

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Саратовский государственный аграрный университет**  
**имени Н. И. Вавилова»**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СРЕДЫ**

**краткий курс лекций**  
**для аспирантов 2 года обучения**

**Направления подготовки**  
**05.06.01 Науки о земле**

**Профиль подготовки**  
**Экология**

**Квалификация (степень) выпускника**  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

**Саратов 2014**

УДК 574

ББК 28.08

Д21

|     |  |
|-----|--|
| Д21 | <p><b>Экологический мониторинг среды:</b> краткий курс лекций для аспирантов 3 года обучения направления подготовки 05.06.01 Науки о земле профиль подготовки «Экология» / Сост.: И.В.Сергеева // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – с.</p> <p>Краткий курс лекций по дисциплине «Экологический мониторинг среды» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 05.06.01 Науки о земле профиль подготовки «Экология».</p> <p>Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам экологического мониторинга среды. Направлен на формирование у студентов навыков самостоятельной разработки целевых программ экологического и/или геоэкологического мониторинга, практических рекомендаций по сохранению природной среды при различных видах хозяйственного освоения территорий.</p> |
|-----|--|

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
|  | <p>УДК 574</p> <p>ББК 28.08</p> |
|--|---------------------------------|

© Сергеева И.В., 2014

© ФГБОУ ВПО «Саратовский», 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Экологический мониторинг среды» относится к дисциплинам по выбору в вариативной части ОПОП ВО. Краткий курс лекций по дисциплине «Экологический мониторинг среды» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 05.06.01 Науки о земле профиль подготовки «Экология».

В результате изучения дисциплины аспирант должен знать: теоретические основы экологического мониторинга среды; основные блоки мониторинга, современную систему экологического мониторинга России; организацию мониторинга природных сред, специальные системы мониторинга.

Аспирант должен уметь: анализировать основные юридические акты, регламентирующие организацию, структуру и ведение мониторинга.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций: универсальной компетенции: «способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях» (УК-1); «способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий» (ОПК-1); «способностью методически грамотно разрабатывать и осуществлять план мероприятий наблюдения, оценки и прогноза влияния различных форм антропогенной деятельности на окружающую среду» (ПК-3); «владением основами экспертно-аналитической деятельности с использованием современных подходов, методов, аппаратуры, способов обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований» (ПК-4); «знанием правовых основ природопользования, нормативных документов, регламентирующих организацию производственно-технологических работ; умением разрабатывать типовые природоохранные мероприятия» (ПК-5).

## Лекция 1

### СОДЕРЖАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

#### 1.1 Общие положения и принципы

Впервые термин *мониторинг* (от лат. *monitor* – предостерегающий) появился перед проведением международной конференции в Стокгольме (1972 г.). Под мониторингом было решено понимать систему непрерывного наблюдения, измерения и оценки состояния окружающей среды.

В настоящее время под экологическим мониторингом понимается *информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.*

В системе экологического мониторинга постоянно должны реализовываться две цели:

1. Постоянная оценка «комфортности» условий среды обитания человека и других биологических объектов.
2. Предоставление информационной составляющей для целей прогнозирования, моделирования и принятия управленческих решений.

*В процессе мониторинга решаются следующие задачи:*

1. Организация единой системы сбора и обработки данных наблюдений;
2. Обеспечение достоверности и сопоставимости данных наблюдений;
3. Организация хранения данных наблюдений, ведение специальных банков и баз экологических данных;
4. Оценка и прогноз состояния объектов окружающей природной среды;
5. Информационное обеспечение органов власти и управления комплексной информацией о состоянии окружающей природной среды и природных ресурсах, а также населения информацией о проблемах обеспечения экологической безопасности.

Общей рекомендацией к системе экологического мониторинга является системное представление объекта мониторинга. Только в этом случае возможно собрать данные, которые впоследствии можно будет анализировать и давать им содержательную интерпретацию.

В настоящее время основным методом оценки окружающей среды является *экологическое нормирование*. В соответствии с природоохранным законодательством Российской Федерации нормирование качества окружающей природной среды производится с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. При этом под *воздействием* понимается антропогенная деятельность, связанная с реализацией экономических, рекреационных, культурных интересов и вносящая физические, химические, биологические изменения в природную среду.

Как экологическое, так и санитарно-гигиеническое нормирование основаны на знании эффектов, оказываемых разнообразными факторами воздействия на живые организмы. Одним из важных понятий в нормировании является понятие загрязнения:

**Загрязнение окружающей среды** – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Обычно выделяют следующие виды загрязнения:

1. *Химическое*. Загрязнение ксенобиотиками и другими химическими веществами.
2. *Физическое*. Тепловое, световое, шумовое, электромагнитное, радиоактивное воздействие.
3. *Биологическое*. Загрязнение микроорганизмами (гниение, болезнетворность), животными (паразиты), растениями (цветение водоёмов).
4. *Визуальное*. Нарушение эстетической привлекательности ландшафта (например, вследствие организации свалки строительного мусора).

*В зависимости от времени поступления загрязнителей различают три вида загрязнений:*

1. *Первичное загрязнение* – вызванное поступлением загрязняющих веществ и процессами непосредственного их превращения. В цикле первичного загрязнения могут появляться вторичные и последующие загрязняющие вещества.

2. *Вторичное загрязнение* – развивается как следствие первичного загрязнения и представляет собой новый цикл загрязнения.

*Повторное загрязнение* – вызванное повторным выносом загрязняющих веществ вследствие первичного загрязнения. Например, вынос осевших на дно или вмерзших в лед нефтепродуктов во время паводка или таяния льда.

Стандарт ГОСТ 12.1.007-76 «Классификация и общие требования безопасности» устанавливает следующие признаки для определения класса опасности. По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

1-й – вещества *чрезвычайно опасные*: бензапирен, бериллий, диэтилртуть, тетраэтилсвинец, таллий и др.

2-й – вещества *высокоопасные*: бор, ДДТ (сумма изомеров), кадмий (суммарно), мышьяк, нитриты, свинец (суммарно), селен, стронций, сурьма, формальдегид.

3-й – вещества *умеренно опасные*: алюминий, марганец, медь (суммарно), нитраты, озон, хром.

4-й – вещества *малоопасные*: сероводород, сульфаты, хлориды.

Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Система и блок-схема мониторинга.
2. Экологический мониторинг.
3. Экологический контроль.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

##### *Основная*

1. **Дмитренко, В. П.** Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс] / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. - 1-е изд. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1326-3

2. **Маринченко, А. В.** Экология: учебное пособие / А. В. Маринченко. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Дашков и К, 2009. - 328 с. - ISBN 978-5-91131-910-6

*Дополнительная*

1. **Афанасьев, Ю. А.** Мониторинг и методы контроля окружающей среды / Ю. А. Афанасьев, С. А. Фомин, В. В. Меньшиков и др: Учеб. пособие 2 – х частях: Часть 2. Специальная М: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с.
2. **Ашихмина, Т. Я.** Экологический мониторинг: учебно- методическое пособие / Т.Я. Ашихмина. - М.: Академический Проект. 2006. — 416 с.

## Лекция 2

### ПРИОРИТЕТНЫЕ КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### 2.1 Основные контролируемые параметры

Загрязнением окружающей среды можно назвать изменение качества среды, способное вызвать отрицательные последствия. Считается, что одинаковые агенты оказывают одинаковые отрицательные воздействия независимо от их происхождения, поэтому пыль, источником которой является природное явление (например, пыльные бури), должна считаться таким же загрязняющим веществом, как и пыль, выбрасываемая промышленным предприятием, хотя последняя может быть более токсичной в силу своего сложного состава.

Вопрос о том, чем загрязняют окружающую среду, в настоящее время довольно ясен. Сейчас уже не вызывает сомнения включение в разряд загрязняющих агентов тепла, шума и т. д. В "Словаре терминов и понятий, связанных с охраной живой природы", в частности, приводятся определения различных видов загрязнений окружающей среды.

Существуют верхняя и нижняя критические границы параметров окружающей среды, достижение которых угрожает наступлением необратимых сдвигов в биологической системе и в ее отдельных звеньях. Некоторые вещества (например, большинство тяжелых металлов) в значительных количествах являются сильными ядами, а в малых дозах они необходимы, так как уменьшение их содержания в организме человека ниже критической величины вызывает тяжелые функциональные расстройства. Здоровью вредны как излишняя шумовая нагрузка, так и отсутствие звуков; то же можно сказать об электромагнитных полях, радиоактивном фоне, температурных нагрузках, оптических явлениях и прочих физических, а также биологических, информационных и других параметрах.

В соответствии с законом Российской Федерации об охране окружающей среды (2001 г.) под нормированием качества окружающей среды подразумевается деятельность по установлению нормативов предельно допустимых воздействий на нее. Закон нормирует загрязнение окружающей среды как разновидности неблагоприятных воздействий, исходя из предположения о существовании допустимых норм вредных воздействий на природу, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда и обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. Нормативы предельно допустимых воздействий обретают юридическую силу и становятся обязательными для применения на территории России по мере утверждения Госкомсанэпиднадзора и Минприроды России.

Нормативы в области охраны окружающей среды - установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

Нормативы качества окружающей среды - нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда.

В научно-технической литературе для показателей качества окружающей среды используют термин "индекс качества среды" (лучшему качеству соответствует больший индекс) и термин "индекс загрязнения среды" (большему загрязнению соответствует больший индекс). Можно считать, что индекс качества = 1/индекс загрязнения.

Для оценки загрязнения окружающей среды используются следующие нормативы:

- нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов - нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем;

- нормативы допустимых физических воздействий - нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

Критериями качества окружающей среды в настоящее время служат предельно допустимые концентрации (ПДК), являющиеся гигиеническими нормами. В СССР были научно обоснованы и установлены гигиенические нормативы более чем для 400 веществ и их комбинаций, причем все эти вещества отнесены к одному из четырех классов опасности загрязняющих веществ (наиболее опасным является 1-й класс, наименее опасным - 4-й). Для большинства загрязняющих веществ устанавливаются два значения ПДК: максимально разовая и среднесуточная. Максимально разовая ПДК связана, в основном, с возможным рефлекторным действием вещества на организм. Это — ПДК примеси в воздухе, регистрируемая с 20-минутным осреднением; предельно допустимая частота появления концентрации, превышающей максимально разовую ПДК, не должна превышать 2 % общего числа измерений.

Среднесуточная ПДК направлена на предупреждение хронического резорбтивного действия вещества при длительном вдыхании. Это - ПДК примеси в воздухе, усредненная за длительный интервал времени (до 1 года).

Этой операцией нормируются концентрации загрязняющих веществ по их стандартам, что дает возможность сопоставлять действующие концентрации различных веществ в одних и тех же единицах. Более точный учет характера воздействия достигается введением коэффициентов массы и выбором вида функции S.

ПДК - предельно допустимая концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м. ПДК не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 часов или другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа.

ПДКс - предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м. ПДК<sup>с</sup> не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании. Это основной норматив оценки состояния атмосферного воздуха с санитарно-гигиенической точки зрения.

ПДК<sub>мр</sub> - предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м. ПДК<sub>мр</sub> не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека при вдыхании в течение 30

мин. Этот показатель устанавливается для веществ, обладающих специфическим действием (например, резким запахом) и может рассматриваться как норматив, если его значение ниже, чем ПДК.

Качество природных вод зависит от состава и количества растворенных и взвешенных веществ, микроорганизмов, гидробионтов, а также от температуры, кислотности и других физико-химических показателей. Таким образом, оценка качества воды может производиться по физическим, химическим, бактериологическим и гидробиологическим показателям.

Стандарты и нормативы качества воды различны для водных объектов санитарно-бытового и рыбохозяйственного назначения. В СССР ПДК вредных веществ в природных водах были установлены более чем для 800 химических веществ. Эти вещества подразделяются на три группы по лимитирующему показателю вредности (общесанитарный, санитарно - токсикологический, органолептический), особо выделяется рыбохозяйственный показатель вредности.

Для обоснования предельно допустимых концентраций используется гипотеза о существовании пороговых концентраций токсичных веществ, ниже которых они не оказывают вредного воздействия на организм человека. По своей сути она исходит из формулы Парацельса "все - яд, важна доза" и, в общем, согласуется с обыденными представлениями. Однако построенная на ней концепция весьма спорна вследствие индивидуальности и неоднозначности результатов воздействия вредных веществ на организмы. Некорректность ПДК усугубляют и неопределенности в их формулировках. В первую очередь это относится к употреблению термина "здоровье", количественные критерии которого не установлены, а также к практической неосуществимости предлагаемых условий наблюдения за результатами вредных воздействий. Кроме того, значения ПДК не несут информации о влиянии загрязнений на другие объекты и их трансформациях в биосфере. Однако они имеют важное значение для решения организационных проблем охраны окружающей среды. Нормативы ПДК должны быть преобразованы в критерии для биомониторинга окружающей среды.

К настоящему времени по Российской Федерации утверждено более 1000 нормативов ПДК, и это наиболее обширная из существующих систем нормирования качества воздушной среды. Многие страны не имеют таких систем, а в тех странах, где они есть, количество нормативов много меньше. Так, по национальным стандартам качества воздуха США регламентируется 8 загрязнителей, а в перечне на разрешение строительства объектов с источниками загрязнений их фигурирует 12. Нормативы по диоксиду серы SO<sub>2</sub> имеют 24 страны, по оксиду углерода CO и оксидам азота NO<sub>x</sub> - 17, по сероводороду H<sub>2</sub>S - 13, по хлору Cl<sub>2</sub> - 12, по хлороводороду HCl - 11, по серной кислоте H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 9, по азотной кислоте HNO<sub>3</sub> - 8, по аммиаку NH<sub>3</sub> - 7 стран. Очевидно, одна из причин такого подхода заключается в том, что количество выбрасываемых в атмосферу высокотоксичных веществ исчисляется сотнями тысяч наименований.

Несовершенство существующих законодательных систем нормирования качества воздушной среды состоит, прежде всего, в одностороннем характере их действия. Допуская загрязнение воздуха в той или иной мере, они дают возможность нормировать только ухудшение качества атмосферы. Их исходные предпосылки не позволяют оптимизировать наше отношение к природе, обеспечить необходимые условия устойчиво длительного развития человеческого сообщества. Пока же мы делегируем в пользу производства абстрактных для большинства материальных благ как свои права, так и права будущих поколений на качество воздушного бассейна

планеты, не считаясь с тем, что это равносильно уничтожению будущего, поскольку право на чистый воздух неотделимо от права на жизнь.

Одним из факторов, определяющих качество природной среды, является предельно-допустимый выброс в атмосферу (ПДВ) — научно - технический норматив, устанавливаемый из условия, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха от источника или совокупности источников не превышало загрязнений, определенных нормативами качества воздуха для населения, а также для животного и растительного миров.

Сущность ПДВ состоит в нормировании выбросов, так как при существующих методах сокращения отходов производства практически невозможно полностью избежать проникания в атмосферу вредных веществ. Вместе с тем можно уменьшить промышленные выбросы до установленного предела или ослабить их воздействие до уровней, определяемых ПДК. Для выявления связи между ПДВ и ПДК исследуют закономерности распространения примесей от их источников до зоны воздействия, обусловленной турбулентной диффузией в атмосфере. В РФ действует ГОСТ 17.2.3.02 - 78 на правила установления ПДВ вредных веществ промышленными предприятиями.

## 2.2 Аэрозоли. Фотохимический туман (смог)

Аэрозоли – дисперсные системы, в которых дисперсионной средой является воздух, а дисперсной фазой - мельчайшие частицы твердого или жидкого вещества. Аэрозоли широко распространены в природе, к ним относятся: туманы, облака, почвенная и вулканическая пыль, взвешенная в воздухе, и т. д. Аэрозоли образуются также в результате производственной деятельности человека при измельчении горных и рудных пород, добыче каменного и бурого угля, сверлении, шлифовке различных материалов, неполном сгорании топлива в силовых установках, при сельскохозяйственных работах, переработке сельскохозяйственной продукции и др. Пыльца многих растений распространяется ветром в виде аэрозоля. Так же распространяются многие семена и особенно споры.

В зависимости от размеров частиц дисперсной фазы в аэрозолях различают пыль (величина частиц более 10 мкм), облака (10-0,1 мкм), дымы (0,1-0,001 мкм). Чем мельче частицы дисперсной фазы аэрозоля и чем больше их количество в единице объема, тем быстрее идет коагуляция этих частиц с последующим осаждением. Размер частиц аэрозоля определяет и их способность проникать в дыхательные пути. Взвешенные в воздухе микроорганизмы в присутствии мельчайших капелек жидкости сохраняют свою жизнеспособность в течение длительного времени. Частицы размером до 5 мкм способны проникать в альвеолы и задерживаться в них, частицы размером до 10 мкм и более задерживаются в верхних дыхательных путях и бронхах. Поэтому через «воздушную микрофлору» передаются многие инфекционные заболевания (грипп, коклюш, туберкулез и др.).

По химическому происхождению различают органические и неорганические, по токсичности - токсичные и нетоксичные аэрозоли. Для оценки опасности и вредности для здоровья человека наряду со степенью дисперсности аэрозолей основным показателем служит весовая концентрация (число миллиграммов распыленного вещества в 1 м<sup>3</sup> воздуха).

Также различают биологические аэрозоли — аэрозоли, частицы которых несут на себе жизнеспособные микроорганизмы или токсины; радиоактивные аэрозоли — естественные или искусственные аэрозоли с радиоактивной дисперсной фазой.

В результате испарения и высыхания жидкости и попадания с пылью в воздух экскрементов больных животных и человека, а также при выделении в воздух больными при кашле и чиханье возбудителей некоторых инфекционных болезней образуются биологические аэрозоли. В организм человека они попадают в основном через органы дыхания. В определенных условиях при попадании в организм аэрозоли способны вызывать профессиональные и аллергические заболевания: пневмокозиозы, пневмомикозы, бронхиты, бронхоальвеолиты, бронхиальную астму и др. Аэрозоли уменьшают прозрачность атмосферы, угнетают рост растений, являются причиной смога в промышленных районах, загрязняют окружающую среду, способствуют порче зданий и оборудования. Токсичные аэрозоли вызывают острые и хронические отравления. В воздухе производственных помещений и рабочей зоны и в воздухе населенных мест концентрация опасных для здоровья веществ в виде аэрозолей регламентируется предельно допустимыми концентрациями.

Радиоактивные аэрозоли, частицы которых содержат радиоактивные изотопы, характеризуются, кроме обычных для аэрозолей показателей, величиной радиоактивности в частице, распределением радиоактивности по объему аэрозоля и др. Концентрация радиоактивных аэрозолей выражается в виде количества радиоактивности на единицу объема воздуха. Основная опасность радиоактивных аэрозолей заключается в попадании их в организм человека, где они либо откладываются в тканях легких, либо поступают в кровоток и распределяются в различных органах и тканях. В производственных условиях концентрация радиоактивных аэрозолей регламентируется "Нормами радиационной безопасности" (НРБ).

Важное значение имеют медицинские и фармацевтические аэрозоли. Медицинские аэрозоли – это аэрозольные препараты, используемые для применения терапевтически активных компонентов в виде измельченных частиц или туманоподобных жидкостей для лечения органов дыхания и быстрого общего действия или для местного действия в органах дыхания.

Фармацевтические аэрозоли – это аэрозольные препараты, содержащие терапевтически активные компоненты для местного применения. К этой группе относятся аэрозоли, предназначенные для введения, например, в глаза, ухо, горло, нос и пр.

Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ.

Такие условия создаются чаще в июне-сентябре и реже зимой. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. Казалось бы, последний, окисляя оксид азота, должен снова превращаться в молекулярный кислород, а оксид азота - в диоксид. Но этого не происходит. Оксид азота вступает в реакции с олефинами

выхлопных газов, которые при этом расщепляются по двойной связи и образуют осколки молекул и избыток озона. В результате продолжающейся диссоциации новые массы диоксида азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает циклическая реакция, в итоге которой в атмосфере постепенно накапливается озон. Этот процесс в ночное время прекращается.

В свою очередь озон вступает в реакцию с олефинами. В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. Последние являются источником так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. Такие смоги - нередкое явление над Лондоном, Парижем, Лос-Анджелесом, Нью-Йорком и другими городами Европы и Америки. По своему физиологическому воздействию на организм человека они крайне опасны для дыхательной и кровеносной системы и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

### 2.3 Нефтепродукты

Нефть - это жидкий природный раствор, состоящий из большого числа углеводородов (УВ) разнообразного строения и высокомолекулярных смолисто-асфальтеновых веществ. В нем растворено некоторое количество воды, солей, микроэлементов. Главные элементы: С - 83-87%, Н - 12-14%, N, S, О - 1-2%, реже 3-6% за счет S. Десятые и сотые доли процента нефти составляют многочисленные микроэлементы.

В качестве эколого-геохимических характеристик основного состава нефти приняты содержание легкой фракции (начало кипения 200<sup>0</sup>С), метановых УВ (включая твердые парафины), циклических УВ, смол, асфальтенов и сернистых соединений.

#### Легкая фракция нефти

Включает низкомолекулярные метановые (алканы), нафтеновые (циклопарафиновые) и ароматические УВ - наиболее подвижная часть нефти.

Большую часть легкой фракции составляют метановые УВ (алканы с C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub> - пентан, гексан ...). Метановые УВ, находясь в почвах, водной или воздушной средах, оказывают наркотическое и токсическое действие на живые организмы. Особенно быстро действуют нормальные алканы с короткой углеводородной цепью. Они лучше растворимы в воде, легко проникают в клетки организмов через мембраны, дезорганизуют цитоплазматические мембраны организма. Большинство микроорганизмов нормальные алканы, содержащиеся в цепочке менее 9 атомов С, не ассимилируют, хотя и могут быть окислены. Вследствие летучести и более высокой растворимости низкомолекулярных алканов их действие обычно не бывает долговременным. В соленой воде нормальные алканы с короткими цепями растворяются лучше и, следовательно, более ядовиты. Многие исследователи отмечают сильное токсическое действие легкой фракции на микробные сообщества и почвенных животных. Легкая фракция мигрирует по почвенному профилю и водоносным горизонтам, значительно расширяя ареал первичного загрязнения. С уменьшением содержания легкой фракции токсичность нефти снижается, но возрастает токсичность ароматических соединений, относительное содержание которых растет. Путем испарения из почвы удаляется от 20 до 40% легких фракций.

#### Метановые УВ

В нефтях, богатых легкой фракцией, существенную роль играют более высокомолекулярные метановые УВ (C<sub>12</sub>-C<sub>27</sub>), состоящие из нормальных алканов и

изоалканов в соотношении 3:1. Метановые УВ с температурой кипения выше 200<sup>0</sup>С практически нерастворимы в воде. Их токсичность выражена гораздо слабее, чем у УВ с более низкомолекулярной структурой.

Содержание твердых метановых УВ (парафинов) в нефти - важная характеристика при изучении нефтяных разливов на почвах. Парафины не токсичны для живых организмов и в условиях земной поверхности переходят в твердое состояние, лишая нефть подвижности.

Алканы ассимилируются многими микроорганизмами (дрожжи, грибы, бактерии). Легкие нефтепродукты типа дизельного топлива при первоначальной концентрации в почве 0,5% за 1,5 месяца деградируют на 10-80% от исходного количества в зависимости от содержания летучих УВ. Более полная деградация происходит при рН 7,4 (64,3-90%), в кислой среде (рН 4,5) деградируют лишь до 18,8% .

Твердый парафин очень трудно разрушается, с трудом окисляется на воздухе. Он надолго может “запечатать” все поры почвенного покрова, лишив почву возможности свободного влагообмена и дыхания. Это, в первую очередь, приводит к полной деградации биоценоза.

#### Циклические УВ

К ним в нефти относятся нафтеновые и ароматические УВ.

Нафтеновые УВ составляют от 35 до 60 %

О токсичности нафтеносодержащих почв сведений почти не имеется. Вместе с тем имеются данные о нафтенах как о стимулирующих факторах при действии на живой организм. (лечебная нефть Нафталанского мест-я в Азербайджане). Биологически активным фактором этой нефти служат полициклические нафтеносодержащие структуры. Основные продукты окисления нафтеносодержащих структур УВ-кислоты и оксикислоты.

К ароматическим УВ (аренам) относятся как собственно ароматические структуры - 6-ти членные кольца из радикалов -СН-, так и “гибридные” структуры, состоящие из ароматических и нафтеносодержащих колец. Содержание в нефти ароматических УВ от 5 до 15 %, чаще всего от 20 до 40 %. Основная масса ароматических структур составляют моноядерные УВ - гомологи бензола. Полициклические ароматические УВ (ПАУ) с двумя и более ароматическими кольцами содержатся в нефти от 1 до 4 %. Среди голюдерных ПАУ большое внимание обычно уделяется 3,4-бензпирену как наиболее распространенному представителю канцерогенных веществ.

Ароматические УВ - наиболее токсичные компоненты нефти. В концентрации всего 1 % в воде они убивают все водные растения. Нефть содержащая от 30 до 40 % ароматических УВ значительно угнетает рост высших растений. Моноядерные УВ - бензол и его гомологи оказывают более быстрое токсическое воздействие на организмы чем ПАУ так как ПАУ медленнее проникают через мембраны клеток. Однако, в целом, ПАУ действуют более длительное время, являясь хроническими токсикантами.

Ароматические УВ трудно поддаются разрушению. Экспериментально показано, что главным фактором деградации ПАУ в окружающей среде, в особенности в воде и воздухе, является фотолиз, инициированный ультрафиолетовым излучением. В почве этот процесс может происходить только на ее поверхности.

#### Смолы и асфальтены

Смолы и асфальтены - это высокомолекулярные неуглеводородные нефтепродукты. Смолы - вязкие мазеподобные вещества, асфальтены - твердые, нерастворимые в низкомолекулярных УВ. По содержанию смол и асфальтенов нефти подразделяются на:

- малосмолистые ( от 1 - 2 до 10 % смол и асфальтенов )

- смолистые ( 10 - 20 % )
- высокосмолистые ( 23 - 40 % )

Смолы и асфальтены содержат основную часть микроэлементов нефти, в том числе почти все металлы. Среди нетоксичных и малотоксичных металлов можно выделить: Si, Fe, Al, Mn, Ca, Mg, P. Другие микроэлементы: V, Ni, Co, Pb, Cu, U, As, Hg, Mo, в случае повышенных концентраций могут оказывать токсическое воздействие на биоценоз.

Вредное экологическое влияние смолисто - асфальтеновых компонентов на почвенные экосистемы заключается не в химической токсичности, а в значительном изменении водно - физических свойств почв. Если нефть просачивается сверху, ее смолисто - асфальтеновые компоненты сорбируются в основном в верхнем, гумусовом горизонте иногда прочно цементируя его. При этом уменьшается поровое пространство почв.

Смолисто - асфальтеновые компоненты гидрофобны. Обволакивая корни растений, они резко ухудшают поступление к ним влаги в результате чего растения погибают. Эти в - ва малодоступны микроорганизмам, процесс их метаболизма идет очень медленно, иногда десятки лет. В целом при окислительной деградации нефти в почвах, независимо от того, происходит механическое вымывание загрязняющих в - в или нет, идет накопление смолисто - асфальтеновых в - в. Разрушение и вынос компонентов УВ фракций происходят гораздо быстрее.

### Вопросы самоконтроля

1. Пестициды.
2. Дeterгенты (СПАВ).
3. Электрические и магнитные поля.
4. Радиоактивное загрязнение.
5. Микроорганизмы

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

**1. Дмитренко, В. П.** Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс] / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. - 1-е изд. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1326-3

**2. Маринченко, А. В.** Экология: учебное пособие / А. В. Маринченко. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Дашков и К, 2009. - 328 с. - ISBN 978-5-91131-910-6

#### *Дополнительная*

**1. Брославский, Л. И.** Экология и охрана окружающей среды: законы и реалии в США и России [Электронный ресурс] : монография / Л. И. Брославский. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 317 с. - (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-006099-6

3. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

## Лекция 3

# НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

### 3.1 Качество окружающей среды

Качество окружающей среды - мера соответствия окружающей среды и природных условий потребностям людей и других живых организмов. Для оценки качества окружающей среды на национальном уровне разрабатываются и утверждаются единые требования и нормативы, предъявляемые к ее состоянию и деятельности производственно-хозяйственных объектов. Установленные в России основные экологические нормативы качества окружающей среды принято подразделять на санитарно-гигиенические и производственно-хозяйственные.

К санитарно-гигиеническим нормативам относятся гигиенические и санитарно-защитные нормативы.

Под гигиеническими нормативами понимают предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере, водоемах и почве, уровни допустимых физических воздействий (вибрации, шума, электромагнитного и радиоактивного излучения, температуры и влажности воздуха), не оказывающие какого-либо вредного воздействия на организм человека в настоящее время и в отдаленные промежутки времени, а также не влияющие на здоровье последующих поколений.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) - это количество загрязняющих веществ в почве, воздушной и водной среде, которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает отрицательных последствий у его потомства.

В настоящее время при определении ПДК учитывают также влияние загрязнения на животных, растения, микроорганизмы, а также сообщество в целом.

Для оценки качества атмосферного воздуха установлены две категории предельно допустимых концентраций (ПДК, мг/м<sup>3</sup>): максимальная разовая (ПДКм.р.) и среднесуточная (ПДКс.с.).

ПДКм.р. - основная характеристика опасности вредного вещества, установлена для предупреждения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха, световой чувствительности, заложенности носа, головной боли и т.д.) при кратковременном воздействии атмосферных примесей. По этому признаку оцениваются вещества, обладающие запахом или воздействующие на другие органы чувств.

ПДКс.с. - концентрация загрязнителя в воздухе, не оказывающая токсичного, канцерогенного, мутагенного воздействия.

ПДК устанавливается по медицинским показателям. ПДКм.р. не должна допускать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека (насморк, ощущение запаха и др.), а ПДКс.с. - токсичного, канцерогенного, мутагенного воздействия.

Предельно допустимый уровень воздействия некоторого фактора или группы факторов (ПДУ) - это уровень, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, микроорганизмов. ПДУ устанавливается на основании норм радиационной безопасности. Установлены также предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия шума, вибрации, радиации, магнитных полей и других вредных физических воздействий.

### 3.2 Нормативы качества окружающей среды, их классификация

Оценка качества окружающей среды осуществляется дифференцированно по следующим направлениям: качество воздушного бассейна, водного бассейна, почвенного слоя, продуктов питания и др. Для оценки используют нормативы, ограничивающие воздействие вредных факторов, в основе обоснования которых лежит общий принцип: естественная адаптационная возможность организма. При воздействии вредного вещества на организм вначале возникает адаптация, затем предболезнь и в дальнейшем при сохранении той же интенсивности воздействия развиваются различные патологические болезненные эффекты, включающие в себя токсические, канцерогенные, мутагенные, аллергенные, гонадотропные и эмбриотропные. Эти болезненные эффекты могут вызывать болезни и даже приводить к летальному исходу.

Нормативы качества окружающей среды подразделяются на санитарно-гигиенические, экологические, производственно-хозяйственные и временные.

К санитарно-гигиеническим нормативам относятся гигиенические и санитарно-защитные нормативы.

Под гигиеническими нормативами понимают предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере, водоемах и почве, уровни допустимых физических воздействий — вибрации, шума, электромагнитного и радиоактивного излучения, не оказывающие какого-либо вредного воздействия на организм человека в настоящее время и в отдаленные промежутки времени, а также не влияющие на здоровье последующих поколений.

Если вещество оказывает вредное воздействие на окружающую природу в меньших концентрациях, чем на организм человека, то при нормировании исходят из порога действия этого вещества на окружающую среду.

К гигиеническим нормативам относят также токсикометрические показатели, представляющие собой концентрации, дозы вредных веществ или физические факторы, которые вызывают фиксируемые реакции организма.

Эти нормативы наиболее распространены и едины по всей территории бывшего СССР. Наряду с ними в необходимых случаях устанавливают более жесткие нормативы допустимых воздействий для отдельных районов.

Санитарно-защитные нормативы предназначены для защиты здоровья населения и обеспечения достаточной чистоты пунктов водопользования при неблагоприятном вредном воздействии источников загрязнения. Их используют при образовании санитарных зон источников водоснабжения, пунктов водопользования, санитарно-защитных зон предприятий.

Экологические нормативы определяют предел антропогенного воздействия на окружающую среду, превышение которого может создать угрозу сохранению оптимальных условий совместного существования человека и его внешнего окружения. Они включают в себя эколого-гигиенические и эколого-защитные нормативы, а также предельно допустимые нормативные нагрузки на окружающую среду. При установлении эколого-гигиенических нормативов следует учитывать, что многие живые организмы более чувствительны к загрязнениям, чем человек, для которого установлены существующие нормативы, и поэтому целесообразно определить их на уровне, обеспечивающем нормальную жизнедеятельность живых организмов.

Эколого-защитные нормативы направлены на сохранение генофонда Земли, восстановление экосистем, сохранение памятников всемирного культурного и природного наследия и т.п. Они используются при организации охранных зон

заповедников, природных национальных парков, биосферных заповедников, зеленых зон городов и т.п.

Применение системы показателей предельно допустимых нормативов нагрузки на окружающую среду направлено на предотвращение истощения природной среды и разрушения ее экологических связей, обеспечение рационального использования и воспроизводства природных ресурсов. Эти нормативы представляют собой научно обоснованные предельно допустимые антропогенные воздействия на определенный природно-территориальный комплекс.

Производственно-хозяйственные нормативы предназначены для ограничения параметров производственно-хозяйственной деятельности конкретного предприятия с точки зрения экологической защиты природной среды. К ним относятся технологические, градостроительные, рекреационные и другие нормативы хозяйственной деятельности.

Технологические нормативы включают: предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ в атмосферу, предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ в водоемы, предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ). Эти нормативы устанавливаются для каждого источника поступления загрязнений в окружающую среду и тесно связаны с профилем работы, объемом и характером загрязнений конкретного горного предприятия, цеха, агрегата. В связи с этим они могут быть разными даже в рамках одного горного предприятия (объединения). Область регламентированного воздействия ПДВ, ПДС и ПДТ на качество окружающей среды весьма широка. С помощью этих нормативов лимитируют отходы и выбросы в результате осуществления горных работ, шумовое загрязнение воздушной среды, расход топлива и пр. В то же время данные нормативы, характеризуя предельно допустимое количество загрязнений, поступающих в биосферу в зоне расположения источников, оборудованных системами обезвреживания, не позволяют дать оценку самим системам обезвреживания.

Градостроительные нормативы разрабатывают для обеспечения экологической безопасности при планировке и застройке городов и других населенных пунктов.

Рекреационные нормативы определяют правила пользования природными комплексами в целях обеспечения условий для полноценного отдыха и туризма.

В случае, когда по тем или иным объективным причинам не представляется возможным разработать гигиенические или технологические нормативы, устанавливают временные нормативы. По мере роста научных знаний, развития и совершенствования техники и технологии их регулярно пересматривают в сторону ужесточения, с тем чтобы воздействие на природу было минимальным.

При оценке качества компонентов биосферы применяются различные модификации рассмотренных нормативов.

Оценка качества воздушной среды осуществляется на основе следующих нормативов.

1. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДКр.з), мг/м<sup>3</sup>. При ежедневной восьмичасовой работе (кроме выходных дней) или при другой продолжительности рабочего дня, но не более 41 ч. в неделю, эта концентрация в течение всего рабочего дня не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, которые можно обнаружить современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни человека.

