минеральных удобрениях и мелиорантах.*

*По стандартам норма удельной эффективной активности естественных радионуклидов не должна превышать:*

*- во вновь строящихся жилых и общественных зданиях (1 -й класс) — 370 Бк/кг;*

*- в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (2-й класс) — 740 Бк/кг;*

*- в дорожном строительстве вне населенных пунктов (3-й класс) — 1350 кБк/кг.*

*Удельная активность естественных радионуклидов в фосфорных удобрениях и мелиорантах не должна превышать 4 кБк/кг.*

*При проведении профилактических, медицинских и рентгенологических обследований годовая эффективная доза облучения не должна превышать 1 мЗв. Мощность дозы гамма-излучения, которую может получить пациент от приема радиофармацевтических препаратов с терапевтической целью, не должна превышать 3 мкЗв/ч.*

РЕПОЗИТОРИЙ БГМУ