

Министерство образования и науки РФ
Иркутский национальный исследовательский технический университет

Белых Л.И., Тимофеева С.С.

Мониторинг экологической безопасности

Практические работы

Издательство
Иркутского государственного технического университета
2015

УДК 543.0 : 389.
ББК 24.4

Белых Л.И. Тимофеева С.С. Мониторинг безопасности: практические работы и методические указания по их выполнению /. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2015. – 137с.

Практические работы и методические указания к их выполнению соответствуют требованиям ФГОС для магистрантов по направлению 20.04.01 «Техносферная безопасность», программа «Народосбережение. Управление профессиональными, экологическими и аварийными рисками»

Предлагаются практические и самостоятельные работы по программам, методам, методикам мониторинга экологической, производственной, гигиенической безопасности, а также методы математической статистической обработки результатов измерений при мониторинге.

Предназначено для студентов технических университетов, обучающимися по направлению магистратуры 20.04.01 «Техносферная безопасность», также слушателями курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки кадров, специалистов по охране труда промышленных предприятий и широкого круга заинтересованных читателей.

Рецензент:

доктор химических наук профессор кафедры промышленной экологии и БЖД ИрГТУ **С.А. Медведева**

© Белых Л.И., 2015
© Тимофеева С.С., 2015
© ИРНИТУ, 2015

Оглавление

1. Мониторинг экологической безопасности

Практическая работа 1. Мониторинг и оценивание загрязнения атмосферного воздуха.....

Практическая работа 2. Мониторинг и оценивание загрязнения почв

Практическая работа 3. Мониторинг и оценивание загрязнения вод.....

Практическая работа 4. Проба, отбор и подготовка проб при мониторинге.....

Практическая работа 5. Методы анализа и средства контроля объектов среды при экологическом мониторинге

Практическая работа 6. Биоиндикационный мониторинг зеленых насаждений города.....

Практическая работа 7. Экологический мониторинг оценки жизненного цикла (МОЖЦ) проекта.....

2. Мониторинг производственной экологической безопасности (в составе производственного экологического контроля)

Практическая работа 8. Правовая и нормативно-методическая основа организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду.....

Практическая работа 9. Разработка программы мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду

Практическая работа 10. Алгоритм организации мониторинга источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.....

Практическая работа 11. Алгоритм организации мониторинга сосредоточенных и диффузных источников сбросов загрязняющих веществ в поверхностные воды.....

Практическая работа 12. Алгоритм организации мониторинга объектов в местах размещения отходов (подземные воды, загрязненные почвы).....

Практическая работа 13. Примеры форм передачи результатов мониторинга органам государственного производственного экологического контроля и мониторинга.....

3. Мониторинг производственной гигиенической безопасности.....

Практическая работа 14. Общие методические подходы контроля факторов рабочей среды и трудового процесса.....

Практическая работа 15. Общие требования к организации контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.....

Практическая работа 16. Проведение контроля соответствия содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны максимальным ПДК.....

Практическая работа 17. Проведение контроля соответствия содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны среднесменной ПДК.....

Практическая работа 18. Мониторинг и методы обработки результатов измерений акустических факторов.....

4. Методы математической статистической обработки результатов измерений при мониторинге

Практическая работа 19. Основные статистические характеристики для малой выборки проб.....
Практическая работа 20. Сравнение результатов измерений и анализа на статистическую достоверность.....
Практическая работа 21. Оценка чувствительности и предела обнаружения методов и методик анализа.....

1. Мониторинг экологической безопасности

Практическая работа 1

Мониторинг и оценивание загрязнения атмосферного воздуха

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом мониторинга атмосферного воздуха на примере расчета интегральных показателей индекса загрязнения атмосферы (ИЗА)

Мониторинг и оценивание загрязнения атмосферного воздуха

Оценивание уровня загрязнения атмосферы проводят путем сравнения средних и максимальных концентраций определения загрязняющего вещества с критериями качества атмосферного воздуха, к которым относятся геохимические (фоновые) и гигиенические (предельно допустимые концентрации – ПДК_{с.с.}, ПДК_{м.р.}) показатели.

ПДК_{с.с.} – предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест, мг/м³; которая соответствует пробе отобранной в течение суток и которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно продолжительном воздействии;

ПДК_{м.р.} – предельно допустимая максимально-разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест, мг/м³, которая соответствует пробе, отобранной в течение 20-30 минут, и которая при вдыхании воздуха не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

Выделяют 4 класса опасности вредных веществ: 1 – чрезвычайно опасные; 2 – опасные; 3 – умеренно опасные; 4 – относительно безвредные, которые характеризуются показателями p_i (таблица 1).

Таблица 1

Значение показателя p_i в зависимости от класса опасности вещества

Класс опасности	Характеристика класса	Показатель, p_i
1	Чрезвычайно опасные	1,7
2	Высоко опасные	1,3
3	Умеренно опасные	1,0
4	Малоопасные	0,9

Для сравнительной оценки загрязненности атмосферы вредными примесями используют интегральный относительный показатель – индекс загрязненности атмосферы (ИЗА). Это – интегральный (суммарный, обобщенный, комплексный) санитарно-гигиенический показатель загрязнения атмосферы, который применяется для сравнительных оценок загрязнения атмосферы с установлением приоритетных загрязнителей и их источников. Индекс представляет собой относительный показатель, величина которого

зависит от средней годовой концентрации вещества в атмосфере, ПДК_{сс} вещества и его класса опасности и показателя p_i (табл.1).

Показатель рассчитывается по формуле

$$ИЗА = \sum_{i=1}^m \left(\frac{C_i}{ПДК_i} \right)^{p_i}, \quad m=3...6, \quad (1)$$

где C_i – фактическая среднегодовая концентрация i -го вещества в атмосферном воздухе и его ПДК_{сс i} ; показатель p_i (см. табл.1); m – число определяемых веществ. Для сравнительных оценок обычно используют $m=5$ приоритетных загрязнителей атмосферы (ИЗА₅).

Задача №2. Рассчитать интегральные индексы загрязненности атмосферы для городов Иркутской области (табл.2). Провести сравнительную оценку степени загрязненности атмосферы с учетом шкалы оценки загрязненности по 5 приоритетным загрязняющим веществам (ИЗА₅) (табл.3). Выделить приоритетные загрязняющие атмосферу городов вещества, определить возможные источники выделения веществ и мероприятия по снижению их выбросов.

Таблица 2

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере городов (мг/м³), их класс опасности и ПДК_{сс}

Вещество (класс опасности)	Город				ПДК _{сс} , мг/м ³ н.у.
	Шелехов	Ангарск	Усолье-Сибирское	Иркутск	
Б(а)П (1)	0,000012	0,000004	0,000003	0,000009	0,000001
Диоксид серы (SO ₂) (2)	0,15	0,12	0,09	0,17	0,05
Диоксид азота (NO ₂) (2)	0,16	0,12	0,07	0,12	0,04
Формаль-дегид (2)	0,012	0,015	0,008	0,018	0,003
Оксид азота (NO) (3)	0,15	0,10	0,09	0,15	0,06
Пыль (3)	0,45	0,32	0,25	0,35	0,15
Сажа (3)	0,10	0,07	0,08	0,25	0,05
Аммиак (4)	0,06	0,09	0,07	0,15	0,04

Таблица 3

**Шкала оценки степени загрязнения атмосферы по индексам
загрязненности для пяти приоритетных загрязнителей, т.е. с наибольшими
индексами загрязненности**

Величина ИЗА ₅	Характеристика загрязненности атмосферы
< 2,5	Чистая
2,5 - 7,5	Слабозагрязненная
7,5 - 12,5	Загрязненная
12,5 - 22,5	Сильнозагрязненная
22,5 - 52,5	Высокозагрязненная
> 52,5	Экстремальнозагрязненная

Практическая работа 2

Мониторинг и оценивание загрязнения почв

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом мониторинга почв на примере расчета интегральных геохимических и гигиенических показателей загрязнения почвы

Мониторинг и оценивание загрязнения почв

Загрязнение почв количественно оценивают по суммарным показателям двух видов.

Первый вид – показатели, характеризующие *геохимический* уровень загрязнения и рассчитываемые по формулам

$$Z_C = \sum_{j=1}^m K_{C_j} - (m - 1) \quad (1)$$

$$ИЗП = \sum_{j=1}^m \frac{\bar{C}_j - C_{фрj}}{C_{фрj}} \quad (2)$$

где K_{C_j} – коэффициенты концентрации вещества в почве, равные $\bar{C}_j / C_{фрj}$, а \bar{C}_j и $C_{фрj}$ – соответственно средняя и фоновая региональная концентрация j -го вещества; m – число определяемых веществ.

Второй вид показателя – $H^*_{СПДК}$, характеризующий *гигиенический* уровень загрязнения и рассчитываемый по формуле

$$H^*_{СПДК} = \sum_{j=1}^m K_{O_j} = \sum_{j=1}^m \bar{C}_j / C_{ПДК} \quad (3)$$

где K_{O_j} – коэффициент опасности j -го вещества, учитывающий его ПДК – $C_{ПДК}$.

Задача №1. Рассчитать суммарные показатели загрязненности почв (Z_c , индекс загрязненности почв /ИЗП/ и гигиенический индекс) для разных районов и техноземов, провести сравнительную оценку показателей и степени (уровней) загрязнения объектов. Результаты определения средних концентраций различных загрязняющих веществ и их фоновые концентрации, ПДК приведены в таблице.1.

Таблица 1

Фоновые и реальные концентрации (мг/кг) бенз(а)пирена, водорастворимого фтора, мышьяка и тяжелых металлов в поверхностном слое почв агроэкосистем и техноземов Южного Прибайкалья

Вещество (фон / ПДК)	Район				Техноземы
	Шелеховский	Ангарский	Усольский	Иркутский	
Б(а)П (0,005 / 0,02)	0,100±0,100 *	0,007±0,005	0,006±0,006	0,007±0,008	2,312
F _{ВР} (1,5 / 10)	70±30	2,6±1,3	2,0±1,1	1,6±1,8	108
As (5 / 5)	12±6	10±8	12±6	10±8	10
Zn (65 / 110)	88±5	88±50	83±36	86±18	205
Pb (16 / 65)	15±5	19±10	16±3	18±2	148
Ni (30 / 40)	52±7	59±23	69±16	53±6	51
Mn (950 / 1500)	922±121	952±390	774±181	746±117	580
V (110 / 150)	91±8	78±6	83±8	97±11	90
Mn+V (1050 / 1100)	1013±118	1031±390	846±185	843±116	670

Примечание * – среднее арифметическое ± стандартное; прочерк – нет данных.

Практическая работа 3

Мониторинг и оценивание загрязнения вод

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом мониторинга вод на примере расчета интегральных показателей загрязнения вод

Мониторинг и оценивание загрязнения вод

Загрязнение воды водоемов оценивают индексом загрязненности воды (ИЗВ). Это – интегральный (суммарный, обобщенный) санитарно-гигиенический показатель загрязнения воды, который применяется для сравнительных оценок загрязнения воды с установлением приоритетных загрязнителей и их источников. Индекс представляет собой относительный показатель, величина которого зависит от средней годовой концентрации вещества в воде, ПДК вещества. Показатель рассчитывается по формуле

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right), m = 6 \quad (5)$$

где C_i – фактическая концентрация i -го вещества в воде и его ПДК $_i$; m – число определяемых веществ. Для сравнительных оценок обычно используют $m=6$ приоритетных загрязнителей воды (ИЗВ).

Задача №3. Рассчитать интегральные индексы загрязненности воды для рек Иркутской области (табл.1). Провести сравнительную оценку степени загрязненности воды с учетом шкалы оценки загрязненности по 6 загрязняющим веществам (ИЗВ) (табл.2). Выделить приоритетные загрязняющие воду рек вещества, определить возможные источники сбросов веществ и мероприятия по их снижению.

Таблица 1

Средние концентрации загрязняющих веществ в водах разных водоемов (мг/дм³) и их ПДК

Показатель загрязнения	Водоем				ПДК, мг/дм ³
	р. Иркут	р. Ангара	р. Слюдянка	р. Кая	
БПК ₅	8	4	4	11	3 (мг O ₂)
нефте-продукты	1,2	0,4	0,5	1,4	0,3
Cu ⁺²	0,4	0,15	0,2	0,3	0,1
Pb ⁺²	0,07	0,04	0,05	0,10	0,03
Cr ⁺³	0,7	0,7	0,5	1,1	0,5
F ⁻	2,4	1,9	1,0	3,2	1,5

Таблица 2

**Шкала оценки степени загрязнения воды по индексам загрязненности для
шести приоритетных загрязнителей**

Величина ИЗВ	Характеристика загрязненности воды
< 0,2	Очень чистая
0,2 – 1	Чистая
1 – 2	Умеренно загрязненная
2 – 4	Загрязненная
4 – 6	Грязная
6 – 10	Очень грязная
> 10	Чрезвычайно грязная

Практическая работа 4

Проба, отбор и подготовка проб при мониторинге

Цель работы – ознакомиться с основными понятиями, правилами, оборудованием и требованиями при отборе, подготовке проб разных объектов, материалов к анализу.

Проба, отбор и подготовка проб при мониторинге

Задача качественно-количественного анализа при мониторинге (физико-химическом, биологическом) состоит в определении содержания элемента, вещества, живого организма, различного объекта окружающей природно-техногенной среды. Главное требование к анализу – получение результатов, близких в истинном. Это возможно при правильном выполнении всех операций (этапов) анализа. Любое аналитическое определение включает этапы:

1) **отбор пробы;**

2) **пробоподготовка**, которая состоит из предварительной и окончательной стадии, например, стадии измельчения, усреднения, сокращения пробы и стадии вскрытия ее, разделения (очистка) и концентрирования вещества;

3) **анализ** с помощью физико-химического, биологического или другого метода (например, при химическом анализе измерение аналитического сигнала как функции содержания в пробе определяемого компонента);

4) **статистическая обработка результатов** анализа.

Комплекс операций на этапах отбора и подготовки пробы называется **опробованием**. Каждый этап несет в себе погрешности анализа. Общая (суммарная) погрешность результатов анализа равна сумме погрешностей на каждом этапе анализа.

Проба – это часть исследуемого объекта окружающей среды (воздух, вода, почва, растение, донные осадки, снеговой покров, биота и др.) или материала (полезное ископаемое, технологическое сырье, продукция и др.), взятая для анализа.

Главное свойство пробы – быть **представительной (репрезентативной)**, т.е. когда составы пробы и всей партии (сырья, продукции, почвы, воды и т.д.) исследуемого объекта являются идентичными. По своему составу пробы могут быть **однородными** и **неоднородными**, что отражает равномерность распределения определяемых компонентов в объекте анализа. В случае однородного материала, такого как газы, жидкости, однородные смеси достаточно взять в любом месте партии любое количество материала и провести анализ. Большая часть объектов сильно различается по своей однородности (горные породы, полезные ископаемые, продукты и отходы разных производств, воздух, природные и сточные воды, почвы, с.-х. культуры, биологические и медицинские объекты, пища, лекарства и т.д.). Важными характеристиками пробы являются ее **размер, стабильность, стоимость**.

Соответствие составов пробы и исследуемого объекта определяет качество пробы, которое зависит от состава и гомогенности объекта, размеров объекта и пробы, выбранного метода пробоотбора, числа отобранных проб, разложения или загрязнения их, метода пробоподготовки (гомогенизация, уменьшение размера). Условия хранения и правильная маркировка проб влияют на идентичность определяемых составов. Проба должна сохранять свойства объекта, т.е. быть представительной. Поэтому от пробоотбора будет зависеть ее качественное соответствие анализируемому объекту.

По виду проба бывает:

1. ***Точечная*** (или разовая, единичная, частная) проба – это часть объекта, материала, которую отбирают за один прием, за одну операцию из разных точек объекта, партии, слоев в определенный момент времени. Она характеризует качество объекта, опробуемого материала в одном месте, времени или на определенном уровне.

2. ***Генеральная*** (или объединенная, суммарная, исходная, первичная, начальная, общая) проба – это объединение необходимого числа (n) точечных проб. Она характеризует данный объект, партию материала.

3. ***Промежуточная средняя проба*** – это проба, полученная из генеральной путем ее обработки методами дробления, перемешивания, сокращения.

4. ***Готовая*** (или средняя, сокращенная, товарная) проба – это обработанная, уменьшенная по массе генеральная проба.

5. ***Лабораторная*** (паспортная, сертификатная) проба – это конечная промежуточная, сокращенная генеральная, готовая проба, предназначенная в лаборатории для анализа.

6. ***Контрольная*** (арбитражная, архивная, резервная, дубликатная) проба – это лабораторная проба, которую хранят для повторных, контрольных анализов.

Пробоотбор – это такая процедура (операция), при которой происходит отбор достаточного количества представительной части исследуемого объекта (материала), состав и свойства которого идентичны составу и свойствам объекта как целого. Универсальных правил, одинаково пригодных для различных материалов и объектов нет. Методы отбора проб весьма разнообразны в зависимости от агрегатного состояния (газы, жидкости, твердые) материала, характера материала (кусковой, сыпучий, металлы, шлаки, технологические растворы, отходы, полужидкие материалы и др.), степени его однородности и упаковки. Методы пробоотбора зависят также от задачи анализа, которая может состоять в определении среднего содержания одного или нескольких компонентов в объеме объекта, установлении распределения компонентов в пространстве по поверхности, по глубине слоя, или во времени, например, в технологическом процессе, при выбросов газопылевых потоков в атмосферу. Регламент методики пробоотбора, т.е. конкретные операции и их количество, зависит от требований по достоверности (точности) установления состава объекта анализа, а также от вида других испытаний, от

технологических, биологических и др. требований. При взятии пробы для каждого конкретного материала (воздух, вода, почва) разработаны правила или методики отбора пробы. Они включают способ отбора, вид пробоотборника, глубину его погружения, число точек отбора, размер проб и другие условия, изложенные в соответствующих ГОСТах, ТУ, РД и НД, т.е. отбор проб производится в точном соответствии с НД.

Методики отбора проб характеризуются следующими свойствами.

1. **Способ отбора** может быть – **способ квадрата**, когда объект (почва, донные осадки, руда и др.) геометрически делят на квадраты и пробы отбирают по углам квадрата, в центре его, по диагонали (рис.1); **способ вычерпывания** из штабеля, отвала, когда всю поверхность материала разбивают на участки взаимно перпендикулярными линиями, а число участков определяют по числу проб (рис.2). В каждой точке лопатой, совком или шупом выбирают порцию пробы на глубине 0,5-0,7 м. При отборе проб из вагонов отбирают по одной пробе из каждого вагона по схеме (рис.3), где номер точки соответствует номеру вагона; **способ фракционного отбора**, когда в пробу отбирают каждую n лопату или совок, где n – кратность отбираемой пробы, например, каждая десятая. Возможен фракционный отбор через определенные промежутки времени.; **способ аспирационный или вакуумный** заключается в протягивании (аспирации) или поступлении газа, воздуха в поглотительные системы. Любой способ отбора должен обеспечивать случайность выборки, которая позволит получить представительную пробу.

2. **Средства отбора** определяются природой объекта. Это – лопаты, бутылки, совки, разные поглотители, фильтры, батометры для отбора воды, донных осадков и т.д. Например, для отбора сыпучих материалов применяют шупы в виде металлического узкого желоба, заостренного с одного конца и имеющего рукоятку на другом конце (рис.4).

3. **Виды отбора** могут быть разовыми (периодическими, нерегулярными), систематическими (серийные, регулярные), зональными (в разных местах), сезонными (в разное время), синхронными (одновременными).