2. Предельно допустимая максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест (ПДКр.з), мг/м<sup>3</sup>. При вдыхании в течение 30 мин.

эта концентрация не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

3. Предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест (ПДКс.в),  $\text{мг/м}^3$  которая не должна вызывать отклонений в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений при неопределенно долгом (в течение нескольких лет) вдыхании.

4. Временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны (ВДКр.з),  $\text{мг/м}^3$ . Числовые значения этого показателя для различных веществ определяются расчетным путем и действуют в течение 2 лет.

5. Временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) вредного вещества в атмосфере (ВДКв.в),  $\text{мг/м}^3$ , размер которой устанавливается расчетным путем и действует в течение 3 лет.

6. Предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ),  $\text{кг/сут}$  (или  $\text{г/ч}$ ). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. Он определяется расчетным путем на 5 лет.

7. Временно согласованный выброс (ВСВ),  $\text{кг/сут}$  (или  $\text{г/ч}$ ). Срок действия этого норматива не более 5 лет. Он устанавливается в том случае, если по объективным причинам нельзя определить ПДВ для источника выброса в данном населенном пункте.

8. Предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ),  $\text{т/ч}$ . Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов по продуктам сгорания топлива в воздухе населенных мест при неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. ПДТ устанавливается расчетным путем на срок не более 5 лет.

Оценка качества водного бассейна осуществляется с помощью системы основных показателей.

1. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоема (ПДКв),  $\text{мг/л}$ , при которой не должно оказываться прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека в течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений и не должны ухудшаться гигиенические условия водопользования.

2. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей, (ПДКв.р),  $\text{мг/л}$ . Величина последней для подавляющего большинства нормируемых веществ всегда значительно меньше ПДКв. Это объясняется тем, что токсические соединения могут накапливаться в организме рыб в весьма значительных количествах без влияния на их жизнедеятельность.

3. Временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) загрязняющих веществ в воде водоемов (ВДКв),  $\text{мг/л}$ . Нормативы, определяемые этим показателем, устанавливаются расчетным путем на срок 3 года.

4. Предельно допустимый сброс (ПДС),  $\text{г/ч}$  ( $\text{кг/сут}$ ), регламентирующий массу загрязняющего вещества в сточных водах, сбрасываемых в водоем. Применение этого норматива должно обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических норм, установленных для водных объектов. Величина ПДС определяется расчетным путем на период, установленный органами по регулированию использования и охране вод. После этого она подлежит пересмотру в сторону уменьшения вплоть до прекращения сброса загрязняющих веществ в водоемы.

Оценка качества почвенного слоя проводится по нормативам, установленным в соответствии со следующими основными показателями.

1. Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в пахотном слое почвы (ПДКп), мг/кг. При этом значении концентрации не должно оказываться прямого или косвенного отрицательного воздействия на контактирующие с почвой воду, воздух и, следовательно, здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

2. Временно допустимая концентрация (ориентировочно допустимая концентрация) вредного вещества в пахотном слое почвы (ВДКп), мг/кг. Устанавливается расчетным путем и действует в течение 3 лет.

При оценке шумового загрязнения биосферы используются следующие показатели.

1. Предельно допустимый уровень шума, (ПДУШ), дБ(А). Шум с таким уровнем при ежедневном систематическом воздействии в течение многих лет не должен вызывать отклонений в состоянии здоровья человека и мешать его нормальной трудовой деятельности.

2. Допустимый уровень шума (допустимый уровень звукового давления) (ДУШ), дБ(А), при котором длительное систематическое вредное воздействие шума на человека не проявляется или проявляется незначительно.

3. Допустимый уровень ультразвука (ДУУ), дБ. При таком уровне длительное систематическое воздействие на организм человека не проявляется или проявляется незначительно.

4. Предельно допустимый уровень инфразвука (ПДУИ), дБ. Длительное систематическое воздействие инфразвука с таким уровнем на организм человека не должно приводить к отклонениям в состоянии здоровья, обнаруживаемым современными методами исследований, и нарушать нормальную трудовую деятельность.

5. Предельно допустимая шумовая характеристика машин и механизмов (ПДШХ). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов во всех октавных полосах частот. Его значение определяется по результатам статистической обработки шумовых характеристик однотипных машин и механизмов.

6. Технически достижимая шумовая характеристика машин и механизмов (ТДШХ), применяемая в тех случаях, когда по объективным причинам невозможно установить уровень ПДШХ. При этом ТДШХ вводится на срок, не превышающий срока действия стандарта или технических условий на машину или агрегат каждого конкретного вида.

Оценка радиоактивного загрязнения окружающей среды проводится с использованием показателей трех видов: основного дозового предела, допустимого уровня и контрольного уровня.

К показателям основного дозового предела относятся: предельно допустимая доза радиации за год для работающих с источниками радиоактивного излучения (ПДД), Дж/кг. При систематическом равномерном воздействии в течение 50 лет не должны возникать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья человека, обнаруживаемые современными методами исследований, в настоящее время и последующие годы; предел дозы радиации за год для населения (ПД), Дж/кг, который на практике всегда устанавливается значительно меньше величины ПДД для предотвращения необоснованного облучения людей.

Показатели допустимого уровня:

- предельно допустимое годовое поступление радиоактивных веществ в организм работающих (ПДД), кБк/год, которое в течение 50 лет создает в критическом органе дозу, равную 1 ПДД;

- предел годового поступления радиоактивных веществ в организм человека (ПГП), кБк/год, за 70 лет создающий в критическом органе эквивалентную дозу, равную 1 ПД;

- допустимое среднегодовое содержание радиоактивных веществ в организме (критическом органе) (ДС), при котором доза облучения равна ППД или ПД, кБк;

- допустимое загрязнение поверхности (почвы, одежды, транспорта, помещений и т.д.) (ДЗ), частица/(см/мин).

Контрольные показатели устанавливают для планирования мероприятий по защите и для оперативного контроля за радиационной обстановкой в целях предотвращения превышения дозового предела загрязнений. К этим показателям относятся:

- контрольное годовое поступление радиоактивных веществ в организм человека КГП, кБк/год;

- контрольное содержание радиоактивных веществ в организме человека (КС), кБк;

- контрольная концентрация радиоактивного вещества в воздухе или воде, с которыми оно поступает в организм человека, (КК), кБк/м<sup>3</sup>.

- контрольное загрязнение поверхности радиоактивными веществами (КЗ), частица/(см-мин).<sup>1</sup>

Несовершенство рыночных механизмов России, как и других членов СНГ, обусловленное осуществляемыми структурными изменениями в экономике, привело к тому, что эти страны лишились могущества хозяина-монополиста в лице государства, которое могло бы решать экономические проблемы, но не развили понимания важности этих проблем у частного сектора. В результате региональные эколого-экономические проблемы России и других стран СНГ приобретают катастрофические размеры.

### **3.3 Экологическое нормирование**

Нормирование качества окружающей среды производится с целью установления предельно допустимых норм воздействия на окружающую среду, гарантирующих экологическую безопасность населения и сохранение генетического фонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. Разработанные и утвержденные в установленном порядке нормативы выступают в качестве стандартов.

Федеральным законом РФ «Об охране окружающей среды» определены основы экологического нормирования.

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов в области охраны окружающей среды, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Нормативы и нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных

достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов в области охраны окружающей среды.

Требования к разработке нормативов в области охраны окружающей среды.

Разработка нормативов в области охраны окружающей среды включает в себя:

- проведение научно-исследовательских работ по обоснованию нормативов;
- проведение экспертизы, утверждение и опубликование нормативов в установленном порядке;
- установление оснований разработки или пересмотра нормативов;
- осуществление контроля за применением и соблюдением нормативов;
- формирование и ведение единой информационной базы данных нормативов;
- оценку и прогнозирование экологических, социальных, экономических последствий применения нормативов.

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.

К нормативам качества окружающей среды относятся:

- нормативы, установленные в соответствии с химическими показателями состояния окружающей среды, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, включая радиоактивные вещества;
- нормативы, установленные в соответствии с физическими показателями состояния окружающей среды, в том числе с показателями уровней радиоактивности и тепла;
- нормативы, установленные в соответствии с биологическими показателями состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений, животных и других организмов, используемых как индикаторы качества окружающей среды, а также нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов;
- иные нормативы качества окружающей среды.

При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий и акваторий, назначение природных объектов и природно-антропогенных объектов, особо охраняемых территорий, в том числе особо охраняемых природных территорий, а также природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду. В целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду в хозяйственной и иной деятельности для юридических и физических лиц — природопользователей устанавливаются следующие нормативы допустимого воздействия на окружающую среду:

- нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;
- нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- нормативы допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- нормативы иного допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, устанавливаемые законодательством в целях охраны окружающей среды.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду должны обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды с учетом природных особенностей территорий и акваторий.

За превышение установленных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду субъекты хозяйственной и иной деятельности в зависимости от причиненного окружающей среде вреда несут ответственность в соответствии с законодательством.

Нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов устанавливаются для стационарных, передвижных и иных источников воздействия на окружающую среду субъектами хозяйственной и иной деятельности исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды, а также технологических нормативов.

Технологические нормативы устанавливаются для стационарных, передвижных и иных источников на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов.

При невозможности соблюдения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов могут устанавливаться лимиты на выбросы и сбросы на основе разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, внедрения наилучших существующих технологий и (или) реализации других природоохранных проектов с учетом поэтапного достижения установленных нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов.

Установление лимитов на выбросы и сбросы допускается только при наличии планов снижения выбросов и сбросов, согласованных с органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

Выбросы и сбросы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающую среду в пределах установленных нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, лимитов на выбросы и сбросы допускаются на основании разрешений, выданных органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

Нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение устанавливаются в целях предотвращения их негативного воздействия на окружающую среду в соответствии с законодательством.

Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду устанавливаются для каждого источника такого воздействия исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды и с учетом влияния других источников физических воздействий.

Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды — нормативы, установленные в соответствии с ограничениями объема их изъятия в целях сохранения природных и природно-антропогенных объектов, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращения их деградации.

Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды и порядок их установления определяются законодательством о недрах, земельным, водным, лесным законодательством, законодательством о животном мире и иным законодательством в области охраны окружающей среды, природопользования и в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды, охраны и воспроизводства

отдельных видов природных ресурсов, установленными настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются для субъектов хозяйственной и иной деятельности в целях оценки и регулирования воздействия всех стационарных, передвижных и иных источников воздействия на окружающую среду, расположенных в пределах конкретных территорий и (или) акваторий.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются по каждому виду воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и совокупному действию всех источников, находящихся на этих территориях и (или) акваториях.

При установлении нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду учитываются природные особенности конкретных территорий и (или) акваторий.

Таким образом, в настоящее время установлены следующие нормативы:

***Нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ***, а также вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воды, почвы.

Эти нормативы устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в интересах охраны здоровья человека, сохранения генетического фонда, охраны растительного и животного мира

***Нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ***, а также вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воды, почвы.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) устанавливаются Министерством здравоохранения России и представляют собой национальные стандарты качества атмосферного воздуха по 479 загрязнителям воздуха. Введенные в бывшем СССР в 1980-е гг., они основаны на соображениях обеспечения здоровья населения, некоторые из них также определяются интересами охраны окружающей среды. В России ПДК, как правило, жестче соответствующих рекомендаций Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), и соблюдать их порой достаточно сложно.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ в атмосферу устанавливают для каждого источника загрязнения в атмосферу при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта, с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК для населения, растительного и животного мира. Они устанавливаются с учетом производственных мощностей объекта, данных о наличии мутагенного эффекта и иных вредных последствий по каждому источнику загрязнения, согласно действующим нормативам ПДК вредных веществ в окружающую среду. Если в воздухе городов или других населенных пунктов концентрация вредных веществ превышает ПДК, а значение ПДВ по причинам объективного характера в настоящее время не могут быть достигнуты, вводятся поэтапные снижения выбросов. Таким образом на каждом этапе до обеспечения величин ПДВ устанавливают временно согласованные выбросы (ВСВ) вредных веществ на уровне выбросов предприятий с наилучшей достигнутой технологией производства, аналогичных по мощности и технологическим процессам (ГОСТ 17.2.3.02-78).

Единой классификации экологических нормативов (стандартов) в России в настоящее время не существует.

Аналогичным образом разрабатываются нормативы по предельно допустимым сбросам (ПДС) и временно согласованным сбросам (ВСС) в водные объекты.

1. Нормативы предельно допустимых уровней шума, вибрации полей или иных вредных физических воздействий. Они устанавливаются на уровне, обеспечивающем сохранение здоровья и трудоспособности людей, охрану растительного и животного мира, благоприятную для жизни окружающую природную среду.

2. Нормативы предельно допустимого уровня безопасного содержания радиоактивных веществ в окружающей природной среде и продуктах питания, предельно допустимого уровня радиационного облучения населения. Данные нормативы устанавливаются в величинах, не представляющих опасности для здоровья и генетического фонда человека.

3. Предельно допустимые нормы применения минеральных удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста и других агрохимикатов в сельском хозяйстве. Указанные нормы устанавливаются в дозах, обеспечивающих соблюдение нормативов предельно допустимых остаточных количеств химических веществ в продуктах питания, охрану здоровья, сохранение генетического фонда человека растительного и животного мира.

4. Нормативы предельно допустимых остаточных количеств химических веществ в продуктах питания. Они устанавливаются путем определения минимально допустимой дозы, безвредной для здоровья человека по каждому используемому химическому веществу и при их суммарном воздействии.

5. Экологические требования к продукции. Они устанавливаются для предупреждения вреда окружающей среде, здоровью и генетическому фонду человека. Данные требования должны обеспечить соблюдение нормативов предельно допустимых воздействий на окружающую Природную среду в процессе производства, хранения, транспортировки и использования продукции.

6. Предельно допустимые нормы нагрузки на окружающую природную среду. Они устанавливаются с целью обеспечения наиболее благоприятных условий жизни населения, недопущение разрушения естественных экологических систем и необратимых изменений в окружающей среде.

7. Нормативы санитарных и защитных зон. Они устанавливаются для охраны водоемов и иных источников водоснабжения, курортных, лечебно-оздоровительных зон, населенных пунктов и других территорий от загрязнения и других воздействий.

Объектом экологического нормирования являются:

- отдельные природные компоненты или экосистемы в целом;
- виды техногенного воздействия и их сочетания;
- порядок подготовки решений в сфере природопользования.

В качестве экономических нормативов для первой группы принимаются предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в природных компонентах и природно допустимые уровни (ПДУ) физических свойств природной среды (вкусовые качества, прозрачность, запах, территориальная целостность и т. д.).

Данные нормативы ориентированы на сохранение здоровья населения (гигиенические нормативы ПДК и нормы радиационной безопасности), сохранение растительного мира и почв (нормативы ПДК для леса и нормативы ПДК для почв), естественное воспроизводство рыбных ресурсов (рыбохозяйственные нормативы ПДК). Система нормативов ПДК загрязняющих веществ представлена гигиеническими и

рыбохозяйственными нормативами, нормативами для леса и нормами радиационной безопасности. Гигиенические нормативы (ПДК) охватывают природные компоненты: атмосферный воздух, воды водоемов, почв и биологические ресурсы.

В настоящее время в установленном порядке для атмосферного воздуха утверждены нормативы ПДК более чем для 1500 загрязняющих веществ, для водных объектов — более чем для 2000 веществ, для почв — более, чем для 50. И их количество постоянно растет. В основе разработки ПДК для воздуха лежит определение «порогового» содержания в нем того или иного загрязняющего вещества, при котором не будет оказываться ни прямого, ни косвенного воздействия на человека и окружающую среду.

Под вредным воздействием понимается нанесение организму временного раздражающего воздействия (появляется головная боль, кашель и др.), К прямому воздействию на организм человека также относится влияние тех загрязняющих веществ, которые накапливаются в организме человека и при превышении определенной дозы могут вызвать его патологические изменения. Под косвенным воздействием подразумеваются такие изменения в окружающей среде, которые, не оказывая прямого воздействия на организм человека, Ухудшают обычные условия обитания. Это можно показать на примере загрязнения почв.

Особенность установления нормативов ПДК для почв состоит в том, что они (почвы), во-первых, способны накапливать значительное количество загрязняющих веществ (эмиссия в почвы), а во-вторых, накопленные в почве ингредиенты действуют на человека косвенным путем, а через контактирующие с почвой природные среды (эмиссия из почвы) путем жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, прямого испарения с водой и диффузии, ветровой эрозии и т. д. Поэтому при определении величины допустимого содержания загрязняющего вещества в почве используются, наряду с показателем его влияния на почвенный микробиоценоз и процесс самоочищения почвы (общесанитарный показатель), еще три специфических показателя:

- транслокационный (миграция химических веществ из почвы в растения);
- миграционный воздушный (миграция химических веществ из почвы в атмосферный воздух);
- миграционный водный (миграция химических веществ из почвы в грунтовые воды).

Нормативы ПДК загрязняющих веществ в почве устанавливаются с учетом лимитирующего показателя их вредности. На первом месте по важности нормирования стоят пестициды и их метаболиты, затем нефтепродукты, сернистые вещества и т. д. При выборе индикаторных растений для обоснования нормативов ПДК в почве предпочтение отдается растениям, представленным в пищевом рационе населения.

Система нормативов ПДК для вод включает три группы показателей, установленных для хозяйственно-питьевого, культурно- бытового, рыбохозяйственного водопользования. Каждый водопользователь предъявляет свои требования к качеству воды водного объекта, исходя из своих интересов и технических возможностей. В практике рыбохозяйственного нормирования, так же как и при гигиеническом нормировании, были приняты следующие показатели вредности:

- санитарный, заключающийся в нарушении исторически сложившихся в водоеме экологических условий;
- токсикологический, отражающий прямую токсичность вещества для водных организмов;
- санитарно-токсикологический;

- органолептический;
- рыбохозяйственный, заключающийся в порче товарных качеств рыбы и других промысловых гидробионтов.

Согласно существующим представлениям норматив ПДК для рыбохозяйственных водоемов — это такая концентрация загрязняющего вещества или комплекса веществ, кратковременное или длительное воздействие которой на водные организмы прямо или через изменившуюся под ее воздействием водную среду не вызовет у них в течение всего цикла их развития изменений, выходящих за пределы физиологических приспособительных реакций и не скажется отрицательно на

плодовитости и качестве потомства водных организмов, а для промысловых гидробионтов и на товарных, вкусовых и промысловых качествах. В настоящее время нормативов ПДК для рыбохозяйственных водоемов установлено для более чем 1200 веществ. Значения многих из них со временем ужесточаются.

Для оценки качества состояния растительности применяют многочисленные параметры. Среди них:

- уменьшение биологического разнообразия (индекс разнообразия Симпсона, в % от нормы);
- плотность популяции вида индикатора антропогенной нагрузки (в %);
- площадь коренных ассоциаций (% от общей площади);
- лесистость (% от оптимальной, зональной);
- плотность зеленых насаждений в крупных городах и промышленных центрах (%) и некоторые другие.

Нормативы ПДК для растительности представлены концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в зоне лесных насаждений. Результаты исследований показали, что лес реагирует на более низкие концентрации содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, чем человек. Так, норматив ПДК диоксида серы ( $SO_2$ ) в атмосферном воздухе для леса уменьшен с 5 до 0,5 мг/м<sup>3</sup>. Пока нормативы ПДК для леса достаточно полно разработаны только для особо охраняемых территорий (например, для территории, где расположена музей-усадьба Ясная Поляна) или для зон чрезвычайной экологической ситуации (например, для лесов в окрестностях г. Братска).

В дальнейшем можно ожидать, что аналогичные нормативные требования будут распространяться и на другие районы.

При создании системы радиационного нормирования учитывается следующее. Ионизирующая радиация (радиационный фон) действует разрушительным образом на живое вещество и является одной из причин гибели живых организмов. Основным критерием, характеризующим степень радиационной безопасности человека, является среднегодовое значение эффективной дозы. Международной комиссией по радиологической медицине рекомендована в качестве предела зоны облучения населения доза, равная 1 мЗв (0,1 бэр/год). К основным путям облучения человека (как основного объекта защиты), которые должны учитываться при оценке реальных эффективных доз, относятся:

- внешнее облучение от гамма излучающих радионуклидов в радиоактивном облаке;
- внешнее облучение от аэрозольных и твердых выпадений;
- внутреннее облучение по пищевым цепочкам и по ингаляционному пути.

В систему нормативов техногенного воздействия на окружающую среду входит широкий класс экологических нормативов, включающих нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу и предельно

допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты, размещение твердых отходов, квоты изъятия природных ресурсов, а также многочисленные нормы и регламентации различных сторон хозяйственной деятельности.

Постановка задачи по соблюдению пороговых нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, воде, водоемах и почвах и поступления загрязняющих веществ от предприятия при его эксплуатации привела к практике распределения квот и долей между субъектами хозяйствования на право загрязнять окружающую среду.

Третью группу, так называемых, «экологических» норм, составляют требования к процессу организации и ведению хозяйственной деятельности с целью недопущения нерегулируемого воздействия на окружающую среду. Этими нормами обустроиваются все стадии подготовки обосновывающей документации о развитии хозяйственной деятельности — природопользования, эксплуатации предприятия, а также организации контроля за его эксплуатацией. Группа процедурных норм (ПН) представлена следующими видами норм и правил:

- технические нормы;
- градостроительные нормы;
- рекреационные нормы;
- организационные нормы;
- распорядительные нормы;
- терминологические нормы.

Существенным недостатком существующей системы экологического нормирования является отсутствие интегральных показателей предельно допустимого воздействия на отдельные компоненты природной среды и экосистемы в целом. Для обеспечения устойчивого (ноосферного) развития важно знать границу количественного изменения нормативов экосистемы, при котором сохраняется биологическое разнообразие в экосистеме, продолжаются процессы обмена веществ и энергии и не меняется способ функционирования различных ее компонентов.

К недостаткам существующей системы экологического нормирования можно отнести отсутствие четкой связи с экономическими инструментами защиты природы. Применяемые в России ПДК являются более жесткими в сравнении с зарубежными. Поэтому эти экологические нормативы во многих случаях не соблюдаются.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Экологическое нормирование
2. Допустимая нагрузка.
3. Предельно-допустимые концентрации, выбросы, уровни, сбросы.
4. Основные источники воздействия на окружающую среду.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Биологический контроль окружающей среды. Генетический мониторинг : учебное пособие / ред.: С. А. Гераськин, Е. И. Саратульцева. - М. : Академия, 2010. - 208 с. - (Высшее

проф. образование. Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-6536-6.

2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. – Саратов, 2013. – 224 с

*Дополнительная*

**1. Брославский, Л. И.** Экология и охрана окружающей среды: законы и реалии в США и России [Электронный ресурс] : монография / Л. И. Брославский. - М. : НИЦ Инфра-М, 2013. - 317 с. - (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-006099-6

**2. Драгомирецкий, И. И.** Охрана окружающей среды: экономика и управление: учебное пособие / И. И. Драгомирецкий, Е. Л. Кантор. - Ростов н/Д.: Феникс; Ростов н/Д.: МарТ, 2010. - 393 с. - (Учебный курс). - ISBN 978-5-222-16279-8. - ISBN 978-5-241-00934-0

## Лекция 4

### СТРУКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### 4.1 Мониторинг природных сред

Состояние окружающей среды, соответственно и среды обитания, непрерывно изменяется. Эти изменения различны по характеру, направленности, величине, неравномерно распределены в пространстве и во времени. Естественные, природные, изменения состояния среды имеют весьма важную особенность — они, как правило, происходят около некоторого среднего относительно постоянного уровня. Их средние значения могут существенно изменяться лишь в течение длительных интервалов времени.

Совсем другой особенностью обладают техногенные изменения состояния среды обитания, которые стали особенно значительными в последние десятилетия. Техногенные изменения в отдельных случаях приводят к резкому, быстрому изменению среднего состояния природной среды в регионе.

Для изучения и оценки негативных последствий техногенного воздействия возникла необходимость организации специальной системы контроля (наблюдения) и анализа состояния окружающей среды, в первую очередь из-за загрязнений и эффектов, вызванных ими в среде. Такую систему называют системой мониторинга состояния окружающей среды, которая является частью универсальной системы контроля состояния окружающей среды.

Мониторинг представляет собой комплекс мероприятий по определению состояния окружающей среды и отслеживанию изменений в ее состоянии.

Основными задачами мониторинга являются:

- систематические наблюдения за состоянием среды и источниками, воздействующими на окружающую среду;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз состояния окружающей среды и оценка прогнозируемого состояния последней.

С учетом обозначенных задач мониторинг — это система наблюдений, оценки и прогноза состояния среды обитания.

Мониторинг является многоцелевой информационной системой.

Контроль состояния среды включает наблюдение за источниками и факторами техногенного воздействия (в том числе источниками загрязнений, излучений и т. п.) — химическими, физическими, биологическими — и за последствиями, вызываемыми этими воздействиями на окружающую среду.

Наблюдение осуществляют по физическим, химическим и биологическим показателям. Особенно эффективными представляются интегральные показатели, характеризующие состояние окружающей среды. При этом подразумевается получение данных о первоначальном (или фоновом) состоянии среды.

Наряду с наблюдением одной из основных задач мониторинга является оценка тенденций изменений состояния окружающей среды. Подобная оценка должна дать ответ на вопрос о неблагоприятии положения, указать, чем именно обусловлено такое состояние, помочь определить действия, направленные на восстановление или нормализацию положения, или, наоборот, указать на особо благоприятные ситуации,

позволяющие эффективно использовать имеющиеся экологические резервы природы в интересах человека.

В настоящее время различают следующие системы мониторинга.

Экологический мониторинг — универсальная система, целью которой являются оценка и прогноз за реакцией основных составляющих биосферы. Он включает геофизический и биологический мониторинги. К геофизическому мониторингу относится определение состояния крупных систем — погоды, климата. Основной задачей биологического мониторинга является определение реакции биосферы на техногенное воздействие.

Мониторинг в различных средах (различных сред) — включающий мониторинг приземного слоя атмосферы и верхней атмосферы; мониторинг гидросферы, т. е. поверхностных вод суши (рек, озер, водохранилищ), вод океанов и морей, подземных вод; мониторинг литосферы (в первую очередь почвы).

Мониторинг факторов воздействия — это мониторинг различных загрязнителей (ингредиентный мониторинг) и других факторов воздействия, к которым можно отнести электромагнитное излучение, тепло, шумы.

Мониторинг сред обитания человека — включающий Мониторинг природной среды, городской, промышленной и бытовой сред обитания человека.

Мониторинг по масштабам воздействия — пространственным, временным, на различных биологических уровнях.

Фоновый мониторинг — базовый вид мониторинга, умеющий целью знание фонового состояния биосферы (как в настоящее время, так и в период до заметного влияния человека). Данные фонового мониторинга необходимы для анализа результатов всех видов мониторинга.

Территориальный мониторинг — включающий системы мониторинга техногенных загрязнений, в основу классификации которых положен территориальный принцип, так как данные системы являются важнейшей составной частью мониторинга окружающей среды.

Различают следующие системы (подсистемы) территориального мониторинга:

- глобальный — проводимый на всем земном шаре или в пределах одного-двух материков,

- государственный — проводимый на территории одного государства,

- региональный — проводимый на большом участке территории одного государства или сопредельных участках нескольких государств, например внутреннем море и его побережье;

- локальный — проводимый на сравнительно небольшой территории города, водного объекта, района крупного предприятия и т. п.,

- "точечный" — мониторинг источников загрязнения, являющийся по сути импактным, максимально приближенным к источнику поступления загрязняющих веществ в окружающую среду,

- фоновый — данные которого необходимы для анализа результатов всех видов мониторинга.

#### **4.2 Экологический мониторинг, его классификация.**

Экологический мониторинг является комплексным мониторингом биосферы. Он включает в себя контроль за изменением состояния окружающей среды под влиянием как природных, так и антропогенных факторов.

Термин "мониторинг" образован от лат. *monitor* - наблюдающий, предостерегающий. Существует несколько современных формулировок определения мониторинга. Некоторые исследователи под мониторингом понимают систему повторных наблюдений за состоянием объектов окружающей среды в пространстве и во времени в соответствии с заранее подготовленной программой. Более конкретная формулировка определения мониторинга предложена академиком РАН Ю.А. Израэлем в 1974 г.: **мониторинг состояния природной среды, и в первую очередь загрязнений и эффектов, вызываемых ими в биосфере**, - комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния биосферы или ее отдельных элементов под влиянием антропогенных воздействий.

Программа ЮНЕСКО от 1974 г. определяет мониторинг как *систему регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающую информацию о прошлом и настоящем состояниях окружающей среды, позволяющую прогнозировать на будущее изменение ее параметров, имеющих особенное значение для человечества.*

Основные задачи экологического мониторинга антропогенных воздействий:

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка физического состояния природной среды;
- прогноз изменения природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.



Рис. 16.1. Схема мониторинга

#### Классификация видов мониторинга

Мониторинг включает в себя следующие основные практические направления (рис. 16.1):

- наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами, воздействующими на нее;
- оценку фактического состояния окружающей среды и уровня ее загрязнения;
- прогноз состояния окружающей среды в результате возможных загрязнений и оценку этого состояния.

### 4.3 Отбор проб природных объектов

Отбор проб («пробоотбор») является очень существенным этапом в технологическом цикле экоаналитического контроля, так как результаты даже самого

точного (и дорогостоящего) анализа теряют всякий смысл при неправильно проведенном пробоотборе. Ошибки, возникающие вследствие неправильного отбора проб, в дальнейшем исправить, как правило, не удастся. Поэтому достоверность и точность последующего анализа в значительной степени зависят от правильности выбора способа и тщательности проведения отбора проб. В связи с этим, вопросам пробоотбора в данном разделе уделяется много внимания.

Для получения достоверной и надежной информации о содержании ЗВ пробоотбор должен осуществляться так, чтобы анализируемые образцы были «репрезентативными» (представительными) для природных объектов. Представительными принято считать такие пробы, в которых содержание определяемых ингредиентов не изменяется при отборе проб, их хранении и транспортировке к месту анализа. Иными словами, отношение матрицы к анализируемым компонентам (ингредиентам) должно оставаться постоянным как в общей массе исходного материала, так и во взятой пробе [6]. Хотя в реальных условиях изменение состава матрицы во времени весьма вероятно, например, из-за переменного состава воды в реке или флуктуаций состава дымовых газов промышленных предприятий или автотранспорта.

Биологические процессы, протекающие в живых организмах, также обуславливают их переменный состав, отражающийся на достоверности контроля загрязненности внутренней среды изучаемых организмов. Изменения концентраций составных частей матрицы происходят также и в образцах свежих продуктов питания. При этом химические превращения даже одного компонента образца пробы могут приводить к изменению относительных концентраций ЗВ и, следовательно, к неправильным результатам анализа.

Иногда (при очень низких концентрациях ЗВ в среде) в процессе отбора проб определяемое вещество приходится отделять от матрицы с целью его концентрирования (см. след. раздел).

Репрезентативной (от англ. representative - представительный, показательный) считается такая проба, которая в максимальной степени характеризует качество среды по анализируемому показателю, является типичной и не искаженной вследствие концентрационных и других факторов. Полняется общее требование о постоянстве соотношения компонентов матрицы и анализируемого вещества во время пробоотбора.

Такие процедуры (обогащения пробы, концентрирования определяемого ЗВ и др.) особенно полезны при отборе проб воздуха, реже - воды, но не могут быть рекомендованы для матриц сложного и неизвестного состава (например, почв).

В таких сложных условиях очень важен выбор адекватного способа пробоотбора, который определяется прежде всего агрегатным состоянием анализируемых веществ и сред, а также другими их физико-химическими свойствами. Выбор способа отбора пробы должны проводить опытные, квалифицированные работники, лучше всего те, которые несут ответственность за последующий анализ и оценку его результатов. Условия, которые необходимо соблюдать при пробоотборе, настолько разнообразны, что нельзя дать подробных рекомендаций для всех случаев и в соответствии со всеми требованиями. Поэтому здесь приводятся лишь наиболее важные общие принципы и правила.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Мониторинг факторов и источников воздействия.

2. Уровни, объекты и параметры экологического мониторинга.
3. Средства и способы реализации мониторинга.
4. Отбор проб природных объектов

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. Дмитренко, В. П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс] / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. - 1-е изд. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1326-3
2. Экология: учебное пособие / ред. А. В. Тотай. - М.: Юрайт, 2011. - 407 с. : ил. - (Основы наук). - ISBN 978-5-9916-0810-7.

### *Дополнительная*

1. **Афанасьев, Ю. А.** Мониторинг и методы контроля окружающей среды / Ю. А. Афанасьев, С. А. Фомин, В. В. Меньшиков и др: Учеб. пособие 2 – х частях: Часть 2. Специальная М: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с.
2. **Ашихмина, Т. Я.** Экологический мониторинг: учебно- методическое пособие / Т. Я. Ашихмина. - М.: Академический Проект. 2006. — 416 с.
3. **Беккер, А. А.** Охрана и контроль загрязнения природной среды / А. А. Беккер, Т. Б. Агаев. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 67 с.

## Лекция 5

### НАЦИОНАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

#### 5.1 Глобальная система мониторинга окружающей среды

В рамках экологической программы ООН поставлена задача объединения национальных систем мониторинга в единую межгосударственную сеть - «Глобальную систему мониторинга окружающей среды» (ГСМОС). Это высший глобальный уровень организации системы экологического мониторинга. Ее назначение - осуществление мониторинга за изменениями в окружающей среде на Земле и ее ресурсами в целом, в глобальном масштабе. Глобальный мониторинг - это система слежения за состоянием и прогнозирование возможных изменений общемировых процессов и явлений, включая антропогенные воздействия на биосферу Земли в целом. Пока создание такой системы в полном объеме, действующей под эгидой ООН, является задачей будущего, так как многие государства не имеют еще собственных национальных систем.

Глобальная система мониторинга окружающей среды и ресурсов призвана решать общечеловеческие экологические проблемы в рамках всей Земли, такие как глобальное потепление климата, проблема сохранения озонового слоя, прогноз землетрясений, сохранение лесов, глобальное опустынивание и эрозия почв, наводнения, запасы пищевых и энергетических ресурсов и др. Примером такой подсистемы экологического мониторинга является глобальная наблюдательная сеть сейсмомониторинга Земли, действующая в рамках Международной программы контроля за очагами землетрясений и др.

В рамках программ ГСМОС, которые в настоящее время поддерживает ЮНЕП, выделяются основные программы:

- мониторинг климатических условий;
- мониторинг переноса и осаждения загрязняющих веществ;
- мониторинг Мирового океана;
- мониторинг возобновляемых природных ресурсов;
- мониторинг для целей здравоохранения.

При создании ГСМОС в максимальной степени были использованы существующие в 70-х гг. станции ВМО, европейская система мониторинга трансграничного загрязнения воздуха и водных пространств, система наблюдений атмосферных осадков и долгоживущих радиоактивных изотопов и биосферные заповедники.

ГСМОС основывается на подсистемах национального экологического мониторинга и включает в себя элементы этих подсистем. Роль агентства по глобальному мониторингу заключается в обеспечении и руководстве наблюдениями, сборе данных, координации деятельности, в том числе унификации методов экологических исследований. В связи с этим международное сотрудничество России в рамках ГСМОС включает в себя:

1. Создание сети наземных наблюдений, регулярные экспедиционные обследования и систему дистанционного зондирования Земли.
2. Разработку и внедрение единых методик организации наблюдений, отбора и анализа проб компонентов ОС.
3. Организацию контроля точности и сопоставимости данных наблюдения.
4. Использование современных систем хранения и передачи данных.