4. **Рабочий план отбора**, который характеризует условия отбора пробы и подробно излагается в **протоколе (акте) отбора проб** (см. в приложении) и подписывается исполнителями.

Из отобранных в необходимом количестве *точечных* проб составляют путем их усреднения *генеральную* пробу, характеризующую данный объект, партию материалов и т.д. Весьма большая по массе и неоднородная по составу генеральная проба требует предварительной подготовки пробы.

Пробоподготовка – это совокупность операций (этапов) разделки пробы для анализа. Цель разделки (пробоподготовки) – измельчить и сократить пробу до определенной массы и гранулометрического состава и в то же время сохранить в конечной пробе (*лабораторной*) содержание всех определяемых компонентов, равное содержанию их как в генеральной пробе, так и во всей партии анализируемого материала.

Методика пробоподготовки к анализу включает следующие этапы:

1. **Просушивание** пробы в условиях, учитывающих свойства определяемых компонентов.

2. **Измельчение** пробы разными методами: грохочение, дробление, встряхивание, рассеивание, растирание с помощью различного оборудования (сит, дробилки, грохота, мельницы, ступки, миксеры и др.).

3. **Перемешивание** пробы разными способами: ручное перелопачивание; в смесителях; способ кольца-конуса, заключающийся в переброске материала из кольца в его центр; способ перекачивания материала из одного угла в другой, например, на бумаге, ткани, брезенте; и др.

4. **Сокращение** пробы с помощью особых приспособлений-делителей разных конструкций, или ручным способом. Сокращение представляет собой по существу отбор пробы от пробы. Наиболее распространенным способом сокращения проб является ручной способ квартования (или квадратование), схема которого приведена на рис. 5. Пробу, насыпанную в кучу в форме конуса, расплющивают в диск равномерной толщины. Диск делят на четыре равных сектора двумя взаимно перпендикулярными диаметрами. Два противоположных сектора отбрасывают, а оставшиеся перемешивают и сокращают по этой же схеме до необходимо количества. Этот способ применяют при подготовке почв, руды и др. объектов.

Пример акта отбора пробы
МЕЖВУЗОВСКАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ИРКУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

АКТ
отбора проб _____ на содержание бенз(а)пирена
(объект)

1. Место отбора _____
(общая характеристика, предприятие, цех, отстойник, водоем и др.)
2. Дата и время отбора _____
3. НД на отбор _____
4. Характеристика пробы _____
5. Условия отбора _____
(характеристика окружающей среды, рельеф местности и др.)
6. Вид пробы _____
(точечная, объединенная, смешанная)
7. Общий объем (масса) пробы _____
8. Глубина, условия отбора _____
9. Пробу отобрал (исполнитель) _____
10. Представители предприятия, заказчиков _____

Исполнители:

Зав. лабораторией,
профессор

П.П. Петров

« _____ » _____ 20 ____ г.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные этапы аналитического определения.
2. Что такое опробование?
3. Что из себя представляет суммарная погрешность результатов измерения?
4. Что такое проба?
5. Назовите основные характеристики пробы.
6. Какие бывают виды проб?
7. Что такое пробоотбор?
8. Какие бывают способы отбора проб?
9. Назовите основные этапы методики отбора проб.
10. Что указывается в акте отбора проб?
11. Что такое пробоподготовка (разделка)?
12. Назовите основные этапы методики пробоподготовки.
13. Отбор проб воздуха (газы, аэрозоли, пыль).
14. Отбор проб воды.
15. Отбор проб почвы и растений.

Практическая работа 5

Методы анализа и средства контроля объектов среды при экологическом мониторинге

Цель работы – ознакомиться с основными методами анализа и средствами контроля объектов и их свойств (или методами определения компонентов – элементов, веществ, объектов).

Методы анализа и средства контроля объектов среды при экологическом мониторинге

На этапе анализа объектов среды при определении в них элементов, веществ, организмов, физических свойств тел применяются различные методы анализа (или методы определения).

Метод анализа (или метод определения) – это качественно-количественное определение (идентификация) элемента, вещества, объекта, тела по их характерным, индивидуальным физическим, химическим, физико-химическим, биологическим свойствам.

Многие свойства элементов, веществ используются для получения сигналов, по которым определяют данные компоненты. Например, атомы, вещества обладают свойством поглощать или испускать излучения с определенными, только им характерными длинами волн, по которым проводят качественно-количественный анализ. **Качественный анализ** – это идентификация данного элемента, вещества, объекта по их характерным, индивидуальным признакам. **Количественный анализ** – это определение количества элемента, вещества, объекта путем измерения величины сигнала от содержания определяемого компонента. Соотношения между составом и его свойством устанавливают в виде калибровочного графика, по которому находят неизвестные количества.

В зависимости от определяемого свойства элемента, вещества, объекта существуют **физические, химические, физико-химические, биохимические, биологические** методы анализа. Например, к физико-химическому методу относится определение излучения элементов, молекул, а к биологическому – метод определения сероводорода в воздухе по изменению интенсивности свечения бактерий.

Физические и физико-химические методы анализа называются еще **инструментальными**, т.к. они основаны на применении инструментов, приборов, для измерений, которые называют **средствами измерений**.

Главными свойствами методов анализа, учитываемых при их выборе, являются.

1. **Чувствительность** (предел обнаружения, диапазон содержания) метода – наименьший сигнал, который может быть принят данным методом. Чувствительность метода тем выше, чем меньше то количество компонента, от которого удастся принять сигнал. Обычно выбирают метод, чувствительность которого в 10-15 раз превышает измеряемые содержания элемента, вещества. Чувствительность метода можно повысить путем концентрирования пробы. С

чувствительностью связан такой параметр как **предел обнаружения** – это наименьшая концентрация, при которой исчезает аналитический сигнал. Пределы обнаружения зависят от многих факторов (элемента и его содержания, пробоподготовки), но от метода анализа в значительной степени. Например, пределы определения веществ группы полициклических ароматических углеводородов спектрофотометрическим методом составляют порядка 10^{-5} , спектрофлуоресцентным – 10^{-7} , а низкотемпературнофлуоресцентным – 10^{-10} .

2. **Точность** метода – его способность обеспечить прямое и специфичное измерение аналитического сигнала определяемого компонента с хорошей воспроизводимостью результатов анализа.

3. **Производительность** – возможность просто, быстро, точно проводить анализ.

4. **Автоматизация** – самоуправляемость анализа.

5. **Стоимость** метода и его прибора.

К распространенным методам анализа и определения относятся следующие.

Физические (энергетические)

1. **Методы измерения шума** основаны на фиксировании звукового давления и преобразовании звукового колебания воздушной среды в электрический сигнал. Основные средства измерения (приборы) – реверберационная и звукомерная камера, шумомеры, микрофоны, анализаторы спектра, магнитофонная техника, радиотехническая аппаратура, акустические фильтры, которые характеризуются чувствительностью, частотной зависимостью, динамическим диапазоном, направленностью. Для измерения уровней громкости шума и сравнения с ПДУ используются шумомеры разных марок («Шум-1»; ВШВ-0,3; RFT-00014; и др.), которые включают блоки: **микрофон – усилитель – корректирующие фильтры – детектор – стрелочный индикатор**. Ряд НД регламентируют методы измерения шума, например, ГОСТ 13337. «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий»; ГОСТ 17187 «Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний» и другие.

2. **Методы измерения вибрации** основаны на измерении параметров вибро-скорости, виброускорения, амплитуд, частот и фаз, перемещений с помощью виброметров, акселерометров. Виброизмерительная аппаратура включает: датчики – преобразователи – анализаторы – контрольно-измерительные и сигнализирующие устройства – вибрационные стенды (механические, гидравлические, электродинамические, пьезоэлектрические и др.). Методики измерения вибрации регламентируются (ГОСТ 20844 и др.).

3. **Методы измерения ИК-излучения** основаны на преобразовании тепловой электромагнитной энергии фотоприемниками с чувствительными элементами в сигнал, определяемый детектором. В зависимости от способа преобразования энергии ИК-излучения приемники бывают **тепловые** (изменение температуры термочувствительного элемента в таких приборах как

болометры, калориметры, термоэлементы), **фотоэлектрические** (появление электрического тока или напряжения в таких приборах как фотоприемники разных конструкций, электронно-оптические преобразователи, тепловизоры), **люминесцентные** (появление люминесценции). Для аэрокосмического мониторинга состояния окружающей среды широкое применение нашли тепловизоры в сочетании с аппаратурой видимого и УФ-диапазонов.

4. Методы измерения УФ-излучения основаны на регистрации УФ-квантов разными приемниками видимого и УФ света. Чаще всего это фотоматериалы на основе серебра. Широко применяются фотоэлектрические приемники, использующие явления фотоэффекта, ионизации, электронной эмиссии: фотоэлементы (ФЭ), фотоэлектронные умножители (ФЭУ), ионизационные камеры, счетчики фотонов, электронно-оптические преобразователи (ЭОП), фотоэлектрические методы регистрации оптического излучения. Методы измерения параметров ФЭУ регламентированы в ГОСТ 11612.0; ГОСТ 11612.16.

5. Методы измерения электромагнитных полей (ЭМП) основаны на измерении потока энергии электромагнитных колебаний. В зависимости от типа поля (электростатическое, магнитостатическое, переменное низких, промышленных радиочастот и др.) выбирается метод измерений и тип прибора. В области радиоизмерений используется импульсная техника с короткими по длительности импульсами. В электростатике для измерения зарядов и потенциалов проводников используются электрометры, амперметры, вольтметры, гальванометры постоянного тока и др. В магнитостатике постоянные магнитные поля измеряют приборами с датчиками Холла, микровиброметрами. Для анализа переменных сигналов используют осциллографы, частотомеры, спектроанализаторы. Для измерения электрической и магнитной составляющих ЭМП служат приборы типа ИЭМП – ПЗ-15, ПЗ-16, ПЗ-17, радар-тесторы – ГК4-14, ТК4-3А. В технике СВЧ применяют панорамные измерители коэффициента стоячей волны напряжений (КСВН).

6. Методы измерения ионизирующего излучения основаны на способности α , β -частиц и γ -квантов ионизировать молекулы газов с последующей регистрацией образующегося электрического тока. Наиболее известные приборы – газоразрядные счетчики Гейгера-Мюллера (для электронов и α -частиц), сцинтилляционные счетчики (для нейтронов и γ -квантов), камера Вильсона (для заряженных частиц).

7. Ядерно-физические методы (радиоизотопный, радиоактивный) предназначены для определения радиоактивных элементов с помощью α , β , γ -спектрометрии на многоканальных спектрометрах.

8. Нейтронно-активационный метод позволяет определять тяжелые металлы путем облучения их нейтронами и последующего измерения уровней излучения. Метод чувствительный, автоматизированная аппаратура состоит из высокоэф-фективных детекторов, многоканальных анализаторов и регистрирующих ЭВМ.

Химические (ингредиентные, вещественные)

1. Весовой (гравиметрический) предназначен для определения массы и процентного содержания элемента, иона, вещества при помощи взвешивания на технических или аналитических весах.

2. Титриметрический (объемный) метод отличается быстротой, простотой, точностью, суть которого заключается в измерении объемов как определяемого вещества, так и используемого при определении реагента в специальных титриметрических стеклянных бюретках. Метод включает четыре группы: **кислотно-основное титрование** реакции нейтрализации. Точку эквивалентности фиксируют при помощи индикатора, который меняет свою окраску в зависимости от рН среды; **метод осаждения** основан на образовании осадка, по которому определяют точку эквивалентности; **метод окисления-восстановления** использует соответствующие реакции между искомым веществом и веществом рабочего раствора. Известна иодо-, хромато-, перманганатометрия для определения катионов и ионов; **методы комплексообразования** определяют катионы и анионы, способные образовывать малодиссоциированные комплексы. Например, комплексон III трилон Б.

3. Тест-методы – это экспрессные, простые, дешевые, легко исполнимые приемы обнаружения и определения веществ, обычно не требующие существенной подготовки пробы, использования сложных приборов, сложного лабораторного оборудования и обученного персонала. Принцип их работы основан на использовании известных химических реакций и реагентов в условиях и в форме, обеспечивающих визуальный и легко измеряемый эффект, чаще всего – цвет и интенсивность окрашивания бумаги или длина окрашенной части индикаторной трубки. Простым примером являются всем известные бумажки для определения величины рН или трубки для выявления алкоголя в воздухе, выдыхаемом водителем. Тест-методы широко применяют в клиническом анализе, при обнаружении боевых отравляющих веществ и наркотиков, вредных веществ в воздухе рабочей зоны, в промвыбросах. Наряду с химическими тест-методами, к которым относятся и ферментные, существует большая группа иммунотестов, биотестов, основанных на применении живых организмов, их органов, тканей. Тест-методы используют обычно для предварительной оценки качества объектов среды, особенно в полевых условиях. Их точность анализа в 2-3 раз хуже, чем методов, применяемых в лаборатории, что достаточно для предварительных оценок.

Физико-химические (ингредиентные, вещественные)

1. Спектрофотометрические методы основаны на способности веществ поглощать видимую, УФ (ультрафиолетовую), ИК (инфракрасную) части спектра. Может быть метод визуальной колориметрии, когда исследуемый раствор сравнивают со стандартной шкалой. Например, определение цветности воды по хромато-кобальтовой шкале со стандартными растворами. Точные количественные определения возможны на приборах спектрофотоколориметрах

(ФЭК), спектрофотометрах при помощи предварительно построенной калибровочной зависимости в координатах «оптическая плотность – концентрация».

2. Оптические люминесцентные (люминесцентный, хемилюминесцентный, криолюминесцентный), флуоресцентные, рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) методы основаны на способности элементов, веществ излучать спектр разной длины волны, по интенсивности которого судят о концентрации определяемых компонентов. Измерения проводят на спектрофлуориметрах.

3. Хроматографический метод основан на предварительном разделении веществ при помощи тонкослойной, колоночной, газовой, жидкостной, газожидкостной, высокоэффективной жидкостной хроматографии (ТСХ, ЖХ, ГХ, ГЖХ, ВЭЖХ) с последующей идентификацией выделенного вещества различными физико-химическими методами. Измерения проводят на специальном оборудовании – хроматографах.

4. Электрохимические (полярографический, потенциометрический, кулоно-метрический) методы основаны на измерение потенциала ионизации веществ, по величине которого идентифицируют вещества. Существует большой набор измерительных приборов – полярографы, кулономеры, потенциометры.

5. Атомно-абсорбционный и атомно-адсорбционные методы высокочувствительные для определения разных элементов, особенно тяжелых металлов, основаны на способности веществ излучать или поглощать свет.

6. Хромато-масс-спектрометрический метод основан на разделении веществ, разрушении их на осколки с последующей идентификацией. Отличается высокой чувствительностью, применяются при определении ПАУ, диоксинов, хлорорганических соединений, включая диоксины, биомолекул.

Биохимические, биологические

1. Ферментативные и иммунохимические методы основаны на проведении биохимических реакций, обладают высокой чувствительностью, простотой, специфичностью. Например, известен метод определения фенолов с помощью фермента пероксидазы. Иммунохимические методы основаны на получении антител на определенные высокотоксичные загрязнители.

2. Биологические методы заключаются в контроле реакции биосистемы (клетка, гидробионты, растения, животные) на определяемый компонент. Известны методы:

Биоиндикация – метод оценки абиотических и биотических факторов среды обитания при помощи биообъектов и их систем. (лат. indicare – указывать). Организмы, популяции или их сообщества, свойства и функции которых коррелируют с определенными факторами среды и могут применяться для их оценки называются **биоиндикаторами или биомониторами**.

Биотестирование – метод активного мониторинга среды обитания при помощи тест-объектов в искусственных, лабораторных условиях.

Тест-объекты – живые организмы или их сообщества, выделенные в лабораторные культуры, по реакциям которых получают интегральную оценку токсичности объектов окружающей среды. Биотестирование дополняет аналитические и аппаратные методы мониторинга природной среды качественно новыми биологическими показателями, т.к. результаты определения концентрации токсикантов имеют относительную ценность. Важны не уровни загрязнения, а вызываемые ими биологические эффекты.

Экотоксикология – новый метод биологического мониторинга, направленный на установление пороговых эффектов токсического воздействия в системах «токсикант – живой организм», «доза – ответная реакция», «токсикант – экосистема» с целью проведения природоохранных мер и обеспечения экологической безопасности. Главная задача экотоксикологии – определение дозы вредного вещества, способного нанести вред живым системам.

Мониторинг биоразнообразия – система наблюдений за состоянием живых организмов (животные, растения, микроорганизмы) с целью слежения за состоянием биоты в природно-техногенных комплексах. Объектами биоразнообразия являются виды, сообщества, популяции, экосистемы, ландшафт, редкие виды и сообщества. Биоразнообразие определяется на генетическом, видовом, экосистемном уровнях для видов фоновых, индикаторных, редких. Фоновыми территориями служат особоохраняемые биосферные заповедники (БЗ).

Методы и средства контроля объектов среды

Для получения объективной информации о состоянии и об уровне загрязнения различных объектов окружающей среды необходимо располагать надёжными средствами и методами контроля. Повышение эффективности контроля за состоянием природной среды может быть достигнуто повышением производительности, оперативности и регулярности измерений, увеличением масштабности охвата одновременным контролем; автоматизацией и оптимизацией технических средств контроля и самого процесса.

Средства экологического наблюдения и контроля подразделяются на контактные, неконтактные (дистанционные), биологические, а контролируемые показатели – на функциональные (продуктивность, оценка круговорота веществ и др.) и структурные (абсолютные или относительные значения физических, химических или биологических параметров – концентрация загрязняющего вещества, коэффициент суммарного загрязнения и др.).

1. Контактные методы контроля

Контактные методы контроля состояния объектов среды представлены как классическими методами химического анализа, так и современными методами инструментального анализа. Методы классифицируют на *физические* (рентгеноспектральный анализ, масс-спектрометрия, магнитная спектроскопия), *физико-химические* (спектральные, электрохимические, хроматографические), *химические* (гравиметрические, титриметрические).

Наиболее применяемые спектральные, хроматографические, электрохимические методы анализа объектов среды.

Спектральные методы анализа включают атомную и молекулярную спектроскопию, которые многочисленны. Из них наибольшее применение имеют – фотометрия, люминесценция, радиоволновая спектроскопия, ИК-, УФ-спектроскопия, рентгеноспектральный, эмиссионный и др. методы анализа.

Хроматографические методы и средства измерения делятся на две группы – соответственно с подвижными фазами газ и жидкость. В качестве детекторов используются фотометрия, люминесценция, пламенно-ионизационные детекторы. К данным методам относится чувствительная хромато-масспектроскопия.

Электрохимические методы делятся на методы, основанные на протекании и без протекания электродных реакций. Это – потенциометрия, электрохимия, кулонометрия и др.

Эффективность любого метода наблюдений и контроля за состоянием объектов окружающей среды оценивается совокупностью показателей:

- селективностью и точностью определения;
- воспроизводимостью получаемых результатов;
- чувствительностью определения;
- пределами обнаружения элемента (вещества);
- экспрессностью анализа.

Основным требованием к выбранному методу является его применимость в широком интервале концентраций элементов (веществ), включающих как следовые количества, в незагрязнённых объектах фоновых районов, так и высокие значения концентраций в районах технического воздействия.

2. Дистанционные методы контроля

Контактные методы наблюдений и контроля за состоянием природной среды дополняются неконтактными (дистанционными), основанными на использовании двух свойств зондирующих полей (электромагнитных, акустических, гравитационных): осуществлять взаимодействия с контролируемым объектом и переносить полученную информацию к датчику. Зондирующие поля обладают широким набором информативных признаков и разнообразием эффектов взаимодействия с веществом объекта контроля. Принципы функционирования средств неконтактного контроля условно подразделяют на пассивные и активные. В первом случае осуществляется приём зондирующего поля, исходящего от самого объекта контроля, во втором производится приём отражённых, прошедших или переизлученных зондирующих полей, созданных источником.

Неконтактные методы наблюдения и контроля представлены двумя основными группами методов: *аэрокосмическими* и *геофизическими*. Основными видами аэрокосмических методов исследования являются оптическая фотосъёмка, телевизионная, инфракрасная, радиотепловая, радиолокационная, радарная и многозональная съёмка. Неконтактный контроль атмосферы осуществляется с помощью радиоакустических и лидарных методов. Вначале радиоволны были использованы для анализа состояния

ионосферы (по отражению и преломлению волн), затем сантиметровые волны применили для исследования осадков, облаков, турбулентности атмосферы. Область использования радиоакустических методов ограничена сравнительно локальными объёмами воздушной среды (около 1–2 км в радиусе) и допускает их функционирование в наземных условиях и на борту воздушных судов. Одной из причин появления отражённого акустического сигнала являются мелкомасштабные температурные неоднородности, что позволяет контролировать температурные изменения, профили скорости ветра, верхнюю границу тумана.

Принцип лидарного (лазерного) зондирования заключается в том, что лазерный луч рассеивается молекулами, частицами, неоднородностями воздуха; поглощается, изменяет свою частоту, форму импульса, в результате чего возникает флюоресценция, которая позволяет качественно или количественно судить о таких параметрах воздушной среды, как давление, плотность, температура, влажность, концентрация газов, аэрозолей, параметры ветра. Преимущество лидарного зондирования заключается в монохроматичности, когерентности и возможности изменять спектр, что позволяет избирательно контролировать отдельные параметры воздушной среды. Главный недостаток – ограниченность потолка зондирования атмосферы с Земли влиянием облаков. Основными методами неконтактного контроля природных вод являются радиояркостной, радиолокационный, флюоресцентный. Радиояркостной метод использует диапазон зондирующих волн от видимого до метрового для одновременного контроля волнения, температуры и солёности. Радиолокационный (активный) метод заключается в приёме и обработке (амплитудной, энергетической, частотной, фазовой, поляризационной, пространственно-временной) сигнала, отражённого от взволнованной поверхности. Для дистанционного контроля параметров нефтяного загрязнения водной среды (площадь покрытия, толщина, примерный химический состав) используются лазерный отражательный, лазерный флюоресцентный методы и фотографирование в поляризованном свете. Флюоресцентный метод основан на поглощении оптических волн нефтью и различии спектров свечения легких и тяжелых фракций нефти. Оптимальный выбор длины возбуждающей волны позволяет по амплитуде и форме спектров флюоресценции идентифицировать типы нефтепродуктов.

Геофизические методы исследований применяются для изучения состава, строения и состояния массивов горных пород, в пределах которых могут развиваться те или иные опасные геологические процессы. К ним относятся: магниторазведка, электроразведка, терморазведка, визуальная съёмка (фото-, теле-), ядерная геофизика, сейсмические и геоакустические и другие методы.

В программу наземных инструментальных геофизических наблюдений в системе мониторинга включаются:

- районы размещения дорогостоящих, ответственных и особо опасных объектов промышленного и гражданского строительства;

- промышленные зоны, в которых ведётся добыча полезных ископаемых, откачка (закачка) подземных вод, рассолов (промышленных стоков), места складирования отходов и т.п.;
- территории, занятые топливно-энергетическими комплексами;
- территории с мульдами оседания земной поверхности;
- территории занятые промышленными предприятиями, на которых выполняются прецизионные работы в различных сферах производственной деятельности;
- территории с неблагоприятной и напряжённой экологической обстановкой;
- территории расположения уникальных архитектурных сооружений и исторических памятников.

Основным видом непосредственного изучения опасных геологических процессов и явлений является комплексная *инженерно-геологическая съёмка* (ИГС). Методика комплексной ИГС к настоящему времени достаточно хорошо отработана. Сейчас практически вся территория Российской Федерации покрыта государственной среднемасштабной съёмкой (1 : 200 000; 1 : 100 000 и в ряде случаев 1 : 50 000). Методы получения инженерно-геологической информации в ходе съёмки хорошо разработаны и включают в себя комплекс подготовительных, полевых, лабораторных исследований. В ходе ИГС полевое изучение базируется на традиционных маршрутах геологических, топографо-геодезических и ландшафтно-индикационных исследованиях, горнопроходческих и буровых разведочных работах, полевом опробовании горных пород, динамическом и статическом зондировании и т.д. В этот комплекс работ включаются и специальные аэрокосмические, геофизические, математические, геодезические, гидрогеологические наблюдения.

С 1990-х гг. в России проводились организационные работы в области экологического мониторинга с использованием космических средств, а также формирования инфраструктуры региональных центров сбора и приёма космической информации. В России существует несколько космических систем дистанционного зондирования территории России, применимых для наблюдений за развитием опасных природных процессов и явлений. Основными и наиболее доступными для использования в ЕГСЭМ из них являются системы дистанционного зондирования «Метеор», «Океан», «Ресурс-0», «Ресурс-2» и др.

Изображения со спутников передаются на Землю в реальном масштабе времени в диапазоне 1700 МГц. Возможность свободного приёма спутниковой информации наземными станциями обеспечивается Всемирной метеорологической организацией согласно концепции «Открытого неба». На наземных станциях приёма спутниковой информации производится приём, демодуляция, первичная обработка и подготовка спутниковых данных к вводу в персональный компьютер станции. На территории России в последнее десятилетие активно развивается сеть станций приёма данных от спутников NOAA (американские метеорологические спутники), образующая наземную инфраструктуру регионального экологического мониторинга: в Москве (Институт космических исследований РАН, ВНИИ ГОЧС МЧС); Красноярске

(Институт леса СО РАН); Иркутске (Институт солнечно-земной физики СОРАН); Салехарде (Госкомитет по охране окружающей среды Ямало-Ненецкого автономного округа); Владивостоке (Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН). Спутниковые данные дистанционного зондирования позволяют решать следующие задачи контроля состояния среды:

- определение метеорологических характеристик: вертикальные профили температуры, интегральные характеристики влажности, характер облачности;
- контроль динамики атмосферных фронтов, ураганов, получение карт крупных стихийных бедствий;
- определение температуры подстилающей поверхности, оперативный контроль и классификация загрязнений почвы и водной поверхности;
- обнаружение крупных или постоянных выбросов промышленных предприятий;
- контроль техногенного влияния на состояние лесопарковых зон;
- обнаружение крупных пожаров и выделение пожароопасных зон в лесах;
- выявление тепловых аномалий и тепловых выбросов крупных производств и ТЭЦ в мегаполисах;
- регистрация дымных шлейфов от труб;
- мониторинг и прогноз сезонных паводков и разливов рек;
- обнаружение и оценка масштабов зон крупных наводнений;
- контроль динамики снежных покровов и загрязнений снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий.

3. Биологические методы контроля

Оценка экологической обстановки на территории в ходе формирования эффективной системы государственного экологического мониторинга невозможна без использования методов биодиагностики качества окружающей среды. Оценивать качество окружающей среды необходимо в целях:

- определения состояния природных ресурсов;
- разработки стратегии рационального использования региона;
- определения предельно допустимых нагрузок для любого региона;
- решение судьбы районов интенсивного промышленного и сельскохозяйственного использования, загрязненных территорий и т.д.;
- решения вопроса о строительстве, пуске или остановке определённого предприятия;
- оценки эффективности природоохранных мероприятий, введения очистных сооружений, модернизации производства и т.д.;
- введения новых химикатов и оборудования;
- создания рекреационных и заповедных территорий.

Ни один из этих вопросов не может быть объективно решён лишь на уровне рассмотрения формальных показателей, а требует проведения специальной разносторонней оценки качества среды обитания, т.е. необходима *интегральная характеристика* её состояния, биологическая оценка.

Методы биоиндикации основаны на наблюдениях отдельных организмов, популяции или сообществ организмов в естественной среде обитания с целью

определения по их реакциям (изменениям) качества окружающей среды. В сельском хозяйстве широко применяется метод биоиндикации для диагностики питания сельскохозяйственных культур. Данный метод *визуальной биоиндикации* основан на изучении внешних признаков фито- и биоценозов, которые отражают качественные изменения среды обитания. В качестве признаков визуальной биоиндикации используется *внешний вид растений*. Таких признаков, связанных с нарушением питания растений, множество, в частности: замедление роста стеблей; ветвей и корней; пожелтение; бурение; загибание листьев; «краевые ожоги»; образование гнили; одревеснение стеблей и др. Для целей биоиндикации качества окружающей среды могут применяться *популяционные и экосистемные критерии*, которые характеризуются показателями: численности и биомассы отдельных видов; соотношением в сообществах различных видов, их распределение по обилию и т.п.

Известны *Патолого-анатомические и гистологические, эмбриональные, гистологические, генетические, иммунологические методы* биоиндикации.

Методы биотестирования – способ интегральной оценки токсичности загрязнений уже достаточно давно используется в системе мониторинга качества окружающей среды за рубежом и начинает применяться в нашей стране. Аргументами в пользу целесообразности использования подходов биотестирования качества окружающей среды являются их универсальность, экспрессность, простота, доступность и дешевизна. Высокая чувствительность тест-организмов к действию загрязняющих веществ привела ряд специалистов даже к идее о возможности полной замены всех гигиенических нормативов единственным критерием качественной оценки окружающей среды на основе биотестирования. Это определило необходимость изучения эффективности последнего. В частности, для выявления залповых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и особенно в целях обнаружения резких изменений качества питьевой воды биотестирование имеет значение как сигнальный показатель экспресс-контроля, позволяющий уже в течение одного часа получить данные интегральной оценки токсичности воды и принять необходимые меры для защиты населения, в то время как органолептические свойства воды могут оставаться без изменения, а на идентификацию веществ, поступивших в воду, химическими методами требуется несколько часов и даже суток. В настоящее время особое внимание уделяется приёмам токсикологического биотестирования, т.е. использования в контролируемых условиях биологических объектов в качестве средства выявления суммарной токсичности воды. *Длительность биотестирования* зависит от задачи, поставленной исследователем. Существуют следующие виды биотестов:

- *острые биотесты* (acute tests), выполняемые на различных тест-объектах по показателям выживаемости, длятся от нескольких минут до 24 – 96 ч;

- *краткосрочные* (short-term chronic tests) хронические тесты, длятся в течение семи суток и заканчиваются, как правило, после получения первого поколения тест-объектов;

- *хронические тесты* (chronic tests), распространяются на общую плодовитость ракообразных, охватывая три поколения.

Генетически однородные культуры тест-объектов (водных беспозвоночных и водорослей) можно получить в специализированных научных учреждениях, аккредитованных в системе сертификации на проведение анализов с использованием необходимого тест-объекта. В последние годы в России и ряде стран мира внедряются методы биотестирования качества поверхностных вод с использованием инфузорий, дафний и других водных биоценозов. В законодательном порядке установлена необходимость биотестирования водных вытяжек опасных отходов для определения их токсичности. В «Правилах охраны поверхностных вод» (Госкомприрода СССР, 1991 г.) биотестирование является обязательным методом при анализе качества природных и сточных вод. Любая комбинация традиционных аналитических приборов не в состоянии предусмотреть специфический биологический эффект, выявленный в процессе контроля токсичности в качестве интегрального показателя. Основные нормативные документы по биотестированию в России:

- РД 52.18.344–93 Методика выполнения измерений интегрального уровня загрязнения почвы техногенных районов методом биотестирования.

- ПНД ФТ 14.1:2:3:4.7–02,16.1:3:3:3.4–02 «Токсикологические методы контроля. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадки сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний».

Контрольные вопросы

1. Что такое метод анализа (или определения) ?
2. Что такое качественный и количественный анализ ?
3. Какие методы анализа бывают ?
4. Какие методы называются инструментальными ?
5. Что такое средства измерения ?
6. Перечислите главные свойства методов анализа.
7. Назовите основные физические, химические, физико-химические, биохимические и биологические методы анализа, их суть и средства измерения.
8. Что представляют из себя тест-методы, их достоинства и недостатки ?
9. В чем схожесть и отличие методов – биоиндикация, биотестирование, экотоксикология, мониторинг биоразнообразия ?
10. Биоиндикацию и биотестирование относят к дифференциальным или интегральным методам диагностики?
11. Какие дистанционные методы и с какой целью целесообразно применять в экологическом мониторинге?
12. Перечислите методы контроля и их основные свойства ?

Практическая работа 6

Биоиндикационный мониторинг зеленых насаждений города

Цель работы – ознакомиться с методами биоиндикации на примере оценки состояния зеленых насаждений, проводя анализ причин нарушения их устойчивости, наличия повреждения и поражения растений природными и антропогенными факторами, а также предлагая природоохранные мероприятия по улучшению качества зеленых насаждений с прогнозом их состояния и предложениями эффективных методов контроля

Биоиндикационный мониторинг зеленых насаждений города

План проведения практического занятия:

- 1 – ознакомление с целью и общими сведениями работы;
- 2 – выполнение работы по следующим этапам: а) подготовительный; б) проведение обследования; в) обработка материалов обследования; г) анализ полученных результатов; д) формулировка выводов, рекомендаций и предложений.

При выполнении работы магистры овладевают научными методами исследования, знакомятся с видовым составом растений, их биологией и проблемами экологии.

Согласно закону РФ «Об охране окружающей среды» зеленые зоны относятся к особо охраняемым природным территориям. Растительность на улицах городов рассматривается, прежде всего, с точки зрения улучшения среды жизни для человека в гигиеническом и эстетическом отношении. Растения обогащают воздух кислородом, увлажняют и очищают его, способствуют снижению шума, влияют на микроклимат территории. Экологический мониторинг состояния зеленых насаждений является составной частью системы государственного экологического мониторинга.

Экологический мониторинг состояния зеленых насаждений ведется с целью контроля за устойчивостью, жизнеспособностью, поврежденностью древесных и кустарниковых растений, а также за состоянием травянистой растительности (газонов, цветников и прочее). Объектами экологического мониторинга состояния зеленых насаждений являются зеленые насаждения, расположенные на территориях зеленых насаждений всех видов.

Результаты экологического мониторинга состояния зеленых насаждений используются для обоснования и принятия управленческих, хозяйственных, технологических и иных решений, выбора оптимальных вариантов стратегии и мероприятий по охране окружающей среды в целях обеспечения рациональной и экологически обоснованной деятельности при управлении зеленым фондом города, учитывающей средообразующую функцию зеленых насаждений.

Известно, что основные экологические факторы в городах существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной обстановке. Загрязнение воздуха, воды, почвы оказывает влияние на физиологические функции растений, их внешний облик, состояние, продолжительность жизни,

генеративную сферу. Вещества-токсиканты адсорбируются на клеточных оболочках растений, проникают внутрь клеток, нарушают обмен веществ; в результате резко снижается фотосинтез, усиливается дыхание. Обычно признаки поражения растений токсикантами выражаются в некрозе края листа, побурении листьев и хвои, появлении уродств, отмирании. Пыль, оседающая на листья, действует как экран, снижающий доступ света и усиливающий поглощение тепловой радиации. Кроме того, возможна закупорка листьев пылевыми частицами. Загрязнение почвы и вод нефтепродуктами вызывает разные этапы повреждения растений – от отсутствия завязывания семян и отмирания отдельных органов до полной гибели. Среди растений есть виды, чувствительные к загрязнению среды, и есть более выносливые.

Наиболее газоустойчивы: туя западная, клен ясенелистный, бузина, тополь канадский, сирень амурская, снежноягодник белый, боярышник.

Достаточно газоустойчивы: барбарис, жимолость татарская, роза морщинистая, сирень венгерская, спирея, смородина золотистая, яблони ягодные и китайская, ель колючая.

Негазоустойчивы: ель, пихта, кедр, можжевельник, клен остролистный, береза, тополь бальзамический, сирень обыкновенная, черемуха обыкновенная.

Этапы работы

I. Подготовительный этап: 1) постановка цели и задач обследования; 2) подготовка материалов и оборудования для проведения полевых работ (планшеты, карандаши, линейки, резинки, компасы, мерные ленты, рулетки, мерные вилки, веревка, бумага); 3) знакомство с объектом обследования; 4) составление плана-карты объекта обследования (парка, сквера, бульвара, улицы и т.д.).

II. Проведение обследования

При проведении обследования магистры пользуются инструкцией, где определен порядок работы и форма записи и обработки результатов.

Инструкция по инвентаризации зеленых насаждений.

1. Для проведения работы снимается копия плана объекта.

2. Инвентаризируемый объект разделяется на условные учетные участки.

3. На каждом учетном участке проводятся измерения расстояний между деревьями, определяется их положение относительно друг друга, зданий, газонов, тротуаров и т. д. в соответствии со сторонами горизонта. Деревья наносятся на план-карту участка, каждому дереву, кустарнику или группе кустарников присваивается порядковый номер в пределах учетного участка.

4. В полевой дневник записывается дата обследования, номер учетного участка и следующие данные:

а) местоположение и характеристики озеленительных насаждений;

б) вид насаждений (рядовая, групповая посадка, одиночные экземпляры);

в) номер дерева (кустарника);

г) порода (род, вид);

д) диаметр ствола дерева на высоте 1,3 м (в см);

е) класс санитарного состояния;

ж) класс эстетической ценности;

з) состояние насаждений.

5. Состояние насаждений определяется по признакам:

"хорошее" – насаждения здоровые, с хорошо развитой кроной, без существенных повреждений;

«удовлетворительное» – насаждения здоровые, но с неправильно развитой кроной, со значительными, но не угрожающими их жизни ранениями или повреждениями, с дуплами и др.;

«неудовлетворительное» – насаждения с неправильной и слабо развитой кроной, со значительными повреждениями, ранениями, зараженностью болезнями или вредителями, угрожающими их жизни.

Для оценки санитарного состояния и устойчивости зеленых насаждений используется классификация Н.М. Тюльпанова:

1 класс – насаждения совершенно здоровые, имеющие хороший рост и развитие, здоровых деревьев и кустарников на участке не менее 90%;

2 класс – насаждения здоровые, но с явно замедленным ростом, здоровых растений на участке не менее 50%;

3 класс – насаждения с резко выраженным замедленным ростом, неустойчивые; под влиянием неблагоприятных факторов начинается распад насаждений; здоровых растений не менее 20%.

Для эстетической оценки зеленых насаждений используется следующая трехбалльная шкала:

1 класс – высокая эстетическая ценность; участки с высокими декоративными качествами, ценные по составу древесных пород и кустарников; проведение хозяйственных мероприятий на участке в ближайшие годы не требуется;

2 класс – средняя эстетическая ценность; участки со средними декоративными качествами, насаждения отличаются однообразием по породному составу, загущены или с большой примесью малоценных пород; для повышения эстетической ценности требуется проведение специальных мероприятий (рубки ухода, посадки ценных деревьев и кустарников);

3 класс – низкая эстетическая ценность; участки характеризуются невысокими декоративными качествами, насаждения монотонны и не интересны по составу пород или же подвержены болезням, усыхающие, обладающие низкой устойчивостью; требуется проведение более сложных мероприятий по улучшению насаждений (санитарные рубки, реконструкция насаждений и посадка новых ценных пород деревьев и кустарников).