## 5.2 Единая государственная система экологического мониторинга

1. Единая государственная система экологического мониторинга функционирует и развивается с целью информационного обеспечения управления в области охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, обеспечения экологически безопасного устойчивого развития страны и ее регионов, ведения государственного фонда данных о состоянии окружающей среды и экосистем, природных ресурсах, источниках антропогенного воздействия.

2. Основными задачами ЕГСЭМ являются:

проведение с определенным пространственным и временным разрешением наблюдений за изменением состояния окружающей природной среды и экосистемами, источниками антропогенных воздействий;

проведение оценок состояния окружающей среды, экосистем территории страны, источников антропогенного воздействия;

прогнозирование состояния окружающей среды, экологической обстановки на территории России и ее регионов, уровней антропогенного воздействия при различных условиях размещения производительных сил, социальных и экономических сценариях развития страны и ее регионов.

3. В соответствии с основными задачами в ЕГСЭМ осуществляется мониторинг состояния природных сред, экосистем, природных ресурсов и источников антропогенного воздействия, а также информационное обеспечение решения экологических проблем.

Эти работы выполняются в рамках ЕГСЭМ на единых научно - методических и метрологических подходах.

### 5.2.1 Структура ЕГСЭМ

4. Единая государственная система экологического мониторинга создается на основе территориально - ведомственного принципа построения, предусматривающего максимальное использование возможностей существующих государственных и ведомственных систем мониторинга состояния окружающей природной среды, источников антропогенного воздействия, природных ресурсов, экосистем.

В ЕГСЭМ выделяются базовые и специализированные подсистемы мониторинга и подсистемы обеспечения функционирования системы в целом.

5. Базовые подсистемы создаются на основе служб наблюдения состояния природных сред и природных ресурсов федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих мониторинг:

- состояния атмосферы;
- водных объектов: поверхностных вод, суши, морской среды, водной среды, водохозяйственных систем и сооружений в местах водозабора и сброса сточных вод, подземных вод;
- недр (геологической среды), опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов;
- земель, почвенного покрова;
- наземной флоры и фауны (кроме лесов);
- лесов;
- фонового состояния окружающей природной среды;
- источников антропогенного воздействия.

6. Специализированные подсистемы функционируют на базе служб наблюдений федеральных органов исполнительной власти и осуществляют мониторинг:

- промышленной безопасности;
- рыб, других водных животных и растений;
- воздействия факторов среды обитания на состояние здоровья населения (в рамках системы социально - гигиенического мониторинга);
- околоземного космического пространства;
- военных объектов.

К специализированным подсистемам относится отраслевая система мониторинга окружающей среды Минсельхозпрода России.

7. Руководство подсистемами осуществляют специально уполномоченные федеральные органы исполнительной власти в соответствии с распределением функций, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.11.93 N 1229 "О создании единой государственной системы экологического мониторинга".

Функционирование подсистем осуществляется на основании настоящего Положения и Положений о подсистемах ЕГСЭМ, утверждаемых федеральными органами исполнительной власти, обеспечивающими деятельность этих подсистем, по согласованию с Минприроды России <\*>.

<\*> Госкомэкология России.

8. В ЕГСЭМ образуются специализированные ведомственные подсистемы, связанные с мониторингом источников антропогенного воздействия предприятий различных отраслей промышленности и сельского хозяйства страны.

9. В ЕГСЭМ функционируют подсистемы обеспечения, к которым относятся:

- топографо - геодезическое и картографическое обеспечение, включая создание цифровых, электронных карт и геоинформационных систем;
- электронные системы передачи данных.

10. В ЕГСЭМ могут быть образованы и другие подсистемы, решающие тематические целевые задачи.

11. ЕГСЭМ функционирует и развивается во взаимодействии с Российской системой по чрезвычайным ситуациям (РСЧС) и обеспечивает РСЧС всей необходимой информацией в согласованной форме и в согласованные сроки. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций федерального и регионального масштабов ЕГСЭМ функционирует как подсистема РСЧС.

12. ЕГСЭМ функционирует на четырех основных уровнях: федеральном, региональном (бассейновом), субъектов Российской Федерации (далее именуется территориальный уровень), локальном.

### **5.2.2 Функционирование ЕГСЭМ**

13. Территориальные системы экологического мониторинга организуются в субъектах Российской Федерации и являются основными системообразующими элементами ЕГСЭМ (территориальными подсистемами ЕГСЭМ). Как и ЕГСЭМ в целом, территориальные подсистемы формируются на основе базовых и специализированных подсистем при участии систем обеспечения соответствующего уровня.

На территориальном уровне функционируют локальные системы экологического мониторинга, организация которых осуществляется предприятиями и организациями,

осуществляющими хозяйственную деятельность на территории субъектов Российской Федерации.

14. Территориальные подсистемы ЕГСЭМ формируются в субъектах Российской Федерации по унифицированным методологическим принципам с целью обеспечения сопоставимости информации между отдельными территориальными подсистемами ЕГСЭМ и включают в себя как базовую сеть мониторинга федерального уровня, так и соответствующую сеть мониторинга объектов в интересах данного субъекта Российской Федерации.

15. Данные, получаемые всеми звеньями территориального уровня ЕГСЭМ, собираются в специализированных центрах базовых и специализированных подсистем на данной территории, функционирующих на единой организационной, методической и информационной основе.

Данные для обеспечения информационных систем федерального (регионального) уровня передаются в соответствующие федеральные (региональные) центры указанных подсистем.

Обобщение информации, получаемой территориальными центрами базовых и специальных подсистем, осуществляется по данной территории в информационно - аналитических центрах территориальных органов Минприроды России по согласованию с территориальными (региональными) подразделениями федеральных органов исполнительной власти, обеспечивающих функционирование ЕГСЭМ.

16. Для оценки антропогенного воздействия объектов хозяйственной деятельности организуются системы мониторинга источников воздействия на окружающую природную среду и зон их непосредственного влияния (импактный мониторинг), осуществляющие свое функционирование в рамках соответствующих базовых и специализированных подсистем ЕГСЭМ.

Решение о необходимости наличия у предприятия указанных систем мониторинга принимается органами, выдающими лицензии на природопользование и проведение мониторинга состояния окружающей среды.

Системы мониторинга источника воздействий создаются за счет средств субъекта хозяйственной деятельности, который обеспечивает их регламентное функционирование.

18. Региональный уровень ЕГСЭМ может быть образован для решения задач экологического мониторинга, носящих региональный характер, с определением территориальных подсистем ЕГСЭМ, участвующих в формировании региональной системы. Целесообразность создания регионального уровня ЕГСЭМ определяется:

- необходимостью оценки состояния природных объектов, анализа природных процессов и экологически неблагоприятных явлений, когда их границы не совпадают с границами субъектов Российской Федерации;

- сложившейся структурой территориальных (региональных) органов ряда ведомств;

- целесообразностью создания мощных региональных функциональных центров, способных обслуживать ряд субъектов Российской Федерации.

19. На федеральном уровне ЕГСЭМ выполняет следующие основные функции:

- обобщение информации, получаемой на территориальном или региональном уровнях;

- обеспечение требуемого качества данных, получаемых на всех уровнях ЕГСЭМ;

- информационное обеспечение управления в области охраны окружающей природной среды и экологической безопасности, осуществляемого федеральными органами исполнительной и представительной власти;

- информирование населения и общественности России об основных показателях, характеризующих экологическую обстановку на территории страны, и крупномасштабных тенденциях ее изменения;

- обеспечение функционирования подсистем экологического мониторинга, имеющих федеральное значение, а также специальных систем мониторинга, не имеющих территориального и регионального уровней;

- обеспечение участия Российской Федерации в международных, в том числе глобальных, системах экологического мониторинга.

20. Сбор, хранение и анализ информации, поступающей от информационных звеньев базовых и специализированных подсистем мониторинга территориального уровня, а также федеральных центров специализированных подсистем, не имеющих территориального уровня, осуществляется в информационно - управляющих федеральных центрах соответствующих подсистем ЕГСЭМ, связанных между собой на единой организационной, методической и информационной основе. Федеральный информационно - аналитический центр Минприроды России осуществляет сводный анализ информации, передаваемой из информационно - управляющих центров соответствующих подсистем ЕГСЭМ федерального и территориального уровней в порядке, согласованном с федеральными органами исполнительной власти, обеспечивающих функционирование ЕГСЭМ, и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

21. Обмен данными между информационными центрами подсистем ЕГСЭМ осуществляется на принципе бесплатного доступа к данным мониторинга, полученным за счет бюджетных средств.

### **Вопросы самоконтроля**

1. Концепция и основные положения ЕГСЭМ.
2. Регламентация государственных наблюдений в системе ЕГСЭМ.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Дмитренко, В. П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс] / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. - 1-е изд. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1326-3
2. Экология: учебное пособие / ред. А. В. Тотай. - М.: Юрайт, 2011. - 407 с. : ил. - (Основы наук). - ISBN 978-5-9916-0810-7.

#### *Дополнительная*

1. **Афанасьев, Ю. А.** Мониторинг и методы контроля окружающей среды / Ю. А. Афанасьев, С. А. Фомин, В. В. Меньшиков и др: Учеб. пособие 2 – х частях: Часть 2. Специальная М: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с.
2. **Ашихмина, Т. Я.** Экологический мониторинг: учебно- методическое пособие / Т. Я. Ашихмина. - М.: Академический Проект. 2006. — 416 с.
3. **Беккер, А. А.** Охрана и контроль загрязнения природной среды / А. А. Беккер, Т. Б. Агаев. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 67 с.

## Лекция 6

### ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### 6.1 Картографическое обеспечение

Картографическое обеспечение отраслевых кадастров в структуре АГИКС имеет исключительно важное значение. Ее важность заключается в том, что подлежащие учету объекты (как природные, так и антропогенные) имеют пространственное выражение и, более того, большинство операций с данными объектами основано на получении геометрической информации о них (площади, периметра и др.), а так же на анализе их пространственного положения относительно других объектов. Согласно принятому порядку ведения отраслевых кадастров, первичные данные кадастров собираются (регистрируются и учитываются) специально уполномоченными органами. Для ведения каждого конкретного вида кадастров используется своя методическая, технологическая база и свои виды картографических материалов. По характеристикам используемых картографических материалов наблюдается значительно разнообразие, в основном обусловленное особенностями учитываемых объектов и их геометрическими размерами.

Картографические материалы, используемые для ведения кадастров или отображения их данных, формируются, как правило, следующим образом.

В качестве карты-основы используются: государственные топографические карты соответствующего масштаба или мелкомасштабные планы городов, созданные предприятиями Роскартографии (масштабы 1:10000 – 1:1000000) или планы городов, создаваемые силами муниципальных управлений по архитектуре и градостроительству (масштабы 1:200 – 1:10000). Для создания кадастровых карт с картографической основы переносятся необходимые сведения, создается т.н. разреженная картографическая основа. Только в редких случаях используются все элементы содержания исходных карт.

Путем специальной съемки (инвентаризации) формируются контура учитываемых объектов и собираются необходимые сопроводительные сведения

Сформированные контура наносятся на подготовленную карту – основу и формируются массивы документов, содержащих описательную информацию.

Карта – основа в данном случае выполняет роль единого исходного источника опорных сведений, использование которого должно было бы, при условии соблюдения определенных требований обеспечить согласованность данных различных кадастров между собой. На практике этого не происходит по ряду причин:

- использование в качестве карты – основы некондиционных «бумажных» карт, с дефектами носителя (потертости, изломы и т.п.),
- использование устаревших карт из-за экономии средств,
- трудность в получении необходимых карт из-за проблем связанных с секретностью, в результате чего приходится пользоваться в качестве опорных карт различными «суррогатами», например ведомственными картами (государственной геологической съемки, обзорными земельными картами и т.п.), которые в свою очередь могут содержать значительные ошибки в положении опорных контуров,
- ошибки при «ручном» копировании данных, и большая сложность такие ошибки проконтролировать.

Кроме указанных причин, еще необходимо отметить, что государство в настоящий момент не справляется с возложенной на него задачей обновления топографических карт из-за хронической нехватки финансовых средств. Картографические материалы на большинство территорий Республики являются значительно устаревшими. Так, карты масштабов 1:25000, последний раз обновлялись в 1966 г. Все это заставляет ведомства для привязки информации пользоваться дополнительными источниками сведений о пространственном положении объектов – например различными земельными картами, дежурными картами управлений по архитектуре и градостроительству и др. Дополнительным отягощающим фактором является «избыточность» топографических карт, т.к. они реально содержат гораздо больше информации, чем того требуется для многих ведомственных кадастров, что в конечном итоге, значительно увеличивает стоимость создания карт.

Для иллюстрации того, к каким значительным ошибкам на местности могут привести указанные причины рассмотрим некоторые результаты работы, проведенной в НТЦ АГИКС РК по оцифровке лесоустроительной квартальной сети. Во первых, было выявлено значительное несовпадение смежных контуров между границами соседних лесничеств до 500 м., что в десятки раз превышает точность составления карт. Более того, наблюдались различия даже в геометрической форме смежных контуров, что при «сшивке» планшетов порождало довольно значительные участки территории «не принадлежащей» ни к одному из лесных кварталов. Во-вторых, при анализе совмещения оцифрованных лесоустроительных планшетов масштаба 1:10000, и трансформированного космического снимка, выраженного в той же проекции, было обнаружено значительные, до 500 м., расхождения соответственных контуров объектов. Так, например, на одном из планшетов, один и тот же ручей дважды пересекает автомобильную дорогу, а на местности – он протекает в 200 метрах от этой дороги.

Таким образом, сформулируем две основные проблемы, стоящие перед картографическим обеспечением ведомственных кадастров картой - основой:

Недостатки традиционных технологий, из-за которых появляется значительное количество трудно контролируемых ошибок,

Особенности организации картографического обеспечения в России на государственном уровне, когда имеющиеся в наличии карты фактически не используются из-за устаревания или неоправданного «засекречивания»

Для решения этих проблем необходимо решить задачу создания единой «разрезанной» карты – основы для ведения ведомственных кадастров, периодически, раз в несколько лет обновляемой.

## **6.2 Методы контроля состояния загрязнения атмосферы**

Основным условием существования жизни на Земле является чистый воздух атмосферы, необходимый для дыхания живых организмов. Человек в течение суток потребляет примерно 15 кг воздуха, 1,5 кг пищи, 2,5 л воды. Если без воды и пищи можно прожить дни и даже недели, то без воздуха — считанные минуты. Загрязнение воздуха наносит серьезный ущерб здоровью человека, природе, промышленности, сельскому и коммунальному хозяйству. В составе атмосферного воздуха 78 % азота, 21 % кислорода, 0,03 % диоксида углерода, присутствуют озон, метан, аргон, неон, гелий. Из всех газов наибольшая роль принадлежит кислороду, являющемуся обязательным элементом круговорота веществ в биосфере. Кислород, являющийся продуктом

фотосинтеза зеленых растений, за 2,5 млрд лет накопился в атмосфере в количестве  $1,5 \cdot 10^{15}$  т. Одно дерево производит за сутки 180 л кислорода. Человек потребляет в покое 360 л кислорода, при физической нагрузке 700—900 л в сутки. Ранее в литературе высказывались опасения, что уменьшение количества кислорода вследствие увеличения сжигания ископаемого топлива. Но расчеты (Бренер, 1970) показали, что использование всех доступных человеку залежей угля, нефти и природного газа уменьшит содержание кислорода в воздухе не более чем на 0,15 % (с 20,95 до 20,8 %). Другой проблемой связанной с кислородом, является вырубка лесов, приводящая к возникновению кислородных паразитов — стран, которые за счет чужого кислорода. Например, США своих имеет только 40 % кислорода, Швейцария — 25 %. стало массовое уничтожение лесных массивов в России. Состав основной части тропосферы и его изменение существо зависят от антропогенного воздействия. Так, за последние десятилетия в результате деятельности человека в атмосферу поступило около 360 млрд. т диоксида углерода; его общее содержание увеличилось на 13 %. При сохранении имеющихся тенденций в ближайшие 30 лет количество диоксида углерода возрастет еще на 30 %. Резко увеличилось в атмосфере содержание метана, оксидов азота и серы; стала заметной концентрация фреонов (фторхлоруглеродов) впервые синтезированных в 30е годы XX в. и получивших широкое применение лишь с конца 50х годов. Уже сейчас фреоны и другие высокомолекулярные соединения оказывают влияние на состояние озонового слоя. Общеизвестна роль CO<sub>2</sub> в возможности создания на Земле «парникового эффекта», обусловлено тем, что атмосфера хорошо пропускает солнечную радиацию к земной поверхности, но длинноволновое излучение Земли сильно поглощается тропосферой, что приводит к повышению температуры приземного слоя воздуха. Рассмотрим эту проблему подробнее. Известно, что Земля получает энергию от Солнца. В результате термоядерной реакции в недрах Солнца с его поверхности излучается электромагнитная энергия. Очень малая часть солнечной энергии попадает на Землю. Часть солнечной энергии сразу отражается в космос. Остальная часть энергии поглощается Землей, и это является причиной того, что на Земле тепло по сравнению с Космосом. Но солнечная энергия поступает на Землю постоянно, и если бы не было отдачи этой энергии обратно в Космос, то температура на Земле постоянно и неограниченно возрастала. В действительности это не так, от Земли происходит отвод энергии в электромагнитного излучения; закон излучения такой же, для Солнца, мощность излучения с единицы поверхности пропорциональна четвертой степени температуры T<sup>4</sup> поверхности Земли. Атмосфера Земли обладает следующим свойством: она прозрачна для видимого света и не пропускает значительную часть энергии, приходящуюся на инфракрасную область спектра. Вследствие этого часть потока радиационной энергии, излучаемой поверхностью Земли, задерживается в атмосфера превращаясь в теплоту. Температура повышается до новой равновесной температуры, более высокой, чем полученная выше. Итак, превышение средней температуры Земли над расчетным значением объясняется закономерностями процесса распространения ЛУ чистой энергии и свойством атмосферного воздуха поглощает длинноволновое излучение. Аналогичный эффект наблюдаете парнике, поэтому повышение температуры часто называют парниковым эффектом». Радиоуглеродный анализ льда из буровых скважин, прошедших сквозь ледниковый щит Антарктиды, показал, что он образовался примерно 35 млн. лет назад и выдержал несколько потеплений климата, причем гораздо более значительных, чем ожидаемое от «парникового эффекта». Так, например, 20 млн. лет назад средняя температура была на 5—6 °С выше современной (концентрация CO<sub>2</sub> была около 0,1 %); в районе Якутска

росли леса грецкого ореха. В менее отдаленном прошлом, 30—35 тыс. лет назад, когда было последнее межледниковое потепление, Сахара получала больше осадков, чем в настоящее время и там была не пустыня, а это следует из данных археологических раскопок. Возможно потепление не угрожает жизни в странах с жарким климатом тем более ничего опасного не случится в странах умеренного климата, наоборот, потепление может создать более благоприятные условия жизни. Проблема потепления является лишь частью сложной опасности для биосферы в результате загрязнения атмосферы конкретными химическими веществами. Реальную опасность для здоровья человека представляет выброс в атмосферу промышленной и транспортной пыли, особенно золы, которая содержит много токсичных веществ. Влияние на организм человека связано с ее дисперсностью. Мелкие частицы проникают в дыхательные пути и раздражают слизистые оболочки. Пыль, содержащая ядовитые вещества (мышьяк, ртуть свинец), приводит к отравлениям. Например, свинцовая пыльца<sup>1</sup> меняет состав крови и костного мозга, вызывает мышечную слабость, поражает головной мозг, печень и почки. Ртуть, проникая в мозг, разрушает нервную систему, ослабляет умственные способности, вызывает импотенцию. Асбестовая пыль способна вызвать фиброз легких. Кроме того, она усиливает вредное действие СО. Тяжелые металлы, выброшенные в атмосферу, включаются в природный круговорот. Накопление их в любой среде опасно для всего живого. Ряд из них, например мышьяк и хром, способны вызывать раковые заболевания. Основным направлением защиты воздушного бассейна от загрязнений вредными веществами является создание новых малоотходных технологий с замкнутыми циклами производства и комплексным использованием сырья. К технологическим защитным мероприятиям также относятся: рекуперация растворителей, герметизация оборудования, сокращение неорганизованных выбросов, замена сухих процессов мокрыми, применение малодымного и малосернистого топлива, строительство высоких (до 300 м) труб для удаления зоны максимального загрязнения и снижению концентрации в приземном слое. К техническим мерам борьбы с выбросами автотранспорта относится регулировка двигателя с выбором оптимального состава горючей смеси и режима зажигания. Критерием оценки влияния выбросов предприятий на окружающую среду является сравнение практических концентраций примесей в атмосфере с предельно допустимыми (ПДК). Фактическая концентрация вредных веществ в воздухе не должна превышать ПДК. Нормы ПДК являются исходной базой для проектирования и экспертизы новых машин и механизмов, технологических линий, промышленных сооружений и предприятий, а также для расчета вентиляционных, газопылеулавливающих и кондиционирующих систем, контролируемых приборов и систем сигнализации.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Автоматизированные системы мониторинга и контроля состояния окружающей среды.
2. Методы контроля состояния загрязнения вод.
3. Методы контроля в почвенном мониторинге.
4. Мониторинг радиационного загрязнения природной среды.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Дмитренко, В. П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс] / В. П.

Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. - 1-е изд. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1326-3

2. Экология: учебное пособие / ред. А. В. Тотай. - М.: Юрайт, 2011. - 407 с. : ил. - (Основы наук). - ISBN 978-5-9916-0810-7.

*Дополнительная*

1. **Афанасьев, Ю. А.** Мониторинг и методы контроля окружающей среды / Ю. А. Афанасьев, С. А. Фомин, В. В. Меньшиков и др: Учеб. пособие 2 – х частях: Часть 2. Специальная М: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с.

2. **Ашихмина, Т. Я.** Экологический мониторинг: учебно- методическое пособие / Т. Я. Ашихмина. - М.: Академический Проект. 2006. — 416 с.

3. **Беккер, А. А.** Охрана и контроль загрязнения природной среды / А. А. Беккер, Т. Б. Агаев. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 67 с.

## Лекция 7

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И СЕРТИФИКАЦИЯ. ПОНЯТИЕ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА»

#### 7.1 Экологическая экспертиза

В последние годы во всем цивилизованном обществе вопросы эффективности экологического контроля и управления занимают одну из основополагающих позиций. Главную роль здесь играет не только соблюдение предписанных норм и принципов по охране окружающей среды на каждой из стадий реализации того или иного объекта, но и выявление возможных негативных воздействий на человека. Бесспорно, что выбирать основные способы деятельности, а также принимать технологические и технические заключения необходимо еще до введения объекта в эксплуатацию во время разработки проектной и предпроектной документации. Именно на этом этапе необходимо дать оценку будущему влиянию планируемой деятельности на объекты природы и человека, а также выработать пути, которые позволят максимально снизить негативные стороны воздействия.

Экологическая экспертиза – это проверка соответствия документации, на основании которой будет производиться хозяйственная деятельность, установленным законодательством требованиям. В ходе экспертизы определяют, допустима ли реализация объекта. Цель такой проверки – предотвращение негативного влияния деятельности человека на окружающую среду. Так определяет это понятие закон "Об экологической экспертизе".

Экологическая экспертиза – это самостоятельный вид экологического контроля и наблюдения, так как ее назначение состоит в выявлении и предупреждении негативных воздействий. По этой причине в большинстве случаев она производится до начала экологически неприемлемой деятельности, в то же время выступая гарантией выполнения эколого-правовых норм.

В законе «Об охране окружающей среды» можно встретить такую трактовку понятия государственной экологической экспертизы, как: экологическая экспертиза – обязательная мера охраны окружающей среды, проводимая для проверки соответствия деятельности хозяйственного и иного характера экологической безопасности; предшествует принятию решения, которое может быть потенциально вредным для природы. В комментариях к этому закону сказано, что экологическая экспертиза – это организационно-правовая форма контроля и вид управленческой деятельности.

#### 7.2 Экологическая сертификация

Под экологической сертификацией понимается деятельность третьей стороны (независимой) по подтверждению соответствия объектов сертификации установленным экологическим требованиям. Экологическая сертификация осуществляется в следующих целях:

- контроль безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- создание экологически справедливого рынка.

Нормальное функционирование рынка невозможно без информации о потребительских свойствах товара, она дает покупателю ответ на два главных вопроса:

- удовлетворяет ли товар его потребностям;

- в какой мере продавец может гарантировать качество товара и его стабильность, безопасность для здоровья населения и окружающей среды.

- Международная и национальная система экологической сертификации

Система экологической маркировки. Для решения данной проблемы представляет интерес введение в практику маркировки экологических характеристик продуктов как на национальном, так и международном уровнях. Это в определенной мере объясняется успешным применением в ФРГ в течение более 20 лет экологического знака («Голубого ангела»). Такие знаки успешно зарекомендовали себя также в Канаде, Японии, Австрии, Швеции, Швейцарии и других странах. С созданием в 1993 г. в рамках ЕС единого общего рынка без границ и таможенных ограничений предпринимаются шаги по введению «Европейского экологического знака». Последнее обстоятельство усиливает заинтересованность России в данном вопросе, учитывая значение экологической маркировки продукции в условиях рыночных отношений и развития международной конкуренции.

Следует отметить, что предпосылкой для обеспечения высокой эффективности экологической маркировки продуктов является высокая экологическая сознательность потребителей. С другой стороны, для изготовителей продуктов хорошо информированный потребитель и его поведение в области спроса служат стимулом к разработке таких продуктов, которые наносят меньший вред окружающей среде. Объективная маркировка экологических параметров продукции помогает изготовителям в разработке и применении эффективной стратегии маркетинга, тем самым способствует развитию конкуренции товаров.

Зарубежный опыт показывает, что маркировка продукции наряду с ее сертификацией может вести к предупреждению и значительному уменьшению нагрузки на окружающую среду. К примеру, в ФРГ с момента введения экологического знака в 1977 г. политика в области охраны окружающей среды была сориентирована на высокое экологическое сознание потребителей и технический уровень развития природоохранных технологий. Эти обстоятельства способствовали успешному использованию инструментов рыночной экономики, ориентированных на спрос и предложение и тем самым ставящих конкуренцию между отдельными производителями на службу охраны окружающей среды.

В какой степени можно достичь цели за счет упреждающих мер природоохранного характера на основе производства экологически приемлемых продуктов? Это зависит решающим образом от того, станет ли экологическая чистота продуктов неотъемлемой составной частью конкуренции, регулируемой спросом и предложением. Очевидно, что профилактика окружающей среды нуждается в таком предпринимателе, который готов взять на себя экологическую ответственность, равно как и в таком потребителе, который знает о последствиях покупки товара для окружающей среды. По данным опроса общественного мнения, в настоящее время приблизительно 80% потребителей в ЕС знают об экологическом знаке. Российские потребители до настоящего времени практически лишены возможности мотивировать свой выбор покупки отечественных товаров по экологическим параметрам из-за отсутствия объективной информации и сертификации продукции.

В перспективе любая экологически мотивированная система маркировки продукции лишь тогда сможет утвердиться на рынке, когда на переднем плане будут стоять природоохранные цели и ориентация на наивысший уровень техники. Одновременно перед изготовителями продукции благодаря экологическому знаку открываются новые возможности рынка для последующих инвестиций на природоохранные цели.

Программа введения экологического знака в Германии охватывает в настоящее время 52 принципа с весьма дифференцированными требованиями; действуют договоры на право пользования экологическим знаком для более чем 6000 наименований продуктов, охватывающих 71 группу товаров. При оценке эффективности его применения ориентируются на достигнутое фактическое Уменьшение нагрузки на окружающую среду.

Для расширения использования экологически приемлемых продуктов на рынке важную роль призваны играть не только поведение частных покупателей, но и государственная система закупок. К примеру, с начала 80-х годов в управленческих структурах ФРГ, ее федеральных земель и местных органов власти при принятии решений о закупках осуществлялась ориентация на экологически чистую продукцию. Государственная система закупок могла также уточнять в своих заявках необходимое экологическое качество закупаемых изделий и тем самым давать ориентиры для участников рынка.

Следует отметить, что на стыке между потребителем и производителем на рынке экологически благоприятных продуктов особое значение играет торговля. В настоящее время торговые предприятия во всем мире значительно расширили ассортимент экологически приемлемых товаров, чему во многом способствует экологическая маркировка продуктов. Вследствие усиления спроса на указанную продукцию отмечаются положительные эффекты природоохранного характера. Так, за счет применения безвредных для окружающей среды продуктов (например, бумаги из макулатуры, дезодорантов без экологически вредных накопителей и др.) уменьшаются экологические нагрузки при одновременном снижении затрат на ликвидацию ущерба от загрязнения. Тем самым для изготовителей появляется стимул для проведения НИОКР (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ) и маркетинга в секторе экологически благоприятных продуктов.

Для обеспечения собственной независимости система экологической маркировки должна стремиться к самофинансированию, которое опиралось бы на поступления за право использования знака. В Австрии, к примеру, пошлина за право использования экологического знака зависит от оборота данного продукта (или группы продуктов). Стоимость экспертного заключения, с помощью которого подтверждается соблюдение экологических требований и продукции, оплачивается носителем рекламы.

Для множества поступающих предложений на присвоение экологического знака специально уполномоченный орган (жюри) должен выбирать те группы товаров, где могут быть достигнуты положительные природоохранные эффекты. Перечень товаров, на которые на мировом рынке выданы к настоящему времени экологические знаки, охватывает продукты, которые нуждаются в определенной поддержке (химические изделия, лаки, распылители для волос и дезодоранты, сложные бытовые приборы, водосберегающая аппаратура и продукты регенерации). Здесь представлен также сектор транспорта в виде автомобилей, работающих с катализатором нейтрализации выхлопных газов и др.

Порядок получения экологического знака основан на определенных принципах. Так, экологический знак может быть присвоен только продуктам, а не каким-либо технологиям, промышленным установкам или предприятиям. При этом речь должна идти о потребительских товарах, то есть промежуточные продукты и полуфабрикаты не охватываются действием экологического знака. Кроме того, для данных продуктов должен существовать рынок сбыта. Данные принципы предусматривают также ограничения на количество присваиваемых экологических знаков в год: цель состоит

не в том, чтобы присвоить экологический знак как можно большему количеству продуктов, в гораздо большей мере он должен находить свое применение в группах продуктов, снижающих нагрузку на окружающую среду.

При оценке продуктов следует стремиться к их целостному рассмотрению и учитывать все природоохранные аспекты: содержание опасных веществ, выбросы вредных веществ в атмосферу, сбросы загрязнений в водные объекты, почву, шумовые нагрузки, предотвращение образования отходов, а также экономию невозобновимых видов сырья и ресурсов, например, за счет экономного расходования энергии. При экологической сертификации и маркировке необходимо проследить весь путь существования того или иного продукта от изготовления и транспортировки до его использования, включая удаление и переработку отходов. Объективная экологическая маркировка продуктов требует таким образом проведения экспертных оценок. При этом маркируемые продукты должны подвергаться анализу, например, в форме эколого-экономических балансов, которые охватывали бы весь «жизненный цикл» продукта с учетом экологических аспектов.

Следует учитывать, что существует целый ряд продуктов, у которых технология изготовления представляет собой собственно экологическую проблему. В качестве примера можно привести производство бумаги, где между обычным производством бумаги и бумаги из макулатуры существуют значительные различия в расходе энергии, свежей воды, а также в сбросе загрязненных стоков. Если экологически чистая продукция выпускается на «грязной» технологии, то она не может получить экологический товарный знак. Для присвоения экологического знака должны отбираться, прежде всего, такие продукты, производство которых нуждается в особом стимулировании. Сюда могут быть отнесены инновационные продукты, которые впервые выходят на рынок или располагают низким удельным весом на рынке. Поскольку ситуация на рынке подвержена постоянным изменениям, а уровень техники постоянно повышается, целесообразно предусматривать ограничение срока действия экологического знака до 2—3 лет.

С точки зрения предпринимательства экологический знак служит для того, чтобы обращать внимание покупателей на экологически чистые продукты, а также усиливать позиции альтернативных экологически благоприятных продуктов на рынке. Данная маркировка может выступать важным инструментом реализации «Основных положений государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития», где, в частности, указывается на необходимость рационального использования невозобновимых природных ресурсов, расширенного использования вторичных ресурсов, утилизации и обезвреживания отходов, улучшения качества продуктов питания и др.

В состав экспертного Совета (жюри) по присвоению экологического знака целесообразно включить представителей природоохранных органов, Госстандарта России, органов санитарно-эпидемиологического надзора, Торгово-промышленной палаты России, общества потребителей, общественных экологических движений и других заинтересованных организаций.

В Федеральной целевой научно-технической программе «Экологическая безопасность России» на 1993—1995 гг. впервые был выделен специальный раздел по разработке экологических требований к технологиям, оборудованию, продукции и отходам. В целях обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности населения в интересах устойчивого развития важная роль при этом принадлежит введению в России в рамках указанной программы экологической сертификации и маркировки продукции.

В качестве одного из первых примеров применения экологической маркировки продукции на основе ее экологической сертификации можно привести знак «Свободно от хлора» по ГОСТ Р 51150-98 с целью подтверждения соответствия продукции требованиям отсутствия в ней искусственных хлорорганических соединений, в том числе диоксинов. Данным знаком могут маркироваться такие виды продукции, тары и упаковки, как продукция лесного хозяйства и лесозаготовок; древесина, целлюлоза, бумага, картон, фибра и изделия из них; полимерные изделия (волокна, нити, мастики, эмали, грунтовки, удобрения); товары народного потребления, игры, игрушки.

Данный стандарт, однако, не распространяется на продовольственную и фармацевтическую продукцию и комбикорма. Таким образом, в данном случае наличие объективной маркировки продукции на основе процедуры ее экологической сертификации подтверждает отсутствие загрязнения окружающей среды хлорорганическими соединениями в процессе изготовления, обработки, хранения, переработки и утилизации определенной группы продукции.

С принятием Закона РФ «О защите прав потребителей» (1992) в стране введена обязательная сертификация товаров (работ и услуг), на которые устанавливаются требования, направленные на обеспечение безопасности жизни, здоровья потребителей и охраны окружающей среды. Однако введение экологической сертификации требует разработки эффективного механизма реализации данного закона, что связано, прежде всего, с созданием необходимой информационной базы об изготовителе и потребителе продукции с точки зрения соблюдения экологических требований, с разработкой соответствующих стандартов на продукцию, работы и услуги. Важное значение имеет также вопрос о согласовании национальных и международных экологических требований и стандартов.

Система экологической сертификации вводится с целью обеспечения нормативно-технического и правового регулирования экологической безопасности. Она устанавливает требования экологической безопасности на производство, распределение и потребление продукции, процессов, работ и услуг и является неотъемлемой частью механизма управления природопользованием. Основными задачами системы экологической сертификации являются:

- предупреждение неблагоприятного воздействия на условия жизнедеятельности человека и состояния окружающей среды факторов, связанных с процессом производства и применения продукции, утилизацией отходов и использованием природных ресурсов;
- обеспечение рационального использования, охраны и воспроизводства природно-ресурсного потенциала;
- защита потребителей от приобретения товаров опасных для жизни, здоровья и имущества или оказывающих вредное воздействие на окружающую среду в процессе их использования;
- повышение конкурентоспособности отечественной продукции, содействие экспорту.