Состояние зеленых насаждений и элементов благоустройства территории определяется по признакам, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Показатели оценки состояния зеленых насаждений и элементов благоустройства

Состояние деревьев	Категория состояния	Основные признаки
Деревья		

Хорошее	Без признаков ослабления	Листва или хвоя зеленые, нормальных размеров, крона густая, нормальной формы и развития, прирост текущего года нормальный для данного вида, возраста, условий произрастания деревьев и сезонного периода, повреждения вредителями и поражение болезнями единичны или отсутствуют
Удовлетворительное	Ослабленные	Листва или хвоя часто светлее обычного, крона слабожурная, прирост ослаблен по сравнению с нормальным, в кроне менее 25% сухих ветвей. Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, механические повреждения, единичные водяные побеги
Удовлетворительное	Сильно ослабленные	Листва мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона изрежена, сухих ветвей от 25 до 50%, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои и листы, в том числе попытки или местные поселения стволовых вредителей, у лиственных деревьев часто водяные побеги на стволе и ветвях
Неудовлетворительное	Усыхающие	Листва мельче, светлее или желтее обычной, хвоя серая желтоватая или желто-зеленая, часто преждевременно опадает или усыхает, крона сильно изрежена, в кроне более 50% сухих ветвей, прирост текущего года сильно уменьшен или отсутствует. На стволе и ветвях часто имеются признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине); у лиственных деревьев обильные водяные побеги, иногда усохшие или усыхающие
Неудовлетворительное	Сухостой текущего года	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, хвоя серая, желтая или бурая, крона усохла, но мелкие веточки и кора сохранились. На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия
Неудовлетворительное	Сухостой прошлых лет	Листва и хвоя осыпались или сохранились лишь частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола. На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой - обильная буровая мука и грибница дереворазрушающих грибов
Кустарники		
Хорошее	Без признаков ослабления	Кустарники здоровые (признаков заболеваний и повреждений вредителями нет); без механических повреждений, нормального развития, густо облиственные, окраска и величина листьев нормальные
Удовлетворительное	Ослабленные	Кустарники с признаками замедленного роста, с наличием усыхающих ветвей (до 10-15%), изменением формы кроны, имеются повреждения

		вредителями
Удовлетворительное	Сильно ослабленные	Кустарники с признаками замедленного роста, с наличием усыхающих ветвей (от 25 до 50%), крона изрежена, форма кроны изменена, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным
Неудовлетворительное	Усыхающие	Кустарники переросшие, ослабленные (с мелкой листвой, нет приростов), с усыханием кроны более 50%, имеются признаки поражения болезнями и вредителями
Неудовлетворительное	Сухостой текущего года	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, крона усохла, но мелкие веточки и кора сохранились
Неудовлетворительное	Сухостой прошлых лет	Листва осыпалась, крона усохла, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ветвей
Газоны		
Хорошее	Поверхность хорошо спланирована, травостой густой, однородный, равномерный, регулярно стригущийся, цвет интенсивно зеленый, нежелательной растительности и мха нет, площадь проективного покрытия 90-100%	
Удовлетворительное	Поверхность газона с заметными неровностями, травостой неровный с примесью нежелательной растительности, нерегулярно стригущийся, цвет зеленый, площадь проективного покрытия не менее 75%	
Неудовлетворительное	Травостой изреженный, неоднородный, много нежелательной растительности, нерегулярно стригущийся, окраска газона неровная, с преобладанием желтых оттенков, имеется мох, много плешин и вытопанных мест, площадь проективного покрытия менее 75%	
Цветники		
Хорошее	Поверхность тщательно спланирована, почва хорошо удобрена, растения хорошо развиты, равные по качеству; нежелательной растительности и отпада нет	
Удовлетворительное	Поверхность грубо спланирована, с заметными неровностями, почва слабо удобрена, растения нормально развиты. Отпад незначительный, нежелательная растительность единична (до 10% площади)	
Неудовлетворительное	Поверхность спланирована грубо, почва не удобрена, растения слабо развиты, отпад значительный, много нежелательной растительности (более 10% площади)	
Малые архитектурные формы		
Хорошее	Выполнены в соответствии с проектом, надежно закреплены, окрашены влагостойкими красками. Песок в детских песочницах не содержит примесей (зерен гравия, глины)	
Удовлетворительное	Имеются незначительные нарушения конструкций, не влияющих на функциональность использования; МАФ надежно закреплены, но окраска поверхности некачественна (до 10-15%). Песок в детских песочницах содержит незначительные примеси (зерен гравия, глины)	
Неудовлетворительное	Имеют место механические повреждения, нарушение конструкций, частичное отсутствие элементов, ненадежные крепления, небрежная окраска или наличие неокрашенных мест более 15%	
Дорожно-тропиночная сеть		
Хорошее	Дороги хорошо спланированы, верхний слой уплотнен, отсутствие просадок, бордюрный камень в хорошем состоянии	
Удовлетво-	Хорошая планировка дорожного полотна, просадки и выбоины до 10-	

рительное	15%, на дорожках с мягким покрытием имеются отдельные экземпляры нежелательной растительности, бордюрный камень местами отсутствует
Неудовлетворительное	Планировка дорожного полотна нарушена, просадки и выбоины более 15%, застой воды, дорожки с мягким покрытием заросли нежелательной растительностью. Примечание. Оценка состояния тропы (протопа) оценивается как неудовлетворительное

Форма записи результатов обследования в полевом дневнике
(см. табл.2)

Дата обследования _____

Номер учетного участка _____

Вид насаждений (рядовая, групповая посадка)	Номер дерева	Порода, род, вид	Диаметр ствола, см (на высоте 1,3 м)	Кол-во стволов	Состояния			Примечание (особые признаки, повреждения)
					хор.	удовл.	неуд.	

III. Обработка материалов обследования

1. На основании рабочих карт учетных участков составляется общая карта зеленых насаждений объекта. При наличии технической возможности эту работу рекомендуется выполнять при помощи компьютерной геоинформационной системы.

2. По данным полевых дневников составляется паспорт объекта озеленения, в который включаются результаты обследования по форме, приведенной на табл. 2.

Кроме того, по этим данным составляется сводная таблица, содержащая сведения об общем количестве деревьев по породам, диаметрам и состоянию.

Паспорт зеленых насаждений объекта

Дата обследования _____

Форма заполнения результатов

Номер участка	Вид насаждений	Порода, род, вид Номер дерева	Диаметр ствола, см (на высоте 1,3 м)	Кол-во стволов	Состояния			Примечание (особые признаки, повреждения)
					хор.	удовл.	неуд.	

3. Анализ полученных результатов, формулировка выводов и обобщений, рекомендаций и предложений

Инвентаризация зеленых насаждений населенного пункта является началом экологического мониторинга селитебной территории с помощью растений. Материалы исследований могут быть подвергнуты компьютерной обработке, что повышает практическую значимость исследования.

Литература

1. Экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. – М.: АГАР, 2000. _
2. Кудинова Н.В. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Мониторинг безопасности» - Ростов –на- Дону: Рост. Гос. Строит. Ун-т, 2011. – 22 с.

Практическая работа 7

Экологический мониторинг оценки жизненного цикла (МОЖЦ) проекта

Цель работы – изучение принципов и структуры экологического мониторинга оценки жизненного цикла (МОЖЦ), обеспечивающих проведение исследования и представление отчетности по МОЖЦ, а также некоторых минимальных требований к данному экологическому мониторингу для оценки возможных воздействий, связанных с возведением зданий, строительных сооружений, изготовлением строительной продукции, других видов деятельности а также для повышения интереса к разработке методов, направленных на снижение этих воздействий.

Экологический мониторинг оценки жизненного цикла (МОЖЦ) проекта

План проведения практического занятия

1. Цель практической работы
2. Общие сведения
 - 2.1 Принципы мониторинга оценки жизненного цикла
 - 2.2 Методологическая структура экологического мониторинга
 - 2.3 Инвентаризационный анализ мониторинга жизненного цикла
 - 2.4 Интерпретация мониторинга жизненного цикла
3. Этапы работы:
 - 3.1. Изучить принципы мониторинга оценки жизненного цикла: область применения, ограничения, основные особенности, фазы МОЖЦ;
 - 3.2. Рассмотреть методологическую структуру МОЖЦ
 - 3.3. Провести инвентаризационный анализ МОЖЦ проекта: сбор данных, инвентаризация данных входных и выходных потоков.
 - 3.4. Интерпретация МОЖЦ.
 - 3.5. Провести оценивание эффективности системы экологического мониторинга.
 - 3.6. Сделать вывод по работе.

2 Общие сведения

2.1 Принципы мониторинга оценки жизненного цикла

Экологический мониторинг оценки жизненного цикла включает в себя:

- проведение инвентаризации соответствующих входных и выходных потоков продукционной системы;
- экологический мониторинг и оценивание потенциальных воздействий на окружающую среду, связанных с этими потоками;
- интерпретацию результатов инвентаризационного анализа и этапов оценки воздействий в зависимости от цели исследования.

С помощью экологического мониторинга отслеживают экологические аспекты и потенциальные воздействия на протяжении всего жизненного цикла продукции (от приобретения сырья до производства, эксплуатации и утилизации). Основными категориями воздействий на окружающую среду

являются использование ресурсов, здоровье человека и экологические последствия.

МОЖЦ дает возможность:

- улучшения экологических аспектов продукции в различные моменты ее жизненного цикла;
- принятия решений в промышленных, государственных или не государственных организациях (например, при стратегическом планировании, определении приоритетов, проектировании продукции или процесса);
- выбора соответствующих показателей экологической эффективности, включая методы измерений;
- маркетинга (например, при заявлении об экологическом иске, связанном с системой экологической маркировки или декларацией об экологической чистоте продукции).

Область применения, границы и степень детализации исследования с помощью МОЖЦ зависят от объекта и предполагаемого использования результатов. Глубина и широта охвата МОЖЦ зависят от цели конкретного исследования.

МОЖЦ – это один из нескольких видов мониторинга для управления окружающей средой (например, оценка риска, оценка экологической эффективности или характеристик экологичности, экологический аудит и оценка воздействий на окружающую среду), и он применим не для всех ситуаций. Как правило, МОЖЦ не касается экономических и социальных аспектов продукции.

Для метода МОЖЦ характерны следующие ограничения:

- характер выбора и допущений, сделанных применительно к МОЖЦ, (например, установление границ системы, выбор источников информации и категории воздействий), может быть субъективным;
- модели, используемые для инвентаризационного анализа или оценки воздействия на окружающую среду, ограничены соответствующими допущениями и могут быть непригодны для всех потенциальных воздействий;
- результаты МОЖЦ, сфокусированные на глобальных и региональных проблемах, могут быть непригодны для локальных применений, т.е. локальные условия могут быть неадекватно представлены региональными или глобальными условиями;
- точность МОЖЦ может быть ограничена степенью доступности необходимой или отсутствием соответствующей информации, ее качеством, например пропусками, видами имеющейся информации, ее группированием, усреднением, специфичностью для данного местоположения объекта;
- отсутствие пространственных и временных параметров в инвентаризационных данных, используемых для оценки воздействий, вносит неопределенность в результаты воздействий. Эта неопределенность меняется и зависит от пространственных и временных характеристик каждой категории воздействий.

В стандарте ГОСТ Р ИСО 14040 содержатся принципы и структура проведения исследований ОЖЦ, а также некоторые методологические

требования к этому процессу. Дополнительная информация содержится в стандартах ИСО 14041, ИСО 14042 и ИСО 14043, относящихся к различным стадиям ОЖЦ.

Основные характерные особенности методологии МОЖЦ следующие:

- исследования, связанные с экологическим мониторингом, должны быть системными и соответствующим образом ориентированы на экологические аспекты производственных систем от получения сырья до утилизации;

- глубина детализации и временные рамки исследования экологическим мониторингом могут в значительной степени изменяться в зависимости от поставленной цели и области применения;

- область применения, допущения, описание качества данных, применяемые методы и получаемые результаты экологического мониторинга, должны быть четкими и прозрачными. В исследованиях с использованием экологического мониторинга должны обсуждаться и документироваться источники данных;

- в зависимости от предполагаемого применения экологического мониторинга следует предусмотреть меры по сохранению конфиденциальности и прав собственности на информацию;

- методология экологического мониторинга должна быть восприимчива для включения в нее новых научных результатов и усовершенствования технологий;

- к исследованиям при помощи экологического мониторинга предъявляют специальные требования, используемые для сравнительного заключения, представляемого общественности;

- научная основа для сведения результатов экологического мониторинга к единственному количественному показателю или числу отсутствует, так как на различных стадиях жизненного цикла анализируемых производственных систем существуют компромиссы и сложности;

- одного единственного метода проведения экологического мониторинга не существует. При практическом внедрении экологического мониторинга организациям следует проявлять гибкость, обусловленную спецификой применения и требованиями пользователя.

Фазы МОЖЦ. В экологический мониторинг оценки жизненного цикла включают определение цели и области применения, инвентаризационный анализ, оценку воздействий и интерпретацию результатов.

2.2 Методологическая структура экологического мониторинга

Цель и область применения экологического мониторинга ОЖЦ должны быть четко определены и согласованы с предполагаемым использованием.

Цель исследования должна однозначно указывать предполагаемое использование, причины выполнения исследования и намеченного адресата, т.е. кому предполагается сообщить результаты исследования.

При определении области применения экологического мониторинга ОЖЦ следует установить:

- функции производственной системы или, в случае сравнительных исследований, функции рассматриваемых систем;

- функциональную единицу;
- исследуемую производственную систему;
- границы производственной системы;
- процедуры распределения (входных, выходных потоков);
- типы воздействия и используемые методологии оценки воздействия, а также последующую интерпретацию;
- требования к данным;
- допущения;
- ограничения;
- требования к качеству первичных данных;
- вид критического пересмотра, если таковой имеется;
- вид и форму отчета, требуемого для исследования.

Область применения экологического мониторинга ОЖЦ должна четко устанавливать функции исследуемой системы. Функциональная единица является мерой характеристик функциональных выходных потоков производственной системы. Главной целью функциональной единицы является обеспечение эталона измерений входных и выходных потоков. Эта единица необходима для того, чтобы предусмотреть сопоставимость результатов экологического мониторинга ОЖЦ. Сопоставимость результатов экологического мониторинга ОЖЦ особенно важна, чтобы гарантировать наличие общей основы для сравнения различных систем.

Требования к качеству данных определяются характеристиками данных, необходимых для экологического мониторинга. Эти требования должны способствовать соответственно, целям и области применения экологического мониторинга ОЖЦ. Требования к качеству данных должны включать:

- охватываемый период времени;
- географические условия;
- технологические факторы;
- правильность, полноту и представительность данных;
- согласованность и воспроизводимость методов, используемых при экологическом мониторинге ОЖЦ;
- источники данных и их представительность;
- степень неопределенности информации.

Там, где экологический мониторинг используют для сравнительного заключения, утверждения, представляемого общественности, следует обратиться к упомянутым выше требованиям к качеству данных.

Для сравнительного заключения экологического мониторинга, представляемого общественности, оценивание систем должно проводиться в соответствии с процессом критического пересмотра. Другим требованием к сравнительному заключению экологического мониторинга является проведение оценки воздействий.

2.3 Инвентаризационный анализ мониторинга жизненного цикла

Инвентаризационный анализ включает в себя процедуры сбора и расчета данных с целью количественного определения соответствующих входных и выходных потоков данных производственной системы. Входные и выходные

потоки могут включать в себя использование ресурсов, выбросы в атмосферу, сбросы в воду и землю, связанные с системой.

В зависимости от целей и области применения экологического мониторинга ОЖЦ эти данные можно использовать для интерпретаций результатов. Эти данные также являются исходными для оценки воздействия на протяжении жизненного цикла.

Данные качественного и количественного характера для включения и инвентаризационный анализ должны быть собраны для каждого единичного процесса, входящего в границы системы.

Сбор данных может быть ресурсоемким процессом. В области применения следует рассмотреть практические ограничения на сбор данных и документировать их в отчете об экологическом мониторинге.

Некоторые особенности расчетов:

- процедуры распределения необходимы, когда имеют дело с системами, включающими многокомпонентную продукцию (например, многокомпонентные продукты переработки строительных материалов). Потоки материала и энергии, а также связанные с ними выбросы в окружающую среду должны быть привязаны к различным компонентам продукции в соответствии с четко изложенными процедурами, которые должны быть документированы и обоснованы;

- при расчете потока энергии следует принять во внимание различные используемые источники топлива и энергии, коэффициент эффективности преобразования и распределение потока энергии, входные и выходные потоки, связанные с производством и использованием этого потока энергии.

Оценка воздействия на протяжении жизненного цикла

Фаза экологического мониторинга оценки воздействий при проведении ОЖЦ направлена на оценивание значимости потенциальных воздействий на окружающую среду по результатам инвентаризационного анализа жизненного цикла. В широком смысле этот процесс включает в себя увязывание между собой инвентаризационных данных с конкретными воздействиями на окружающую среду и попытку осмыслить эти воздействия. Уровень детализации, выбор оцениваемых воздействий и применяемые методологии зависят от цели и области применения экологического мониторинга. Эта оценка может включать в себя итерационный процесс пересмотра цели и области применения экологического мониторинга ОЖЦ, с тем чтобы определить, достигнуты ли цели экологического мониторинга, или следует изменить цель и область применения, если оценка показывает, что они не могут быть достигнуты.

Фаза оценки воздействия может включать следующие элементы:

- привязку инвентаризационных данных к категориям воздействий (классификация);

- моделирование инвентаризационных данных в рамках категорий воздействий (определение характеристик);

- возможное агрегирование результатов в конкретных случаях, если это существенно (определение взвешиванием).

2.4 Интерпретация мониторинга жизненного цикла

Интерпретация является фазой МОЖЦ, на которой увязывают результаты анализа инвентаризационных данных и оценки воздействий или для получения выводов и рекомендаций увязывают только результаты анализа инвентаризационных данных согласно поставленной цели и области применения.

Результаты этой интерпретации должны быть в форме выводов и рекомендаций для лиц, принимающих решения, согласно цели и области применения экологического мониторинга.

Результаты интерпретации должны отражать результаты проведенного «анализа чувствительности».

Отчетность

Результаты МОЖЦ должны быть беспристрастно, полностью и точно сообщены потребителю. Вид и форма отчета должны быть определены при формулировании области применения экологического мониторинга.

Результаты, данные, методы, допущения и ограничения должны быть, прозрачными и представленными достаточно подробно, чтобы потребитель понял сложности и компромиссы, заложенные в экологическом мониторинге ОЖЦ. Отчет должен также позволить использовать результаты и интерпретацию их таким образом, который согласуется с целями экологической мониторинга.

Если результаты МОЖЦ должны быть сообщены третьей (заинтересованной) стороне, не являющейся уполномоченным лицом или исполнителем, принимающим участие в экологическом мониторинге, независимо от формы коммуникаций, должен быть подготовлен отчет справочного характера для третьей стороны, с которой существуют коммуникации.

Отчет должен охватывать:

а) Общие аспекты:

1) уполномоченное лицо по МОЖЦ, исполнитель МОЖЦ (внутренний или внешний);

2) дату подготовки отчета;

3) заявление о том, что исследование было проведено в соответствии с требованиями конкретного стандарта.

б) Определение цели и области применения;

в) Инвентаризационный анализ жизненного цикла: процедуры сбора и расчета данных;

г) Оценку воздействий на протяжении жизненного цикла (методологию и результаты проведенной оценки воздействия);

д) Интерпретацию жизненного цикла:

1) результаты экологического мониторинга;

2) допущения и ограничения, связанные с интерпретацией результатов, и относящиеся к ним методология и данные экологического мониторинга;

3) оценку качества данных.