Для осуществления перехода к устойчивому развитию должна быть создана международная и национальная система экологической сертификации продукции, отходов производства, природных объектов и услуг. Система экологической сертификации должна включать такие направления как технологические процессы, отходы производства и потребления, готовая продукция, экологические услуги, объекты окружающей среды и природные ресурсы. Чтобы определить критерии экологической безопасности для технологических процессов необходимо ввести

понятие «соответствие уровню техники», которое существует в законодательстве многих стран. Это означает, что для различных технологий производства однородной продукции уровень выбросов (сбросов), потребляемого сырья, воды и энергии не должен превышать показателей, установленных как предельно допустимые на данный период времени, приближенных к показателям новых технологических процессов.

Экологическая сертификация должна проводиться на соответствие требованиям экологической безопасности, оговоренных договорами и лицензиями на комплексное природопользование и может осуществляться в форме экспертизы. По результатам такой оценки должен выдаваться экологический сертификат, который свидетельствует о соответствии параметров и характеристик объектов, процессов и продукции природоохранным нормам и правилам, обеспечивающим безопасный уровень воздействия на окружающую среду и здоровье населения. Побудительным мотивом к проведению экологической сертификации продукции должно стать введение комплекса стимулов и санкций:

- экологический сертификат и маркировка продукции должны иметь более высокий приоритет по отношению к другим сертификатам и знакам;
- экологический сертификат является основанием для выдачи государственной лицензии на право природопользования;
- уклонение потенциальных заявителей от процедуры сертификации должно сопровождаться введением системы штрафных санкций и ужесточением экологического контроля.

Кроме того, отсутствие экологического сертификата может рассматриваться как препятствие к получению лицензий или как основание для аннулирования ранее выданных лицензий на различные виды деятельности. В отдельных случаях это может сопровождаться более жестким налогообложением. С точки зрения развития международной кооперации необходимо обеспечить признание национального экологического сертификата одной страны другими.

Система экологической сертификации должна базироваться на следующих основных принципах, предусматривающих:

- установление собственных правил процедуры и управления для проведения экологической сертификации;
- разграничение функций между различными органами системы экологической сертификации;
- гармонизацию международной и национальной систем по сертификации;
- распределение ответственности между участниками сертификации;
- независимость органов по экосертификации от действующих сторон;
- бездискриминационный доступ к участию в системе;
- развитие системы для проведения работ по отдельным конкретным группам объектов экосертификации;
- открытость и отсутствие ограничений на организацию и проведение экосертификации в государствах СНГ и других странах;
- тесную увязку экологических инструментов защиты природы с экологическим сертификатом.

В рамках системы предусматривается выполнение следующих функций:

- экосертификации объектов и их маркировки знаком соответствия;
- аккредитации органов по экосертификации;
- аккредитации испытательно-аналитических лабораторий (центров);
- подготовки и аттестации экспертов системы;

- повышения квалификации специалистов в области экосертификации;
- обеспечения информационных и консультационно-методических услуг, необходимых для функционирования системы;
- обеспечения на основе заключаемых соглашений с другими системами сертификации взаимного признания сертификатов, аттестатов, знаков соответствия и результатов испытаний и анализов;
- разработки и актуализации нормативно-методической документации, используемой в рамках системы, и ее экспертизы;
- ведения реестра системы;
- взаимодействия и гармонизации деятельности с международными, национальными и другими системами сертификации;
- осуществления инспекционного контроля.

Объектами экологической сертификации являются:

- объекты окружающей природной среды;
- отходы производства и потребления;
- технологические процессы;
- услуги, направленные на обеспечение экологической безопасности и предупреждение вреда окружающей среде (далее — экологические услуги), а также товарная продукция.

Под сертификацией объектов окружающей природной среды понимается деятельность по оценке состояния, качества и степени загрязнения объекта с целью определения наиболее эффективного и безопасного направления его использования без нанесения ущерба здоровью населения и окружающей среде.

Экологический сертификат на объект природной среды выдается его собственнику, либо органу, имеющему право распоряжаться указанным объектом. Данный сертификат является документом, на основе которого выдается лицензия на экологически безопасное использование объекта. Экологической сертификации может подвергаться территория и отдельные ее участки вместе с природными ресурсами.

Экологическая сертификация отходов — это деятельность по оценке соответствия отходов определенным экологическим требованиям, а также по оценке опасности их для здоровья населения и окружающей среды в процессе образования и удаления. В понятие «удаление отходов» включается сбор, сортировка, перевозка, обработка, хранение и захоронение на поверхности или под землей, а также операции по их переработке с целью извлечения отдельных компонентов, повторного использования или рециркуляции. Сертификат, а следовательно, и лицензия на осуществление отдельных процессов по удалению отходов и их трансграничному перемещению должны выдаваться лишь в том случае, если технический уровень этих процессов полностью удовлетворяет экологическим требованиям и нормативам.

Экологическая сертификация технологических процессов — это деятельность по оценке соответствия технологических процессов экологическим требованиям. В качестве основных экологических требований могут быть приняты:

- удельные показатели по выбросам (сбросам) загрязняющих веществ и другим воздействиям на окружающую среду на единицу продукции, установленные на основе лучших из имеющихся в мире технологий (экологические стандарты);
- степень экологического риска;
- удельное потребление топливно-энергетических и других материальных ресурсов на единицу продукции (ресурсосберегающие стандарты).

Экологическая сертификация услуг представляет собой деятельность по оценке компетентности юридических лиц, а также соответствия применяемой техники и технологии экологическим требованиям при их использовании.

В свою очередь экологическая сертификация товарной продукции предусматривает подтверждение соответствия данной продукции экологическим требованиям. Экологические требования в зависимости от вида продукции могут быть предъявлены к ее химическому составу или к удельным показателям по выбросам (сбросам) загрязняющих веществ в окружающую среду (например, по крупному энергетическому оборудованию тепловых электростанций) и другим антропогенным воздействиям.

Организационная структура. Организационная структура системы международной экологической сертификации может включать:

- международный совет по экологической сертификации (формирование политики в области экологической сертификации);
- исполнительный орган международного совета (осуществляет руководство и координацию работ по экологической информации);
- международные органы по экологической сертификации (отвечают за сертификацию в конкретной области);
- национальные органы по экологической сертификации (выполняют конкретные задания на национальном уровне от имени международных органов и осуществляют сертификацию в своих странах).

Организационная структура национальной системы экологической сертификации может включать:

- национальный орган по экологической сертификации продукции и услуг;
- центральный орган национальной системы экологической сертификации;
- базовые органы по национальной системе экологической сертификации отдельных объектов (объекты природной среды, технологические процессы и др.);
- органы национальной системы экологической сертификации определенного вида объекта (например, технологические процессы черной металлургии);
- экоаналитические или испытательные лаборатории (центры) национальной системы экологической сертификации.

Косвенно в эту систему может быть включен технический комитет по нормированию в области экологической безопасности. Функции и задачи отдельных структур системы сводятся к следующему.

#### 1. Национальный орган по экологической сертификации:

- формирует и реализует национальную политику в области экологической сертификации, устанавливает общие правила и рекомендации по ее проведению на своей территории и публикует официальную информацию о них;
- проводит государственную регистрацию систем сертификации и знаков соответствия, действующих в стране, и представляет ее в установленном порядке в международные (региональные) организации по сертификации;
- готовит в установленном порядке предложения о присоединении к международным системам сертификации, а также может в установленном порядке заключать соглашения о взаимном признании результатов сертификации;
- представляет в установленном порядке страну в международных организациях по вопросам сертификации как национальный орган;
- определяет номенклатуру продукции и услуг, подлежащих экологической сертификации;

- осуществляет организацию аккредитации органов по экологической сертификации и испытательных лабораторий (центров);
- обеспечивает принятие в установленном порядке решений о признании сертификатов соответствия продукции, выданных зарубежными странами и международными организациями;
- обеспечивает инспекционный контроль за деятельностью аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий, а также за выпуском сертификационной продукции;
- информирует общественность о результатах экологической сертификации;
- создает систему экологической сертификации и устанавливает правила процедуры и управления для проведения сертификации в этих системах;
- осуществляет выбор способа подтверждения соответствия продукции требованиям нормативных документов;
- определяет центральный орган системы по экологической сертификации;
- аккредитует орган по экологической сертификации и испытательные лаборатории (центры) и выдает им лицензии на проведение определенного вида работ;
- ведет государственный реестр участников и объектов экологической сертификации;
- устанавливает правила признания зарубежных сертификатов, знаков соответствия и результатов испытаний;
- устанавливает правила аккредитации и выдачи лицензий на проведение работ по обязательной экологической сертификации;
- осуществляет государственный контроль и надзор и устанавливает порядок инспекционного контроля за соблюдением правил экологической сертификации и за сертифицированной продукцией;
- выдает экологические сертификаты и лицензии на применение знака соответствия;
- осуществляет координацию работ в системе и по ее взаимодействию с другими системами сертификации.

## 2. Центральный орган системы экологической сертификации (ЦОС):

- разрабатывает предложения по развитию и совершенствованию Системы;
- разрабатывает основополагающие организационно-методические документы данной системы;
- формирует банк нормативно-методических документов в области экологической сертификации;
- организует работы по формированию системы;
- координирует деятельность органов по сертификации и испытательно-аналитических лабораторий (центров), входящих в систему;
- участвует в проведении экосертификации отдельных объектов;
- осуществляет прием и рассмотрение заявок на аккредитацию органов по экологической сертификации;
- проводит экспертизу документов, касающихся экологической сертификации;
- ведет реестр экологической сертификации и подготавливает для публикации информацию о результатах сертификации;
- организует повышение квалификации и аттестацию персонала системы;
- осуществляет регулярный инспекционный контроль за работой органов по экологической сертификации;

- проводит подготовку и аттестацию экспертов-аудиторов в области экологической сертификации;
- рассматривает апелляции заявителей по поводу действия органов по сертификации, испытательных лабораторий (центров) и др.

### 3. Базовый орган национальной системы по экологической сертификации:

- сертифицирует продукцию (природные объекты, технологические процессы, отходы и услуги);
- выдает экологические сертификаты и лицензии на применение знака соответствия;
- приостанавливает либо отменяет действие выданных им сертификатов; предоставляет заявителю по его требованию необходимую информацию в пределах своей компетенции;
- предоставляет заявителю по его требованию необходимую информацию в пределах своей компетенции;
- формирует (комплектует) фонд нормативных документов, используемых при сертификации (в области их аккредитации);
- разрабатывает и ведет организационно-методические документы, необходимые для осуществления их деятельности; принимает и рассматривает заявки на сертификацию;
- ведет перечень сертификационных объектов и представляет соответствующие данные для включения в реестр системы;
- осуществляет инспекционный контроль за экосертифицированными объектами;
- участвует в аттестации экспертов и осуществляет инспекционный контроль за их деятельностью, если это предусмотрено условиями их аккредитации.

### 4. Экоаналитические или испытательные лаборатории (центры), аккредитованные в установленном порядке:

- осуществляют соответствующие испытания (исследования);
- выдают протоколы испытаний для целей экологической сертификации.

Создание государственной системы экологической сертификации должно начинаться с аккредитации центрального органа системы для разработки необходимых основополагающих нормативно-правовых документов по созданию указанной системы. Затем следует осуществить аккредитацию других органов экологической сертификации и испытательных лабораторий (центров), с целью придания им официального признания правомочности проводить сертификацию соответствующих объектов и видов деятельности.

Аккредитация органов по экологической сертификации предусматривает следующие этапы:

- формирование типового состава руководящих и иных документов для органа по сертификации;
- предоставление и экспертиза документов;
- аттестация органа по сертификации;
- регистрация и выдача аттестата аккредитации.

Порядок проведения работ по экологической сертификации в рамках системы в общем виде предусматривает следующие действия:

- направление заявителем декларации-заявки о проведении экологической сертификации конкретного объекта в соответствующий орган по экологической сертификации;
- принятие решения по декларации-заявке;

- проведение исследований или испытаний отобранных проб (образцов) для целей экологической сертификации;
- анализ полученных результатов и принятие решения о возможности выдачи экологического сертификата;
- выдачу экологического сертификата и внесение сертифицированной продукции (природных объектов, технологических процессов и т. д.) в государственный реестр системы;
- осуществление инспекционного контроля за динамикой сертификационных характеристик продукции;
- информацию о результатах экологической сертификации.

Важное место в экологической сертификации отводится знаку соответствия. Этот знак указывает, что подвергнутый экосертификации объект соответствует предъявляемым к нему экологическим требованиям. Соответствие сертифицируемого объекта экологическим требованиям нормативных документов, используемых при экосертификации, подтверждается путем маркирования объекта знаком соответствия системы. Этим знаком маркируются объекты, прошедшие экологическую сертификацию и получившие экологический сертификат соответствия.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Общественно-экологическая экспертиза, научно-экологическая экспертиза, эколого-нормативная экспертиза.
2. Государственная, эколого-правовая экспертиза.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

##### *Основная*

1. **Каракеян, В. И.** Экономика природопользования [Электронный ресурс] : учебник, доп.УМО / В. И. Каракеян . - Электрон. текстовые дан. - М. : Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук). - ISBN 978-5-9916-0818-3.
2. **Маринченко, А. В.** Экология: учебное пособие / А. В. Маринченко. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Дашков и К, 2009. - 328 с. - ISBN 978-5-91131-910-6

##### *Дополнительная*

1. **Коробкин, В. И.** Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – М.: Феникс, 2011. - 601 с.
2. **Ларионов, Н. М.** Промышленная экология: учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 495 с.

## Лекция 8

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

#### 8.1 Структура экологического паспорта

Структура экологического паспорта определяется ГОСТ 17.0.0.04-90 “Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения”.

##### 1. Общие положения.

1.1. Экологический паспорт промышленного предприятия (далее — предприятия) — нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием ресурсов (природных, вторичных и др.) и определению влияния его производства на окружающую среду.

1.2. Экологический паспорт предприятия представляет комплекс данных, выраженных через систему показателей, отражающих уровень использования предприятием природных ресурсов и степень его воздействия на окружающую среду.

1.3. В соответствии с действующим законодательством предприятие в своей деятельности по использованию природных ресурсов и воздействию на окружающую среду, планированию и проведению природоохранных мероприятий подконтрольно местной администрации и органам Минприроды РФ.

1.4. Экологический паспорт разрабатывает предприятие за счет своих средств и утверждает руководитель предприятия по согласованию с местными органами власти и территориальным органом Минприроды РФ, где он регистрируется.

1.5. Основой для разработки экологического паспорта являются основные показатели производства, проекты расчетов ПДВ, нормы ПДС, разрешение на природопользование, паспорта газо- и водоочистных сооружений и установок по утилизации и использованию отходов, формы государственной статистической отчетности и другие нормативные и нормативно-технические документы.

1.6. Экологический паспорт не заменяет и не отменяет действующие формы и виды государственной отчетности.

1.7. Для действующих и проектируемых предприятий составляют экологический паспорт по состоянию на момент оформления и дополняют (корректируют) его при изменении технологии производства, замене оборудования и т.п. в течение месяца со дня изменений, хранят на предприятии и в территориальном органе Минприроды РФ.

1.8. Заполнение всех форм экологического паспорта обязательно. Допускается включать дополнительную информацию по заполнению паспорта в соответствии с требованиями территориальных органов Минприроды РФ или по согласованию с ними.

1.9. Гриф экологического паспорта определяется руководством предприятия в установленном порядке.

##### **Структура и содержание экологического паспорта предприятия**

В экологическом паспорте предприятия отражены его экономические, технологические характеристики, вопросы использования природных ресурсов и воздействия на окружающую среду.

Краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия включает:

- характеристику климатических условий;

- характеристику состояния воздушного бассейна, включая фоновые концентрации в атмосфере;
- характеристику источников водозабора и приемников сточных вод, фоновый химический состав вод водных объектов.

Природно-климатическая характеристика составляется на основе данных Государственных кадастров и ежегодников качества атмосферного воздуха и поверхностных вод суши, а также базовой информации о соответствующей биогеохимической провинции.

Краткую характеристику производства, сведения о продукции иллюстрируют балансовой схемой материальных потоков, что позволяет оценить потенциальные источники потерь, неполного использования сырья и загрязнения окружающей среды.

В описание характера использования земельных ресурсов наряду с землями, отведенными под здания и сооружения, непременно включают земельный отвод под хранилища отходов, накопители сточных вод, а также размер санитарно-защитной зоны и озелененных участков.

Характеристика сырья, используемых материальных и энергетических ресурсов включает сведения о химическом составе сырья и энергоресурсов и их расходе — годовом и на единицу производимой продукции, что позволяет оценить энерго- и материалоемкость производства.

Характеристика выбросов в атмосферу отражает состав, качественное и количественное содержание загрязняющих атмосферу веществ, содержащихся в выбросах предприятия.

Отдельно в виде справки с указанием времени, объемов и состава приводят данные о залповых выбросах в атмосферу загрязняющих веществ.

Этот раздел представляет собой базу данных для расчета величины ущерба от загрязнения атмосферы и платежей за нормативные, сверхнормативные и залповые выбросы. Кроме того, информация раздела учитывается при разработке локальных программ оперативного мониторинга атмосферного воздуха.

Характеристика водопотребления, водоотведения, состояния водоочистных сооружений отражает объемы, удельные нормативы, состав, качественные и количественные характеристики содержания загрязняющих веществ в сточных водах предприятия. Отдельно в виде справки с указанием времени, объемов и состава приводят данные о залповых и аварийных сбросах (сливах) загрязняющих веществ, в том числе в почву, водные объекты, канализационные сети, на очистные сооружения, отстойники, отдельные емкости и т.п.

На основании данных этого раздела рассчитывают величины ущерба от загрязнения гидросферы и платежей за сбросы сточных вод.

Характеристику отходов, перечень полигонов и накопителей, предназначенных для захоронения (складирования), приводят с учетом данных о технологическом процессе, в котором образуются отходы, их физико-химических параметров, классе опасности, обезвреживании и использовании на предприятии.

Отдельно в виде справки с указанием времени, объема, состава и места приводятся данные о внеплановых и аварийных случаях сброса в почву, в водные объекты, вывоза, захоронения (складирования) загрязняющих веществ.

Сведения о рекультивации нарушенных земель с указанием целей рекультивации приводятся в отдельном приложении.

Сведения о транспорте, с описанием внутризаводского транспорта, приводят с учетом характеристики передвижных средств, среднегодового пробега, удельных и

годовых выбросов (включая СО, оксиды азота, углеводороды, пары топлива, тетраэтилсвинец, полициклические углеводороды, сажу).

Оценка воздействия на окружающую среду осуществляется предприятием на основании действующих нормативно-технических документов.

Сведения об эколого-экономической деятельности предприятия включают данные о затратах на природоохранные мероприятия, их эффективности и основываются на действующих методах оценки.

Данные о платежах предприятия за загрязнение окружающей среды, порядок определения и применения нормативов платы за выбросы (сбросы) приводят в специальном разделе.

Составление экологического паспорта требует проведения инвентаризации источников воздействия на окружающую среду на территории предприятия. На основании учета источников разрабатываются меры контроля и поэтапного снижения воздействия

## **8.2 Системы экологического контроля на предприятии.**

**Производственный экологический контроль (ПЭК)** — это деятельность предприятий, организаций, учреждений по управлению воздействием на окружающую среду на основе описания, наблюдения, оценки и прогноза источников воздействия и отходов. Экологический контроль проводится самим предприятием-природопользователем на своих объектах с целью обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности требований природоохранного законодательства и соблюдения установленных нормативов в области охраны окружающей среды, а также самопроверки рациональности природопользования на своих объектах и выполнения планов мероприятий по ограничению и уменьшению воздействия на окружающую среду. Содержание экологического контроля, прежде всего, зависит от специфики деятельности предприятия.

**Система экологического контроля** на предприятии создается и работает согласно ГОСТ Р ИСО 14001-98 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению». Госстандарт в сфере экологического контроля устанавливает требования к системам обеспечения экологической безопасности и разработан таким образом, чтобы его можно было применить к организациям всех типов и размеров с учетом различных местных условий. Нормы и требования предназначены для оказания общей помощи организации в вопросах реализации или улучшения системы управления окружающей средой с учетом требований законов и данных о техногенных воздействиях.

**Экологический менеджмент на предприятии** как форма внутрикорпоративного управления направлен на улучшение экологических целей и задач, определяемых экологической политикой этих предприятий. Система экологического менеджмента на предприятии представляет собой часть общепроизводственного менеджмента. В своей общей части экологический менеджмент состоит из таких элементов, как организационная структура, планирование экологической деятельности, практическая работа в этом направлении, а так же оценка достигнутых результатов и совершенствование политики предприятия в области экологии. Такая система перед внедрением должна пройти стадии разработки, утверждения и публичного декларирования экологической политики предприятия. В дальнейшем экологический менеджмент на предприятии сводится обычно к планированию, организации,

внедрению, внутреннему мониторингу и внешнему аудиту (оценке достигнутых результатов), периодическому анализу и корректировке системы. Наиболее важные и общие цели такой деятельности закреплены в серии международных стандартов ISO 14000 и ряде других документов.

Ключевым звеном в системе экологического менеджмента является **экологическая служба предприятия**, или в случае небольших производств отдельный квалифицированный специалист (менеджер), уполномоченный решать соответствующие задачи. На практике встречаются четыре основных типа структур систем экологического управления и менеджмента, различающиеся по положению в них экологической службы предприятия или уполномоченного специалиста:

1. Структура с отсутствующей экологической службой или специалистом в области экологического менеджмента;
2. Структура, в которой экологическая служба (должностные обязанности менеджера) совмещена с каким-либо другим подразделением (другими должностными обязанностями) предприятия;
3. Структура, в которой экологическая служба (менеджер) выделена в отдельное подразделение (должность);
4. Структура, в которой экологическая служба выделена в отдельное подразделение с руководителем, равным по рангу заместителю директора предприятия.

Для каждого подразделения следует разрабатывать годовые планы мероприятий, которые направлены на улучшение экологической обстановки, и постоянно контролировать выполнение намеченных работ. Необходимо наладить внутреннюю связь между различными уровнями и подразделениями предприятия. Каждое подразделение должно представлять в экологическую службу ежемесячные отчеты по образованию и размещению отходов, подтвержденные актами сдачи, накладными или другими документами, отчетами по работе стационарных источников выбросов, ПГУ, расходу воды и др. Это необходимо для составления платежей, статотчетности, контроля образования и размещения отходов.

Экологу необходимо постоянно контролировать работу подразделений по соблюдению природоохранительного законодательства. Эти проверки необходимо проводить с привлечением и других специалистов, ответственных за данный участок работы (руководителей подразделений, технологов и др.). При выявлении нарушений планируются мероприятия по их устранению.

Контроль атмосферного воздуха, санитарно-защитной зоны, сбросов загрязняющих веществ, состава отходов следует проводить аттестованной лабораторией (собственной или по договору) в соответствии с планами-графиками. При отборе проб должны присутствовать работники экологической службы. Все результаты анализов необходимо направлять в экологическую службу для обобщения и анализа выполнения нормативов предельно допустимых сбросов (ПДС) и выбросов (ПДВ). По обобщенным данным руководству представляются отчеты и предложения по улучшению природоохранной деятельности.

Экологическая служба также должна следить за своевременной разработкой нормативов ПДС, ПДВ, лимитов размещения производственных и бытовых отходов предприятия, а также за наличием разрешительной документации, получением в срок необходимых лицензий (по обращению с отходами, водопользованию и др.). Нормативы ПДС, ПДВ, лимитов размещения производственных и бытовых отходов предприятия могут разрабатываться самой экологической службой или компетентной организацией (по договору).

Вывоз, утилизацию, размещение отходов производства и потребления предприятию необходимо осуществлять по договору с организациями, которые имеют лицензии на данный вид деятельности. Это поможет избежать неприятностей с контролирующими органами. Постоянное взаимодействие руководства, экологической службы, подразделений предприятия помогает соблюдать природоохранительное законодательство.

### **8.3 Принципы экологической паспортизации населенных мест**

Величина и глубина техногенной нагрузки города на природную среду для разных регионов различна и обуславливается зонально-климатическими условиями, темпами урбанизации, формами организации хозяйств и расселения. На данный период пока не разработана универсальная классификация городов, основанная на учете их воздействия на окружающую среду, а также не создана единая стандартизированная система оценки состояния окружающей природной среды городов. Наиболее сложным в такой оценке является установление «порогов» граничных условий, при которых состояние природных сред из нормального переходит в деградированное, критическое.

Неравномерное распространение источников загрязнения в пределах городской территории приводит к тому, что уровень воздействия техногенной нагрузки на природные среды, биосферу, растительность и человека в различных функциональных зонах не одинаков.

В случае нормального состояния природной среды не требуются дополнительные меры для создания оптимальных экологических условий. При удовлетворительном состоянии — мероприятия для нормализации экологических условий не выходят за рамки обычной инженерной подготовки территории. При неудовлетворительном состоянии окружающей природной среды требуются специальные мероприятия, разрабатываемые для каждого конкретного случая, определяемые видом и интенсивностью техногенного воздействия. Реальный ущерб, понесенный городским хозяйством вследствие неприятия своевременных природоохранных мер или их недостаточность соответствует величине необходимых затрат на защиту окружающей среды.

Экологическая паспортизация города, как показала практика, является настоящей необходимостью и качественно новой ступенью оценки и обобщения информации о состоянии и по прогнозированию развития природно-техногенной системы города. Составленный на основе паспортизации документ «Экологический паспорт города» должен состоять из следующих разделов:

оценка современного состояния физико-химических параметров окружающей природной среды городской территории и состояния здоровья граждан;

изучение, прогноз и контроль за состоянием окружающей городской среды, изменяющейся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности и коммунального хозяйства в системе мониторинга;

оптимизация различных этапов городского хозяйствования: планирования, управления, строительства, эксплуатации природно-техногенной системы во взаимосвязи с природоохранными мероприятиями.

Первый раздел экологического паспорта города включает оценку современного состояния всех параметров окружающей среды (атмосферы, гидросферы, геологической среды) и техносферы. Процесс выявления направленности изменения состояния в окружающей среде и экологических последствий состоит из трех этапов.

Создание специальных аналитических карт города, отражающих комплекс условий, факторов и компонентов природно-техногенной среды.

На основе таких аналитических карт разрабатывается комплект синтетических карт с последующим анализом всех данных по антропогенному воздействию.

На основе анализа синтетических карт выделяются кризисные в экологическом отношении районы, и дается интегральная (обобщающая) оценка города по степени опасности природных и техногенных условий для жизнедеятельности населения города.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Системы экологического контроля на предприятии.
2. Принципы экологической паспортизации населенных мест.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. **Каракеян, В. И.** Экономика природопользования [Электронный ресурс] : учебник, доп. УМО / В. И. Каракеян . - Электрон. текстовые дан. - М. : Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук). - ISBN 978-5-9916-0818-3.
2. **Маринченко, А. В.** Экология: учебное пособие / А. В. Маринченко. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Дашков и К, 2009. - 328 с. - ISBN 978-5-91131-910-6

#### *Дополнительная*

1. **Коробкин, В. И.** Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – М.: Феникс, 2011. - 601 с.
2. **Ларионов, Н. М.** Промышленная экология: учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 495 с.

## Лекция 9

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. САРАТОВА И САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Саратовская область - перспективный регион Российской Федерации. Обладая достаточно большими ресурсами пресной воды, земельными ресурсами, запасами углеводородного сырья, общераспространенных полезных ископаемых, Саратовская область является уникальной по положению (степная лесостепная и полупустынная зона). В области обеспечено стабильное увеличение экономических показателей, получили развитие энергетика, промышленное производство, транспорт, строительство, сельское хозяйство и нефтегазодобыча. Однако рост объемов производства, большие антропогенные нагрузки на окружающую среду приводят, как и в большинстве субъектов Российской Федерации, к росту экологической напряженности.

Сверхнормативное загрязнение в результате хозяйственной и иной деятельности атмосферного воздуха, водоемов, почв отрицательным образом сказывается на состоянии здоровья населения области. К основным источникам экологической опасности в Саратовской области можно отнести промышленность, транспорт, сельское и жилищно-коммунальное хозяйство. Целью работы является оценка степени трансформации окружающей природной среды Саратовской области под действием антропогенной нагрузки.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха остается в числе приоритетных гигиенических проблем, оказывающих непосредственное влияние на здоровье населения Саратовской области, как и для большинства других крупных индустриально развитых регионов России. Качество атмосферного воздуха является важнейшим фактором, определяющим состояние живой природы и здоровья населения. Хозяйственная деятельность неизбежно влечет за собой изменение естественного состава атмосферного воздуха за счет поступления в него выбросов вредных веществ техногенного происхождения. На качество атмосферного воздуха на территории Саратовской области оказывают влияние выбросы более 400 наименований загрязняющих веществ (ЗВ) различных классов опасности, поступающие в окружающую среду от 580 тыс. передвижных и 45 тыс. стационарных источников. В подавляющем большинстве источники выбросов сосредоточены в промышленных центрах области.

Существенный вклад автотранспорта в загрязнение воздушного бассейна увеличивается с каждым годом. В городах и промышленных центрах Саратовской области из-за перегруженности автомагистралей, неправильной организации транспортных потоков растет фоновое загрязнение атмосферы.

Основная доля в выбросах ЗВ принадлежит предприятиям, осуществляющим эксплуатацию нефте- и газопроводных систем, в процессе которой в атмосферу поступают углеводороды различного состава. При этом выброс основной массы углеводородов происходит за пределами крупных городов области. Существенный вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия по производству цемента, извести и гипса, химическое производство, производству нефтепродуктов, производству и распределению электроэнергии, газа и воды, а также автотранспорта.

Среди городов области лидерами по количеству выбросов загрязняющих веществ в атмосферу считаются 5 городов: Саратов, Балаково, Вольск, Энгельс, Балашов. В связи

с этим в первую очередь был проведен анализ антропогенного загрязнения окружающей среды пяти промышленно развитых городов Саратовской области в разрезе состояния воздушного и водного бассейнов, а также образования токсичных отходов и демографической нагрузки.

В первую очередь было рассмотрено, как изменялся вклад основных промышленных центров в суммарную величину выбросов загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников в атмосферу Саратовской области за последние 9 лет: с 2003 по 2011 годы. Острота спада производства в период перехода на рыночные отношения и незначительная стабилизация экономики, сразу же нашли свое заметное отражение на динамике выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников (табл.1).

Лидером среди промышленных городов Саратовской области по валовым выбросам загрязняющих веществ от стационарных источников остается город Саратов. Являясь главным промышленным центром области, на него приходится основная доля загрязняющих атмосферу веществ (25%). На втором и третьем месте по удельному весу загрязняющих атмосферу веществ стоят г. Энгельс и г. Балаково - 6% и 5% соответственно. И лишь незначительная доля в удельном весе загрязняющих веществ стационарными источниками приходится на города Вольск и Балашов.

*Таблица 1*

**Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в промышленных городах и области в целом за 2003-2011г. г.**

| Населенный пункт    | Количество выбросов, тыс. т |        |        |        |        |        |         |         |         |
|---------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
|                     | 2003г.                      | 2004г. | 2005г. | 2006г. | 2007г. | 2008г. | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. |
| Саратовская область | 108,7                       | 276,4  | 181,6  | 188,2  | 161,5  | 156,9  | 120,9   | 94,7    | 108,8   |
| Саратов             | 24,6                        | 28,6   | 26,2   | 23,8   | 21,5   | 21,0   | 18,9    | 19,9    | 19,7    |
| Вольск              | 14,5                        | 17,4   | 16,7   | 19,1   | 11,5   | 9,5    | 9,5     | 7,9     | 7,5     |
| Балаково            | 12,4                        | 13,7   | 17,2   | 19,2   | 14,3   | 11,8   | 3,9     | 3,6     | 4,4     |
| Энгельс             | 1,7                         | 1,5    | 1,8    | 2,8    | 1,6    | 2,7    | 2,1     | 2,1     | 2,5     |
| Балашов             | 1,09                        | 0,96   | 0,7    | 0,8    | 0,5    | 0,5    | 0,4     | 0,4     | 0,4     |

Анализ динамики загрязнения атмосферного воздуха города Балаково основными и специфическими примесями за 2005-2011 годы показывает, что среди загрязняющих веществ преобладающими остаются формальдегид и гидрофторид с превышением 4 и 3 ПДК соответственно (табл. 2). Практически по всем представленным в таблице компонентам отмечается тенденция в сторону снижения, за исключением оксида углерода и диоксида серы, что может быть обусловлено увеличением числа автомобилей.

Таблица 2

**Динамика загрязнения атмосферного воздуха города Балаково основными и специфическими примесями за 2005-2011 годы, мг/м<sup>3</sup>**

| Наименование ЗВ | Среднегодовая концентрация загрязняющих веществ |         |         |         |         |         |         | ПДК с.с. |
|-----------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                 | 2005 г.   | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. |          |
| Взвешенные в-ва | 0,16  | 0,14    | 0,12    | 0,11    | 0,09    | 0,09    | 0,008   | 0,15     |
| Диоксид серы    | 0,0013  | 0,0011  | 0,0011  | 0,0013  | 0,0007  | 0,001   | 0,002   | 0,05     |
| Оксид углерода  | 1   | 1       | 1       | 1       | 1       | 2       | 2       | 3        |
| Диоксид азота   | 0,07  | 0,08    | 0,08    | 0,06    | 0,05    | 0,05    | 0,06    | 0,04     |
| Оксид азота     | 0,01  | 0,01    | 0,02    | 0,02    | 0,02    | 0,01    | 0,01    | 0,06     |
| Сероводород     | 0,002   | 0,001   | 0,0012  | 0,0015  | 0,0012  | 0,002   | 0,002   | -        |
| Гидрофторид     | 0,002   | 0,002   | 0,002   | 0,0015  | 0,0015  | 0,001   | 0,0015  | 0,005    |
| Аммиак          | 0,005   | 0,001   | 0,002   | 0,01    | 0,003   | 0,005   | 0,007   | 0,04     |
| Фенол           | 0,005   | 0,008   | 0,007   | 0,0045  | 0,0024  | 0,003   | 0,003   | 0,003    |
| Формальдегид    | 0,015   | 0,015   | 0,014   | 0,015   | 0,01    | 0,011   | 0,012   | 0,003    |

До 2006 года происходит увеличение объема выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников до 19,2 тыс. т, вероятно за счет стабилизации и увеличения объема производств в главных отраслях экономики г. Вольска. Однако с 2007 г. эти показатели стремительно сокращаются до 7,5 тыс. тонн. Возможно, это связано с проведением эффективных природоохранных мероприятий в этот период. Причем, доля автотранспорта в общий вклад выбросов загрязняющих веществ колеблется в пределах 30-40 %. В виду того, что отсутствуют наблюдения на постах за передвижными источниками загрязнений, данные за период с 2003-2005г.г. отсутствуют.

Таким образом, качество атмосферного воздуха в крупных городах Саратовской области, в которых проживает более половины городского населения, остается неудовлетворительным. Наблюдается общая тенденция в снижении доли выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в связи с повсеместным общеэкономическим спадом производства и проведением превентивных мероприятий по охране атмосферного воздуха. Тем не менее, валовая концентрация выбросов сохраняет свой уровень за счет увеличения числа автомобилей в городах.

Дефицит пресной воды - одна из острейших экологических проблем, поэтому рациональное использование водных источников на территории региона имеет важнейшее значение. В пределах Саратовской области протекает 358 рек, протяженность которых более 10 км, в том числе 58 рек длиной более 50 км каждая. Общая протяженность рек составляет 12331 км. Среднегодовые ресурсы речного стока Саратовской области составляют 264,8 км<sup>3</sup>/год, в том числе 6,91 км<sup>3</sup>/год формируется в пределах ее границ, это около 0,16% от ресурсов России.

Все реки, протекающие по территории Саратовской области, относятся к трем бассейнам: Волжскому, Донскому, Камыш-Самарских озер. Основная водная артерия области, проходящая через ее территорию с севера на юг и разделяющая ее на две части: правобережную и левобережную - р. Волга. На ней расположены два водохранилища: Саратовское (с плотиной в г. Балаково) и Волгоградское.

Протяженность р. Волги в границах области составляет 420 км. Большинство рек Правобережья относится к бассейну р. Дона (Хопер, Медведица, Иловля). Основной запас водных ресурсов области приходится на р. Волгу. Вода из водохранилищ используется для орошения и по Саратовскому оросительно-обводнительному каналу (120 км) и Ерусланскому каналу (48 км), поступает в реки Заволжья. К Волжскому бассейну относится большая часть рек Заволжья (Большой Иргиз, Малый Иргиз, Большой Караман, малый Караман, Еруслан) и часть рек Правобережья (Терешка, Чардым, Курдюм). Реки Большой Узень и Малый Узень относятся к бассейну Камыш-Самарских озер. В естественных условиях сток на этих реках наблюдается только в период весеннего половодья, поскольку практически единственным источником их питания являются талые воды. Реки являются трансграничными водными объектами, так как протекают по территории двух государств - России и Республики Казахстан. Реки Большой и Малый Узени зарегулированы на всем своем протяжении. В бассейне р. Волги насчитывается 161 река, в бассейне р. Дона - 162 реки и 35 рек в бассейне Камыш-Самарских озер.

На территории Саратовской области осуществляется и межбассейновое перераспределение водных ресурсов, которое заключается в переброске части стока р. Волги по системе сооружений Саратовского обводнительного канала в реки, относящиеся к бассейну Камыш-Самарских озер, в том числе для передачи воды в Республику Казахстан.

На территории Саратовской области создано большое количество прудов и водохранилищ, которые аккумулируют в себе сток весеннего половодья, а также дождевые паводковые воды, которые затем используются на водоснабжение и орошение. В Левобережной части области пруды и водохранилища являются практически единственным источником водоснабжения населения, что подчеркивает их важное социально-экономическое значение.

Основными источниками загрязняющих веществ являются сточные воды различных видов производств, предприятий сельского и коммунального хозяйства и поверхностный сток. Воздействие на поверхностные водные объекты в процессе хозяйственной деятельности выражается, прежде всего, в изъятии из них больших объемов природной воды и в сбросе значительных объемов сточных вод, содержащих, как правило, высокие концентрации различных биогенных и техногенных загрязняющих веществ.

Для Саратовской области характерен целый ряд проблем, связанных с ухудшением общего состояния водных объектов. Серьезной проблемой является сброс в поверхностные водоемы загрязненных (без очистки и недостаточно очищенных) сточных вод, в результате чего происходит загрязнение водных объектов. К отрицательным факторам следует отнести большие потери воды при транспортировке и недостаточный рост расходов в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Остается крайне низким процент использования подземных водных объектов для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения.

С 2003 по 2009 гг. объем сточных вод снизился с 187 до 166 куб. м на человека, а содержание в них загрязненных вод - с 3 до 0,4 куб. м на человека соответственно. Уменьшение токсичности сточных вод объясняется как снижением объема производства, так и проведением природоохранных мероприятий. Так, на ОАО «СПЗ» после проведения природоохранных мероприятий уровень токсичности промышленного стока сбрасываемого в овраг Токмаковский по сравнению с 1999 годом снизился в 8 раз.

Анализ гидрохимических данных показал стабильное превышение по некоторым показателям на протяжении нескольких лет. Значительно снизилось содержание марганца в поверхностной воде водохранилища за последние годы. Если в 2006 году максимальное его содержание в воде было на уровне 3,7 ПДК, то в 2007 году средняя концентрация марганца превышала норму в 5,1 раза. Максимальная концентрация марганца 8,0 ПДК была отмечена в 2008 г. В 2011г. его концентрация не превышает гигиенический норматив - <0,01 ПДК.

Уровень загрязненности поверхностных вод Волгоградского водохранилища нефтепродуктами снизился, но остается высоким. Средняя концентрация превышала норму в 1,6 раза. Максимальная концентрация 0,89 мг/дм<sup>3</sup> зафиксирована в 2006г., минимальная в 2010г. - 0,02 соответственно. Однако в 2011г., их содержание имеют тенденцию к увеличению. Возможно, это связано с недостаточным уровнем качества очистных сооружений на нефтеперерабатывающих предприятиях. В 2007 году содержание в воде ртути отмечалось во всех створах наблюдения. Средняя концентрация ртути превышала норму в 1,5 раза. Максимальная концентрация, превышающая норму в 20 раз, зарегистрирована в 2008 году. Лишь в 2010г. отсутствует его превышение нормы ПДК.

За последние годы значительно повысилась загрязненность воды водохранилища соединениями свинца. Если в прошлые годы фиксировалось его отсутствие в пробах воды, то в 2006 году содержание его в воде водохранилища было на уровне ПДК. Имеются ограниченные данные по содержанию в поверхностной воде водохранилища хлорорганических пестицидов (ДДТ, дециса и метафоса). В 2007г. были зафиксированы максимальные значения концентрации ДДЭ в створе. Загрязненность воды водохранилища азотом нитритным и азотом нитратным значительно снизилась. Содержание данных веществ не превышало значений ПДК. Возросло содержание в воде водохранилища азота аммонийного, среднее за год содержание его в воде выросло до 1,5 ПДК.

Кислородный режим во всех годах наблюдений - удовлетворительный и превышает показатель ПДК примерно в 2 раза. Результаты биотестирования воды Волгоградского водохранилища показали, что вода в створе с. Пристанное выше г. Саратова относится к категории «нетоксичной».

Загрязненность воды Волгоградского водохранилища другими загрязняющими веществами осталась в пределах нормы.

По показателю индекса загрязняющих веществ (ИЗВ), вода в Волгоградском водохранилище в створе выше г. Саратова в среднем оценивается как «загрязненная» 4 класса качества. Самый низкий показатель качества воды отмечался в 2006 г., что может быть связано с наибольшим сбросом сточных вод промышленных предприятий и предприятий жилищно-коммунального хозяйства.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Экологическая обстановка по данным мониторинговых исследований.
2. Экологический контроль за состоянием атмосферного воздуха.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области» 2005-2012

2. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / М. 2005. С. 70
3. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / 2006-2011 г.г.

*Дополнительная*

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области»
2. Декларация по окружающей среде и развитию. Утверждена Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года.
3. Жанабекова Е.И., Хасанова Р.М. Атмосферный воздух г. Саратова как важнейший компонент экологической комфортности городской среды // Перспективы развития научных исследований в 21 веке: сборник материалов 1-й международной науч.-практ. конф., 31 января, 2013 г./НИЦ «Апробация» - Москва: Издательство Перо, 2013. - С.54-58

## Лекция 10

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. САРАТОВА И САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Промышленные зоны городов являются мощными источниками техногенных веществ, которые формируют городские потоки и внедряются в пригородные и региональные потоки. Интенсивная техногенная нагрузка в крупных городах обусловлена чрезмерной концентрацией промышленных производств, быстрым ростом численности транспортных средств, низким уровнем внедрения энергосберегающих и малоотходных технологий и рядом других экономических и социальных причин, негативно влияющих не только на городскую среду, но и на здоровье населения. Экологическая опасность загрязнения окружающей среды крупных промышленных городов и мегаполисов мира стала одной из актуальных проблем современности. Для оценки экологического состояния городов необходимо определение уровня и особенности распространения загрязняющих веществ во всех компонентах городского ландшафта (атмосферном воздухе, снеге, почвах, растениях, животных, водах), а также накопления этих веществ в организме людей.

Город Саратов является крупным развитым промышленным центром с высоким уровнем техногенного воздействия на окружающую среду. В Саратове сосредоточены предприятия химии, нефтехимии, нефтепереработки, стройиндустрии, машиностроения, энергетики, имеющие федеральное значение. Мозаичная картина размещения разных функциональных зон создает в городе комплексный характер загрязнений. Сложный ландшафтный узор города, наличие мощных и часто повторяющихся инверсий обуславливают низкий потенциал самоочищения атмосферы.

Целью данной работы является оценка экологического состояния окружающей среды на основе микробиологического и химического состава снегового покрова территории г. Саратова, определения токсичности талой воды методами биотестирования.

#### **Материалы и методы исследования**

Объектом исследования являлись пробы снегового покрова, отобранные на территории г. Саратова в феврале-марте 2010-2011 гг. в Заводском, Волжском и Фрунзенском районах со строгой картографической привязкой к местности (рис. 1). Были выбраны территории с разной степенью антропогенной нагрузки (территории вблизи промышленных предприятий, вдоль железных дорог, автомагистралей, социальных объектов, парка культуры и отдыха и т.д.). В качестве фоновой территории выбрана условно чистая пригородная зона в районе летнего оздоровительного лагеря «Ударник», находящегося в лесопарковой зоне.

Для микробиологического анализа пробы снега собирали по общепринятой методике в стерильную посуду. Посевы осуществляли в день отбора образцов по 0,1 мл талой воды поверхностным способом на твердые питательные среды. Для выделения и количественного учета гетеротрофных микроорганизмов использовали ГРМ-агар, а для выделения микромицетов - среду Сабуро. Учет численности микроорганизмов производили на 3-7-е сутки и выражали в колониеобразующих единицах (КОЕ) в 1 мл талой воды. Отбор проб для химико-аналитического исследования и биотестирования осуществляли методом конверта при помощи весового снегомера ВС-43. В талой снеговой воде определяли содержание тяжелых металлов (Cu, Fe, Zn, Ni, Cd, Pb, Co) методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии в соответствии с ПНД

Ф 14.1:2.214-06. Исследование выполняли на атомно-абсорбционном спектрофотометре марки WFX-120. Для оценки накопления тяжелых металлов и уровня их содержания использовали геохимические показатели: коэффициент концентрации ( $K_c$ ) и суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) в соответствии с МУ 2.1.7.730-99.



Рис. 1. Места отбора снеговых проб на территории г. Саратова

Макрокомпонентный состав (содержание хлорид-, сульфат- и нитрит-ионов) и водородный потенциал талой снеговой воды определяли в соответствии с руководством «Унифицированные методы анализа воды». Биотестирование снеговых проб осуществляли с помощью тест-объектов, принадлежащих к разным систематическим группам: *Chlorella vulgaris* Beijer, *Daphnia magna* Straus, *Lemna minor* L. по стандартным методикам. Для получения сопоставимых результатов по итогам биотестирования рассчитывали индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ). Обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам с использованием t-критерия Стьюдента.

Исследование снегового покрова на содержание тяжелых металлов, а именно меди, железа, цинка, никеля, кадмия, свинца, кобальта проводилось по всей толще снегового покрова. В пробах снегового покрова, отобранных на выбранной пригородной фоновой территории, содержание меди составило  $0,01 \text{ мг/дм}^3$ , железа -  $0,02 \text{ мг/дм}^3$ , цинка -  $0,02 \text{ мг/дм}^3$ , никеля, кадмия, свинца и кобальта обнаружено не было. В среднем для снега, отобранного в пределах г. Саратова, характерно повышение концентраций тяжелых металлов по сравнению с фоновой территорией. Во всех отобранных пробах на территории г. Саратова кобальта обнаружено не было. Превышения тяжелых металлов относительно фоновой территории составляют: Cu (0,7-1,6), Fe (0,5-2), Zn (0,5-2,5), Ni (38-150), Cd (1-10), Pb (1-2). Максимальные превышения характерны для никеля. Уровень загрязнения на всей территории города выше фоновых. Картина распределения загрязнения по никелю носит монотонный характер с выделением локальных пятен с высоким уровнем загрязнения. Характер загрязнения по свинцу и кадмию имеет ярко выраженный пятнистый рисунок. Максимальные концентрации Cd и Pb обнаружены в Заводском районе. В целом для меди и железа характерно наличие нескольких ядер повышенного загрязнения в центре города с превышением в 160 раз.

Сложный орнамент зафиксирован в распределении уровня загрязнения по цинку. С одной стороны, содержание цинка практически во всех пробах снега, собранных на территории города, было выше контроля. Исключением являются многочисленные площадки, расположенные в зонах отдыха города. По суммарному показателю загрязнения территории города тяжелыми металлами в снеговом покрове лидируют площадки в Детском парке и на Театральной площади. Вероятнее всего, это обусловлено эффектом «острова тепла» и формированием специфической циркуляции воздуха в городах. Многократные выбросы оксидов в воздушный бассейн обусловили необходимость исследования снеговой (талой) воды на показатель рН, содержание хлорид-, сульфат- и нитрит-ионов. Значения рН в пробах талого снега изменялись в диапазоне слабокислых и умеренно-щелочных значений от 5,6 до 7,2 единиц. Значение рН снежного покрова условно чистой зоны составило 6,1 единиц. Эффект подщелачивания (рН = 7,19-7,20) отмечен в пробах талых вод, отобранных вблизи Саратовского авиационного завода, на территории Детского парка. Содержание анионов в снеговом покрове фоновой территории составило:  $\text{Cl}^-$  - 8,1 мг/л,  $\text{SO}_4^{2-}$  - 5,14 мг/л,  $\text{NO}_2^-$  - 0,03 мг/л. Концентрация хлоридов в исследуемых пробах снега изменялась в пределах от 3,55 до 68,16 мг/л. Максимальное превышение контрольных значений составило 8,5 раза, и было зафиксировано в пробах, собранных вблизи крупных автомагистралей. Концентрация сульфатов в исследуемых пробах составила от 2,8 до 95 мг/л. Максимальные значения обнаружены в пробах, собранных в районе Набережной города и вблизи автомагистралей. Нитриты в исследуемых пробах измерялись в диапазоне от 0,4 до 2 мг/л. Наибольшие концентрации нитритов зарегистрированы в пробах, отобранных в Заводском районе города. Максимальные значения содержания всех исследуемых анионов зафиксированы в пробах, отобранных на территории Заводского района.

Оценку численности гетеротрофных микроорганизмов и микромицетов в снеговом покрове г. Саратова осуществляли по всей глубине снегового покрова. Количество гетеротрофных микроорганизмов в снеговом покрове фоновой территории составило 1210 КОЕ/мл, микромицетов - 125 КОЕ /мл. При сравнительном количественном анализе гетеротрофных микроорганизмов (рис. 2) наибольшее число КОЕ зафиксировано в пробах, собранных вблизи промышленных зон предприятий в Заводском районе, на территории Детского парка и Театральной площади г. Саратова. Интересен характер распространения микроорганизмов по глубине снежного покрова: практически во всех отобранных пробах максимальные значения были зафиксированы в верхних слоях снегостава. Превышение по отношению к фону в верхнем 10-сантиметровом слое снега составило в Детском парке и на Театральной площади в 12 раз, в промзоне Заводского района в 9 раз. Следует отметить, что в этих же точках зафиксированы максимальные значения по всей глубине снегостава. Во всех пробах доминировали бактерии рода *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*.

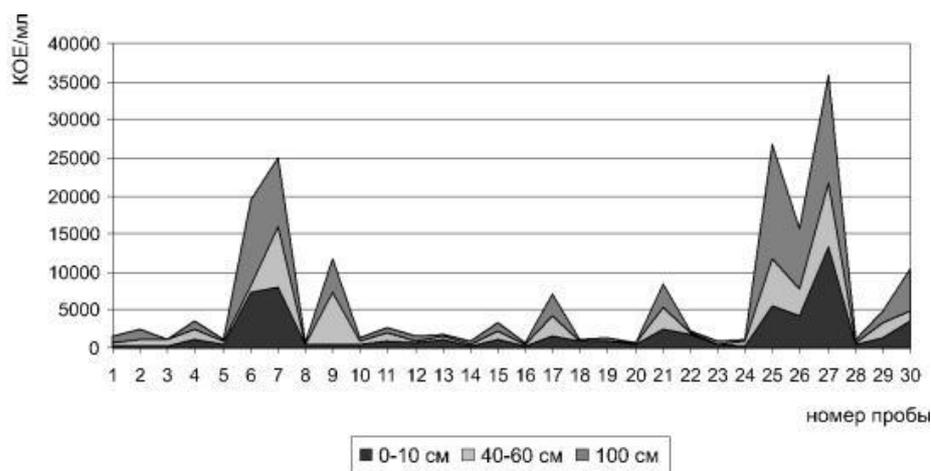


Рис. 2 Содержание микроорганизмов по глубине в снеговых пробах

Анализ содержания микромицетов выявил сходное с гетеротрофными микроорганизмами распределение обилия по глубине снегового покрова, их количество варьировалось в интервале от 50 до 7000 КОЕ/мл, что было ниже показателей, полученных для бактерий. Наибольшая степень микологического загрязнения - превышение составило в 55 раз - установлена на тех же территориях, что и для гетеротрофных микроорганизмов. Во всех пробах доминировали дрожжеподобные грибы, в том числе рода *Candida*. В промышленных районах и вблизи крупных автомагистралей преобладали микромицеты с темным цветом пигмента, что можно объяснить их резистентностью к ультрафиолетовому излучению и тяжелым металлам.

Следующим этапом работы стало проведение биотестирования с целью определения токсичности снеговых проб. По результатам биотестирования снеговых проб с помощью термофильного штамма одноклеточной зеленой водоросли *S. vulgaris* была установлена гипертоксичность проб, собранных в Заводском районе г. Саратова, в частности вблизи Авиационного завода, а также некоторых проб, отобранных в центре города вблизи автомобильных дорог. Токсичными оказались пробы снегового покрова, отобранные на Набережной Космонавтов. Нетоксичными и слаботоксичными были пробы, отобранные в пешеходных зонах улиц и в жилой зоне города. При оценке токсичности проб снега при помощи тест-объекта *L. minor* практически во всех исследуемых пробах были отмечены морфологические отклонения биотеста уже на вторые сутки: окраска листецов менялась до светло-зеленой, желтой и белой. Зеленый цвет листецов сохранился в пробах, собранных в жилых зонах Заводского района. В этих же пробах было зафиксировано удвоение листецов.

При исследовании проб снегового покрова с помощью тест-объекта *D. magna* Straus установлено, что все пробы оказывали неблагоприятное или губительное действие на организм: снижение численности или гибель тест-объекта. Для получения сопоставимых результатов по итогам биотестирования определили ИТФ, данные представлены на рис. 3. Все пробы, собранные на территории города, оказывали острое токсичное воздействие на тест-организмы. По итогам тестирования, самой неблагоприятной оказалась территория вблизи промышленной зоны Саратовского авиационного завода (наблюдалась гибель всех тест-объектов).

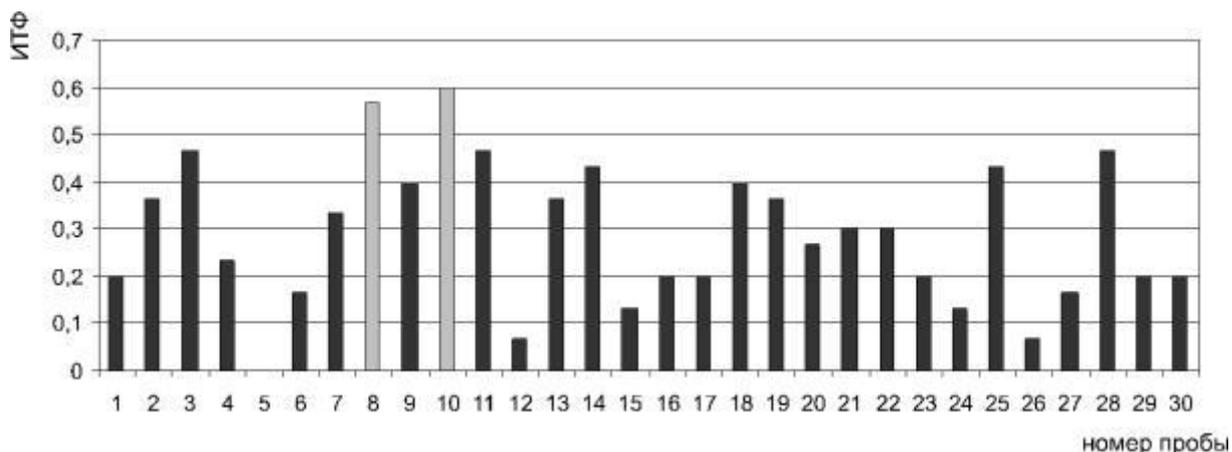


Рис. 3. Значения ИТФ проб снега, собранных на территории г. Саратова (менее 0,5 - высокая токсичность; 0,5-0,7 - средняя токсичность)

### Вопросы для самоконтроля

1. Экологическая обстановка по данным мониторинговых исследований.
2. Экологический контроль за состоянием почв.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области» 2005-2012
2. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / М. 2005. С. 70
3. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / 2006-2011 г.г.

#### Дополнительная

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области»
2. Декларация по окружающей среде и развитию. Утверждена Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года. URL: <http://www.un.org/russian/document/declarat/riodecl.htm> (Дата обращения: 15.03.2012).
3. Жанабекова Е.И., Хасанова Р.М. Атмосферный воздух г. Саратова как важнейший компонент экологической комфортности городской среды //Перспективы развития научных исследований в 21 веке: сборник материалов 1-й международной науч.-практ. конф., 31 января, 2013 г./НИЦ «Апробация» - Москва: Издательство Перо, 2013. - С.54-58
4. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
5. ГОСТ 17.4.3.03-85 (СТ СЭВ 4469-84). Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.

## Лекция 11

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. САРАТОВА И САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Давно установлено, что площадь воздействия города превышает его территорию в 20-50 раз, пригородные зоны оказываются загрязнёнными жидкими, газообразными и твёрдыми отходами, которые образовались в жилой застройке и промышленных центрах. Размер зоны воздействия города Саратова (площадь 300 кв. км.) на прилегающую территорию составляет примерно 6000 кв. км. Кроме того, возникает проблема необеспеченности города природно-ресурсным потенциалом, что выражается в недостаточных площадях зелёных насаждений (от 3 до 17 кв. м на человека), развитии опасных геодинамических процессов (суффозионные, оползневые, подтопление и т.д.), загрязнение водной и воздушной сред. Это приводит к потере экологической устойчивости территории, повышению степени экологического риска для всех компонентов окружающей среды: воздуха, почвы, воды и грунтов.

Любой город, в том числе и Саратов, особенно с высоким промышленным потенциалом, является крайне неустойчивой системой, зачастую полностью утратившей способность к самовосстановлению, малоспособной противостоять негативным экологическим факторам среды. Исходя из этого, экологическое состояние природно-урбанизированной среды города в основном зависит от количества и состава выбросов в атмосферный воздух и сбросов токсических веществ в водные объекты.

В городах и городских агломерациях фокусируется антропогенное воздействие на среду. Поэтому вероятность появления различных экологических проблем здесь значительно больше, чем на не урбанизированных территориях. В густонаселённых районах максимальную опасность для населения представляют, прежде всего, выбросы в атмосферу, приводящие к загрязнению воздушного бассейна. Сопоставление абсолютных масс поступления загрязняющих веществ в окружающую среду Саратова свидетельствует, что в ряду твёрдые отходы – стоки – выбросы количество поступающих веществ уменьшается, причём для ряда наших малых рек загрязнения, поступающие с поверхностным городским стоком, превышают поступление загрязняющих веществ с промышленным стоком. Вместе с тем, относительная интенсивность уровня поступления загрязняющих веществ выбросы в атмосферу занимают ведущее место.

Государственный комитет по охране окружающей среды г. Саратова по сути своей имеет главной целью деятельности — охрану окружающей среды в городе, а так как всё это в конечном итоге делается для населения города — охрану среды обитания людей, граждан нашего города. В последние годы из-за резкого падения производства воздействие предприятий на состояние атмосферы значительно уменьшилось. В связи с этим главное внимание природоохранных органов, конечно, направлено на уменьшение выбросов от автотранспорта.

Цель эта может быть достигнута несколькими путями. Одним из таких путей было создание в городе Экологической милиции, главной задачей которой стал строгий надзор за тем, чтобы эксплуатируемый автотранспорт соответствовал существующим требованиям, чтобы выбросы автомобилей соответствовали нормативным уровням. Для этой цели используется аналитический контроль выбросов, который позволяет зафиксировать превышение по тем или иным загрязняющим веществам, в процессе работы двигателя. Введение жёсткого контроля за состоянием автотранспорта

позволило существенно улучшить состояние атмосферы. Остаётся весьма неблагоприятный участок городской территории — это район Центрального колхозного рынка, где атмосферный воздух, по данным ПНЗ 8 (данные Госгидромета), продолжает оставаться загрязнённым. Сложная и неблагоприятная экологическая обстановка складывается в последнее время на ул. Чапаева, по которой, после удаления трамваев, резко увеличился поток автотранспорта, и, соответственно, резко возросло загрязнение атмосферы его выбросами.

Следует считать очень серьёзным достижением экологов города и области введение постановлением губернатора запрещения на использование на автозаправочных станциях Саратова этилированного бензина. Подобная мера вообще является революционной. Дело в том, что главная опасность для населения при воздействии на окружающую среду автотранспорта, заключалась в интенсивном загрязнении всех природных сред свинцом, соединение которого (тетраэтилсвинец) используется в качестве антидетонирующей добавки в этилированном бензине. Прекращение использования такого бензина существенно уменьшает степень воздействия автотранспорта на здоровье населения, т.е. резко улучшается среда обитания жителей города.

Ещё одна сторона защиты населения от загрязнения атмосферы, а значит и ещё один путь улучшения среды обитания — это интенсивное озеленение городской территории. До последнего времени Саратов по количеству зелёных насаждений на душу населения серьёзно отставал от других городов Поволжья. Но в последние годы, при поддержке Губернатора области, в этом направлении начались очень существенные положительные изменения.

Важной составляющей среды обитания является вода. Это водохранилища, малые реки и ручьи, пруды, родники, грунтовые воды. В этом направлении также наметились очень серьёзные сдвиги. Всем известно, что одним из больных мест города многие десятилетия оставался Глебычев овраг, который нерадивыми руководителями предприятий и населением прилегающих жилых районов был превращён в сточную канаву, стоки которой впадали в водохранилище, загрязняли прибрежные воды в районе Набережной Космонавтов. В настоящее время идёт очистка Глебычева оврага, строительство коллектора для ливневого стока и осуществляется целый ряд других мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации в этом районе города.

Большое внимание уделяется и состоянию грунтовых вод на территории города. Экологические службы стараются исключить или значительно снизить техногенное влияние различных предприятий на грунтовые воды. Для этих целей наиболее экологически опасные природопользователи создают специальные сети наблюдательных скважин, с помощью которых можно будет контролировать их степень воздействия на качество грунтовых вод.

Немаловажным фактором, определяющим состояние среды обитания, являются отходы производственной и бытовой жизни населения города. К сожалению, для города Саратова проблема отходов остаётся пока ещё очень актуальной. С бытовыми отходами ещё как-то ситуация решается, но с промышленными она не решается совсем. Город до сих пор не имеет полигона промышленных отходов.

Таким образом, состояние среды обитания в городе во многом зависит от решения освещённых выше экологических проблем. Наметились позитивные сдвиги, дальнейшие усилия в этом направлении позволяют надеяться на создание достойной среды обитания для населения Саратовской области.

### Экологическая безопасность Саратовской области .

Саратовская область является крупнейшим индустриальным регионом России, в пределах которого расположены города с большей плотностью населения, с развитой промышленностью, энергетическими комплексами, где ведётся интенсивная разведка и разработка нефтегазовых месторождений. В ходе структурной перестройки объединений, приватизации предприятий и объектов не учитываются факторы, связанные с необходимостью обеспечения технической безопасности и противоаварийной устойчивости предприятий.

На территории области действует Балаковская АЭС, функционирует пункт захоронения радиоактивных отходов и отработавших источников ионизирующих излучений (спецкомбинат «Радон»). Анализ функционирования радиационно-опасных объектов, а именно Балаковской АЭС, показывает, что на объекте продолжает отмечаться аварийное отключение ядерных реакторов.

До настоящего времени не решены должным образом вопросы утилизации промышленных отходов на территории области. Отходы производства потенциально опасных предприятий продолжают накапливаться, что не исключает вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций.

Вызывает большую тревогу наличие на территории области, а именно в г. Саратове, зданий, находящихся в аварийном состоянии. В городе 813 таких зданий (4646 квартир) из них 35% зданий не подлежит капитальному ремонту, а подлежат сносу.

Несмотря на общее снижение объёмов и темпов производства, состояние технической безопасности и противоаварийной защиты остаётся неудовлетворительным на объектах нефтегазодобычи. Имеют место аварии I и II категорий; аварии, связанные с порывами внутрипромысловых и межпромысловых трубопроводов. На буровых ежегодно происходит от 8 до 10 аварий, на ликвидацию которых затрачивается до 12% общего календарного времени бурения, убыток составляет более миллиарда рублей. Срок службы 90% нефтесборных пунктов, промысловых и межпромысловых трубопроводов составляет более 30-ти лет. Основная часть (345 из 400) добывающих скважин эксплуатируется глубинно-насосным способом. У 30% скважин замазучены устье и устьевое оборудование из-за негерметичности сальников.

На балансе предприятий АО «Саратовнефтегаз» находится 2,3 тыс. км нефтепроводов и 56 км водопроводов, 50% из них эксплуатируются 30 и более лет.

Серьёзной проблемой продолжает оставаться состояние безопасности и противоаварийной устойчивости на предприятиях-владельцах продуктопроводов. По результатам диагностического обследования подлежат срочной замене более 30 км нефтепровода «Куйбышев-Тихорецк» (введён в эксплуатацию в 1974 году). Трубопровод не имеет системы защиты от гидродинамической ударной волны. Инструментальное обследование нефтепровода показало наличие 17-ти мест, где в результате точечной коррозии потеря толщины стенки трубопровода составляет от 50 до 70%. В целом надёжность трубопровода мала и подлежит плановой замене. Подтверждением износа трубопроводов служат аварии, которые происходят в области ежегодно.

В целом в Саратовской области, насыщенной потенциально опасными промышленными производствами, располагающей атомной станцией, десятками других опасных предприятий, обстановка в области защиты населения и территорий от ЧС остаётся напряжённой.

*Состояние экологически опасных объектов.*

Наиболее экологически опасным производственным объектом является Балаковское ОАО «Иргиз», на территории которого на настоящее время накоплено свыше 17 млн. тонн фосфогипса, относящегося к отходам 4 класса опасности. Отходы при существующем способе хранения являются источником загрязнения подземных, поверхностных вод и почвы сульфатами, фтором и др. химическими веществами.

Основной проблемой в работе с жидкими отходами на территории Саратовской области является отсутствие принципиального решения вопроса их утилизации.

Саратовский Зональный Специализированный комбинат «Радон» (СЗСК «Радон») производит централизованное захоронение радиоактивных отходов с предприятий и учреждений Саратовской области и 7 областей РФ — Курской, Липецкой, Орловской, Тамбовской, Пензенской, Воронежской и Белгородской.

Специалисты Госкомэкологии области совместно с другими надзорными органами принимали участие в комплексном обследовании спецкомбината «Радон». Природоохранная деятельность спецкомбината оценивается как удовлетворительная.

Серьезную угрозу экологической безопасности представляют склады ГСМ-1 и ГСМ-2 в/ч 06987 г. Энгельса, на прилегающей территории которых в 1990 г. был обнаружен очаг загрязнения земель и подземных вод. Работы по ликвидации последствий загрязнения ведутся под постоянным контролем комитета.

Не менее опасны для окружающей среды склады с запрещенными и непригодными к применению пестицидами ГУП «Аткарсагропромхимии» в количестве 750 тонн. Часть пестицидов (1400 тонн) захоронена в могильнике, расположенном в Дергачевском районе.

Особенно следует отметить Вольские заводы по производству цемента, в почвах прилегающей территории которых обнаружено более 10 различных элементов тяжелых металлов, в том числе и мышьяк.

Природоохранная деятельность ОАО «Химволокно» г. Энгельса оценивается как неудовлетворительная, а экологическая обстановка в районе расположения предприятия оценивается как неблагоприятная.

Согласно Приказу Минприроды России и приказу комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов Саратовской области N 17-П. «О временном порядке выдачи заключения о выполнении требований экологической безопасности производства предприятий Госкомоборонпрома России на территории Саратовской обл.» утверждён временный порядок выдачи заключений безопасности производств предприятий России.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Экологическая обстановка по данным мониторинговых исследований.
2. Экологический контроль за состоянием водных ресурсов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области» 2005-2012
2. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / М. 2005. С. 70

3. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / 2006-2011 г.г.

*Дополнительная*

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области»
2. Декларация по окружающей среде и развитию. Утверждена Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года.
3. Жанабекова Е.И., Хасанова Р.М. Атмосферный воздух г. Саратова как важнейший компонент экологической комфортности городской среды //Перспективы развития научных исследований в 21 веке: сборник материалов 1-й международной науч.-практ. конф., 31 января, 2013 г./НИЦ «Апробация» - Москва: Издательство Перо, 2013. - С.54-58
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

## Лекция 12

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. САРАТОВА И САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

#### 12.1 Состояние атмосферного воздуха

Главной экологической проблемой для Саратовской области, как и для большинства крупных индустриально развитых регионов Российской Федерации, является загрязнение атмосферного воздуха.

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников на территории Саратовской области в 2013 году составили 347,8 тыс. т, в том числе:

- от стационарных источников – 98,8 тыс. т;

- от автотранспорта – 249,0 тыс. т.

В 2013 году произошло снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на 29,0 тыс. т (на 22,7%). Снижение выбросов произошло за счет уменьшения объемов ремонтных и диагностических работ на магистральных газопроводах предприятия ООО «Газпром трансгаз Саратов», проходящих по территории Саратовской области.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт, на его долю приходится более половины всех загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду. Вклад автотранспорта в суммарный выброс по области составил 71,6%.

По сравнению с 2012 годом количество выбросов от автотранспорта увеличилось на 16,4 тыс. т (на 7,0%). Причиной увеличения выбросов автотранспорта по сравнению с предыдущим годом является рост количества транспортных средств, зарегистрированных на территории области. На территории области проблемными являются населенные пункты, в которых сконцентрированы основные промышленные объекты и транспортные потоки, а также проживает более половины населения области. Это города Саратов, Балаково, Энгельс, Вольск.

#### 12.2 Состояние водных ресурсов

Водный фонд области насчитывает около 3,5 тысячи поверхностных водоемов (водохранилищ, рек, прудов). Главной водной артерией области является р. Волга, представленная на территории области двумя водохранилищами (Саратовским и Волгоградским). В течение последнего десятилетия происходит постоянное снижение использования подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, особенно в городах и поселках городского типа, где существует централизованное водоснабжение из поверхностных источников.