е) Критический обзор:

- 1) имя и статус лиц, выполняющих обзор;
- 2) отчеты о критическом обзоре;
- 3) ответы на рекомендации.

Для сравнительного заключения в отчете должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- анализ потоков материалов и энергии с обоснованием для их включения или исключения (из анализа);
- оценка правильности, полноты и представительности использованных данных;
- описание эквивалентности сравниваемых систем;
- описание процесса критического обзора.

Критический обзор (экспертиза)

Процесс критического обзора должен гарантировать, что:

- методы, использованные для проведения МОЖЦ, согласуются с конкретным стандартом;
- методы, использованные для проведения МОЖЦ, научно и технически обоснованы;
- использованные данные адекватно соответствуют цели экологического мониторинга;
- интерпретации отражают выявленные ограничения и цель экологического мониторинга;
- отчет об экологическом мониторинге прозрачен и отвечает своему назначению.

Область применения и вид требуемого критического обзора должны быть определены при формулировке области применения экологического мониторинга ОЖЦ.

Критический обзор должен способствовать пониманию и усилению доверия к экологическому мониторингу ОЖЦ, например, при вовлечении заинтересованных сторон.

Использование результатов МОЖЦ для сравнительных заключений вызывает некоторые вопросы и требует критического обзора (экспертизы), поскольку это применение по всей вероятности затронет заинтересованные стороны, являющиеся внешними по отношению к исследованию МОЖЦ. Для того, чтобы снизить вероятность непонимания или негативных влияний на внешние заинтересованные стороны, критические обзоры по экологическому мониторингу ОЖЦ должны проводиться тогда, когда результаты используются в поддержку сравнительных заключений.

Однако сам факт проведения критического обзора никоим образом не должен трактоваться как поддержка того или иного сравнительного заключения, основанного на экологическом мониторинге ОЖЦ.

Если экологический мониторинг ОЖЦ подвергается критическому обзору (экспертизе), следует определить область применения такого обзора. В области применения обзора следует указать, почему предпринимается обзор, какой уровень детализации он будет охватывать и кто должен принять участие в процессе критического обзора.

При необходимости следует указать на договоренности о сохранении конфиденциальности содержания экологического мониторинга ОЖЦ.

Критический обзор может быть выполнен внутри организации. В этом случае его выполняет внутренний эксперт, не зависимый от экологического мониторинга ОЖЦ. Этот эксперт должен быть знаком с требованиями экологического мониторинга и обладать необходимым научным и техническим опытом.

Заключение обзора готовит лицо, проводящее экологический мониторинг ОЖЦ, и затем внутренний независимый эксперт проводит его экспертизу. Заключение обзора целиком может также подготовить внутренний независимый эксперт.

Заключительная часть обзора должна быть включена в отчет об экологическом мониторинге ОЖЦ.

Уполномоченное лицо по исследованию выбирает внешнего независимого эксперта в качестве председателя комиссии по обзору. На основе целей, области применения и финансовых ресурсов, выделенных на проведение обзора, руководитель выбирает других независимых квалифицированных специалистов для участия в обзоре.

В состав комиссии могут войти другие заинтересованные стороны, например правительственные органы, негосударственные группы или конкуренты.

Заключение обзора и отчет комиссии вместе с замечаниями эксперта и любыми ответами на рекомендации лиц, проводящих обзор, или членов комиссии, должны быть включены в отчет об экологическом мониторинге ОЖЦ.

2.5 Оценка эффективности систем экологического мониторинга

В соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 14031-2001 – Оценка экологической эффективности (ОЭЭ) - внутренний процесс и инструмент управления, предназначенный для обеспечения руководства достоверной и подтверждаемой текущей проверкой информацией, позволяющей определить, соответствует ли экологическая эффективность организации экологического мониторинга совокупности критериев, заданных руководством организации.

Организации, имеющие систему экологического мониторинга, оценивают соответствие своей экологической эффективности политике, целям, плановым показателям и другим критериям экологической эффективности.

Если организация не имеет такой системы, ОЭЭ позволяет:

- идентифицировать экологические аспекты;
- оценить, какие аспекты являются для нее наиболее важными;
- задать критерии экологической эффективности;
- оценить соответствие своей экологической эффективности этим критериям.

Оценивание экологической эффективности (ОЭЭ) – внутренний процесс управления, использующий показатели, предоставляющие информацию, позволяющую сравнить прошлую и настоящую экологическую эффективность организации с критериями этой эффективности. ОЭЭ осуществляют по

следующей модели управления: «Планирование – Выполнение – Проверка – Действие». Ниже перечислены стадии этого процесса.

а) Планирование

1) планирование ОЭЭ;

2) выбор показателей для ОЭЭ (выбор из числа существующих показателей и разработка новых показателей).

б) Выполнение

1) сбор данных, относящихся к выбранным показателям;

2) анализ и преобразование данных в информацию, описывающую экологическую эффективность организации;

3) оценка информации, описывающей экологическую эффективность организации в сравнении с критериями экологической эффективности организации;

4) подготовка отчета и передача информации, описывающей экологическую эффективность организации.

в) Проверка и действие

1) рассмотрение и совершенствование ОЭЭ.

2) Оценивание экологической эффективности по стандарту ГОСТ Р ИСО 14031-2001.

Показатели ОЭЭ подразделяют на две категории:

- показатели экологической эффективности (ПЭЭ);

- показатели состояния окружающей среды (ПСОС).

ПЭЭ подразделяют на два типа:

- показатели эффективности управления (ПЭУ), обеспечивающие информацию об усилиях, предпринимаемых руководством с целью воздействия на экологическую эффективность организации;

- показатели эффективности функционирования (ПЭФ), обеспечивающие информацию об экологической эффективности функционирования организации.

ПСОС дают представление о фактическом или потенциальном воздействии на окружающую среду экологических аспектов деятельности и тем самым способствуют планированию и внедрению ОЭЭ.

3 Этапы работы:

На основании исходных данных (у магистров имеется необходимый объем материалов по исследуемому объекту) и материала, изложенного в п.2, магистры должны:

3.1 изучить принципы мониторинга оценки жизненного цикла: область применения, ограничения, основные особенности, фазы МОЖЦ;

3.2 рассмотреть методологическую структуру МОЖЦ;

3.3 провести инвентаризационный анализ МОЖЦ проекта: сбор данных, инвентаризация данных входных и выходных потоков;

3.4 интерпретация МОЖЦ;

3.5 провести оценивание эффективности системы экологического мониторинга;

3.6 составить вывод по работе.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 14001-98 Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по использованию.
2. ГОСТ Р ИСО 14004-98 Системы управления окружающей средой. Общее руководство по принципам, системам и методам обеспечения функционирования.
3. ГОСТ Р ИСО 14010-98 Руководство по экологическому аудиту. Основные принципы.
4. ГОСТ Р ИСО 14011-98 Руководство по экологическому аудиту. Процедуры аудита. Аудит систем управления окружающей средой.
5. ГОСТ Р ИСО 14040-99 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.
6. ГОСТ Р ИСО 14031-2001 Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования.
7. ГОСТ Р ИСО 14041-2000 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Определение целей и области исследования инвентаризационный анализ.
8. ГОСТ Р ИСО 14050-98 Управление окружающей средой. Словарь.
9. Кудинова Н.В. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Мониторинг безопасности» – Ростов-на-Дону: Рост. Гос. Строит. Ун-т, 2011. – 22 с.

2. Мониторинг производственной экологической безопасности (в составе производственного экологического контроля)

Практическая работа 8

Правовая и нормативно-методическая основа организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду

Цель работы – ознакомление с основной законодательной и нормативно-методической литературой по организации мониторинга производственной экологической безопасности в составе производственного экологического контроля

Правовая и нормативно-методическая основа организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду

Одной из основных задач системы управления охраны окружающей среды субъекта хозяйственной деятельности является оценка и прогноз воздействия на окружающую среду, состояние и использование природных ресурсов по результатам существующего состояния источников антропогенного воздействия, а также компонентов окружающей среды.

Реализация последовательного внедрения на промышленных предприятиях системного подхода к обеспечению охраны окружающей среды в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14001-98., международных стандартов серии ISO 14000 и Правилами № 1836-93г. от 29.06.93г. по добровольному участию Компаний промышленного сектора в схеме экологического управления и аудита Европейского сообщества переводит предложения по стратегии управления антропогенным воздействием на окружающую среду в практику производственной деятельности компаний.

Мониторинг источников антропогенного воздействия (МИАВ) направлен на решение проблемы специфического (конкретного) воздействия, оказываемого субъектом хозяйственной деятельности на компоненты окружающей среды, и является информационной основой разработки стратегии по управлению антропогенным воздействием и принятию соответствующих управленческих решений.

Функционирование МИАВ обеспечит:

- Проведение наблюдений в районе расположения предприятий;
- Получение достоверной информации об источниках выбросов и их воздействии на окружающую среду;
- Информационную поддержку разработки природоохранных мероприятий и оценку их эффективности;
- Улучшение экологической обстановки и здоровья населения в зоне воздействия источников антропогенного воздействия субъекта хозяйственной деятельности.

Достоверность информации, получаемой в рамках осуществления МИАВ, может быть достигнута путем соблюдения единых методических и метрологических требований, использования единых форматов обработки и передачи результатов, что рассматривается в практических работах данного раздела по мониторингу безопасности.

В настоящем разделе практических и самостоятельных работ содержатся общие подходы и положения к организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду. Мониторинг источников антропогенного воздействия на окружающую среду осуществляют субъекты хозяйственной и иной деятельности в составе *производственного экологического контроля*.

Мониторинг источников антропогенного воздействия на окружающую среду решает проблему специфических воздействий на окружающую среду, поэтому места размещения постов наблюдения и параметры наблюдений относятся к конкретному территориальному субъекту хозяйственной деятельности. Субъект хозяйственной деятельности для организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду разрабатывает программу, содержащую разделы, указанные в практической работе 9.

Проведение и организация мониторинга производственного экологического контроля источников антропогенного воздействия на окружающую среду основывается на правовых, нормативных и методических документах, перечень которых систематизирован ниже.

Федеральные законы:

1. Федеральный закон РФ от 31 декабря 2005г. № 199-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий.
2. Федеральный закон РФ от 10 января 2002г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в редакции 31 декабря 2005г.).
3. Федеральный закон РФ от 4 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (в редакции 31 декабря 2005г.).
4. Федеральный закон РФ от 24 июня 1998г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (в редакции 31 декабря 2005г.).
5. Федеральный закон РФ от 23 ноября 1995г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (в редакции 31 декабря 2005г.).
6. Федеральный закон РФ от 19 июля 1998г. № 113-ФЗ «О гидрометеорологической службе» (с изменениями от 25 января 2006г.)
7. Федеральный закон РФ от 27 апреля 1993г. № 4871-1 «Об обеспечении единства измерений».
8. Водный кодекс РФ от 3.06.2006 №74
9. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 №136 (в редакции 31 декабря 2005г.).

Постановления Правительства:

1. «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» от

02.03.2000г. №183.

2. «Об утверждении Положения о государственном учете вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников» от 21.04.2000г. №373.

3. «О порядке установления и пересмотра экологических и гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых уровней физических воздействий на атмосферный воздух и государственной регистрации вредных (загрязняющих) веществ и потенциально опасных веществ» от 02.03.2000г. №182.

4. «О правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» от 16.06.2000г. №461.

5. «О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов» от 26.10.2000г. №818.

6. «О порядке ограничения, приостановления или прекращения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух и утверждении Положения об ограничении, приостановлении или прекращении выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух» от 28.11.2002г. №847.

7. «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» от 21.08.2000г. №613 (в ред. Постановления Правительства РФ от 15.04.2002г. №240).

8. «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)» от 31.03.2003г. №177.

9. «О Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и утверждении Положения о Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» от 23.07.2004г. №372.

10. «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору и утверждении Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» от 03.07.2004г. №401.

11. «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере природопользования и внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации» от 22.07.2004г. №370.

Государственные стандарты в области охраны окружающей среды:

1. ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод почвы. Основные положения.

2. ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.

3. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

4. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.

5. ГОСТ 17.1.3.13-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие

требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

6. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

7. РД 52.04.59-85. Охрана природы. Атмосфера. Требования к точности контроля промышленных выбросов, 1986г.

8. ГОСТ 17.2.4.06-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.

9. ГОСТ 17.2.4.07-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.

10. ГОСТ 17.2.2.03-87. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями.

11. ГОСТ Р 50820-95. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков.

12. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнений.

13. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

14. ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методикам определения загрязняющих веществ.

15. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

16. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.

17. ГОСТ 28168-99. Почвы. Отбор проб.

18. ПНД Ф 12.1.1-99. Методические рекомендации по отбору проб при определении концентраций вредных веществ (газов и паров) в выбросах промышленных предприятий.

19. ПНД Ф 12.4.2.1-99. Отходы минерального происхождения. Рекомендации по отбору и подготовке проб. Общие положения.

20. ПНД Ф 12.4.2.1-99. Отходы минерального происхождения. Рекомендации по отбору и подготовке проб. Общие положения.

21. ПНД Ф 12.1.2-99. Методические рекомендации по отбору проб при определении концентрации взвешенных частиц (пыли) в выбросах промышленных предприятий.

22. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. С.Пб., 2005.

23. ПНД Ф 12.1:2:2.2:2.3.2-03. Методические рекомендации. Отбор проб почв, грунтов, осадков биологических очистных сооружений, шламов промышленных сточных вод, донных отложений искусственно созданных водоемов, прудов-накопителей и гидротехнических сооружений.

24. ГОСТ Р 8.563-96 (с дополнениями №1 и2, 2001 и 2002г.г). ГСИ. Методики выполнения измерений.

25. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

26. ГОСТ Р 8.589-2001. Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения.

27. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1-6.

Санитарные нормы и правила. Гигиенические нормативы:

1. Методические указания МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест», утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ 7 февраля 1999г.

2. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», утверждены главным государственным санитарным врачом Российской Федерации.

3. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения, введены в действие Постановлением главного санитарного врача Российской Федерации от 25 июля 2001г. №19.

4. СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемиологических (профилактических) мероприятий», утвержденных главным государственным санитарным врачом Российской Федерации.

5. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, постановление Минздрава России от 30 апреля 2003г. № 78.

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», утверждены главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 15 июля 2003г. №4459.

Методические и инструктивно-технические документы:

1. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод, М., ВСЕГИНГЕО, 1990г.

2. Методические рекомендации по организации мониторинга подземных вод, М., ВСЕГИНГЕО, 1996г.

3. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, М., 1995г.

4. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Изд- во ВНИРО, М, 1999 г.

5. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух, С.Пб., 2005.

6. Перечень методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа Часть 1. Количественный химический анализ (на 01.05.2004г.).

7. Перечень методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа Часть2. Количественный химический анализ почв и отходов (на 01.05.2004г.).

8. Перечень методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа. Часть3. Количественный химический анализ атмосферного воздуха, промвыбросов в атмосферу и воздуха рабочей зоны (на 01.05.2004г.).

9. Перечень методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа. Часть 4. Токсикологические методы контроля. Часть 5. Общие вопросы, пробоотбор, реактивы, идентификация. Часть 6. Разное (на 01.05.2004г.).

10. РД 39-0147105-006-97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.

11. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы ОНД-90, ч. 1 – 2.

12. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М., 1991.

13. МИ 2335-2003. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа. Екатеринбург, 2003 г.

14. МИ 2336-2002 Рекомендации. Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.

15. МР 18.1.04-2003. Методические рекомендации. Система контроля качества результатов анализа проб объектов окружающей среды.

16. Справочник по удельным показателям выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для некоторых производств – основных источников загрязнения, Санкт-Петербург, 2003г.

17. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, Санкт-Петербург, 2005г.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой мониторинг производственной экологической безопасности ?

2. Какие цель и задачи решает мониторинг источников антропогенного воздействия (МИАВ) ?

3. Что обеспечивает функционирование МИАВ ?

4. Какие требования предъявляют к МИАВ ?

5. Ознакомьтесь с основными правовыми и нормативно-методическими документами МИАВ и отметьте основные требования и вопросы, которые решает данный вид мониторинга.

6. Проведите поиск региональных (Иркутска обл.) правовых, нормативно-методических и технических документов.

Практическая работа 9

Разработка программы мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом и знать основные нормативные документы по организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду в составе производственного контроля

Разработка программы мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду

Программа мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду включает следующие разделы.

1. Общие сведения о субъекте хозяйственной деятельности заносятся по форме:

Наименование _____

ИНН _____

Адрес _____

Ф.И.О. руководителя _____

Телефон _____

Ф.И.О. руководителя природоохранной службы _____

Количество промплощадок, шт. _____

Характеристика промплощадки:

наименование _____

номер _____

координаты точки привязки промплощадки к «городской» системе координат, м

X _____

У _____

угол поворота оси ОХ «заводской» системы координат (промплощадки)

относительно оси ОХ «городской» системы (против часовой стрелки) _____

количество источников антропогенного воздействия на окружающую среду _____

в том числе:

источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу _____

сосредоточенных и диффузных источников загрязнения воды

водоемов и водотоков _____

мест размещения отходов _____

2. Общие положения о разработке инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (т.к. нормативная база для других объектов разработана меньше, то внимание уделено только для источников выбросов).

Разработка этого раздела целесообразна для субъектов хозяйственной деятельности, использующих технологические процессы и оборудование, для которых данные по удельным показателям выбросов включены в «Справочник по удельным показателям выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для некоторых производств – основных источников загрязнения атмосферы», Санкт-Петербург, 2003г. (далее Справочник). В справочнике систематизированы удельные показатели выбросов (УПВ) загрязняющих веществ на единицу продукции для различных производств и технологических процессов и создана информационная база для технического нормирования основных источников загрязнения атмосферы.

Технологический принцип нормирования предусмотрен ФЗ РФ «Об охране окружающей среды», «Об охране атмосферного воздуха», а также ратификацией Россией международных конвенций и соглашений. Особую актуальность этот принцип учета выбросов приобрел в связи с ратификацией Россией Киотского протокола, так как в основе инвентаризации парниковых газов (ПГ) лежат коэффициенты выбросов, являющиеся, по существу, техническими нормативами. Кроме того, введение технических нормативов требует внедрения наилучших из существующих технологий, нормативно регулируемое снижение техногенной нагрузки на окружающую среду вследствие перехода на наиболее экологически безопасные технологические процессы и оборудование, более чистые виды топлива и исходное сырье. Этого же требует необходимость соответствия стандарту ISO 14000.

3 Основные подразделы программы.

3.1. Технологическая классификация источников выделения загрязняющих веществ (определяется принадлежностью источника технологическому процессу). Классификацию осуществляют на основе данных, приведенных в Справочнике (УПВ соответствуют определенным технологическим процессам), а также технологических регламентов и таблиц «Параметры источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу».

3.2. База данных по УПВ. Из Справочника выбирают показатели, характеризующие технологические процессы данного субъекта хозяйственной деятельности (Пример 1). Данные по УПВ приводятся с привязкой к технологическим процессам и установкам – источникам выделения загрязняющих веществ. Указывается, в какой группе производства используется данный технологический процесс, а также принадлежность к соответствующей подотрасли экономики. Заполняется также графа, в которой указан код категории источника в соответствии с классификатором SNAP-95 (номенклатура источников загрязнения атмосферы), который был разработан в рамках международной программы ЕМЕП-CORINER. В соответствии с обязательствами по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха Россия должна ежегодно представлять в Руководящий Орган Конвенции данные о

национальных выбросах с привязкой к категориям источников в соответствии с номенклатурой SNAP-95.

Источниками данных об УПВ загрязняющих веществ в атмосферу на единицу продукции для настоящего Справочника являются:

- Законодательные документы, ГОСТы; эти данные приведены в справочнике, в практической работе 8.
- Нормативные и методические документы (утвержденные отраслевые расчетные методики);
- Статьи, обзоры, справочники – эти данные без обозначения. УПВ без обозначений являются экспертными оценками и могут быть использованы только для оценок выбросов, когда отсутствуют другие данные о выбросах.

В справочнике наибольшее внимание уделено выбросам загрязняющих веществ, которые отражены в ратифицированных Россией Конвенциях:

- Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и Протоколах к ней – серы диоксид, азота оксиды, летучие органические соединения, аммиак, тяжелые металлы;
- Конвенции о стойких органических загрязнителях (СОЗ) – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ); полихлорированные дибензо-парадиоксины и дибензо-парафураны (ПХДД/ПХДФ); полихлорированные бифенилы (ПХБ); хлорорганические пестициды (ХОП); хлорированные парафины с короткой цепью.

В протоколе по СОЗ предписывается осуществлять контроль за выбросами диоксинов и фуранов, ПАУ и гексахлорбензола (ГХБ). Регулирование других СОЗ, согласно Протоколу, должно осуществляться через запрет или ограничение их использования, контроль за продукцией и отходами и др. В России из СОЗ, выбросы которых должны подлежать контролю, осуществляется учет только выбросов бенз(а)пирена (БП). УПВ БП на российских производствах, за редким исключением, не определялись и контроль за его выбросами осуществлялся на основе экспериментальных измерений. Данные о УПВ остальных СОЗ также отсутствуют.

- Конвенция по климату: оксид углерода, метан, закись азота, перфторуглероды, фторхлоруглероды, гексафторид серы. В соответствии с Киотским протоколом необходимо организовать систему инвентаризации и регулярного учета антропогенных выбросов ПГ (углерода диоксида, метана, азота закиси, фторуглеродов, перфторуглеродов, гексафторида серы). Удельные показатели выбросов этих веществ приводятся или по рекомендациям РАО «ЕЭС России», либо по рекомендациям МГЭИК (межправительственная группа экспертов по изменению климата).

3.3 Характеристика технологических процессов (Пример 2).

Фактические УПВ рассчитывают на основе данных о массах выбросов (данные содержатся в табл. «Параметры источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу» или в проектах нормативов предельно допустимых выбросов и данных о произведенной продукции. Полученные расчетные УПВ сравнивают с базовыми (данными Справочника).

База данных по удельным показателям выбросов

Подотрасль: ЭЛЕКТРОТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА (код по ОКОНХ 11100)

Вид производств: Тепловые электростанции (код по ОКОНХ 11110)

1	2	3	4
ТЭЦ, котельные	<i>Каменный уголь</i> Начало выгорания	010100 010102	$\frac{0,45 - 0,74}{0,60}$
			$\frac{1,68 - 2,75}{2,22}$
	<i>Антрацит (+ дрова)</i> Розжиг дров Догорание дров Начало погрузки угля Конец погрузки угля Основной период горения		$\frac{3,65 - 4,17}{3,91}$
			$\frac{8,05 - 12,98}{10,52}$
			$\frac{0,88 - 1,03}{0,96}$
			$\frac{3,48 - 4,05}{3,77}$
			$\frac{0,87 - 1,30}{1,09}$
			$\frac{0,58 - 0,85}{0,72}$
	<i>Бурый уголь</i> Начало выгорания Основной период горения		$\frac{1,50 - 2,40}{1,95}$
			$\frac{0,45 - 6,78}{3,62}$
	<i>Мазут (диз. топливо)</i>		$\frac{1,5 - 150^1}{76}$
	<i>Природный газ</i>		

Примечание. В числителе указаны минимальные и максимальные значения коэффициента, в знаменателе – среднее.

¹ Для природного газа в мг/1000нм³ природного газа.

Подотрасль: **ПРОМЫШЛЕННОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТРИАЛОВ**

(код по ОКОНХ 16100)

Вид производств: Производство гипсовых, известняковых и вяжущих материалов

(код по ОКОНХ 16230)

Группа производств: Производство извести (код по ОКОНХ 16230)

Код по SNAP	Технологический процесс (установка)	Удельные показатели*				
		NO _x	Размерность	SO _x , г/м ³	CO, г/м ³	
1	2	3	4	5	6	
030312	1. Вращающиеся печи <i>топливо</i>	газ	0,20	г/м ³	0,5 – 3,6	0,25
			5,3	мг/сек		
		маз	9,5	кг/т		
			0,25	г/м ³		
		мазут	6,6	мг/сек		
			8,0	кг/т		
	уголь	0,22	г/м ³	0,7 – 3,0	0,63	
		5,8	мг/сек			
	1. Шахтные печи <i>топливо</i>	газ	0,20	г/м ³	0,5 – 3,6	0,25
			1,7	мг/сек		
		2,0	кг/т			
		мазут	0,25	г/м ³		
2,1			мг/сек			
уголь		4,0	кг/т	0,7 – 3,0		
	0,22	г/м ³				
		1,8	мг/сек			
		3,0	кг/т			

Подотрасль: **ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ** (код по ОКОНХ 12100)

Вид производств: Производство черных металлов (код по ОКОНХ 12130)

Группа производств	Наименование технологического процесса	Код по SNAP	Удельные выбросы, кг/т		
			твердые вещества	углерода оксид	серы диок
1	2	3	4	5	6
Производство черных металлов	Плавка, охлаждаемая рудой	040206	13-25		
	Плавка, охлаждаемая ломом и рудой		21-32		
	Конверторный пролет			0,28	0,03
	Разливочный пролет		0,2	0,36	0,03
	Пролет ремонта и сушки конверторов		0,2	0,14	0,22
	Пролет ремонта и сушки ковшей			0,10	0,13
	Миксерное отделение		0,05	0,366	
	Двор изложниц			0,25-0,30	

Характеристика технологических процессов

Технологический процесс (установка)		Номера источников выбросов загрязняющих веществ в атмосфере	Материальный показатель			Суммарный фактический выброс по всем источникам, относящимся к технологическому процессу		Фактический удельный выброс (кол.8 : кол.6)	Удельный показатель выброса, Справочник
			наименование	единица измерения	годовой фактический объем	наименование вещества	выброс, кг/год		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Котельные установки ТЭЦ</i>	<i>010102</i>	<i>1-2</i>	<i>расход топлива (газ)</i>	<i>тут</i>	<i>1099076</i>	<i>азота оксиды</i>	<i>6018400</i>	<i>5,48</i>	<i>1,26*</i>
		<i>3-4</i>	<i>расход топлива</i>	<i>тут</i>	<i>69813</i>	<i>азота оксиды</i>	<i>479300</i>	<i>6,87</i>	<i>2,52*</i>
						<i>серы диоксид</i>	<i>2303300</i>	<i>32,99</i>	<i>25,7*</i>
<i>Ручная дуговая сварка сталей</i>	<i>040617</i>	<i>18</i>	<i>расход электродов УОНИ</i>	<i>т</i>	<i>0,2</i>	<i>азота диоксид</i>	<i>0,42</i>	<i>2,1</i>	<i>1,5-2,7**</i>

<i>Нанесение лакокрасочных покрытий пневматическим способом</i>	060100	21	расход лкп Ц-132П	H	т	0,147	аэрозоль краски	0,044	0,3	0,3**
							ЛОСНМ	0,12	0,8	0,8**
							ацетон	0,009	0,064	0,064**
							бутилацетат	0,009	0,064	0,064**
							спирт этиловый	0,024	0,16	0,16**
							спирт н-бутиловый	0,018	0,12	0,12**
							толуол	0,048	0,328	0,328**
этилцеллозольв	0,009	0,064	0,064**							
<i>Электростал е-плавильное производство</i>	040207	10-14	готовая продукция (сталь)	т	395487	азота оксиды	411453	1,04	0,23-0,32**	
						углерода оксид	1514000	3,8	1,2-1,6**	
						серы диоксид	69777	0,18	0,6-1**	
						твердые	2602439	6,58	6,5-10**	

Контрольные вопросы ?

1. Перечислите основные разделы при разработке программы мониторинга источников антропогенного воздействия на среду обитания ?
2. Что такое инвентаризация источников выбросов и из каких разделов она состоит ?
3. Назовите основные подразделы программы мониторинга источников загрязнения и необходимую информацию для ее реализации ?
4. Разработайте программу мониторинга источников выделения вредных веществ для разных видов производств (подотраслей), например, производств алюминиевого, нефтехимического, целлюлозно-бумажного, горно-добывающего, транспортного.

Практическая работа 10

Алгоритм организации мониторинга источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом и знать основные нормативные документы по мониторингу источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Алгоритм организации мониторинга источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Основными задачами мониторинга источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются:

- оценка качественного и количественного состава выбросов непосредственно на источнике;
- оценка воздействия на атмосферный воздух, связанная непосредственно с источником антропогенного воздействия (на границе санитарно-защитной зоны, в жилой застройке).

• *Для подготовки раздела необходимы следующие материалы.*

- Перечень измеряемых параметров в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90 «Охрана природы. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения», ГОСТ 17.2.4.07-90 «Охрана природы. Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения»;

• Таблица «Параметры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу», составленная в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями» (М.: Изд-во стандартов, 1991). В программе может быть приведена только ссылка на документ, в котором имеется эта таблица;

- Перечень измеряемых загрязняющих веществ в соответствии «Руководством по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД-90», Часть 1, С-Пб., 1992г., Типовая инструкция по организации контроля промвыбросов в атмосферу в отраслях промышленности, Ленинград, 1986г.; РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».

В Перечень включаются основные загрязняющие вещества (углерода оксид, азота оксиды, серы диоксид и взвешенные вещества), специфические загрязняющие вещества, а также вещества, для которых по данным наблюдений на контролируемой территории зарегистрированы концентрации, превышающие ПДК.

- План-график контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Перечень загрязняющих веществ и источников выброса, подлежащих контролю, частота контроля определяются в соответствии с

требованиями «Руководства по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД-90.» Части 1 и 2 (С.-П., 1992) или другого, не противоречащего ему документа, согласованного с органами государственного экологического контроля.

- Карта-схема расположения предприятия и источников загрязнения.
- Данные инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, включающий удельные показатели выбросов и составленный в соответствии с практической работой 9.

- Свидетельство об оценке состояния измерений или аккредитации с соответствующими приложениями к ним.

- Сведения о наличии и частоте внешнего и внутреннего метрологического контроля измерений в соответствии с ГОСТ 8.563-96 (с дополнениями № 1 и 2 2001 и 2002 гг). «ГСИ. Методики выполнения измерений» и МИ 2335-2003 «ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа», Екатеринбург, 2003 г.;

При организации мониторинга источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу субъекты хозяйственной деятельности осуществляют:

- Создание базы данных (БД) по источникам выбросов загрязняющих веществ для проведения расчетов рассеивания и определения величин приземных концентраций загрязняющих веществ. Структура баз данных по источникам антропогенного воздействия соответствует инвентаризационной ведомости (форма «Параметры источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу», а также структуре и форматам БД программы УПРЗА «Эколог», «Эколог-Город»). При необходимости в БД оперативно вводятся новые источники выбросов, а также исключаются временно или постоянно неработающие. Использование унифицированных программ расчета рассеивания загрязнения атмосферы (УПРЗА) и баз данных для них исключает необходимость формирования новых баз данных. Базы данных хранятся на магнитных носителях. В БД вводится дополнительная информация:

- кодификатор предприятия;
- координаты источников выбросов в городской системе координат;
- кодификатор загрязняющих веществ;
- ПДК_{м.р.}, ПДК_{с.с.}, ОБУВ.
- Создание карты-схемы.

Векторная карта (или карта-схема) территории создается в любой геоинформационной системе (ГИС) путем оцифровки карт, либо с бумажной топоосновы (географической карты местности), либо посредством программ-векторизаторов сканированных карт. Возможно использование векторных карт, созданных для решения задач муниципальных образований, так как такие карты сертифицированы. При отсутствии электронных карт и лицензий на их изготовление могут быть использованы карты-схемы территорий. Векторное схематичное отображение территории может быть получено с помощью программы УПРЗА «Эколог», «Карта» и др. На карте-схеме отображаются промышленные площадки, границы санитарно-защитных зон (СЗЗ), селитебные

территории и прочие объекты, представляющие интерес для организации мониторинга. Осуществляется атрибутивная дифференциация этих объектов (или разнесение объектов разного типа в разные слои). Координаты точки привязки в общегородской системе координат для последующего определения местоположения всех источников выбросов в общегородской системе можно получить в архитектурных подразделениях администраций городов, в территориальных органах по охране окружающей среды (при наличии), в организациях - разработчиках проектов ПДВ. В случае, когда центр указанной системы координат попадает на территорию, отображаемую на карте-схеме, показываются оси координат системы (центр координат – точка их пересечения). Если центр указанной системы координат находится вне участка местности, изображенного на карте-схеме, на ней изображаются прямые, параллельные осям координат системы, с нанесенными на них через равные интервалы значениями соответствующих координат (в метрах). В случае отсутствия городской системы координат, местоположение источников выбросов определяется в локальной (заводской) системе координат. Локальная система должна строиться так, чтобы ее можно было легко идентифицировать на картах разного масштаба, поэтому ее центр и оси должны определяться по приметным объектам, например, центр – на пересечении улиц, а одна из осей – вдоль одной из улиц, или центр – в точке расположения трубы котельной, а ось – вдоль стены здания, изображенного на картах разного масштаба. Необходимо также указать угол поворота оси О-Х относительно направления на север.

- Выполнение расчетов концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. Для выполнения расчетов концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы используется любая сертифицированная программа, реализующая алгоритм методического документа ОНД-86 – Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Ленинград, Гидрометеиздат, 1987 г. Расчетная сетка должна охватывать всю исследуемую территорию (город, район, участок и др.) Плотность сетки (шаг расчетов по оси Х и оси Y) определяется рекомендациями ОНД-86. Полученные в результате расчетов данные (в виде dat. или dbf файлов) используются при дальнейшем анализе (по опыту расчетов оптимальным является выбор шага расчетной сетки 250-300 м для индивидуальных компонент взвешенных веществ и 400-500 м для газообразных примесей). При необходимости более детальной оценки загрязнения воздуха в районе отдельных предприятий шаг расчетной сетки может быть уменьшен. При уточненном расчете распределений приземных концентраций примесей для задания расчетных скоростей ветра рекомендуется использовать блоки перебора скоростей и направлений ветра, действующие по умолчанию, которые во многих случаях обеспечивают более точный расчет максимальных концентраций, чем при использовании режима, указанного в ОНД-86.

- Нанесение расчетной сетки на векторную карту территории и выбор точек мониторинга. Каждая точка расчетной сетки характеризуется совокупностью концентраций загрязняющих веществ.

Точка мониторинга должна соответствовать следующим критериям:

- гарантированно характеризовать зону загрязнения (зона загрязнения определяется по результатам расчетов рассеивания и последующего анализа);

- характеризовать уровень воздействия в границах установленной зоны на здоровье населения и окружающую среду в целом;

- позволять характеризовать вклады основных источников загрязнения.

- Выполнение наблюдений в выбранных точках мониторинга и на источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В тех случаях, когда по результатам расчета загрязнения атмосферного воздуха каким-либо загрязняющим веществом выясняется, что преобладающий вклад в значения приземных концентраций этого вещества в жилой застройке или вне территории СЗЗ или экозащитных зон вносят неорганизованные источники или совокупности мелких источников, для которых контроль их выбросов затруднен, целесообразно осуществлять наблюдения по этим веществам с помощью измерения приземных концентраций на специально выбранных контрольных точках или с помощью подфакельных наблюдений*. При этом можно использовать следующее правило выбора загрязняющих веществ для проведения измерений: результаты расчетных оценок их приземных концентраций удовлетворяют следующим условиям:

- Максимальные расчетные концентрации таких ЗВ (с учетом фона), $q_{жi} > 0,8 \text{ ПДК}_i$;

- Площадь $S_{0,5}$ зоны превышения указанными концентрациями уровня 0,5 ПДК в жилой застройке превышает 5 км^2 , $S_{0,5} > 5 \text{ км}^2$;

Вклад неорганизованных выбросов рассматриваемого предприятия, $q_{неорг.}$, в концентрации $q_{жi}$ в точках зоны превышения указанными концентрациями уровня 0,5 ПДК в жилой застройке составляет не менее 50%, $q_{неорг.} \geq 0,5q_{жi}$. При одновременном выполнении вышеуказанных условий, исходя из результатов расчетов загрязнения атмосферы, выбираются несколько контрольных точек таким образом, чтобы наблюдаемые в них уровни концентраций в максимально возможной степени характеризовали воздействие конкретного источника (или группы источников) на атмосферный воздух при определенных метеоусловиях. Для этого вида контроля периодичность контроля определяется так же категорией источника выбросов в разрезе контролируемого вещества и может корректироваться органами государственного экологического контроля в зависимости от экологической обстановки. Измерения на границе ближайшей жилой застройки следует выполнять при тех же метеоусловиях, которым соответствуют значения расчетных концентраций в контрольных точках.

* Цель подфакельных наблюдений – установление зоны воздействия конкретного источника загрязнения. Наблюдения проводятся за

специфическими загрязняющими веществами, характерными для выбросов данного источника. Измерения проводят в центральных (осевых) точках, расположенных по оси факела на различных расстояниях от источника выбросов с подветренной стороны, и в точках слева и справа от линии, перпендикулярной оси факела. С целью оценки влияния других источников измерения проводят также с наветренной стороны. (ГОСТ 17.2.3.01-86 Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов). Способ проведения наблюдений (в контрольной точке или с помощью подфакельных измерений) определяется в каждом конкретном случае и зависит от расположения источников выбросов и их типа, а также состава выбрасываемых загрязняющих веществ.

- Для каждой точки разрабатывается программа наблюдений, включающая перечень веществ, подлежащих контролю, состав средств и методов измерения или расчета, частоту и сроки^{**}.

Периодичность измерений на источнике выбросов определяется категорией источника и может корректироваться территориальными органами по охране окружающей среды в зависимости от экологической обстановки в городе, регионе (Методические рекомендации по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, Санкт-Петербург, 2005г.)

Измерения (отбор проб) в контрольных точках, в том числе на границе СЗЗ, следует выполнять при тех же метеоусловиях, которым соответствует значения расчетных концентраций в контрольных точках. Одновременно с отбором проб измеряются метеорологические параметры: температура воздуха, скорость и направление ветра, состояние погоды в период отбора.

^{**}Выбор точек мониторинга и программы наблюдений корректируются территориальными органами по охране окружающей среды по результатам сводных расчетов рассеивания загрязняющих веществ по городу.

Границы СЗЗ устанавливаются в соответствии СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

Контроль за режимом СЗЗ (перечнем загрязняющих веществ, подлежащих контролю, методами и средствами контроля, частотностью и периодичностью контроля) осуществляется органами государственного экологического контроля (ст.24 ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», в ред. 31 декабря 2005г.).

Лаборатории предприятия, осуществляющие производственный экологический контроль, должны пройти проверку состояния измерений с целью установления соответствия условий выполнения измерений требованиям Российского законодательства в области обеспечения единства измерений в соответствии с МИ 2427-97 (с изменениями №1) «Рекомендации. Государственная система обеспечения единства измерений. Оценка состояния измерений в испытательных и измерительных лабораториях», 2002г. или быть аккредитованы.