Загрязнение водных объектов происходит в результате сброса загрязненных сточных вод. Ежегодно от предприятий области в водные объекты поступает со сточными водами около 100,0 тыс. т загрязняющих веществ. В области остро стоит вопрос очистки сточных вод: во многих населенных пунктах отсутствуют канализационные очистные сооружения, а на имеющихся применяемые технологии не позволяют очищать стоки до необходимых нормативов.

### 12.3 Состояние земельных ресурсов

Отличительной особенностью Саратовской области является высокая степень распаханности территории с удельным весом пашни более 70% от площади всех сельскохозяйственных угодий. Серьезной проблемой является постепенное снижение плодородия, а также другие виды негативных процессов, ведущих к образованию нарушенных почв (эродированных, кислых, засоленных и солонцовых, загрязненных тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами и др.). Общий средневзвешенный индекс эродированности почв области составляет 60%. Наиболее интенсивно эрозионные процессы проявляются в лесостепной ландшафтной зоне.

В последнее время заметно активизировались процессы аридизации и опустынивания территории. Наиболее заметно процессы опустынивания проявляются в центральных и юго-восточных районах Левобережья, а также на сильноосмытых почвах Правобережья. Загрязнение городских земель происходит в основном под воздействием выбросов вредных химических соединений промышленными предприятиями и транспортом, а также захламления почв и грунтов вследствие несанкционированного размещения отходов.

Использование полезных ископаемых и охрана недр в Саратовской области к настоящему времени выявлено и разведано большое количество месторождений углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых, однако степень вовлечения их в эксплуатацию и объемы добычи находятся на недостаточно высоком уровне. В результате в области существует дефицит щебня и бутового камня, крупнозернистых песков и строительной извести, не в полном объеме удовлетворяются потребности в сырье для производства керамзитового гравия, силикатного и глиняного кирпича.

Месторождения нефти и газа в Саратовской области в абсолютном большинстве мелкие, с запасами до 10 млн. т нефтеэквивалента. Основная их часть разрабатывается более 25 лет. Текущие запасы по ним составляют от десятков до нескольких сотен тыс. т.

В 2013 году на территории Саратовской области добыто 1348,0 тыс. т нефти с конденсатом и 944,0 млн. м<sup>3</sup> газа, в сравнении с 2012 годом добыча нефти и конденсата снизилась на 6,0%, добыча газа – на 10,1%. По состоянию на 01.01.2014 года на территории Саратовской области выявлены и разведаны эксплуатационные запасы подземных вод по 146 месторождениям (участкам) в количестве 1430,818 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В 2013 году произошел прирост эксплуатационных запасов подземных вод по 7 месторождениям (участкам), в количестве 1038,65 м<sup>3</sup>/сут. по категории В. Наиболее широко используются в качестве источника водоснабжения подземные воды в Правобережье области и в полосе шириной от 20-30 до 70 км вдоль Волгоградского и Саратовского водохранилищ по Левобережью. Крайне низка обеспеченность подземными водами районов Дальнего Заволжья, которые относятся к остродефицитной по водным ресурсам, засушливой климатической зоне. Подземные воды на этой территории являются преимущественно солоноватыми, с минерализацией до 6-8 г/дм<sup>3</sup> и более. Пресные подземные воды, пригодные для водоснабжения населения, располагаются на ограниченных участках (в линзах), их запасы невелики. Доля использования подземных вод в общей структуре водопотребления недостаточна. Водоснабжение городских и сельских населенных пунктов там происходит в основном из поверхностных источников, качество которых не соответствует требованиям к воде хозяйственно-питьевого назначения.

## **12.4 Состояние лесов и защитных насаждений**

Саратовская область относится к малолесным регионам, средняя лесистость области составляет 6,3% (Заволжья – 2,0%, Правобережья – 11,6%). Леса области в современных границах сформировались после заполнения Волгоградского и Саратовского водохранилищ. Они располагаются в основном на повышенных водораздельных участках (плакорные) или по склонам и днищам балок (байрачные), кроме того, имеются пойменные леса и лесные колки. Под лесами остались в основном земли непригодные для сельского хозяйства (пески, щебенчатые почвы, крутосклоны). Общая площадь земель лесного фонда Саратовской области составляет 670,3 тыс. га. За 2013 год площадь лесного фонда увеличилась на 0,1 тыс. га.

Состояние животного мира, в том числе рыбных запасов в Саратовской области насчитывается более 30 тыс. видов беспозвоночных животных и около 500 видов позвоночных (из них 68 видов рыб, 11 видов пресмыкающихся, 335 видов птиц, 84 вида млекопитающих).

На территории области обитают 27 видов млекопитающих, отнесенных законодательством Российской Федерации к разряду охотничье-промысловых, и 41 вид охотничье-промысловых птиц.

Современный состав рыб в водоемах области насчитывает около 60 видов. В последние пять лет промысловые рыбные ресурсы волжских водохранилищ на территории Саратовской области остаются достаточно стабильными и оцениваются величиной порядка 13-14 тыс. т.

Уровень современного изъятия рыбы промыслом не нарушает продукционных характеристик биоресурсов водохранилищ. Вылов рыбы может быть увеличен, в первую очередь за счет использования резерва биоресурсов Саратовского водохранилища.

## **12.5 Особо охраняемые природные территории**

Сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Саратовской области представлена национальным парком «Хвалынский», федеральным заказником «Саратовский», 83 особо охраняемыми природными территориями регионального значения (78 памятников природы, 2 природных микрозаповедника, 1 дендрарий, 1 ботанический сад и 1 природный парк) и 4 особо охраняемыми природными территориями местного значения (на территории Ивантеевского района). Площадь, занимаемая ООПТ на территории области, составляет 142,6 тыс. га (1,4% от общей площади), в том числе ООПТ федерального значения – 69,8 тыс. га, регионального значения – 71,2 тыс. га, местного значения – 1,6 тыс. га. Примерно 10% территории города Саратова занимает Кумысная поляна – уникальный природный комплекс, который вместе с его лесами, прудами и десятками родников с питьевой водой высокого качества представляет собой экологический оазис для жителей города.

В целях сохранения уникального лесного массива распоряжением Правительства области от 14 августа 2008 года № 293-Пр Кумысной поляне присвоен статус природного парка.

## **12.6 Отходы производства и потребления**

В 2013 году в области, согласно данным статистической отчетности формы 2-ТП (отходы), образовалось 5029,3 тыс. т отходов, что на 377,1 тыс. т (8,1%) больше уровня 2012 года.

Основная масса промышленных отходов – 68,2% от образовавшегося количества – направлена на хранение. На конец 2013 года в мусоросортировочных станциях, хранилищах, отвалах и других объектах, принадлежащих предприятиям области, накоплено 56,1 млн. т отходов.

Доля отходов, вывезенных для захоронения на свалки и полигоны, составила 17,9% от общего количества образовавшихся отходов.

В 2013 году на территории области использовано и обезврежено 1,72 млн. т отходов производства и потребления, что составляет 34,2% от общего количества образовавшихся отходов (в 2012 году доля использованных и обезвреженных отходов составляла 29,8%).

Основное количество образовавшихся промышленных отходов (84,2%) относится к 3-4 классам опасности для окружающей среды, 15,1% приходится на долю 5 класса опасности, на долю отходов 1 и 2 классов опасности приходится лишь 0,7%. В последние годы на территории области уделяется определенное внимание созданию технологических мощностей по сбору, переработке и вторичному использованию промышленных и бытовых отходов. Эти работы осуществляются как на специализированных предприятиях, так и на базе производственных мощностей промышленных предприятий.

Система обезвреживания твердых бытовых отходов (ТБО) основана на их захоронении, на полигонах и свалках. В 2013 году на полигонах и свалках размещено 4357,1 тыс. м<sup>3</sup> ТБО, что на 2233,6 тыс. м<sup>3</sup> (33,9%) меньше уровня 2012 года. В январе 2013 Правительством Саратовской области подписано концессионное соглашение в сфере переработки и утилизации бытовых отходов на территории 18 районов Левобережья области (с представителями ЗАО «Управление отходами» г. Москва).

В рамках концессионного соглашения предусмотрено строительство 2 полигонов ТБО мощностью не менее 450 тыс. т в год, мусороперерабатывающих комплексов мощностью не менее 150 тыс. т в год, цехов биокомпостирования и мусороперегрузочных станций на территориях муниципальных районов Левобережья области.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Экологическая обстановка по данным мониторинговых исследований
2. Экологический контроль за состоянием радиологического фона

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

##### *Основная*

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области» 2005-2012
2. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / М. 2005. С. 70
3. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / 2006-2011 г.г.

*Дополнительная*

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области»
2. Декларация по окружающей среде и развитию. Утверждена Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года.
3. Жанабекова Е.И., Хасанова Р.М. Атмосферный воздух г. Саратова как важнейший компонент экологической комфортности городской среды //Перспективы развития научных исследований в 21 веке: сборник материалов 1-й международной науч.-практ. конф., 31 января, 2013 г./НИЦ «Апробация» - Москва: Издательство Перо, 2013. - С.54-58
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

## Лекция 13

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. САРАТОВА И САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Современное экологическое состояние Саратовской области является критическим. Продолжается интенсивное загрязнение природной среды по мере роста объёмов производства. Динамичнее, чем в среднем по России, развивается топливная, химическая и нефтехимическая промышленность. По данным регионального министерства инвестиционной политики, внешнеторговый оборот Саратовской области за 2011 год возрос на 36,8%. Основу экспорта составляет продукция топливно-энергетического и нефтехимического комплекса. В страны ближнего зарубежья продолжает поставляться продукция машиностроения. Одновременно с экономическим ростом региона растёт и экологический ущерб. На сегодняшний день экологическое состояние Саратовской области не улучшается. Не предпринимаются меры по приостановлению негативных воздействий на окружающую среду, предотвращению неконтролируемого воздействия (к ним относятся аварии, неконтролируемые выбросы, что может привести не только к катастрофам локального характера, но и более масштабного).

Для решения целого комплекса экологических проблем Комитетом охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области была разработана «Программа стабилизации и улучшения экологической обстановки на территории Саратовской области», основу которой составили предложения администраций городов и районов области, городских районных комитетов по охране окружающей среды, предприятий и организаций области. Финансирование Программы осуществляется из бюджетов разных уровней, средств экологических фондов, предприятий и организаций области. В итоге увеличился объём капитальных затрат, направленных на охрану окружающей среды области, за счёт всех источников финансирования. Объекты общественности неизвестны.

Для объективной оценки опасности, обстановки, существуют следующие данные. В отвалах и хранилищах предприятий Саратовской области находится 24 млн тонн промышленных отходов:

I класс опасности – 3,5 тыс. тонн; («Гантал», «Знамя Труда», «САЗ», «АИТ», «ЭЛМАШ», «СЭПО»);

II класс опасности – около 5 тыс. тонн;

III класс опасности – около 3 млн тонн;

IV класс опасности – около 21 млн тонн.

В 1998 году в области образовалось примерно 1,5 млн тонн промышленных отходов I-IV классов опасности, около 2 млн тонн твердых бытовых отходов. По сравнению с 1997 годом произошло уменьшение валового объёма образования промышленных отходов на 11 %, что связано с падением объёмов производств.

Особо опасным предприятием в Саратове является завод «АИТ» (автономных источников тока), который загрязняет не только свою территорию, но и прилегающий к нему жилой массив. Это предприятие длительное время вывозило на свалку Александровского сельсовета отходы производства, содержащие никель и кадмий.

Фосфогипс, накопленный в отвале в количестве более 19 млн тонн (при проектной вместимости 10,84 млн тонн) от производственной деятельности ОАО «Иргиз» г.

Балаково. Здесь загрязнение в десятки раз превышает ПДК по фосфатам, хлоридам, железу, аммиаку и нитратам.

Одной из самых актуальных проблем является проблема сбора и утилизации техническо-бытового мусора (ТБО). Растет количество несанкционированных свалок, как на территории крупных районных центров, так и на территории области, а также количество ТБО на свалках. На сегодняшний день администрациями муниципальных образований и правительством Саратовской области она никак не контролируется и не отслеживается. Единственной мерой являются разовые акции по уборке мусора на территории муниципальных образований, инициированные общественными организациями Саратовской области и «Субботники», которые также проводятся весной и осенью.

#### Экологическое состояние водных ресурсов

По результатам наблюдений на водомерных постах ФГУ «Саратовский ЦГМС» на 10 июня 2011 года отметка уровня воды в населенных пунктах – городах Вольск, Маркс, Саратов, Ровное составляет – 15,00 м, 14,89 м, 14,81 м, 14,72 м. А минимальный навигационный уровень воды составляет 13 м. Уровень воды в Волге в районе Вольска на сегодняшний день составляет 17 м, в Марксе – 15,95 м, в Ровном – 14,73 м. То есть, до критической точки осталось недалеко. Снижение уровня воды в Волге приводит и к потере рыбных запасов: икра, отложенная на осоке, находится выше уровня воды и засыхает.

#### Экологическое состояние атмосферы

Ежегодно предприятия Саратова выбрасывают в атмосферу до 50 млн тонн вредных веществ. К этим веществам относятся: оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, альдегиды, тяжёлые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr), аммиак, атмосферная пыль.

Основными источниками антропогенных аэрозольных загрязнений воздуха являются теплоэлектростанции (ТЭС), потребляющие уголь. Сжигание каменного угля, производство цемента и выплавка чугуна дают суммарный выброс пыли в атмосферу, равный 170 млн тонн в год.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Экологическая обстановка по данным мониторинговых исследований
2. Экологический контроль за промотходами.
3. Экологический контроль за выбросами и сбросами предприятий

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области» 2005-2012
2. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / М. 2005. С. 70
3. Статистический бюллетень. Основные показатели охраны окружающей среды. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) / 2006-2011 г.г.

#### *Дополнительная*

1. Доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области»
2. Декларация по окружающей среде и развитию. Утверждена Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года.
3. Жанабекова Е.И., Хасанова Р.М. Атмосферный воздух г. Саратова как важнейший компонент экологической комфортности городской среды //Перспективы развития научных исследований в 21 веке: сборник материалов 1-й международной науч.-практ. конф., 31 января, 2013 г./НИЦ «Апробация» - Москва: Издательство Перо, 2013. - С.54-58
4. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
5. **Сластя, И. В.** Основы экологического нормирования. Ч 1. Санитарно-гигиеническое нормирование качества окружающей среды: уч. пособие / И. В. Сластя, В. А. Черников, О. А. Соколов, В. А. Раскатов, Д. А. Постников. М.: Изд-во МСХА, 2004. – 106 с.

## Лекция 14

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### 14.1 Стандарты ИСО

Стандарты ISO являются наиболее известными и распространенными в мире. Стандарты ISO универсальны, их можно применять в качестве моделей независимо от отрасли, в которой функционирует компания. Вследствие этого у модели ISO есть свои неоспоримые преимущества и недостатки. Сейчас стандарты ISO являются обязательным минимумом. Вследствие своей универсальности, модель на основе стандартов ISO серии 9000 получилась достаточно "высокоуровневой". Поэтому для построения полноценной системы качества, основанной на модели ISO, необходимо использовать большое количество вспомогательных отраслевых и ISO стандартов.

В стандартах ISO используется определение качества из стандарта ISO 8402: «Качество – совокупность характеристик продукта, относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности». Аналогичное определение содержится в ГОСТ 15467-79: «Качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением».

Согласно ISO 9000 при создании ИТ и ИС предполагается постоянный контроль свойств создаваемой продукции или услуги, а также характеристик процессов создания. Исходя из этого, при разработке основополагающих стандартов ISO/IEC 15288 и ISO/IEC 12207 планомерно учитывались положения стандартов менеджмента качества ISO 9000 и стандартов оценки зрелости процессов ISO 15504. Краткая характеристика применяемых официальных стандартов управления качеством, оценки качества, а также оценки процессов приведена в таблице 1.

Таблица 1. Перечень стандартов в области качества в сфере ИТ

|   |   |
|---|---|
| Стандарты:<br>Управление свойствами и их оценка                               |   |
| Качество  |   |
| <i>Управление качеством</i>   |   |
| ISO 9000:2005-<br>Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. | Устанавливает основные положения систем менеджмента качества, являющихся объектом стандартов семейства ISO 9000 и определяет соответствующие термины. Введен в качестве национального стандарта ГОСТ Р ИСО 9000 - 2008.                           |
| ISO 9001:2008-<br>Системы менеджмента качества. Требования.                   | Устанавливает требования к системе менеджмента качества в тех случаях, когда организация: нуждается в демонстрации способности всегда поставлять продукцию, отвечающую требованиям, и ставит своей целью повышение удовлетворенности потребителей |

|   |  |
|---|--|
| <p>ISO/IEC 90003:2004-<br/>ПИ. Рекомендации по<br/>применению ISO<br/>9001:2000 к<br/>компьютерному ПО.</p> | <p>Стандарт охватывает все аспекты качества ПП на всех этапах их жизненного цикла, начиная с приобретения, включая разработку, эксплуатацию и сопровождение и кончая поставкой. Он содержит рекомендации относительно применения в этой сфере деятельности процессного подхода, лежащего в основе стандартов ИСО 9001:2000. Поскольку ИСО/МЭК 12207 был признан на международном уровне как основа процессов создания ПП, его содержание в значительной мере определило рекомендации, включенные в ИСО 90003. Пользователи теперь могут увязать каждое требование ИСО 9001:1994 с требованиями ИСО/МЭК 12207 и собственными нуждами. Этот стандарт позволяет согласовать руководящие указания с новейшими разработками, описывающими разные аспекты качества ПП. Среди этих разработок – стандарты ИСО/МЭК 15504 (оценка процессов), ИСО/МЭК 9126 (качество ПП), ИСО/МЭК 14598 (оценивание ПП), ИСО/МЭК 15939 (процесс измерения), ИСО/МЭК 14764 (сопровождение ПП), ИСО/МЭК 12119 (требования к пакетам ПП и их испытаниям) и ИСО/МЭК 14143 (оценка Функциональной значимости).</p> |
| <p>ISO/IEC TR 90005:2008<br/>- СИ. Рекомендации по<br/>применению ISO 9001 к<br/>процессам ЖЦ систем.</p>   | <p>Содержит рекомендации по применению организациями ISO 9001:2000 при закупке, поставке, разработке, применении и сопровождении систем и связанных с этим услуг по обеспечению. Принимает ISO/IEC 15288, в качестве отправной точки при разработке, эксплуатации или обслуживании систем и определяет те требования, в эквиваленте ISO 9001:2000, которые являются основой успешного применения ISO/IEC 15288</p>   |
| <p><i>Оценка качества ПС</i></p>  |  |
| <p>ISO/IEC 9126 - ПИ.<br/>Качество продукции</p>  | <p>Семейство из 4-х стандартов качества ПС, принятых в период 2001-2004 г.г. Определяют модель качества ПС и соответствующие метрики</p>   |
| <p>ISO/IEC 25000 - ПИ.<br/>Требования к качеству и<br/>оценка программной<br/>продукции (SQuaRE)</p>        | <p>Семейство стандартов качества 2-ого поколения, включает 13 спецификаций и продолжает развиваться. Определяет эталонную модель и рекомендации по планированию и управлению требованиями, связанными с качеством и оценкой программной продукции</p>  |
| <p><b>ЗРЕЛОСТЬ</b></p>  |  |
| <p><i>Оценка процессов</i></p>  |  |
| <p>ISO/IEC 15504 - ИТ.<br/>Оценка процессов</p>   | <p>Семейство стандартов оценки процессов в контексте их зрелости и способности к улучшению, включает 9 спецификаций. Первая из них принята в 2003 г., заключительная планируется к принятию в 2010 г. Результат пересмотра стандартов ISO/IEC 15504 - 1 - 9,</p>   |

|   |  |
|---|--|
|   | принятых в 1998-1999 г.г   |
| Стандарты:<br>Обеспечение систем и ПС               |  |
| <i>Обеспечение свойств систем и ПС</i>              |  |
| ISO/IEC TR 15026 -<br>СиПИ. Обеспечение систем и ПС | Проект семейства из 3-х спецификаций. Документы описывают методологию поддержания заявленных свойств и целостности систем и ПС |

Часть этих стандартов утверждена как государственные стандарты РФ. В частности, к ним относятся:

- ГОСТ Р ИСО 9001-96 "Системы качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании";
- ГОСТ Р ИСО 9002-96 "Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании";
- ГОСТ Р ИСО 9003-96 "Системы качества. Модель обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях";
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 «Информационная технология. Оценка программной продукции характеристики качества и руководства по их применению»;
- **ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-1-2009 «Информационные технологии. Оценка процессов»;**
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 15026-2002 «Информационная технология. Уровни целостности систем и программных средств».

Оценка качества ИС – задача крайне сложная из-за многообразия интересов пользователей. Поэтому невозможно предложить одну универсальную меру качества и приходится использовать ряд характеристик, охватывающих весь спектр предъявляемых требований.

Согласно нормативным документам ИСО, посвященным проблеме качества ИТ, существующие подходы к оценке качества можно классифицировать как оценку по внутренним показателям качества (технологические показатели), оценку по внешним показателям качества (показатели, зафиксированные при испытаниях) и смешанный подход. Стандарты ИСО, согласно области применения, ориентированы на оценку качества любых систем, но при внимательном их изучении становится очевидным тот факт, что все рекомендации (предлагаемые модели качества) касаются в своем большинстве программных систем, как одной из составляющих ИС. В целом эти модели в некотором приближении можно использовать относительно оценки качества и ИС, в частности такую практику используют как отечественные, так и зарубежные компании.

В настоящее время используется несколько абстрактных моделей качества программного обеспечения, основанных на определениях характеристики качества, показателя качества, критерия и метрики.

Основой регламентирования показателей качества систем ранее являлся международный стандарт ISO 9126:1991 «Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению». При отборе минимума стандартизируемых показателей качества в документе учитывались следующие принципы:

- простота и возможность измерения значений;

- отсутствие перекрытия между используемыми показателями;
- соответствие установившимся понятиям и терминологии;
- возможность последующего уточнения и детализации;
- выделение характеристик, которые позволяют оценивать ИС с позиции пользователя, разработчика и управляющего проектом.

В настоящее время ведутся работы по развитию и совершенствованию этого стандарта в направлении уточнения, детализации и расширения номенклатуры, характеристик качества комплексов программ. Стандарт ISO 9126:1991 заменен на две взаимосвязанные серии стандартов: ISO 9126:1-4«Характеристики и метрики качества программного обеспечения» и ISO 14598-1-6:1998-2000«Оценивание программного продукта».

Разработанный комплекс стандартов ISO 9126 состоит из четырех частей под общим заголовком:

- Часть 1: Модель качества;
- Часть 2: Внешние метрики;
- Часть 3: Внутренние метрики;
- Часть 4: Метрики качества в использовании.

В стандарте ISO 9126-1 (Часть 1) рекомендуется специфицировать и оценивать качество систем с различных точек зрения: приобретения, определения требований, разработки, использования, оценивания, поддержки, сопровождения, обеспечения качества, аудита. Модель качества информационной системы, определенная в данной части стандарта, может использоваться для следующих целей:

- проверки полноты определения требований в контракте;
- идентификации требований к ИС (в большей степени АИС);
- идентификации целей проекта ИС;
- идентификации целей испытаний ИС;
- идентификации критериев приемки пользователем и сертификации законченной разработкой ИС.

Данная часть ISO 9126-1 определяет *модель характеристик качества*, которая разделяет общее качество информационных систем на шесть базовых характеристик (функциональные возможности, надежность, практичность, эффективность, сопровождаемость и мобильность), далее структурированных на субхарактеристики. Определенные настоящим стандартом характеристики дополнены рядом требований по выбору метрик и их измерению для различных стадий ЖЦ системы.

В стандарте ISO 9126-1 (Часть 2) используются меры ИС, определенные на основе поведения системы в процессе испытаний, эксплуатации или наблюдения исполняемой системы.

Перед приобретением или использованием системы необходимо провести ее оценку с использованием метрик, учитывающих деловые и профессиональные цели, связанные с использованием, эксплуатацией и управлением продуктом в определенной организационной и технической среде. Внешние метрики обеспечивают заказчикам, пользователям, испытателям и разработчикам возможность определять качество системы в ходе испытаний или эксплуатации.

В требованиях к качеству ИС должны быть перечислены характеристики и субхарактеристики, которые составляют полный набор показателей качества. Процесс формирования требований к качеству завершается определением подходящих внешних метрик, устанавливающих количественные и качественные критерии, которые подтверждают, что разрабатываемая система удовлетворяет потребностям заказчика и

пользователя, и их приемлемых диапазонов значений. Далее определяются и специфицируются внутренние атрибуты системы, чтобы спланировать удовлетворение требуемых внешних характеристик качества в конечном продукте и обеспечить их в промежуточных продуктах в ходе разработки.

Подходящие внутренние метрики и их приемлемые диапазоны специфицируются для получения числовых значений или категорий внутренних характеристик качества, чтобы их можно было использовать для проверки соответствия промежуточных продуктов, создаваемых в процессе разработки, внутренним спецификациям качества. Рекомендуется использовать внутренние метрики, которые имеют наиболее сильные связи с целевыми внешними метриками.

Стандарт ISO 9126-1 (Часть 3) применяется в ходе проектирования и программирования к неисполняемым компонентам системы, таким как спецификация или исходный программный текст. При разработке ИС промежуточные продукты оцениваются с использованием внутренних метрик, которые измеряют свойства программ, и могут быть выведены из моделируемого поведения. Основная цель использования внутренних метрик – обеспечить достижение требуемого внешнего качества системы. Внутренние метрики дают возможность пользователям, испытателям и разработчикам оценивать качество жизненного цикла программ и заниматься вопросами технологического обеспечения качества задолго до того, как ИС становится готовым исполняемым продуктом. Внутренние метрики позволяют измерять внутренние атрибуты системы или формировать признаки внешних атрибутов путем анализа статических свойств промежуточных или поставляемых программных компонентов. Для измерения внутренних метрик используются категории, числа или характеристики элементов системы, которые, например, имеются в процедурах исходного программного текста, в потоке данных и в представлениях изменения состояний памяти.

Документация также может оцениваться с использованием внутренних метрик.

Стандарт ISO 9126-1 (Часть 4) определяет степень удовлетворения продуктом потребностей конкретных пользователей в достижении заданных целей. При этом учитываются: результативность, подразумевающая точность и полноту достижения определенных целей пользователями при применении системы; продуктивность, соотносительную соотношению израсходованных ресурсов и результативности при ее эксплуатации; удовлетворенность – психологическое отношение к качеству используемой системы. Метрики качества в использовании не входят в число шести базовых характеристик ИС (функциональные возможности, надежность, практичность, эффективность, сопровождаемость и мобильность), регламентируемых стандартом ISO 9126-1, однако они рекомендуются для интегральной оценки результатов функционирования комплексов программ.

Метрики качества в использовании должны подтверждать качество системы для определенных сценариев и задач. Данные метрики являются оптимальными для определения качества системы пользователем. *Качество в использовании* – это восприятие пользователем качества системы, измеряемое скорее в терминах результатов использования системы, чем в показателях собственных внутренних свойств ИС.

Связь качества в использовании с другими характеристиками качества систем зависит от типа пользователя: для конечного пользователя качество в использовании обуславливают в основном характеристики функциональных возможностей, надежности, практичности и эффективности, а для персонала сопровождения ИС качество в использовании определяется сопровождаемостью. На качество в

использовании могут влиять любые характеристики качества, и это понятие шире, чем, например, практичность, которая связана с простотой использования и привлекательностью. Качество в использовании в той или иной степени характеризуется сложностью применения комплекса программ, которую можно описать трудоемкостью использования с требуемой результативностью. Многие характеристики и субхарактеристики показателей качества ИС обобщенно отражаются неявными технико-экономическими показателями, которые определяют функциональную пригодность конкретной ИС.

В течение последних десятилетий активизировался рост числа всевозможных стандартов качества информационных систем. Исходя из этого, следует учитывать, что постоянно меняющиеся стандарты не всегда позволяют адекватно оценить реальное качество разрабатываемых систем.

Рассмотрим критерии оценки качества систем, изложенные в стандарте ISO 9126-1.

Критерий может быть определен как независимый атрибут ИС или процесса ее создания. С помощью такого критерия может быть измерена характеристика качества ИС на основе той или иной метрики. Совокупность нескольких критериев определяет показатель качества, формируемый исходя из требований, предъявляемых к ИС. В настоящее время наибольшее распространение получила иерархическая модель взаимосвязи компонентов качества ИС. Стандарты, как было отмечено выше, категоризируют атрибуты качества системы по шести характеристикам:

- 1) функциональным возможностям;
- 2) надежности;
- 3) практичности;
- 4) эффективности;
- 5) сопровождаемости;
- 6) мобильности.

Далее характеристики подразделяются на субхарактеристики, которые могут измеряться внутренними или внешними метриками.

Исходя из принципиальных возможностей их измерения, все характеристики объединены в три группы (табл. 1.1):

1) *категорийно-описательные*, отражающие набор свойств и общие характеристики объекта (функции, категории ответственности, защищенности и важности), которые могут быть представлены номинальной шкалой категорий;

2) *количественные*, представляемые множеством упорядоченных, равноотстоящих точек, отражающих непрерывные закономерности, и описываемые интервальной или относительной шкалой. Эти показатели можно объективно измерить и численно сопоставить с требованиями;

3) *качественные*, содержащие несколько упорядоченных или отдельных значений (категорий), которые характеризуются порядковой или точечной шкалой набора категорий, устанавливаются в значительной степени субъективно и экспертно.

Таблица X — Характеристики качества АСОИУ

|   |   |
|---|---|
| <i>Категорийно-описательные метрики</i> |   |
| Функциональные возможности              | Функциональная пригодность (правильность) Способность к Защищенность Согласованность<br>Корректность взаимодействию |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <i>Количественные метрики</i> |   |
| Надежность                    | Завершенность Устойчивость к дефектам<br>Восстанавливаемость Доступность (готовность) |
| Эффективность                 | Временная эффективность Используемость ресурсов                                       |
| <i>Качественные метрики</i>   |   |
| Практичность                  | Понятность Простота использования Изучаемость<br>Привлекательность                    |
| Сопровождаемость              | Анализируемость Изменяемость Стабильность<br>Тестируемость                            |
| Мобильность                   | Адаптируемость Простота установки Сосуществование<br>(соответствие) Замещаемость      |

**Функциональные возможности** – способность ИС обеспечивать функции, удовлетворяющие установленным потребностям заказчиков и пользователей при применении комплекса программ в заданных условиях. Данная характеристика определяет, какие функции и задачи решает ИС для удовлетворения потребностей, в то время как другие характеристики главным образом связаны непосредственно с функционированием системы. В данной характеристике для установленных и подразумеваемых потребностей применимы описания и примечания к определению характеристик качества. Субхарактеристики функциональной возможности можно охарактеризовать в основном категориями и качественным описанием функций, для которых трудно определить меры и шкалы. Поэтому они отнесены в отдельную группу категориально-описательных метрик.

*Функциональная пригодность*– это набор и описания атрибутов, определяющих назначение, номенклатуру, основные, необходимые и достаточные функции ИС, заданные техническим заданием и спецификациями требований заказчика или потенциального пользователя. В процессе проектирования ИС атрибуты функциональной пригодности должны конкретизироваться в спецификациях на компоненты и на систему в целом. Некоторые атрибуты можно численно представить точностью результатов, относительным числом поэтапно изменяемых функций, числом реализуемых требований спецификаций Заказчиков и т.д. Кроме них функциональную пригодность отражают множество различных специализированных метрик, которые тесно связаны с конкретными функциями и областью применения программ.

В наибольшей степени функциональная пригодность связана с *корректностью и надежностью* ИС. Кроме них функциональная пригодность отражается множеством различных характеристик и субхарактеристик, таких как способность компонентов к взаимодействию и степень стандартизации интерфейсов, мобильность программ и их защищенность от негативных внешних воздействий.

*Корректность (правильность)*– способность системы обеспечивать правильные или приемлемые результаты и эффекты. Данное понятие включает получение ожидаемых данных с необходимой степенью точности расчетных значений. Приведенные ниже виды корректности используются в основном для интегральной оценки разработанных информационных систем.

В процессе проектирования модулей и групп программ применяются частные конструктивные показатели корректности, которые включают корректность структуры программ, обработки данных и межмодульных интерфейсов. Каждый из частных показателей может характеризоваться несколькими методами измерения качества и достигаемой степенью корректности программ: детерминировано, стохастически или в реальном времени. Корректность программных модулей включает функциональную и конструктивную корректность.

Конструктивная корректность модулей заключается в соответствии их структуры общим правилам структурного программирования и конкретным правилам оформления и внутреннего строения программных модулей в данном проекте. Функциональная корректность модулей определяется корректностью обработки исходных данных и получения результатов.

Корректность обработки данных также имеет функциональную и конструктивную составляющие. Конструктивная корректность обработки данных определяется правилами их структурирования и упорядочения. Эти правила могут быть достаточно полно формализованы без учета конкретных особенностей функций программ.

Назначение и область применения программ определяют выбор используемых структур данных и конкретных методик их упорядочения. Функциональная корректность обработки данных связана в основном с конкретизацией их содержания в процессе исполнения программ, а также учитывается при подготовке данных внешним абонентам.

Корректность структуры комплексов программ определяется корректностью структуры Модулей и корректностью структуры групп программ, построенных из модулей. Для оценки корректности структуры программ используется несколько частных показателей, различающихся степенью охвата тестами структурных компонентов программы при тестировании.

*Способность к взаимодействию*— свойство ИС и ее компонентов взаимодействовать с одной или большим числом указанных систем или компонентов. Способность информационных компонентов к взаимодействию можно оценивать объемом изменений в системе, которые необходимо выполнить при дополнении или исключении некоторой функции, при отсутствии изменений операционной или аппаратной среды.

Этот показатель связан с такими субхарактеристиками, как корректность и унифицированность межмодульных интерфейсов, которая определяется двумя видами связей: по управлению и по информации.

Связи по управлению определяются вызовами программных модулей и возвратами в вызывавшие модули. Взаимодействие модулей по информации может происходить через обменные переменные, непосредственно подготавливаемые и используемые соседними модулями, или через глобальные переменные между более крупными компонентами. Многообразие и сложность информационных связей в крупных системах значительно затрудняют формализацию и измерение достигнутой корректности взаимодействия программ.

*Защищенность*— способность систем защищать программы, информацию и данные. В критериях защиты и обеспечения безопасности для конкретной ИС сосредоточиваются разнообразные характеристики, которые в ряде случаев трудно или невозможно описать количественно, в связи с чем приходится оценивать их экспертно или по бальной системе.

Основное внимание в практике обеспечения безопасности применения информационных систем сосредоточено на защите от злоумышленных разрушений, искажений и хищений программных средств и информации баз данных. При этом подразумевается наличие заинтересованных лиц в доступе к конфиденциальной или полезной информации с целью ее незаконного использования, хищения, искажения или уничтожения. В реальных сложных системах возможны катастрофические последствия и аномалии функционирования, отражающиеся на безопасности применения, при которых их источниками являются случайные, непредсказуемые, дестабилизирующие факторы при отсутствии непосредственно заинтересованных в подобных нарушениях лиц.

Наиболее полно качество защиты ИС характеризуется величиной предотвращенного ущерба, возможного при проявлении дестабилизирующих факторов и реализации конкретных угроз безопасности, а также средним временем между возможными проявлениями угроз, нарушающих безопасность. Однако описать и измерить возможный ущерб при нарушении безопасности для критических ИС разных классов практически невозможно. Поэтому факты реализации угроз целесообразно характеризовать интервалами времени между их проявлениями или наработкой на отказы, отражающиеся на безопасности. Это сближает понятия и характеристики степени безопасности с показателями надежности ИС. Принципиальное различие состоит в том, что в показателях надежности учитываются все реализации отказов, а в характеристиках защиты следует регистрировать только те отказы, которые отразились на безопасности функционирования.

Достаточно универсальным измеряемым показателем при этом остается длительность восстановления нормальной работоспособности информационной системы. Приблизительно такие катастрофические отказы в восстанавливаемых системах можно выделять по превышению некоторой допустимой длительности восстановления работоспособности.

В требованиях к программам, обеспечивающим защиту, следует отражать все аспекты, необходимые для удовлетворения согласованных потребностей заказчика по общей безопасности ИС.

*Согласованность*— соответствие системы стандартам, нормативным документам, соглашениям или нормам законов и другим предписаниям, связанным с функциями, областью применения и защитой ИС.

**Надежность** – свойство комплекса программ обеспечивать достаточно низкую вероятность отказа в процессе функционирования системы в реальном времени. Надежность функционирования программ является понятием динамическим, проявляющимся во времени. ГОСТ 15467-79, ГОСТ 13377-55, ГОСТ 27.002-89 посвящены теории надежности.

*Завершенность*— свойство системы не попадать в состояния отказов вследствие имеющихся ошибок и дефектов в программах и данных. Количество обнаруженных дефектов и ошибок непосредственно отражается на длительности нормального функционирования комплекса программ между сбоями и отказами.

Завершенность можно характеризовать наработкой (длительностью) на отказ при отсутствии автоматического восстановления (рестарта), измеряемой обычно часами. На этот показатель надежности влияют только отказы вследствие проявившихся дефектов.

*Устойчивость к дефектам и ошибкам*— свойство системы поддерживать заданный уровень качества функционирования в случаях проявления дефектов и ошибок или нарушений установленного интерфейса. Для этого в систему должна вводиться

временная, программная и информационная избыточность, реализующая оперативное обнаружение дефектов функционирования, их идентификацию и автоматическое восстановление нормального функционирования системы.

Относительная доля вычислительных ресурсов, используемых непосредственно для быстрой ликвидации последствий отказов и оперативного восстановления нормального функционирования системы (рестарта), отражается на повышении устойчивости и надежности программ. Нарботка на отказ при наличии оперативного рестарта определяет величину устойчивости.

*Восстанавливаемость* – свойство системы в случае отказа восстанавливать заданный уровень качества функционирования, а также поврежденные программы и данные. После отказа системы иногда бывают неработоспособны в течение некоторого периода времени, продолжительность которого определяется его восстанавливаемостью. Основным показателем процесса восстановления является длительность восстановления и ее вероятностные характеристики.

Восстанавливаемость характеризуется также полнотой восстановления нормального функционирования программ в процессе ручного или автоматического их перезапуска. Перезапуск должен обеспечивать возобновление нормального функционирования системы, на что требуются ресурсы ЭВМ и время. Поэтому полнота и длительность восстановления функционирования после сбоев и отказов определяет надежность системы и возможность его использования по прямому назначению.

*Доступность (готовность)* – свойство системы выполнять требуемую функцию в данный момент времени при заданных условиях использования. Доступность может оцениваться временем, в течение которого система находится в работоспособном состоянии, в пропорции к общему времени применения. Следовательно, доступность связана с такими субхарактеристиками, как завершенность, устойчивость к ошибкам и восстанавливаемость, которые в совокупности обуславливают длительность простоя после каждого отказа, а также длительность наработки на отказ. Для определения этой величины измеряется время работоспособного состояния системы между последовательными отказами или началами нормального функционирования системы после них.

Готовность системы характеризуется *коэффициентом готовности*, который отражает вероятность иметь восстанавливаемую систему в работоспособном состоянии в произвольный момент времени.

**Эффективность** – свойство системы обеспечивать требуемую производительность с учетом количества используемых вычислительных ресурсов в установленных условиях. Эти ресурсы могут включать другие программные продукты, аппаратные средства, средства телекоммуникации и т.п. Таким образом, эффективность характеризуется долей времени использования средств вычислительной техники для решения основных функциональных задач системы.

*Временная эффективность* – свойство системы обеспечивать требуемое время отклика и обработки заданий, а также пропускную способность при выполнении его функций в заданных условиях. Временная экономичность системы определяется длительностью выполнения заданных функций. Она зависит от скорости обработки данных, влияющей непосредственно на интервал времени завершения конкретного вычислительного процесса, и от пропускной способности, т.е. от числа заданий, которое можно реализовать на данной ЭВМ в заданном интервале времени.

Данные показатели качества тесно связаны со временем реакции (отклика) системы на запросы при решении основных функциональных задач. Величина этого времени

зависит от длительности решения задачи центральным процессором ЭВМ, затрат времени на обмен с внешней памятью, на ввод и вывод данных и длительности ожидания в очереди до начала решения задачи.

Временная эффективность обуславливается с длительностью обработки типового запроса или интервалом времени решения типовых или наиболее частых функциональных задач данными системами.

Пропускная способность комплекса программ на конкретной ЭВМ отражается числом сообщений или запросов на решение определенных задач, обрабатываемых в единицу времени. Она зависит от функционального содержания системы и конструктивной его реализации и может рассматриваться как один из внутренних показателей качества программ. Декомпозицию этого показателя целесообразно проводить, ориентируясь на конкретные функции системы и особенности ее архитектуры.

*Используемость ресурсов* – свойство системы использовать доступные вычислительные ресурсы в течение заданного времени при выполнении его функций в установленных условиях. Эта субхарактеристика может быть определена показателем ресурсной экономичности, который отражает количество и степень занятости ресурсов центрального процессора, оперативной, внешней и виртуальной памяти, каналов ввода-вывода, терминалов и каналов локальной сети. Этот показатель определяется структурой и функциями системы, а также архитектурными особенностями и доступными ресурсами ЭВМ. В зависимости от конкретных особенностей системы и ЭВМ при выборе критериев может доминировать либо величина абсолютной занятости ресурсов различных видов, либо относительная величина использования ресурсов каждого вида при нормальном функционировании системы.

Ресурсная экономичность влияет не только на стоимость решения функциональных задач, но, зачастую, особенно для встраиваемых ЭВМ, определяет принципиальную возможность полноценного функционирования системы в условиях реально ограниченных вычислительных ресурсов.

Несмотря на быстрый рост доступных ресурсов памяти и производительности ЭВМ, очень часто потребности в ресурсах для решения конкретных задач системой превышают имеющееся их количество, что актуализирует задачу оценки и экономного использования вычислительных ресурсов.

Такие характеристики, как практичность, сопровождаемость и мобильность в основном определяются качественными оценками. Для некоторых субхарактеристик сопровождаемости и мобильности могут доминировать технико-экономические меры трудоемкости (человеко-часы) и длительности (часы), используемые для характеристики процесса решения конкретных задач. Однако для многих показателей в этой группе характеристик приходится применять порядковые меры экспертных балльных шкал с небольшим числом (2-4) градаций.

**Практичность (применимость)** – свойство системы, характеризующееся сложностью ее понимания, изучения и использования, а также привлекательность для пользователя при применении в указанных условиях. В число пользователей могут быть включены операторы, конечные пользователи и косвенные пользователи, непосредственно не связанные с системой.

В практичности следует учитывать всё разнообразие характеристик внешней среды пользователей, на которые может влиять система, включая возможную подготовку к использованию и оценку результатов функционирования программ.

Практичность (применимость) использования системы – понятие достаточно абстрактное и трудно формализуемое, однако в итоге зачастую значительно определяющее функциональную пригодность и полезность применения системы. В эту группу показателей входят критерии, с различных сторон отражающие функциональную понятность, удобство освоения, эффективность или простоту использования. Некоторые из субхарактеристик можно оценивать затратами труда и времени на их реализацию.

*Понятность* – свойство системы, обеспечивающее пользователю возможность определения степени пригодности ее для конкретных задач и имеющихся условий эксплуатации. Данная характеристика определяется качеством документации и первичными впечатлениями от системы в целом.

Понятность системы может быть охарактеризована четкостью функциональной концепции, широтой демонстрационных возможностей, полнотой и наглядностью представления в документации возможных функций, распознаваемостью модифицируемых параметров и адаптируемостью системы к конкретной среде и условиям применения пользователями.

*Простота использования* определяется возможностью и комфортностью эксплуатации и управления системой. Свойства изменяемости, адаптируемости и легкости установки могут быть предпосылками для простоты использования. Простота использования характеризуется управляемостью, устойчивостью к ошибкам и согласованностью с ожиданиями пользователя.

Эта субхарактеристика учитывает физические и психологические характеристики пользователей. Отражает уровень комфортности условий эксплуатации системы, которым присущи простота управления функциями системы и высокая информативность сообщений пользователю, наглядность и унифицированность управления экраном, а также доступность изменения функций в соответствии с квалификацией пользователя и числом операций, необходимых для запуска определенного задания и анализа результатов.

Кроме того, простота использования характеризуется рядом динамических параметров: временем ввода и отклика на задание, длительностью решения типовых задач, временем на регистрацию результатов.

*Изучаемость* характеризуется удобством изучения системы пользователем с целью ее применения. Она определяется трудоемкостью и длительностью подготовки пользователя к полноценной эксплуатации системы. Эти показатели зависят от возможности предварительного обучения и совершенствования в процессе эксплуатации, от возможностей оперативной помощи и подсказки при использовании системы, а также от полноты, доступности и удобства использования руководств и инструкций по эксплуатации.

Изучаемость может также характеризовать объем (число страниц) эксплуатационной документации и/или объем (Кбайт) электронных учебников.

*Привлекательность* – субъективное свойство системы «нравиться» пользователям. Оно связано с внешними атрибутами оформления системы и эксплуатационной документации, обуславливающими большую или меньшую его привлекательность для пользователя.

**Сопровождаемость** – приспособленность системы к модификации и изменению конфигурации. Изменения могут включать исправления, усовершенствования или адаптацию системы к изменениям в среде применения, а также в требованиях и функциональных спецификациях заказчика.

Простота и трудоемкость модификаций определяются внутренними характеристиками качества комплекса программ, которые отражаются на внешнем качестве и качестве в использовании, а также на сложности управления конфигурацией системы.

*Анализируемость* – способность системы к диагностике ее дефектов или причин отказов, а также к идентификации и выделению ее компонентов для модификации. Эта субхарактеристика зависит от стройности архитектуры, унифицированности интерфейсов, полноты и корректности технологической и эксплуатационной документации на систему.

*Изменяемость* – приспособленность системы к достаточно простой реализации специфицированных изменений и к управлению конфигурацией. Реализация модификаций включает кодирование, проектирование и документирование изменений, которые характеризуются определенной трудоемкостью и временем, связанным с исправлением дефектов и/или модернизацией функций, а также с изменением условий эксплуатации.

В оценках этой субхарактеристики учитываются влияние структуры, интерфейсов и технических особенностей системы и не рассматриваются воздействия крупных, принципиальных изменений ее функций.

Если систему должен модифицировать конечный пользователь, изменяемость может быть предпосылкой и частью простоты использования.

*Стабильность* – способность системы предотвращать и минимизировать непредвиденные негативные эффекты от ее изменений. Эта внутренняя субхарактеристика определяется архитектурой системы, унифицированностью интерфейсов, корректностью технологической документации и может существенно влиять на функциональную пригодность, надежность и адекватность поведения системы при использовании и усовершенствовании.

*Тестируемость* – способность системы обеспечивать простоту проверки изменений и приемки модифицированных компонентов программ. Оценки этой субхарактеристики зависят от четкости правил структурного построения компонентов и всего комплекса программ, унификации межмодульных и внешних интерфейсов, полноты и корректности технологической документации.

Возможность локализации изменений и унификация интерфейсов компонентов с некорректируемой частью системы позволяет сокращать сложность, трудоемкость и длительность их тестирования, упрощает подготовку тестов и анализ результатов.

В этой субхарактеристике отражаются в основном технические составляющие процесса тестирования модификаций без учета организационной и функциональной части их подготовки. Обобщенно ее можно оценивать затратами труда и времени на тестирование некоторых средних модификаций программ.

*Мобильность* – приспособленность системы к переносу из одной аппаратно-операционной среды в другую. Переносимость программ и данных на различные аппаратные и операционные платформы является важным свойством функциональной пригодности для многих современных систем, которое может оцениваться объемом, трудоемкостью и длительностью необходимых доработок компонентов системы и операций по адаптации, которые следует выполнить для обеспечения полноценного функционирования системы после переноса на иную платформу.

Мобильность должна быть заложена на уровне исходных текстов программ или на уровне объектного кода. Она зависит от структурированности и расширяемости

комплексов программ и данных, а также от дополнительных ресурсов, необходимых для реализации переносимости и модификации компонентов при их переносе.

*Адаптируемость* – способность системы к модификации для эксплуатации в различных аппаратных и операционных средах без применения других дополнительных действий или средств. Адаптируемость включает масштабируемость внутренних возможностей (например, экранных полей, размеров таблиц, объемов транзакций, форматов отчетов и т.д.). В случае адаптации системы конечным пользователем эта субхарактеристика может быть компонентом для определения простоты использования.

*Простота установки* – способность системы к простому внедрению (инсталляции) в указанной среде заказчика или пользователя. В случае установки системы конечным пользователем легкость (простота) установки может быть компонентом для определения удобства использования. Также как и адаптируемость данная характеристика может измеряться трудоемкостью и длительностью процедур установки, а также степенью удовлетворения требованиям заказчика и пользователей.

*Сосуществование (соответствие)* – способность системы сосуществовать и взаимодействовать с другими независимыми системами в общей вычислительной среде, разделяя общие ресурсы. Эта субхарактеристика зависит от степени стандартизации интерфейсов системы с операционной и аппаратной средой применения и может оцениваться экспертно.

*Замещаемость* – приспособленность системы к относительно простому использованию других различных компонентов вместо выделенных, подлежащих замене. Замещаемость не предполагает, что заменяемый компонент системы способен полностью изменить сущность рассматриваемой системы. Она может включать атрибуты как простоты установки, так и адаптируемости. Большую роль для этого свойства играют четкая структурированность архитектуры и стандартизация внутренних и внешних интерфейсов системы. Замещаемость характеризуется трудоемкостью и длительностью замены крупных компонентов системы.

Несмотря на то, что стандарт претендует на полноту анализа, то есть, рассматривает качество всего изделия ИС, предлагаемый авторами стандарта пример характеристик, по сути, затрагивает лишь качество ПО. Вместе с тем, необходимо заметить, что стандарт рассматривает критерии качества как со стороны руководства, конечного пользователя, так и разработчика (хотя и достаточно косвенно). Например, критерии качества с точки зрения разработчика: техническое качество работы (быстродействие, надежность), пригодность к сопровождению и развитию, устойчивость – полностью относятся к компетенции системы качества ПО.

Следует также отметить, что качество ИС связано и с «дефектами», заложенными на этапе проектирования и проявляющимися в процессе эксплуатации. Свойства ИС, в том числе и дефектологические, могут проявляться лишь во взаимодействии с внешней средой, включающей технические средства, персонал, информационное и программное окружение.

В зависимости от целей исследования и этапов жизненного цикла ИС дефектологические свойства разделяют на дефектогенность, дефектабельность и дефектоскопичность.

Дефектогенность определяется влиянием следующих факторов:

- численностью разработчиков ИС, их профессиональными психофизиологическими характеристиками;
- условиями и организацией процесса разработки ИС;

- характеристиками инструментальных средств и комплексов ИС;
- сложностью задач, решаемых ИС;
- степенью агрессивности внешней среды (потенциальной возможностью внешней среды вносить преднамеренные дефекты, например, воздействие вирусов).

Дефектабельность характеризует наличие дефектов ИС и определяется их количеством и местонахождением. Другими факторами, влияющими на дефектабельность, являются:

- структурно-конструктивные особенности ИС;
- интенсивность и характеристики ошибок, приводящих к дефектам.

Дефектоскопичность характеризует возможность проявления дефектов в виде отказов и сбоев в процессе отладки, испытаний или эксплуатации. На дефектоскопичность влияют:

- количество, типы и характер распределения дефектов;
- устойчивость ИС к проявлению дефектов;
- характеристики средств контроля и диагностики дефектов;
- квалификация обслуживающего персонала.

Стандартами рекомендуется, чтобы было предусмотрено измерение каждой характеристики качества ИС (или субхарактеристики) с точностью и определенностью, достаточной для установления критериев и выполнения сравнений, и чтобы эта точность обеспечивалась при измерении. Следует предусматривать нормы допустимых ошибок измерения, вызванных инструментами измерений и ошибками человека. Метрики, используемые для сравнений, должны быть утверждены и иметь точность, достаточную для выполнения надежных сравнений. Для этого требуется, чтобы измерения были объективны, воспроизводимы, и чтобы эмпирические измерения использовали интервальную или еще лучшую шкалу. Чтобы измерения были объективны, должна быть документирована и согласована процедура для присвоения числового значения или категории каждому атрибуту программного продукта. При эмпирических измерениях должны выполняться наблюдения или психометрически одобренные вопросники с применением номинальной, интервальной или порядковой шкалы. Процедуры измерений должны давать в результате одинаковые меры (с приемлемой устойчивостью), получаемые различными субъектами при выполнении одних и тех же измерений.

Для внутренних метрик целесообразно учитывать связь каждой из них с некоторым требуемым внешним критерием. Внутренняя мера конкретного атрибута ИС должна находиться в определенном соотношении с некоторым измеримым аспектом качества системы. Важно, чтобы измерения соответствовали значениям, совпадающим с нормальными, очевидными предположениями (например, если измерение показывает, что продукт имеет высокое качество, то этому должна соответствовать характеристика продукта, полностью удовлетворяющая конкретные потребности пользователя).

Выше отмечалось, что показатели качества систем с позиции возможности и точности их измерения можно разделить на три типа, особенности которых полезно уточнить для обеспечения их выбора.

К категорийно-описательным относятся показатели качества, которые характеризуются наибольшим разнообразием значений свойств ИС и наборов данных и охватывают весь спектр классов, назначений и функций современных ИС. Эти свойства можно сравнивать только в пределах однотипных систем и трудно упорядочивать по принципу предпочтительности. Среди стандартизированных показателей качества к

этому типу, прежде всего, относится функциональная пригодность, являющаяся самой важной и доминирующей характеристикой любых ИС.

Номенклатура и значения всех остальных показателей качества непосредственно определяются требуемыми функциями программного средства и в той или иной степени влияют на выполнение этих функций. Поэтому выбор функциональных возможностей системы, их подробное и максимально корректное описание являются исходными данными для установления всех остальных стандартизированных показателей качества.

К *количественным* стандартизированным показателям качества относятся достаточно достоверно и объективно измеряемые характеристики: надежность и эффективность. Значения этих характеристик обычно в наибольшей степени влияют на функциональные возможности и метрики в использовании системы. Поэтому выбор и обоснование требуемых их значений должны проводиться наиболее аккуратно и достоверно уже при системном проектировании ИС. Их субхарактеристики могут быть описаны упорядоченными шкалами объективно измеряемых значений, Требуемые численные величины которых могут быть установлены и выбраны заказчиками или пользователями системы.

Эти величины могут выбираться и фиксироваться в техническом задании или спецификации требований и сопровождаться методикой объективных, численных измерений при квалификационных испытаниях для сопоставления с требованиями. Для каждой из них может быть установлен допустимый разброс численных значений и требуемая точность измерений.

Показатели временной эффективности тесно связаны между собой и влияют на функциональную пригодность системы. Длительность решения основных задач, пропускная способность по числу их решений за некоторый интервал времени, длительность ожидания результатов (отклика) и некоторые другие характеристики динамики функционирования системы могут быть выбраны и установлены количественно в спецификациях требований заказчиком. Эта субхарактеристика не всегда может быть выбрана и достаточно точно зафиксирована на начальных этапах разработки, но она может количественно измеряться и последовательно уточняться в жизненном цикле системы.

Используемость ресурсов ЭВМ, если она не достигает критических значений, когда некоторого ресурса становится недостаточно, менее существенно влияет на функциональную пригодность системы. Однако избыток ресурсов снижает экономическую эффективность ИС и должен сохраняться в минимальной степени. Выбор и количественное измерение степени использования различных ресурсов ЭВМ может значительно влиять на изменение функциональной пригодности системы.

Группа *качественных* стандартизированных показателей включает практичность, сопровождаемость и мобильность. Эти характеристики ИС трудно полностью описать измеряемыми количественными значениями и их субхарактеристики в основном имеют описательный, качественный вид.

В зависимости от функционального назначения ИС экспертно по согласованию с заказчиком можно определять степень необходимости этих свойств и базисные значения их атрибутов в жизненном цикле конкретной системы. Например, не всегда может предусматриваться требование мобильности программ при их переносе на иные операционные и аппаратные платформы и производиться выбор и оценка соответствующих субхарактеристик.

Сопровождаемость может быть определена как неполная замена системы на вновь разработанные версии и тем самым сливаться с процессами разработки или осуществляться как непрерывная поддержка множества пользователей консультациями, а также адаптациями и корректировками программ. При этом может быть определена трудоемкость процессов сопровождения, которая используется как обобщенная качественная характеристика при выборе и установлении требований к этому показателю качества.

В зависимости от функции различаются и трудоемкость процессов сопровождения, которая может использоваться как обобщенная качественная характеристика при выборе и установлении требований к этому показателю качества. Соответственно качественно могут быть установлены субхарактеристики сопровождаемости и описаны требуемые их свойства.

Практичность наиболее тесно связана с функциональной пригодностью. Обобщенно этот показатель можно отразить трудоемкостью и длительностью, которые необходимы для изучения и полного освоения функций и технологии применения соответствующей системы.

Каждая из субхарактеристик практичности имеет ряд качественных атрибутов, которые отмечены выше. Эти показатели могут выбираться и оцениваться экспертно с учетом функционального назначения информационной системы, а также надежности и ресурсной эффективности комплекса программ.

Процессы выбора и установления метрик и шкал для описания показателей качества системы можно разделить на два этапа:

1) выбор и обоснование набора исходных данных, характеризующих общие особенности и область применения системы, а также этапы жизненного цикла проектирования системы, каждый из которых влияет на определенные характеристики качества комплекса программ;

2) выбор, установление и утверждение конкретных метрик и шкал измерения показателей качества проекта для их последующего оценивания и сопоставления с требованиями в процессе квалификационных испытаний или сертификации на определенных этапах жизненного цикла АСОИУ.

На *первом этапе* в качестве основы следует использовать всю базовую номенклатуру характеристик и субхарактеристик, стандартизированных в ISO 9126-1-4. Их описания желательно предварительно упорядочить по приоритетам с учетом сферы применения проекта системы. Далее необходимо выделить и ранжировать по приоритетам потребителей, которым необходимы определенные показатели качества конкретного проекта системы с учетом их специализации и профессиональных интересов.

Широкая номенклатура характеристик, представленная в стандарте ISO 9126-1-4, поддерживает разнообразные требования, из которых следует выбирать необходимые с позиции потребителей этих данных. Среди потребителей, для которых необходим выбор и установление показателей качества программных средств, выделяются:

1) пользователи или подразделения предприятий-пользователей, предпочитающие оценивать качество и пригодность системы, используя реализуемый набор функций и обобщенные метрики качества, важные при использовании;

2) заказчики, требующие производить оценивание системы, прежде всего, по значениям показателей, определяющих общую сферу применения системы (функциональные возможности, надежность, практичность и эффективность), и заданных в спецификации требований;

3) коллектив специалистов, сопровождающий систему и устанавливающий приоритеты оценок на основе метрик сопровождаемости, обычно независимо от функционального назначения;

4) лица, ответственные за реализацию системы в различных аппаратных и операционных средах, оценивающие систему с использованием метрик мобильности;

5) разработчики, технологи-инструментальщики и специалисты системы качества, поддерживающие жизненный цикл системы, отдающие приоритет значениям внутренних метрик каждой характеристики качества.

Первые две группы потребителей заинтересованы в установлении внешних показателей качества в процессе использования конечного, готового программного продукта. Для этих потребителей при выборе важно выделить и по возможности формализовать внешние, эксплуатационные характеристики и метрики программного средства на завершающих этапах жизненного цикла системы. Эти данные должны быть формализованы в контракте, техническом задании и спецификации требований заказчика, согласованных с разработчиками. Внутренние метрики качества для них являются второстепенными.

Для остальных трех групп потребителей важными являются характеристики системы на промежуточных этапах ЖЦ, на которых проявляются в основном внутренние, технологические свойства комплекса программ. Эти характеристики качества ИС могут интересовать заказчика и требовать с его стороны формализации постольку, поскольку они обеспечивают качество конечного продукта при применении. Они должны формализоваться для осуществления контроля в соответствии с принятой на данном предприятии системой качества, а также для технологического обеспечения качества в течение всего ЖЦ системы. Их можно не представлять в составе эксплуатационной документации для пользователей и отражать только в технологической документации разработчиков, специалистов по сопровождению и переносу программ и данных, а также предоставлять заказчикам по специальному запросу.

Приоритеты потребителей при выборе показателей качества отражаются не только на выделении важнейших для них критериев и ранжировании характеристик, но также на исключении из анализа некоторых показателей качества, которые для данного потребителя не имеют значения.

Подготовка исходных данных завершается выделением номенклатуры базовых, приоритетных показателей качества, определяющих функциональную пригодность системы для определенных потребителей.

Среди важнейших показателей качества, которые необходимо установить и формализовать в исходных данных, чаще всего являются функциональные возможности для соответствующей сферы применения системы. Эта характеристика и ее субхарактеристики, с учетом особенностей потребителей, доминируют в последующем выборе показателей для определения качества ИС для конкретного потребителя.

На *втором этапе* после фиксирования исходных данных, которое должен выполнить потребитель, процессы выбора номенклатуры и метрик начинаются с ранжирования характеристик и субхарактеристик для конкретного проекта. Этот анализ должны проводить специалисты, обеспечивающие ЖЦ комплекса программ и реализацию установленных показателей качества совместно с заказчиком и пользователями.

Далее этими специалистами для каждого из отобранных показателей должна быть согласована и установлена метрика и шкала оценок субхарактеристик и их атрибутов для проекта и потребителя результатов анализа. Там, где возможны количественные измерения или оценки качества, кроме номинальных, требуемых значений может потребоваться выбор и установление допусков на отклонения от величин, требуемых спецификациями.

Для показателей, представляемых качественными признаками, желательно определить и зафиксировать в спецификациях описания условий, при которых следует считать, что данная характеристика реализуется в системе.

Выбранные значения характеристик качества и их атрибутов должны быть предварительно проверены разработчиками на их реализуемость с учетом доступных ресурсов конкретного проекта и при необходимости откорректированы.

Результаты анализа и выбора номенклатуры и метрик характеристик качества проекта системы должны быть документированы в спецификациях требований, согласованы с их потребителями и утверждены заказчиком проекта.



Несмотря на то, что стандарт ISO серии 9000 стал одной из первых моделей качества и до сих пор сертификаты ISO серии 9000 сохраняют неизменную популярность и признаются во всем мире, время не стоит на месте, и методики, положенные в основу стандартов серии ISO 9000, постепенно устаревают. Выделим наиболее существенные недостатки:

- недостаточная подробность стандарта, возможность самых различных его толкований в зависимости от представлений аудитора;
- неточность оценки качества процессов, задействованных при создании и внедрении программного обеспечения;

· отсутствие в стандарте механизмов, способствующих улучшению существующих процессов.

В настоящее время не существует стандартов, полностью удовлетворяющих оценке качества ИС. В западноевропейских странах имеется ряд стандартов, определяющих основы сертификации программных систем. Стандарт Великобритании (BS750) описывает структурные построения программных систем, при соблюдении которых может быть получен документ, гарантирующий качество на государственном уровне. Имеется международный аналог указанного стандарта (ISO9000) и аналог для стран-членов НАТО (AQAPI). Существующая в нашей стране система нормативно-технических документов относит программное обеспечение к "продукции производственно-технического назначения", которая рассматривается как материальный объект. Однако программное обеспечение является скорее абстрактной нематериальной сферой. Существующие ГОСТы (например, ГОСТ 28195-89 "Оценка качества программных средств. Общие положения") явно устарели и являются неполными.

Перечисленные выше проблемы заставили экспертов разрабатывать более совершенные решения в области обеспечения качества, что привело к созданию в начале 90-х годов целого ряда новых стандартов и методологий. Опишем два наиболее удачных и содержательных стандарта – Capability Maturity Model (CMM) и ISO/IEC 15504 (SPICE). Существуют и другие достаточно развитые методологии.

**Стандарт TickIT** – национальный (британский), получил достаточно широкую известность. Это отраслевой стандарт, который регламентирует требования к системе качества для организаций разработчиков ИТ и базируется на модели ISO 9001:94. В отличие от модели ISO 9001, которая регламентирует "что необходимо сделать", разработчики данного стандарта попытались ответить на вопрос "как" можно выполнить требования, определенные в ISO 9001. TickIT объединяет в себе модель ISO 9001 с набором рекомендательных стандартов ISO 12207 и ISO 9000-3.

**Стандарты SEI SW-CMM** (Capability Maturity Model – модель зрелости процессов создания ПО) содержат очень интересный подход к улучшению внутренних процессов разработки программного обеспечения, который определен в модели CMM. В основу модели SEI SW-CMM (также как и в основу стандартов ISO серии 9000) положена теория TQM (Total Quality Management - философия всеобщего управления качеством, или концепция всеобщего качества). Теория TQM основывается на постепенном улучшении внутренних производственных процессов за счет множества небольших внедряемых в компании улучшений. Однако модели ISO и CMM несколько различаются в своих подходах к построению самосовершенствующихся систем управления качеством и улучшению производственных процессов.

В отличие от модели ISO, где для того, чтобы соответствовать требованиям, необходимо продемонстрировать 100%-ное соответствие модели (и только оно позволяет компании самосовершенствоваться), в модели SEI SW-CMM предусмотрен поэтапный подход к построению системы совершенствования процессов. Для достижения этой цели разработчики стандарта CMM определили пять уровней, которые должна пройти организация для того, чтобы достичь основной цели - повышения эффективности функционирования процессов компании и, как следствие, улучшения качества результатов производственных процессов и разрабатываемого программного обеспечения.

**Стандарты Project Management.** Управление проектами - это приложение знаний, опыта, методов и средств к работам проекта для удовлетворения требований,

предъявляемых к проекту, и ожиданий участников проекта. Чтобы удовлетворить эти требования и ожидания, необходимо найти оптимальное сочетание между целями, сроками, затратами, качеством и другими характеристиками проекта.

176 комитет ISO разработал рекомендательный стандарт ISO 10006 "Менеджмент качества. Руководство качеством при управлении проектами", который определяет основные подходы к управлению проектами и определяет его место в модели обеспечения качеством. Авторы стандартов ISO серии 9000 определяют процесс управления проектами как часть системы менеджмента качества. С другой стороны, возможен и противоположный взгляд (которого придерживаются оппоненты стандартов ISO серии 9000), согласно которому менеджмент качества является одной из составных частей системы управления проектами.

Основной упор в стандарте сделан на принцип эффективности проектирования оптимального процесса и контроля этого процесса, чем контроля конечного результата.

В этой серии стандартов процессы сгруппированы в две категории:

- процессы, связанные с продуктом проекта, то есть те процессы, которые касаются исключительно продукта проекта, такие как проектирование, производство, проверка. Описанию последних посвящен стандарт ИСО 9004-1.

- процессы управления проектом, которым посвящен стандарт ИСО 10006.

ИСО 10006 представлен десятью группами процессов управления проектом.

- Первая группа представляет процесс разработки стратегии, который фокусирует проект на удовлетворение потребностей заказчика и определяет направление хода работ проекта.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Стандарты ГОСТ.
2. Стандарты ГОСТ Р НД.
3. Стандарты ПНДФ.
4. Стандарты СанПиН
5. Стандарты МУК.
6. Стандарты МУ.
7. Стандарты РД.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
2. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

#### *Дополнительная*

1. **Маринченко, А. В.** Экология: учебное пособие / А. В. Маринченко. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Дашков и К, 2009. - 328 с. - ISBN 978-5-91131-910-6
2. **Хван, Т. А.** Экология. Основы рационального природопользования [Электронный ресурс] : учебник для вузов и сузов / Т. А. Хван, М. В. Шинкина; СГАУ. - 5-е изд. - Электрон. текстовые дан. - М. : Юрайт, 2011. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - (Учебник для вузов.

Электронная версия). - ISBN 978-5-9916-1283-8

## Лекция 15

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПО БИОИНДИКАТОРАМ И ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

### 15.1 Понятие индикации

Элемент индикации - устройство, преобразующее сигналы различной физической природы (электрические, механические, химические и т. п.) в визуальную информацию в форме, наиболее пригодной для зрительного восприятия человеком и удовлетворяющей целям и задачам его деятельности. По своему значению понятие Э. и. близко к понятиями визуальный индикатор, визуальное средство отображения информации. В качестве элемента индикации используются: лампы накаливания, оптико-механические проекционные приборы, различные газоразрядные и электролюминесцентные индикаторы, ЭЛТ, полупроводниковые светодиоды, индикаторы на жидких кристаллах, лазерные индикаторы и т. п. Основными инженерно-психологическими характеристиками, позволяющими сравнивать друг с другом элементы индикации различных типов, являются: набор индицируемых символов, форма и размеры знаков, их яркость и цвет свечения, угол обзора. Большое значение имеют и технические характеристики элементов индикации.

### 15.2 Биологические индикаторы загрязнения окружающей среды

Биоиндикаторы - организмы, которые реагируют на загрязнение окружающей среды изменением видимых признаков, что позволяет прогнозировать ситуацию с загрязнением на основе измерения этих изменений. Растения - биоиндикаторы, как указывает Л.Г. Фельдман (1993 г.), находят применение, прежде всего при контроле загрязнения воздуха. Животные - биоиндикаторы используются чаще всего для наблюдения за качеством вод. В различных странах, например в Германии, использование биоиндикаторов (а именно различные виды рыб) при оценке загрязненности вод предписано законом.

Существуют различные методы воздушно-гигиенического контроля с помощью биоиндикаторов: фитоценологическое картирование, экспозиция растений-индикаторов, характеристика критериев повреждений живых биоиндикаторов и другие.

На протяжении истории человеческого общества люди научились не только наблюдать за изменением в поведении различных представителей животного мира, но и широко использовать их особенности для предсказания погоды, характеристики окружающей среды, надвигающихся природных катастроф. В последние годы животные - биоиндикаторы используются в экспериментальной и производственной деятельности.

Тест-объектами являются водные животные - инфузория туфелька (*Paramecium caudatum*), гидра (*Pelmatohydra oligactis*), рыбы гуппи (*Poecilia reticulata*) и золотая рыбка (*Carassius auratus auratus*), личинки остромордой (*Rana arvalis*) и озерной (*Ranaridibunda*) лягушек.