Оценка состояния измерений для официального удостоверения наличия в лаборатории условий, необходимых для выполнения измерений, проводится на договорной основе организациями:

- метрологической службой федеральных органов исполнительной власти;
- государственным метрологическим центром или органом государственной метрологической службы (в лабораториях, осуществляющих производственный экологический контроль, оценку состояния измерений проводят перечисленные выше органы совместно с территориальными органами по охране окружающей среды).

По результатам работы составляется акт и выдается свидетельство об оценке состояния измерений в лаборатории с приложением перечня объектов и контролируемых в них показателей. Свидетельство и каждый лист приложения подписывается руководителем организации, проводившей работу и выдавшей свидетельство, и регистрируется в соответствии с порядком, действующем в этой организации (Формы 1,2,3,4,5 и 6).

Требования к оценке состояния измерений, изложенные в этом разделе, распространяются на все разделы программы.

Для обеспечения точности результатов, а также сопоставимости и воспроизводимости применяемые методики выполнения измерений (МВИ) должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.563-96 (с дополнениями №1, 2 2001 и 2002гг.). «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений». Указанный ГОСТ содержит требования к разработке методик выполнения измерений (МВИ), аттестации МВИ, стандартизации и метрологическому надзору за аттестованными МВИ. В соответствии с требованиями настоящего ГОСТа МВИ, используемые в сфере охраны окружающей среды, подлежат обязательной аттестации, поскольку измерения в области охраны окружающей среды в соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» являются сферой обязательного государственного метрологического контроля и надзора.

Преимущественно должны использоваться МВИ, приведенные в международных, национальных или региональных стандартах. Национальные стандарты включены в специальные Перечни МВИ и имеют шифр ПНД Ф. Лаборатория должна удостовериться, что она использует последнее действующее издание стандарта, кроме случаев, когда оно не подходит или это невозможно сделать (ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000).

Пример 1

Форма 1. НД на объекты, методики выполнения измерений и методы испытаний

По состоянию на “ “ 200 г.

			Нормативные документы (№ и наименование)
--	--	--	---

№	Объект	Показатель	регламентирующие требования к измеряемому (испытуемому, контролируемому) показателю объекта	на методики выполнения измерений и (или) методы испытаний
1	2	3	4	5
1	Природная вода	Хлорид-ион	ПДК _{р.х.} -300мг/дм ³	ПНД Ф14.1:2.111-97
	Атмосферный воздух	Фенол	ПДК _{м.р.} -0,01мг/м ³	РД52.04.186-89 5.3.3.4.

Пример 2

**Форма 4. Перечень
применяемых стандартных образцов по состоянию “ “ _____ 200
г.**

№	Наименование тип, номер, категория	Разработчик (изготовитель)	Назначение (градуировка, контроль точности и др.)	Срок действия типа СО	Дата выпуска экземпляра СО	Срок годности экземпляра СО	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
1	СО состава р-ра фенола ГСО 7270-96	УНИИМ	Градуировка, контроль точности результатов	10 лет	10.2004г.	11.2006г.	
2.	СО водного р-ра ионов аммония ГСО 7259-96	УНИИМ	Градуировка, контроль точности результатов	5 лет	01.2004г.	11.2005г.	

Пример 3

**Форма 5
Состояние методик выполнения измерений (МВИ) по состоянию на “ “ _____ 200
г.**

№	Обозначение и наименование документа регламентирующего МВИ	Сведения об аттестации МВИ дата аттестации и № документа и № регистрации в Федеральном реестре	Наименование организации, аттестовавшей методику (дата выдачи и № аттестата аккредитации, срок	Диапазон измерений по МВИ	Характеристика погрешности	Заключение о необходимости совершенствования методики	Примечание

		МВИ*	действия)				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой	Аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96, ПНД Ф 14.1:2.4-95	УНИИМ Свидетельство № 224.01.012 /2004,22.12.2004г.	Прир. Вода От 0,1 до 3,0 вкл. Св. 3,0 до 10,0 вкл.	Границы относительной погрешности при вероятности $P=0,95$, $\pm\delta, \%$: 18 и св.12	Необходимо расширить диапазон измерений	Методика допущена для целей государственного экологического контроля. Переосвидетельствовано в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)2002, новая редакция
2	Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом	Аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96, ПНД Ф 16.1.41-04	УНИИМ, свидетельство № 224.03.01.045/2004, 02.02.2004 г	мг/кг, от 20 до 100 вкл., св. 100 до 500 00 вкл.	Границы относительной погрешности методики, $\pm\delta, \%$: 52 и 40	Необходимо расширить диапазон измерений	Методика допущена для целей государственного экологического контроля.

Примечание Графы 5 и 6 заполняются при проведении работ по МИ 2240

*Для МВИ, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

Пример 4

**Форма 3. Перечень
испытательного оборудования, подлежащего аттестации
в соответствии с ГОСТ Р 8.568 (с изменениями №1 и 2, 2001 и 2002гг.)**

<i>№</i>	<i>Наименование испытательного оборудования (ИО), тип, модель, № в соответствии с принятой формой учета ИО в данной лаборатории</i>	<i>Дата первичной аттестации, номер аттестата</i>	<i>Периодичность аттестации, дата последней аттестации</i>	<i>Примечание</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>

Пример 5

Форма 6. Состав и квалификация персонала

<i>№</i>	<i>Штатный состав</i>		<i>Образование</i>	<i>Стаж работы</i>	<i>Формы повышения квалификации</i>	<i>Должностная инструкция (дата утв.)</i>	<i>Примечание</i>
	<i>Должность</i>	<i>Фамилия И.О.</i>					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<i>1.</i>	<i>Начальник отдела природных и сточных вод</i>	<i>Иванова А.В.</i>	<i>Высшее, ПГУ, химический факультет</i>	<i>9</i>	<i>Участие в семинарах, конференциях, освоение МВИ и</i>	<i>02.03.2006г.</i>	

На основе анализа материалов составляется план наблюдений (Пример 1).

Пример 6

**План наблюдений за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу
в контрольных точках**

<i>№ контрольной точки*</i>	<i>Производство, цех, участок</i>	<i>Код вещества*</i>	<i>Наименование загрязняющего вещества</i>	<i>Количество плановых измерений в период времени</i>	<i>Методика выполнения измерений, расчетов</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>7</i>

1	производственная котельная	2902	взвешенные вещества	1 раз в год	ГОСТ Р 50820-95. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков – измерения; «Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час» – М., 1999г. – расчеты.
		0330	диоксид серы	1 раз в год	ПНД Ф 13.1.3-97 Методика выполнения измерений массовой концентрации диоксида серы в отходящих газах от котельных, ТЭЦ, ГРЭС и других топливосжигающих агрегатов. Срок действия до 18.04.2007г.
		0337	оксид углерода	1 раз в год	ПНД Ф 13.1.5.-97 Методика хроматографического измерения массовой концентрации оксида углерода отисточников сжигания органического топлива. Срок действия до 18.04.2007г.
		0301	оксиды азота	1 раз в год	ПНД Ф 13.1.4.-97МВИ массовой концентрации оксидов азота в организованных выбросах котельных, ТЭЦ и ГРЭС.Срок действия до 18.04.2007г.
2-8	вентвыбросы	0416	сумма углеводородов	1 раз в год	ПНД Ф 13.1:2:3.11-97 МВИ массовой концентрации углеводородов в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом хроматографии.
10-15	вентвыбросы	0303	аммиак	1 раз в 3 года	ПНД Ф 13.1.32-2002МВИ массовой концентрации аммиака в пробах промышленных выбросов в атмосферу фотометрическим методом

21-24	валыцы смесительные	1072	фенол	1 раз в 3 года	ПНД Ф 13.1.36-2002МВИ массовой концентрации фенола в источниках загрязнения атмосферы флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат- 02»
		1325	формал ьдегид	1 раз в 3 года	ПНД Ф 13.1.41-03МВИ массовой концентрации формальдегида в пробах промышленных выбросов в атмосферу фотометрическим методом ацетилацетоном.
		0342	водоро д фторис тый	1 раз в 3 года	ПНД Ф 13.1.45-03МВИ массовой концентрации фтористого водорода в пробах промышленных выбросов фотометрическим методом.
1 точка На границе СЗЗ М 07 К – (1710;310 0)	д. Костарево	0416	сумма углевод ородов	1 раз в квартал	ПНД Ф 13.1:2:3.25099МВИ массовой концентрации предельных углеводородов с ₁ - с ₁₀ (суммарно),непредельных углеводородов с ₂ с ₅ (суммарно) и ароматических углеводородов (бензола, толуола, этилбензола, ксилолов, стирола) при их совместном присутствии в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом ГХ
		0337	углерод а оксид	1 раз в квартал	РД 52.04.186-89. Газохроматографический метод
		0330	серы диокси д	1 раз в квартал	РД 52.04.186-89. Отбор проб на плочный сорбент (фотометрический метод)
		0301	азота диокси д	1 раз в квартал	РД 52.04.186-89 Отбор проб на плочный сорбент (фотомет- рический метод)
1 точка на границе населенно го пункта: Р 07К	д. Козаково	1072	фенол	1 раз в квартал	РД 52.04.186-89 Отбор проб на плочный сорбент (метод с 4- аминоантипирином

		0410	оксид углерода и метан	1 раз в квартал	ПНД Ф 13.1:2:3.27-99МВИ массовой концентрации оксида углерода и метана методом реакционной газовой хроматографии в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах.
1 точка на границе населенного пункта:	д. Шульгино	0-333	сероводород	1 раз в квартал	РД 52.04.186-89. Отбор проб на пленочный сорбент (фотометрический метод)
		0322	кислота серная	1 раз в квартал	РД 52.04.186-89. Аэрозоль серной кислоты (фотометрический метод)
		0303	аммиак	1 раз в квартал	РД 52.04.186-89. Отбор проб в барботеры (фотометрический метод)
		0316	хлористый водород	1 раз в неделю	РД 52.04.186-89. Отбор проб на пленочный сорбент (потенциометрический метод)
38-39	покрасочные камеры	0401 0210 1061 0621 0644,0639, 0640	ацетон бутил-ацетат спирт этиловый толуол ксилолы	расчет 1 раз в год	Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных покрытий (на основе удельных показателей), СПб. 1997
40-41	сварочные кабины	0203 0163 0301	хром никель азота оксиды	расчет 1 раз в год	Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей), СПб, 1997
38-39	покрасочные камеры	0401 0210 1061 0621	ацетон бутил-ацетат спирт этиловый толуол	расчет 1 раз в год	Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных покрытий (на основе удельных показателей), СПб. 1997

		0644,06 39, 0640	ксилолы		
40-41	сварочные кабины	0203 0163 0301	хром никель азота оксиды	расчет 1 раз в год	Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей), СПб, 1997

**В графе 1 для контрольных точек на границе СЗЗ или жилой застройки приводятся координаты,
направление ветра по розе ветров*

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные задачи мониторинга источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу?
2. Проанализируйте и приведите список необходимых материалов при проведении мониторинга источников выбросов?
3. Перечислите, что и как создается при организации мониторинга источников выбросов?
4. Изложите подробно алгоритм и требования к программе наблюдений источников (план наблюдений, кто, где, с какой периодичностью, как проводится, формы представления и др. требования)?
5. На примере предприятия и его источников загрязнения атмосферы составьте проект мониторинга. Проанализируйте химический состав загрязняющих веществ, их валовые выбросы, опасности загрязнения атмосферы на границе СЗЗ, а также дайте анализ возможных мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Практическая работа 11

Алгоритм организации мониторинга сосредоточенных и диффузных источников сбросов загрязняющих веществ в поверхностные воды

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом и знать основные нормативные документы по мониторингу источников сбросов загрязняющих веществ в поверхностные воды

Алгоритм мониторинга сосредоточенных и диффузных источников сбросов загрязняющих веществ в поверхностные воды

Основными задачами мониторинга источников антропогенного воздействия на водные объекты являются:

- оценка качественного и количественного состава сбрасываемых сточных вод непосредственно в месте выпуска в водные объекты;
- оценка воздействия на водный объект, связанная непосредственно с источником антропогенного воздействия (примерно в 500м выше и ниже по течению от источника).

- *Для подготовки раздела необходимы следующие материалы.*

- **Перечень измеряемых параметров** (показателей) в соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод», 1991г.; Руководящий документ. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета. РД 52.24.309-92; СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Основным документом, регламентирующим отведение в водоемы и водотоки возвратных вод, являются Правила охраны поверхностных вод. Они определяют возможность возврата всех вод в водные объекты, включая хозяйственные и производственные сточные воды, дождевые, талые, поливочные воды застроенных территорий, сбросные воды мелиоративных систем и дренажные воды.

- **Таблица инвентаризации водозаборов и водовыпусков**, включая сосредоточенные и диффузные ливневые стоки, содержащая сведения, предусмотренные «Методикой разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» (Приказ МПР РФ от 17.12.2007 г. №333) расчета нормативно допустимых сбросов (НДС), «Методическими указаниями по разработке нормативов предельно допустимых сбросов вредных веществ в поверхностные водные объекты» (М., 1999), а также другими документами, разрешенными к использованию МПР России, Ростехнадзором или принятыми (утвержденными) на территориальном уровне. В программе может быть приведена ссылка на документ, в котором имеется эта таблица.

Для определения допустимости воздействия на водные объекты от отдельных выпусков или источников сбросов вводится норматив нормативно

допустимых сбросов вредных веществ (НДС). Субъект хозяйственной деятельности может быть не один, а несколько источников сброса. Поэтому НДС устанавливается для каждого источника сбросов и на их основе. При этом учитываются показатели:

- категория водного объекта (гидрологические характеристики, фоновое загрязнение, вид водопользования и т.д.);
- количество и качество сбрасываемых сточных вод, наличие и эффективность существующих очистных сооружений;
- лимитирующий признак вредного воздействия (ЛПВ), который вводит ограничения на сброс вредных веществ в водные объекты для каждого ингредиента при одновременном присутствии в воде других веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредного действия.

- **План-график контроля сброса сточных вод** в водные объекты.

Перечень загрязняющих веществ и источников сброса, подлежащих контролю, частота контроля определяются в соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод» или другого, не противоречащего ему документа, согласованного территориальными органами по охране окружающей среды.

- **Карта-схема предприятия** с указанием всех выпусков и водозаборов.

- **Свидетельство об оценке** состояния измерения или аккредитации лаборатории с соответствующими приложениями к ним.

- **Сведения о наличии и частоте внешнего и внутреннего метрологического контроля** измерений в соответствии с ГОСТ 8.563-96 (с дополнениями №1 и 2, 2001 и 2002 гг.). «ГСИ. Методики выполнения измерений» и МИ 2335-2003 «ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа», Екатеринбург, 2003 г.

При организации мониторинга источников сбросов сточных вод в водные объекты субъекты хозяйственной деятельности обеспечивают выполнение следующих наблюдений:

- В месте выпуска сточных вод в водный объект (створ сброс в водоем);
- В контрольных точках (створах), расположенных на расстоянии не далее 500 м ниже места сброса в водоем.

Контрольная точка (створ) отбора проб в водном объекте выше (по течению) выпуска сточных вод (фоновый створ) определяется в непосредственной близости от него с учетом сгонно-нагонных явлений и обратного течения и исключения попадания в него этих стоков. Контрольный створ ниже выпуска (по течению) в водном объекте определяется расчетным методом с учетом смешения (разбавления) от места сброса сточных вод и ассимиляционной способности водного объекта, но не далее 500 м от места сброса сточных вод. При рассеивающем выпуске сточных вод нижний контрольный створ выбирается в точке рассеивания сточных вод – непосредственно в месте сброса. Сеть наблюдений источников антропогенного воздействия формируется с учетом требований:

- Категории водного объекта (коммунально-бытового или рыбохозяйственного);
- Объемом сброса сточных вод (наибольший объем приходится на сброс сточных вод с городских очистных сооружений).

При осуществлении мониторинга воздействий, согласно «Правил охраны поверхностных вод», наблюдения должны вестись по всем загрязняющим веществам, присутствующим в сточных водах, поступающих в водный объект. Перечень контролируемых веществ определяется Ростехнадзором по региону, исходя из установленного норматива НДС. Согласовывается график контроля, например, по параметрам: рН, цвет, запах, прозрачность, БПК, сульфаты, хлориды, взвешенные вещества, фосфаты, ионы аммония, нитриты, нитраты, нефтепродукты, железо, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества). Для субъектов хозяйственной деятельности, являющихся источниками загрязнения тяжелыми металлами и другими специфическими веществами, в график контроля дополнительно включается определение тяжелых металлов (цинк, медь, никель, хром, свинец), в число контролируемых тяжелых металлов могут быть включены и другие (мышьяк, ртуть, кадмий, алюминий, марганец и др.) и специфические вещества (фенол, цианиды, жиры и др.)^{*}

** В настоящее время не контролируется электропроводность, общий органический углерод, органические вещества (ароматические углеводороды, галогенизированные углеводороды, хлорфенол), токсичность, органический азот. Из перечисленных показателей определение острой токсичности является одним из условий получения лицензии и включение этого показателя в графики контроля необходимо. Удельная электропроводность является индикаторным показателем концентрации электролитов, которые в растворе диссоциируют на катионы и анионы. Поскольку в перечень контролируемых показателей включаются основные катионы и анионы, то определение электропроводности не является обязательным. Определение органического углерода характеризует загрязнение водоема органическими веществами или работу сооружений по очистке сточных вод. Для этих целей в настоящее время применяются показатели – ХПК (бихроматная окисляемость) и БПК, которые также дают представление о загрязнении водоема органическими веществами. Для определения органического углерода применяется более трудоемкая МВИ, необходим специальный дорогостоящий прибор, не разработан критерий ПДК.*

Для всех субъектов хозяйственной деятельности устанавливается периодичность наблюдений – 1 раз в месяц, за исключением мелких, имеющих небольшой объем сброса и незначительное загрязнение, для которых территориальные органы по охране окружающей среды могут устанавливать периодичность – 1 раз в квартал.

Отбор, транспортировка, хранение проб сточных и природных вод проводится в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Общие требования к отбору проб»^{*}. Настоящий ГОСТ распространяется на любые типы вод, хотя ранее для различных категорий вод (сточных, природных, питьевых) применялись отдельные нормативные документы, регламентирующие отбор, транспортировку и хранение проб.

** Настоящий ГОСТ устанавливает требования к оборудованию для отбора проб, подготовке проб к хранению, к оформлению результатов отбора проб, транспортировке*

проб, приемке проб в лабораторию. ГОСТ содержит основные рекомендуемые методы консервации и хранения отобранных проб, предназначенных для проведения определений конкретных показателей, которые разделены на 6 групп:

- обобщенные показатели (10 показателей),
- химические показатели (70),
- органолептические показатели (4),
- показатели радиационной безопасности (10),
- микробиологические показатели (6),
- биологические показатели (6).

Разделы настоящего ГОСТа разработаны с учетом требований международных стандартов ИСО 5667-2-91 «Качество воды. Отбор проб. Часть 2. Руководство по методам отбора проб», ИСО 5667-3-94 «Качество воды. Отбор проб. Часть 3. Руководство по хранению и обращению с пробами», ИСО 5667-1-82 «Качество воды. Отбор проб. Часть 1. Руководство по составлению программ отбора проб».

Все методики, используемые для мониторинга, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.563-96 (с дополнениями №1 и 2, 2001 и 2002гг.). «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений». Указанный ГОСТ содержит требования к разработке методик выполнения измерений (МВИ), аттестации МВИ, стандартизации и метрологическому надзору за аттестованными МВИ. В соответствии с требованиями настоящего ГОСТа МВИ, используемые в сфере охраны окружающей среды, подлежат обязательной аттестации, поскольку измерения в области охраны окружающей среды в соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» являются сферой обязательного государственного метрологического контроля и надзора.