#### 15.2.1 Использование рыб как биоиндикаторов водной среды

В Японии стартовал эксперимент, в ходе которого декоративные рисовые рыбки, которых многие держат в домашних аквариумах, будут использоваться для определения угрозы терактов на водозаборных станциях. Плавающие разведчики смогут оперативно доложить «куда следует» об изменении химического состава воды - пусть даже для этого им придется жертвовать жизнью. Испытание нового «оружия» против террористов, которые не раз пытались отравить питьевую воду и уничтожить таким образом множество людей, начались в Токио, Бледно-оранжевых рыбок, длина которых не превышает пяти сантиметров, японские ученые выпустили в водохранилища двух водозаборных станций. По словам специалистов, рисовая рыбка чутко реагирует на появление в воде посторонних примесей. Почуввав неладное, она всплывает ближе к поверхности или сразу погибает. Японцы предлагают использовать эти живые индикаторы, так как это экономически выгодно. Фильтры, устанавливаемые для контроля состава воды, обходятся слишком дорого и сложны в обращении. Аквариумные же рыбки не только дешевы, но и работают гораздо быстрее - изменение состава воды сказывается на их самочувствии уже через два часа, в то время как автоматическое оборудование подает сигнал тревоги лишь через пятнадцать (Е.И. Коневецкая, 2004г).

Учёные создают первых мутантов, которые будут служить человеку. Это генетически изменённые безмолвные рыбы, которые в ближайшем будущем будут использоваться как термометры и лакмусовые бумажки. Исследователи отделения биологических наук Национального университета Сингапура выводят новый вид рыбы-зебры, которая будет реагировать на загрязнение воды изменением цвета чешуи.

Группа биологов под руководством профессора Жияна Гонга намерена вывести разновидность рыбы-зебры с помощью методов геной инженерии.

Рыба, меняющая цвет в зависимости от содержания в воде вредных примесей, может принести своим создателям значительную прибыль, поскольку она может стать более дешёвой и простой альтернативой нынешним индикаторам загрязнения воды.

Как следует из названия, у рыбы-зебры полосатая чешуя - чёрные полосы перемежаются серебристыми. В результате генетических манипуляций биологи вывели несколько особей, которые флуоресцируют зелёным или красным светом. Учёные извлекли флуоресцентные гены из тела медузы и ввели их в икру рыбы-зебры. Агенты генов (gene promoters) медузы играют роль "выключателей" - под действием той или иной среды они могут активизировать окрас различных тканей рыбы. На сегодняшний день исследователям удалось выделить два типа агентов генов рыбы-зебры - отвечающий за выработку эстрогена (estrogen-inducible promoter) и отвечающий за устойчивость к стрессам (stress-responsive promoter). Рыба-зебра с изменённой геной структурой будет реагировать флуоресцентным свечением на присутствие в воде химикалий, подобных эстрогену, через estrogen-inducible promoter, а на наличие тяжёлых металлов и токсинов - через stress-responsive promoter. Таким образом, рыба немедленно "окрасится" в цвет, соответствующий составу окружающей водной среды. Пока учёные добились "воспроизведения" рыбой только двух цветов - красного и зелёного, но профессор Гонг считает, что в дальнейшем количество цветов можно увеличить до пяти, причём каждый цвет будет указывать на специфическое загрязнение. При использовании такой рыбы вредные примеси могут быть обнаружены в воде невооружённым глазом. Кроме того, популяция рыб-зебр весьма многочисленна, что говорит о её низкой стоимости и высокой воспроизводимости популяции. Все эти факторы делают генетически изменённую рыбу-зебру едва ли не идеальным индикатором. Оппоненты профессора Гонга считают, что "генетические сигналы на

молекулярном уровне, например, изменение цвета рыбы - это просто повод для химического анализа, поскольку таким "индикатором" невозможно определить ни количество вредных веществ, ни их концентрацию. Это просто сигнал о том, что превышен некий уровень какого-то вещества в определённом участке биологического организма". Дональд Баирд (2003г.), исследователь из шотландского университета Стерлинга, уверен, что наиболее разумный подход - это работа с группами генов, которая даёт возможность одновременно обнаруживать широкий диапазон загрязнителей. По его мнению, это более дешёвый и менее разрушительный способ анализа среды. Тем временем, "участь" рыбы-зебры может постигнуть и золотых рыбок (goldfish), так как они также могут быть генетически программируемыми и демонстрировать различные флуоресцентные цвета. Более того, исследователи намерены вывести рыбу, которая меняла бы цвет в зависимости от температуры воды, то есть собираются использовать генетически изменённую флуоресцентную рыбу в качестве термометра.

Концепция живого "стража окружающей среды" не нова - использовать в качестве индикаторов загрязнения живых существ предлагалось давно. Но как доказывают многие ученые, генетически изменённая рыба представляет существенную угрозу для живой природы и может привести к исчезновению "исходной" популяции. Энн Капуссински, профессор Института социальной, экономической и экологической поддержки (ISEES) Университета Миннесоты, также считает, что необходимо провести дополнительные исследования, чтобы оценить потенциальный риск выпуска рыбы-мутанта. "В некоторых видах рыбы меняют цвет с целью привлечь особей другого пола, чтобы произвести потомство, - рассказывает профессор Капуссински. - Генетические изменения в цвете особей могут нарушить и этот хрупкий механизм, что также приведёт к сокращению, а то и гибели того или иного вида"(2004 г.). Существуют и другие виды рыб, с помощью которых можно оценить степень загрязнения окружающей среды, осуществлять постоянный контроль ее качества и изменений. Например, зеркальный карп и золотая рыбка становятся беспокойными при наличии в воде стоков нефтяной и химической промышленности. Высокая чувствительность щуки к загрязнению делает ее надежным индикатором состояния питьевой воды. Индикаторами чистоты водоема могут служить подкаменщик сибирский и форель.

### **15.2.2 Использование дождевых червей как биоиндикаторов тяжелых металлов**

Британские ученые предложили использовать дождевых червей в качестве биоиндикаторов для выявления следов тяжелых металлов в почве. Тревор Пирс из университета Ланкастера и его коллеги обнаружили в районе бывшего мышьякового рудника окрашенных в ярко-желтый цвет, но во всех прочих отношениях вполне здоровых дождевых червей. Исследования показали, что необычная окраска вызвана повышением содержания мышьяка в их пище. Оказалось, что и многие другие тяжелые металлы приводят к изменению цвета дождевых червей: так свинец делает их черными, а цинк - почти прозрачными. Благодаря этой особенности черви могут служить надежными биодетекторами загрязнения почвы. Более того, по мнению Пирса (2002 г.), достаточно большая колония червей - вместе с резистентными к тяжелым металлам растениями - способна эффективно очистить почву от вредных веществ.

### **15.2.3 Ракообразные - индикаторы загрязнения**

При контроле за качеством сбросных вод большое значение имеют данные о применяемых пестицидах, их стойкости в водной среде и биологической активности.

Вот уже несколько лет с ранней весны до осени на азовских лиманах проводят исследования ученые Всесоюзного научно-исследовательского института природы и заповедного дела. Здесь они совместно со специалистами ВНИИ риса анализируют состав воды рисовых чеков, сбросных каналов и самих лиманов. Контрольные исследования проводятся разными методами. Рисоводы определяют качество воды с помощью гидрохимических анализов. Природоведы - методом биотестирования.

Первые берут пробы воды и затем в течение довольно длительного времени на сложном лабораторном оборудовании определяют химический состав сбросных вод. Вторые же все исследования проводят с использованием живых организмов. Делается это так. В колбы набирается вода из различных источников. Затем туда выпускают дафний и наблюдают за их поведением. В первой колбе дафнии погибли через несколько мгновений. Вода, взятая из отстойника коллектора, оказалась сильно загрязненной. Во второй - живые организмы просуществовали только 24 часа. Эта проба воды взята из рисовых чеков одного из рыбоводческих хозяйств. В третьей колбе, в воде, взятой из сбросного канала, рачки жили 48 часов. И только в последней колбе с дафниями как будто бы ничего не произошло даже после 96-часового обитания в исследуемой воде из Курчанского лимана Азовского моря. Но ученые при этом заметили необычное поведение дафний. Периоды активного их движения сменялись неподвижным состоянием, явно ненормальным было и потомство дафний. Данный эксперимент показывает различные степени загрязнения вод, сбрасываемых с рисовых полей. Полученные данные используются в разработке автоматизированных устройств для регистрации токсичности водной среды. В Белгородской обл. проводили биотестирование с помощью *Daphnia magna* природных источников питьевой воды (родников). Основными оценочными показателями являлись: выживаемость, плодовитость, рост в ряду поколений, общая численность популяций. Исследование хронической токсичности с помощью дафнии показали, что из 9 изученных источников 6 имеют воду хорошего качества, остальные 3 следует оценивать как непригодные для питья (Огрель Л.Ю., Шевцова Р.Г., 2002 г.).

Дафнии - это только один из множества живых организмов, которые сейчас используются для биотестирования. Известно, например, что речные улитки накапливают присутствующий в воде марганец и свинец, в теле хищного жука-гладыша накапливается цинк, а жук-плавунец отдает предпочтение меди. Другой пример использования живого существа в качестве детектора-индикатора загрязнения - эксперименты с крабом-подковой (*horseshoe crab*). В 50-е годы ученые одной фармацевтической компании обнаружили, что при контакте с бактериями его кровь сворачивается. На ракообразное началась охота. Препараты, приготовленные из крови краба, использовались для проверки чистоты стерилизованного медицинского оборудования. На добыче краба-подковы предприимчивые фармацевты заработали более \$50 миллионов. В результате планомерного уничтожения возникла опасность исчезновения этого вида краба. И лишь в 2000 году профессора Национального университета Сингапура (NUS) Хо Бау и Динг Джек Линг (Ding Jeak Ling) - успешно клонировали ферменты крови краба-подковы, создав, таким образом, искусственную копию одного из самых чувствительных к токсинам природных "датчиков". Дело в том, что естественная среда обитания краба-подковы - это самые загрязнённые водоёмы мира, в которых он выживает, благодаря наличию антитоксинов в крови. Краба оставили в покое, а учёные получили множество наград и премий за своё открытие.

Своим достижением в генной инженерии ученые создали редкую в науке ситуацию "победы победы" (win-win situation) - научного открытия, от которого выиграли оба: и человек, и - в данном случае - ракообразное.

#### **15.2.4 Использование Простейших, Кишечнополостных, Моллюсков как индикаторов состояния воды**

Довольно широко используется метод биотестирования воды по хемотоксической реакции парамидий. Он основан на способности подвижных организмов (простейших) перемещаться в направлении к источнику или от источника химического стимулирования (хемотаксис). Последний имеет место только при наличии определенной концентрации химических веществ. В противном случае движение микроорганизмов носит хаотический характер, и они распределены в жидкости произвольно. Парамедия каудатум относится к классу Ресничных инфузорий. Это наиболее сложно устроенные простейшие, очень чувствительные к изменениям химического состава среды. Инфузория тетрахимена пириформиа относится к классу Ресничные инфузории. Она очень чувствительна к незначительным концентрациям загрязнений, попадающих в водные системы. Короткий жизненный цикл развития инфузорий дает возможность быстро выявить характер действия токсикантов. Простота культивирования, доступность проведения исследований позволяет использовать этот тест- объект не только в лабораторных, но и полевых условиях. Показателем токсичности используемой пробы является подавление скорости прироста клеток инфузорий и их гибели. Особенности строения гидры пресноводной, ее повышенная чувствительность к раздражимости, в связи с многочисленными нервными клетками, позволяют использовать ее в качестве биотестера свойств сточной воды и провести оценку степени поступления в нее токсичных соединений. Целый ряд методов оценки токсичности сточной воды основаны на регистрации эффектов действия токсикантов. Особое внимание заслуживают гидробионты - фильтраторы, к которым относятся двустворчатые моллюски. Организмы данной группы прокачивают через фильтрующий аппарат значительное количество воды и поэтому требовательны к ее качеству. Присутствие в воде биологически вредных примесей, вызывает серию адаптивных реакций, предотвращающих, либо замедляющих, дальнейшую интоксикацию. Снижение интенсивности фильтрации воды или ее полное прекращение является реакцией, типичной для фильтраторов. Эта реакция используется в качестве тестовой, свидетельствующей о повышенном содержании токсикантов в исследуемой воде.

#### **15.2.5 Птицы и насекомые - индикаторы биологического разнообразия**

Исследователи полагают, что исчезновение популяций насекомых и птиц это реальные признаки потери биологического разнообразия. Кроме того, они считают, что их популяции являются отличными индикаторами общего благополучия природной среды. Насекомые представляют собой важную составную часть фауны и являются отражением сложности среды и биологического разнообразия в целом. Они принимают участие в огромном количестве экологических процессов, гарантирующих защиту экосистем. Защита насекомых может проявляться через охрану среды их существования, так как они играют очень значительную роль в защите окружающей среды. Среди насекомых очень известными и выделяющимися считаются такие разновидности, как пчелы, бабочки и божьи коровки. Пчелы, садясь на цветы,

обеспечивают их опыление, божьи коровки освобождают поля от тли, а бабочки являются украшением природы. К несчастью, многие виды находятся на грани исчезновения, согласно исследованиям, опубликованным CORDIS, показатель угасания бабочек изменяется в зависимости от зоны их обитания, в общем он оценивается в 11 % за последние 25 лет. Несколько лет назад ученые сообщили, что один из каждых восьми видов птиц в мире находится под угрозой. В числе районов с самым большим количеством исчезающих видов находятся: атлантическое побережье Бразилии, Гималаи, остров Мадагаскар, а также архипелаги Юго-Восточной Азии.

### 15.2.6 Животные - живые барометры окружающей среды

#### *Живые сейсмологи природы*

Поведение животных часто показывает на изменения, которые происходят в окружающей среде. Например, скальные ящерицы и желтопузики, как правило, греются на солнышке на удалении 20-25 метров друг от друга, вблизи своих жилищ. Но иногда, что-то заставляет рептилий покинуть свои убежища, и тогда желтопузики встречаются чуть ли не на каждом шагу... С древности у жителей сейсмически активных регионов планеты есть свои приметы, предупреждающие о приближении землетрясения. Одной из самых загадочных, но безошибочных считается поведение рептилий. В 1975 году из провинции Ляонин (Китай) стали поступать сообщения о массовых случаях замерзания змей и ящериц на снегу. Якобы, узнав об этом, Мао Цзэдун заметил: "Мой дед говорил: если увидишь на снегу замерзшую змею, то скоро случится землетрясение". В течение суток миллионный город был эвакуирован, а спустя еще некоторое время произошло знаменитое хайчэнское землетрясение. Крымским сейсмологам также удавалось предсказывать землетрясения по поведению ящериц. 5 октября 1984 года ящерицы выползли из своих нор, несмотря на темное время суток и низкую температуру. Через час после этого были зафиксированы подземные толчки в районе ялтинского побережья.

Еще один случай: 26 июня 1986 года удалось предсказать слабые колебания земной коры. В этот день шел дождь, тем не менее ящерицы были активны и не прятались, как обычно, в укрытия. Еще одной удачей биосейсмологов было спрогнозированное в 1984 году в ночь с 4 на 5 июля четырехбалльное землетрясение в акватории Черного моря. В течение трех часов жители Ялты почувствовали 15 подземных толчков, к которым были готовы благодаря вовремя сделанному биопрогнозу. Ученые из Никитского ботанического сада, расположенного в Ялте, выяснили, что же лежит в основе "змеиного инстинкта". В результате исследований были найдены биологические механизмы, которые позволяют рептилиям предчувствовать землетрясения. "Ящерицы как наиболее древние представители фауны обладают сильной реакцией на воздействие геомагнитных и электромагнитных полей, это объясняется тем, что у ящериц нервная система отличается от нервной системы других животных" (С. Шарыгин, 2001г). По словам ученого, у рептилий есть так называемый париетальный орган, или "третий глаз". Этот орган располагается на конце промежуточного мозга, рядом с эпифизом, который регулирует нервную систему. Интересно то, что у ящериц он выходит наружу через специальное отверстие, в отличие от змей, у которых данный орган располагается внутри черепа.

Длительные наблюдения позволили ученым сделать вывод о том, что "третий глаз" способен "видеть" низкочастотные магнитные поля, предвещающие сейсмическую активность. На биополигоне был проведен эксперимент, подтвердивший выводы

ученых. Несколько ящериц подвергли воздействию высокочастотных электромагнитных полей большой интенсивности, спустя несколько дней подопытные животные погибли. Тогда на ящериц стали воздействовать низкочастотными полями. Это вызвало у рептилий повышенную активность. Ящерицы вели себя так, как обычно ведут себя в природе перед подземными толчками: они пытались выбраться из вольера, быстро перебежали с места на место и проявляли явное беспокойство.

Однако результаты опытов поставили биологов перед сложной задачей - как суметь отделить помехи, возникающие при сильных магнитных бурях, от сигналов - предвестников землетрясений. Тогда на территории полигона установили магнитометры, которые определяли силу геомагнитного возмущения, так называемый планетарный магнитный индекс. Нормальному состоянию магнитного поля Земли соответствует индекс 0,5. Если же его значение превышает единицу, то рептилии это чувствуют и активность их повышается, но не настолько, чтобы делать выводы о надвигающейся угрозе. "Часто я вижу, как мои питомцы вылезают из нор и объединяются в группы. Например, появление желтопузиков на поверхности в дождливую погоду нехарактерно - они предпочитают греться на солнышке. Такое отклонение может быть вызвано магнитной бурей", - рассказывает ученый Никитского ботанического сада Сергей Шарыгин, - А вот когда стрелки приборов приближаются к отметке "два" и обитатели полигона покидают свои убежища, тогда жди беды». По мнению биологов, рептилии в отличие от приборов никогда не ошибаются в своих прогнозах. За счет строения нервной системы, которая досталась им от древних сородичей, ящерицы - наиболее чувствительные биологические индикаторы. Они могут определять приближающееся землетрясение в радиусе до ста километров от его эпицентра. Когда в 1990 году в Судаке было шестибалльное землетрясение, ученые наблюдали аномальное поведение ящериц на расстоянии 40 километров от эпицентра. По словам очевидцев, рептилии буквально ковром застилали поверхность земли и располагались на вертикальных поверхностях скал и камней. Вертикальное положение помогает им справиться с напряженностью и направленностью геомагнитного поля. Таким образом, они пытаются снизить воздействие поступающего перед толчками сигнала. Сотрудники Карадагской геостанции говорят, что после того как собрана вся информация по всем признакам - и электромагнитным, и геофизическим, и сейсмологическим, и биологическим, - можно объявлять тревогу. На их памяти были случаи, когда поведение желтопузиков предвещало социальные и политические катаклизмы. Вообще накануне любых важных мероприятий в Крыму там собирается экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений, на котором присутствует и директор ялтинского полигона С. Шарыгин. Он дает рекомендации по результатам наблюдений за "живыми индикаторами". С помощью своих питомцев биосейсмологи научились прогнозировать силу подземных толчков, масштабы и район сейсмической активности, но теперь им предстоит предсказать время землетрясения. Известно только то, что биологические индикаторы могут срабатывать как за несколько часов, так и за несколько дней до начала бедствия. Чем продолжительнее срок активности животных, тем сильнее и разрушительнее будут колебания земной поверхности. Зимой рептилии засыпают и их сейсмочувствительность притупляется. Но если в период холодов ящерицы выползают на снег, то это предвестник самого грозного бедствия.

Успехи в прогнозировании землетрясений пока сравнительно невелики. Но люди давно замечали, что подземным толчкам нередко предшествовало необычное поведение домашних и диких животных: дикие утрачивали обычный страх перед

человеком и появлялись близ селений или даже прямо в них, а домашние становились беспокойными, непослушными, стремились покинуть помещения. Да и организм человека тоже "замечает" какие-то изменения во внешней среде: статистика вызовов "скорой помощи" отразила рост числа сердечно-сосудистых заболеваний среди жителей Ташкента и Спитака перед сейсмической катастрофой. Теория биологического предсказания землетрясений пока не создана, но некоторые подходы уже обозначены. Возможно, животные реагируют на повышение выделения из земной коры газов (углекислого газа, метана и других углеводородов, радона, водорода, сернистых соединений и т. д.), на инфразвуки, усиление напряженности электромагнитных полей и другие изменения во внешней среде, которые человек если и чувствует, то не осознает. Эти изменения, нарастающие перед землетрясением, могут восприниматься живыми системами как сигналы об опасности.

#### *Уникальные способности синантропных животных*

В номерах журнала "Наука и жизнь" за 1998 год А. Горбовский описывает ситуации, в которых животные проявили необычные способности в период Второй мировой войны, предупреждая о налетах вражеской авиации раньше, чем это могли сделать люди с помощью радаров; называет множество интригующих случаев, когда поведение животных могло служить предвестником разрушительных землетрясений. О способности крыс предвидеть заранее будущие несчастья знали еще древние". Если не отрываться от реальных фактов, то они таковы: крысы (серая и черная) - давние спутники человека в обживании Земли, типичные синантропные животные, которые следовали за человеком почти всюду, расселяясь с ним и выживая за его счет. Крысы поселялись на судах, особенно в этом преуспела черная крыса. Они всегда занимали самые укромные, труднодоступные места. Обитая в трюме, эти зверьки нередко раньше, чем моряки, обнаруживали аварийные ситуации, угрожавшие их благополучию. Для них гибель судна столь же опасна, как и для людей. Если в трюме появлялась вода или начинал самовозгораться груз, крысы бежали, оповещая этим моряков об опасности. И в этом нет ничего неестественного. Однако профессия моряка - одна из самых рискованных, поэтому моряки очень суеверны. В утверждении о способности крыс предвидеть будущие несчастья людей велика доля домысла. Ученые предпочитают высказывать мнение, что крысы способны достаточно верно оценивать степень опасности (именно для себя, для крыс!) в любой ситуации: на тонущем судне, во время весеннего половодья или на продовольственном складе, где люди затеяли дератизацию. Обычно жизнь крыс (не только на судах) бывает скрытой от человека, а потому она таинственна и непонятна. Неудивительно, что она порождает суеверия. В эпизоде, описанном в воспоминаниях подводника в том же восьмом номере журнала, как раз ничего таинственного нет: крысы, обитавшие на атомной подводной лодке, первыми ощутили опасность, исходящую от аварии (утекло почти 200 л фреона). Их беспокойство помогло людям обнаружить аварию и принять своевременные меры. Но легко представить себе, что не будь в данном случае все столь "прозрачным" и хорошо объяснимым, как возникла бы почва для догадок и вымысла. В старину шахтеры брали в шахту клетку с канарейкой. Опасность в шахте исходит, в основном, от рудничного газа. При повышении его концентрации первой пострадает канарейка, что дает шахтерам шанс принять меры к собственному спасению. Современный инженер по технике безопасности или эколог вряд ли скажет, что канарейка "предвидит" беды шахтеров. Более правильно отнести такую ситуацию к области биологической индикации состояния среды. И канарейка в шахте, и крысы на атомоходе - это биоиндикаторы.

### *Живые системы как биологические индикаторы*

Под биологическими индикаторами в экологии понимаются живые системы (клетки, многоклеточные организмы, популяции, виды, сообщества организмов), которые позволяют судить о состоянии среды обитания. Суть в том, что биологический индикатор - это часть системы, состоянием которой озабочен человек. Правильно подобранные индикаторы позволяют решать задачу мониторинга (слежения) дешевле, проще и оперативней, чем при полном и всестороннем изучении этой системы с помощью приборов. У людей есть давний опыт использования биоиндикаторов. После длительного плавания моряки узнавали о близости земли по наличию птиц, свойственных морским побережьям. Собака чуяла и слышала хищного, опасного зверя лучше, чем древний человек, и тем была ему полезной. В наше время загрязнение атмосферы замечают по обеднению флоры лишайников. Повышение частоты особей с аномальными признаками (уродства конечностей у лягушек и тритонов, повышенное количество лепестков у цветков, многочисленные "ведьмины метлы" в кронах деревьев и т. д.) свидетельствуют о присутствии здесь каких-то тератогенных и мутагенных (вызывающих уродства и мутации) факторов. Форель - прекрасный индикатор чистоты воды, возвращаемой промышленным предприятием в естественный водоем. Некоторые бактерии используются как высокочувствительные индикаторы присутствия различных веществ: радионуклеидов, ядов, наркотиков и т. д. Историк Иордан (VI век) описал эпизод времен гуннских завоеваний: в 371 году гуннские всадники, продвигаясь по Таманскому полуострову, увидели самку оленя и стали ее преследовать. Олениха вошла в воду и, осторожно ступая, перешла в Крым. Так она указала охотникам брод, по которому гунны перешли в Крым, зайдя в тыл готам и скифам. Это обеспечило гуннам победу. При соответствующей склонности к ненаучным объяснениям этот эпизод дал бы повод для "привлечения" к людским делам потусторонних сил или для суждения о том, что олениха хотела помочь гуннам. А ученый мог бы сказать, что животное послужило "биоиндикатором" глубины воды.

В отличие от многих животных человек плохо видит ночью, не воспринимает зрительно поляризованный свет и ультрафиолетовые лучи. Мы глухи к ультразвукам и инфразвукам, а между тем их воздействие на человека может быть значительным и даже опасным. В сравнении с летучими мышами человек туг на ухо, в сравнении с легавой собакой - почти лишен обоняния, в отличие от термитов не способен ощущать электромагнитные поля. Впрочем, и у человека, и у животных нервная система имеет фильтры, которые пропускают в чувствующие системы организма лишь часть сигнальных воздействий. И это полезная черта организации нервной системы. В последние годы по всему земному шару отмечено увеличение частоты уродств конечностей у лягушек и других амфибий. Причина, скорее всего, - повсеместное загрязнение среды.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Биологические индикаторы загрязнения окружающей среды.
2. Основные методы контроля за состоянием окружающей среды по химическим показателям

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. Биологический контроль окружающей среды. Генетический мониторинг : учебное пособие / ред.: С. А. Гераськин, Е. И. Саратульцева. - М. : Академия, 2010. - 208 с. - (Высшее проф. образование. Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-6536-6.

2. **Дмитренко, В. П.** Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс] / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. - 1-е изд. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1326-3

### *Дополнительная*

1. **Драгомирецкий, И. И.** Охрана окружающей среды: экономика и управление: учебное пособие / И. И. Драгомирецкий, Е. Л. Кантор. - Ростов н/Д.: Феникс; Ростов н/Д.: МарТ, 2010. - 393 с. - (Учебный курс). - ISBN 978-5-222-16279-8. - ISBN 978-5-241-00934-0

2. Земельный кодекс Российской Федерации [принят Гос. Думой 28 сент. 2001 г.: по состоянию по состоянию на 15 мая 2010 г.]. – Новосибирск: СУИ, 2010. – 95 с.

3. **Коробкин, В. И.** Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – М.: Феникс, 2011. - 601 с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### *Основная*

1. Биологический контроль окружающей среды. Генетический мониторинг : учебное пособие / ред.: С. А. Гераськин, Е. И. Сараткульцева. - М. : Академия, 2010. - 208 с. - (Высшее проф. образование. Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-6536-6.
2. **Дмитренко, В. П.** Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс] / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, А. В. Черняев. - 1-е изд. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1326-3
3. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. – Саратов, 2013. – 224 с.
4. **Каракеян, В. И.** Экономика природопользования [Электронный ресурс] : учебник, доп.УМО / В. И. Каракеян . - Электрон. текстовые дан. - М. : Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук). - ISBN 978-5-9916-0818-3.
5. **Маринченко, А. В.** Экология: учебное пособие / А. В. Маринченко. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Дашков и К, 2009. - 328 с. - ISBN 978-5-91131-910-6
6. **Хван, Т. А.** Экология. Основы рационального природопользования [Электронный ресурс] : учебник для вузов и ссузов / Т. А. Хван, М. В. Шинкина; СГАУ. - 5-е изд. - Электрон. текстовые дан. - М. : Юрайт, 2011. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - (Учебник для вузов. Электронная версия). - ISBN 978-5-9916-1283-8
7. Экология: учебное пособие / ред. А. В. Тотай. - М.: Юрайт, 2011. - 407 с. : ил. - (Основы наук). - ISBN 978-5-9916-0810-7.

### *Дополнительная*

1. **Арустамов, Э. А.** Экологические основы природопользования : учебник / Э. А. Арустамов, И. В. Левакова, Н. В. Баркалова. - 5-е изд., доп. и перераб. - М. : Дашков и К, 2008. - 320 с. - ISBN 978-5-91131-552-8.
2. **Афанасьев, Ю. А.** Мониторинг и методы контроля окружающей среды / Ю. А. Афанасьев, С. А. Фомин, В. В. Меньшиков и др: Учеб. пособие 2 – х частях: Часть 2. Специальная М: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с.
3. **Ашихмина, Т. Я.** Экологический мониторинг: учебно- методическое пособие / Т. Я. Ашихмина. - М.: Академический Проект. 2006. — 416 с.
4. **Беккер, А. А.** Охрана и контроль загрязнения природной среды / А. А. Беккер, Т. Б. Агаев. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 67 с.
5. **Брославский, Л. И.** Экология и охрана окружающей среды: законы и реалии в США и России [Электронный ресурс] : монография / Л. И. Брославский. - М. : НИЦ Инфра-М, 2013. - 317 с. - (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-006099-6
6. **Горшков, М. В.** Экологический мониторинг: учеб. пособие / М. В. Горшков. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. - 313 с.
7. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
8. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
9. ГОСТ 17.4.3.03-85 (СТ СЭВ 4469-84). Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
10. Деградация и охрана почв / Под общей ред. акад. РАН Г. В. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.
11. **Драгомирецкий, И. И.** Охрана окружающей среды: экономика и управление: учебное пособие / И. И. Драгомирецкий, Е. Л. Кантор. - Ростов н/Д.: Феникс; Ростов н/Д.: МарТ, 2010. - 393 с. - (Учебный курс). - ISBN 978-5-222-16279-8. - ISBN 978-5-241-00934-0

12. Земельный кодекс Российской Федерации [принят Гос. Думой 28 сент. 2001 г.: по состоянию по состоянию на 15 мая 2010 г.]. – Новосибирск: СУИ, 2010. – 95 с.

13. **Коробкин, В. И.** Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – М.: Феникс, 2011. – 601 с.

14. **Ларионов, Н. М.** Промышленная экология: учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 495 с.

15. Методические указания по агрохимическому обследованию почв с.-х. угодий / ЦИНАО. М., 1982. 157 с.

16. Методические указания по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М.: Гидрометиздат, 1981. С. 45 - 73.

17. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: учеб. пособие / Ю. М. Мохонько, А. Л. Пономарева и др.; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2007. – 182 с. - ISBN 5-704-0495-8.

18. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

19. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

20. **Сластя, И. В.** Основы экологического нормирования. Ч 1. Санитарно-гигиеническое нормирование качества окружающей среды: уч. пособие / И. В. Сластя, В. А. Черников, О. А. Соколов, В. А. Раскатов, Д. А. Постников. М.: Изд-во МСХА, 2004. – 106 с.

21. Приказ Минприроды России от 20 мая 2010 г. № 173 «О внесении изменений в Административный регламент Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по выдаче разрешений на выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, утвержденный приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 31 октября 2008 года № 288».

22. Приказ Минприроды России от 31 декабря 2010 г. № 579 «О порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию, и о перечне вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учету и нормированию».

23. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон «Об охране окружающей среды»: [Федер. закон: принят Гос. Думой 20 дек. 2001 г.: по состоянию на 29 дек. 2010 г.]. – М.: Ось-89, 2011. – 64 с.

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....   | 3  |
| <b>Лекция 1 Научные основы экологического мониторинга</b> .....                                   | 4  |
| 1.1 Общие положения и принципы.....   | 4  |
| <b>Лекция 2 Приоритетные контролируемые параметры окружающей среды</b> .....                      | 7  |
| 2.1 Основные контролируемые параметры.....  | 7  |
| 2.2 Аэрозоли. Фотохимический туман (смог).....  | 10 |
| 2.3 Нефтепродукты.....  | 12 |
| <b>Лекция 3 Нормирование загрязнения окружающей природной среды</b> .....                         | 15 |
| 3.1 Качество окружающей среды.....  | 15 |
| 3.2 Нормативы качества окружающей среды, их классификация.....                                    | 16 |
| 3.3 Экологическое нормирование.....   | 20 |
| <b>Лекция 4 Структура и организация мониторинга состояния окружающей среды</b> .....              | 29 |
| 4.1 Мониторинг природных сред.....  | 29 |
| 4.2 Экологический мониторинг, его классификация.....  | 30 |
| 4.3 Отбор проб природных объектов.....  | 31 |
| <b>Лекция 5 Национальный мониторинг Российской Федерации</b> .....                                | 34 |
| 5.1 Глобальная система мониторинга окружающей среды.....  | 34 |
| 5.2 Единая государственная система экологического мониторинга.....                                | 35 |
| 5.2.1 Структура ЕГСЭМ.....  | 35 |
| 5.2.2 Функционирование ЕГСЭМ.....   | 36 |
| <b>Лекция 6 Приборы и системы мониторинга окружающей среды</b> .....                              | 39 |
| 6.1 Картографическое обеспечение.....   | 39 |
| 6.2 Методы контроля состояния загрязнения атмосферы.....  | 40 |
| <b>Лекция 7 Экологическая экспертиза и сертификация. Понятие «экологическая экспертиза»</b> ..... | 44 |
| 7.1 Экологическая экспертиза.....   | 44 |
| 7.2 Экологическая сертификация.....   | 44 |
| <b>Лекция 8 Экологический паспорт предприятия</b> .....   | 55 |
| 8.1 Структура экологического паспорта.....  | 55 |
| 8.2 Системы экологического контроля на предприятии.....   | 57 |
| 8.3 Принципы экологической паспортизации населенных мест.....                                     | 59 |
| <b>Лекция 9 Экологическое состояние окружающей среды г. Саратова и Саратовской области</b> .....  | 61 |
| <b>Лекция 10 Экологическое состояние окружающей среды г. Саратова и Саратовской области</b> ..... | 67 |
| <b>Лекция 11 Экологическое состояние окружающей среды г. Саратова и Саратовской области</b> ..... | 72 |
| <b>Лекция 12 Экологическое состояние окружающей среды г. Саратова и саратовской области</b> ..... | 77 |
| 12.1 Состояние атмосферного воздуха.....  | 77 |

|   |            |
|---|------------|
| 12.2 Состояние водных ресурсов.....   | 77         |
| 12.3 Состояние земельных ресурсов.....  | 78         |
| 12.4 Состояние лесов и защитных насаждений.....   | 79         |
| 12.5 Особо охраняемые природные территории.....   | 79         |
| 12.6 Отходы производства и потребления.....   | 79         |
| <b>Лекция 13 Экологическое состояние окружающей среды г. Саратова и Саратовской области.....</b>                    | <b>82</b>  |
| <b>Лекция 14 Стандартизация в области методов контроля состояния окружающей среды.....</b>                          | <b>85</b>  |
| 14.1 Стандарты ИСО.....   | 85         |
| <b>Лекция 15 Экологический и санитарно-гигиенический мониторинг по биоиндикаторам и химическим показателям.....</b> | <b>106</b> |
| 15.1 Понятие индикации.....   | 106        |
| 15.2 Биологические индикаторы загрязнения окружающей среды.....   | 106        |
| 15.2.1 Использование рыб как биоиндикаторов водной среды.....   | 106        |
| 15.2.2 Использование дождевых червей как биоиндикаторов тяжелых металлов..  | 108        |
| 15.2.3 Ракообразные - индикаторы загрязнения.....   | 108        |
| 15.2.4 Использование Простейших, Кишечнополостных, Моллюсков как индикаторов состояния воды.....                    | 110        |
| 15.2.5 Птицы и насекомые - индикаторы биологического разнообразия.....  | 110        |
| 15.2.6 Животные - живые барометры окружающей среды.....   | 110        |
| <b>Библиографический список.....</b>  | <b>116</b> |
| <b>Содержание.....</b>  | <b>118</b> |