На основании имеющихся материалов составляется план наблюдений (Пример 1).

Пример 1

План наблюдений за качеством сточных и поверхностных вод

№ точки отбора проб на карте - схеме	Производственные процессы, влияющие на качество сточных и поверхностных вод	Наименование загрязняющего вещества, измеряемый параметр	Категория сточных вод или водного объекта	Количество плановых измерений в период времени	Методика выполнения измерений
1	2	3	5	6	7
2 (выпуск)	гальваническое производство	медь, кадмий, свинец, никель, кобальт, цинк	промышленные	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1:2.84-96 МВИ массовой концентрации меди, свинца, кадмия, никеля, цинка в сточных водах атомно-абсорбционным методом с концентрированием на ДЭТАТА-фильтрах.

		нитрат-ион,	промышленны е	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1:2.4-95МВИ массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой.Переосвидетельс твованос требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)- 2002
3 (вы- пуск)	охлаждение глисажных труб	железо	промышленны е	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1.29-95МВИ массовой концентрации железа общего в пробах сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02.
		сульфат-, сульфит- и тиосульфат- ионов	промышленны е	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1:2.82-96МВИ массовой концентрации сульфит-, сульфат- и тиосульфат ионов в природных и сточных водах, технологических растворах методом ионной хроматографии.
		нефтепродукты	промышленны е	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98МВИ массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Переосвидетельствована в соответствии требованиями ГОС Р ИСО 5725-(1-6)-2002
6 500м ниже сброса сточны х вод	р. Лысьва	ионы аммония	рыбо- хозяйственные	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1.:2.1-95МВИ массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. Переосвидетельствована с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-200
		хлорид-ион	рыбо- хозяйственные	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1:2.111-97МВИ массовой концентрации хлорид-ионов в пробах природных и очищенных сточных водах меркуриметрическим методом.

		ХПК	рыбо- хозяйственные	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1:2.100-97-МВИ массовой концентрации химически потребляемого кислорода (ХПК) в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом.
		сульфат-, сульфит- и тиосульфат- ионов	рыбо- хозяйственные	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1.:2.82-96МВИ массовой концентрации сульфит-, сульфат- и тиосульфат ионов в природных и сточных водах, технологических растворах методом ионной хроматографии.
		нефтепродукты	рыбохозяйстве нные	1 раз в месяц	ПНД Ф 14.1:2.4.128-98МВИ массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Переосвидетельствована в соответствии требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)- 2002

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные задачи мониторинга источников сбросов загрязняющих веществ в водоемы?
2. Проанализируйте и приведите список необходимых материалов при проведении мониторинга источников сбросов?
3. Перечислите, что и как создается при организации мониторинга источников сбросов?
4. Изложите подробно алгоритм и требования к программе наблюдений источников загрязнения водоемов (план наблюдений, кто, где, с какой периодичностью, как проводится, формы представления и др. требования)?
5. На примере предприятия и его источников загрязнения водоемов составьте проект мониторинга. Проанализируйте химический состав загрязняющих веществ, их валовые сбросы, опасности загрязнения гидросферы в контрольном створе, а также дайте анализ возможных мероприятий по снижению сбросов загрязняющих веществ в гидросферу?

Практическая работа 12

Алгоритм организации мониторинга объектов в местах размещения отходов (подземные воды, загрязненные почвы)

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом и знать основные нормативные документы по мониторингу объектов (подземные воды, загрязненные почвы), на которых размещены отходы

Алгоритм организации мониторинга объектов в местах размещения отходов (подземные воды, загрязненные почвы)

Мониторинг объектов размещения отходов осуществляется в соответствии со ст.11 ФЗ «Об отходах производства и потребления от 10 июня 1998г. № 89-ФЗ (в ред. 31.декабря 2005г.). Мониторинг объектов размещения отходов производства и потребления проводится организациями, имеющими полигоны или площадки по складированию, обезвреживанию, захоронению промышленных и бытовых отходов, шламонакопители, хвостохранилища и т. д.

Основной задачей мониторинга объектов размещения отходов является оценка воздействия на окружающую среду (атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почву).

Для подготовки раздела необходимы следующие материалы:

- **Результаты инвентаризации** мест захоронения и хранения отходов производства и потребления, включая твердые бытовые отходы (ТБО), в соответствии с «Временными методическими рекомендациями по проведению инвентаризации мест захоронения и хранения отходов в РФ», Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 06.07.1995г.

Для организации мониторинга используются, в основном, данные разделов:

- *Оценка степени влияния мест складирования, хранения и захоронения отходов на окружающую среду;*
- *Организация режимной наблюдательной сети на полигонах;*
- *Приложение к типовой форме инвентаризации пояснительная записка «Оценка экологической опасности мест захоронения и хранения отходов». Пояснительная записка должна содержать карту-схему мест захоронения и складирования отходов. На карту-схему должны быть нанесены основные водотоки и места складирования, хранения и захоронения отходов.*

- **Проект нормативов образования отходов** и лимитов на их размещение в соответствии с «Методическими указаниями по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение», М. 2002г..

Норматив образования отходов определяет установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции. Лимиты на

размещение отходов, разрабатываемые в соответствии с нормативами предельно допустимых вредных воздействий на окружающую среду, количеством, видом и классами опасности образующихся отходов и площадью (объемом) объекта их размещения, устанавливают предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которое разрешается.

- **Классификация отходов** в соответствии с приказом МПР России от 02.12.2002г. №786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов», зарегистрированного в Минюсте РФ 09.-1.2003г. №4107 с учетом приказа МПР России от 30.07.3003г. №663 «О внесении дополнений в федеральный классификационный каталог отходов», утвержденный приказом МПР России от 02.12.2002г. №786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов»

- **Класс опасности отходов** в соответствии с приказом МПР России от 15.06.2001г. №511 «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с установленными критериями. Отнесение отходов к классу опасности для окружающей среды может осуществляться расчетным или экспериментальным методами. В случае отнесения производителями отходов отхода расчетным методом к 5-ому классу опасности необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения 5-ого класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к 4-ому классу опасности. Экспериментальный метод отнесения к классу опасности для окружающей среды осуществляется в лабораториях, аккредитованных на этот вид деятельности. Экспериментальный метод используется в следующих случаях:

- *Для подтверждения отнесения отходов к 5-ому классу опасности, установленного расчетным путем;*

- *При отнесении к классу опасности отходов, у которых невозможно определить их качественный и количественный состав;*

- *При уточнении по желанию и за счет заинтересованной стороны класса опасности опасных отходов, полученного в соответствии с установленными критериями или расчетным методом.*

Экспериментальный метод основан на биотестировании водной вытяжки отходов.

- **Наличие материалов**, представляемых на государственную экологическую экспертизу, в соответствии с «Методическими рекомендациями по подготовке материалов, представляемых на государственную экологическую экспертизу», утвержденных приказом МПР России от 09.07.2003г. №575.

В материалах обоснования отображаются условия и способы обращения с опасными отходами и раскрывается готовность соискателя лицензии обеспечить выполнение лицензионных требований и условий осуществления

деятельности по обращению с опасными отходами, включающей деятельность, в процессе которой образуются опасные отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению опасных отходов.

В разделе «Сведения о намечаемой деятельности по размещению опасных отходов» приводится информация об организации мониторинга состояния окружающей среды на объекте по размещению опасных отходов и в пределах его воздействия на окружающую среду.

- **Заключение экспертной комиссии** государственной экологической экспертизы

- Документ, подтверждающий наличие лицензии.

- Свидетельство об оценке состояния измерений или аккредитации лаборатории, выполняющей измерения. В случае привлечения сторонних организаций для выполнения измерений необходимо свидетельство об аккредитации с приложением области аккредитации.

При наличии этих документов в других разделах достаточно дать ссылку на раздел, в котором эти документы приведены.

При осуществлении мониторинга объектов размещения отходов субъект хозяйственной деятельности осуществляет наблюдения за состоянием загрязнения подземных вод, почв, поверхностных вод и атмосферного воздуха.

Рекомендации, изложенные в подразделах 12.1 и 12.2, распространяются на все антропогенные источники, оказывающие воздействие на загрязнение подземных вод и почв.

Алгоритм мониторинга состояния загрязнения подземных вод

Все работы в системе мониторинга подземных вод проводятся в соответствии с «Методическими рекомендациями по организации и ведению мониторинга подземных вод», М., ВСЕГИНГЕО, 1985г. и «Методическими рекомендациями по выявлению и оценке загрязнения подземных вод», М., ВСЕГИНГЕО, 1990г.

Для организации мониторинга подземных вод субъект хозяйственной деятельности обеспечивает:

- **Создание локальной сети наблюдений** для выявления антропогенного загрязнения подземных вод.

1. Локальная сеть располагается на наиболее типичных, сложных и важных по гидрологическим условиям и видам техногенного влияния объектах, площадках. Основным элементом сети является наблюдательная скважина. Конструкция скважины, материалы, используемые для обсадки и фильтра, а также длительность прокачки перед отбором пробы – параметры, определяющие качество получаемых результатов, а, следовательно, достоверность информации, получаемой в системе.

2. Сеть размещается с учетом местоположения, характера и размеров (формы) источников загрязнения; конфигурации области загрязнения подземных вод; строения водоносного горизонта (мощность, неоднородность

и его граничных условий; направления естественного движения подземных вод); скорости движения загрязненных подземных вод; местоположения водозаборных сооружений и путей поступления к ним загрязненных или природных некондиционных вод.

3. Количество наблюдательных скважин и их расположение должны быть «скользящими» во времени, т.е. наращивание такой сети должно определяться характером (неравномерное или равномерное перемещение фронта загрязнения) и скоростью перемещения загрязненных вод, которые устанавливаются по результатам начального этапа наблюдений.

4. В районах источников загрязнения наблюдательная сеть наращивается от источника вниз по потоку подземных вод, а в районе водозаборов – от границы области загрязнения по направлению к водозабору. Частота опробывания определяется скоростью движения загрязненных вод по пласту и расположением скважин относительно границы этих вод, вблизи границы частота отбора увеличивается. Пробы анализируются на стандартные показатели и на характерные загрязняющие вещества.

5. В районе промышленных и сельскохозяйственных объектов основная нагрузка поступающими с поверхности земли загрязняющими веществами падает на грунтовые воды. Поэтому наблюдательные скважины оборудуются преимущественно на горизонт грунтовых вод. Наблюдательные скважины размещают по направлению естественного движения подземных вод, а также по направлению к ближайшим водозаборам (на расстоянии не более 100 м до ближайшей к хранилищу отходов скважины и 100-200 м до каждой из последующих скважин). Сеть должна давать площадную картину загрязнения подземных и грунтовых вод.

6. Наблюдательная сеть должна включать скважины, находящиеся в зоне влияния источника загрязнения, и фоновые скважины.

7. На водозаборах, где загрязнение может быть вызвано поступлением загрязняющих веществ с поверхности или с некондиционными водами из эксплуатируемого или смежного горизонта, или из поверхностных водоемов и водотоков наблюдательная сеть оборудуется как в пределах водозаборов, так и на прилегающих к ним территориях. На водозаборах речных долин (инфильтрационных) сеть образуют скважины по фронту между водозабором и берегом реки, в количестве не менее четырех, и не менее двух гидрометрических створов – на участке водозабора и выше по течению. При подтягивании некондиционных вод со стороны речных террас 2-3 наблюдательные скважины размещают между водозабором и границей загрязняющих вод. На водозаборах артезианских вод наблюдательные скважины располагаются по фронту водозабора на двух-трех створах вкост границы некондиционных вод по две на каждом створе. При небольшом водозаборе и достаточно однородном водоносном горизонте можно ограничиться одним створом, расположенным по кратчайшему расстоянию от границы некондиционных вод.

8. Наблюдения и постоянный контроль на водозаборах осуществляют предприятия-водопользователи.

- **Разрабатывает программу наблюдений.**

1. Типовая программа включает определение:

- физических свойств воды;
- содержание главных ионов: кальция, магния, натрия, калия, гидрокарбонат и карбонат-ионов, сульфат- и хлорид-ионов, сухого остатка;
- биогенных элементов – азот, в форме нитрит-, нитрат-ионов и иона аммония;
- железа различных степеней окисления;
- растворенных газов – свободного углекислого газа и сероводорода;
- общей жесткости и показателя рН;
- содержание органических веществ оценивается по косвенным показателям – перманганатной окисляемости или химическому потреблению кислорода, при необходимости контролируется содержание фтора.

2. План наблюдений на локальной сети наряду с общими гидрохимическими исследованиями включает определение специфических приоритетных загрязняющих веществ, поступающих в подземные воды (нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы – свинец, кадмий, ртуть и др.).

3. Периодичность отбора проб – четыре раза в год: весной и осенью, летом и зимой.

Отбор, транспортировка, хранение проб сточных и природных вод проводится в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Общие требования к отбору проб»*. Настоящий ГОСТ распространяется на любые типы вод, хотя ранее для различных категорий вод (сточных, природных, питьевых) применялись отдельные нормативные документы, регламентирующие отбор, транспортировку и хранение проб.

Все методики, используемые для мониторинга, должны соответствовать требованиям ГОСТа Р 8.563-96 (с дополнениями № 1 и 2, 2001 и 2002гг.). «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений». Указанный ГОСТ содержит требования к разработке методик выполнения измерений (МВИ), аттестации МВИ, стандартизации и метрологическому надзору за аттестованными МВИ. В соответствии с требованиями настоящего ГОСТа МВИ, используемые в сфере охраны окружающей среды, подлежат обязательной аттестации, поскольку измерения в области охраны окружающей среды в соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» является сферой обязательного государственного метрологического контроля и надзора.

На основании имеющихся материалов и исследований составляется план наблюдений (Пример 1).

Пример 1

План наблюдений за качеством подземных вод

№ наблюдательной скважины на карте организации	Производственные процессы, влияющие на качество подземных вод	Наименование загрязняющего вещества, измеряемый параметр	Количество плановых измерений в период времени	Методика выполнения измерений
1	2	3	4	6
1-3	установка комплексной подготовки нефти	нитрат-ион	4 раза в год	ПНД Ф 14.1:2.4-95 МВИ массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. Переосвидетельствовано с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002
4-12	шламонакопитель	ион аммония	4 раза в год	ПНД Ф 14.1:2.1-95 МВИ массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. Переосвидетельствована с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002
		железо общее	4 раза в год	ПНД Ф 14.1:2.9-95 МВИ массовой концентрации железа общего в пробах сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02».
		ПАВ	4 раза в год	ПНД Ф 14.1:2.4.39-95. МВИ массовой концентрации катионных ПАВ в пробах природной, питьевой и сточной вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02»
		нефтепродукты	4 раза в год	ПНД Ф 14.1:2.4.128-98 МВИ массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Переосвидетельствована в соответствии требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002

Область загрязнения (зона антропогенного воздействия) оконтуривается по линии минерализации 1 г/дм³ или по линии предельных значений других обобщенных показателей (общей жесткости, окисляемости перманганатной),

или по линии ПДК группы основных загрязняющих веществ. В последнем случае (например, для трех загрязняющих веществ) контур области загрязнения должен проходить через точки, в которых соблюдается условие – сумма относительных концентраций (C/C_n) трех выделенных загрязняющих веществ больше единицы. C – фактическая концентрация, C_n – ПДК вещества. Если загрязнение подземных вод характеризуется показателем, не входящим в число перечисленных (например, хромом), то область загрязнения оконтуривается по линии ПДК этого показателя. Область загрязнения характеризуется помимо показателя, по которому она оконтуривается, также показателями других преобладающих компонентов загрязнения. Например, область загрязнения оконтуривается по величине минерализации, существенно превышающей фоновую. В загрязненной воде содержатся в значительных количествах по сравнению с фоном хлориды, нитраты, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец). В этом случае область загрязнения характеризуется величиной минерализации (сухим остатком), концентрациями хлоридов, нитратов, тяжелых металлов. Другой пример: область загрязнения оконтуривается по величине общей жесткости, в воде в повышенных количествах содержатся фтор и нефтепродукты; в этом случае область загрязнения характеризуется величиной общей жесткости, концентрациями фтора и нефтепродуктов.

Алгоритм мониторинга состояния загрязнения почв

В соответствии с Земельным кодексом землепользователи обязаны не допускать засоления, загрязнения земель, а также других процессов, ухудшающих состояние почв, кроме того, организовать контроль за их использованием. Одной из основных задач мониторинга земель является оценка загрязнения почв под воздействием антропогенных источников.

Организация мониторинга осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель», М., 1995г. Контроль за санитарным состоянием почв населенных мест, сельскохозяйственных угодий, территорий курортных зон и отдельных учреждений осуществляется в соответствии с Методическими указаниями «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест», МУ 2.1.7.730-99.

Для организации мониторинга проводится подготовительный этап, включающий:

- установление перечня потенциальных источников загрязнения;
- составление карты техногенных нагрузок исследуемой территории, на которую наносятся источники антропогенного воздействия, зоны их возможного влияния;
- рекогносцировочное обследование с целью визуального выявления загрязненных земель и уточнение мест расположения точек пробоотбора, составление схемы отбора (схема отбора зависит от типа источника и характера пространственного распределения загрязняющих веществ в почвах обследуемого участка);

- исследования с отбором проб по намеченной схеме

Если источник загрязнения точечный, путь поступления загрязняющих веществ воздушный и предполагается прямопропорциональная связь между уровнем загрязнения и расстоянием до источника, то целесообразно отбирать образцы проб по 4 – 8 направлениям (румбам) от источника, располагая точки отбора более часто вблизи источника и с большими интервалами на удалении от него. Частота и дальность пробоотбора зависит от мощности источника и природно-климатических условий района. В целом рекомендуется отбор по румбам через 0,5; 1; 2; 4; 8; 16 км. Если источник загрязнения линейный, путь поступления загрязняющих веществ воздушный, то размещать точки необходимо вдоль источника по линиям, также уменьшая количество точек с расстоянием от него, располагать линии пробоотбора рекомендуется на расстоянии 0,1; 0,2; 0,5 км. Если приоритетным загрязняющим веществом является жидкость (нефть и нефтепродукты), система отбора строится в зависимости от сложности ландшафта, геохимической и гидрологической обстановки. Точки отбора объединяются в систему профилей, располагающихся в направлении движения поверхностного стока от места разлива до места промежуточной или конечной аккумуляции. Минимальное количество профилей – 3. Если на обследуемой территории нет ярко выраженных точечных источников загрязнения (или много источников, влияние которых перекрывается), а также при площадном источнике загрязнения (свалки, полигоны и т.п.), то лучше использовать отбор проб по равномерной разряженной сетке (размер ячейки – от 1X1 до 5X5 км).

Для исключения локальных особенностей распределения загрязняющих веществ, отбирают не точечные, а смешанные пробы. Смешанная проба состоит из не менее 15 точечных, равномерно распределенных на площадке. Объем точечных проб одинаковый, поэтому для отбора лучше использовать бур. Точечные пробы объединяют и тщательно перемешивают, затем берут смешанный образец массой около 500 г.

- выявляются зоны с наибольшим уровнем загрязнения и приоритетные для контроля загрязняющие вещества в соответствии с установленными критериями (табл. 1)

Таблица 1

Показатели уровня загрязнения земель химическими веществами

Элемент, соединение	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1 уровень допустимый	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
Неорганические соединения					
Кадмий	< ПДК	от ПДК до 3	от 3 до 5	от 5 до 20	> 20
Свинец	< ПДК	от ПДК до 125	от 125 до 250	от 250 до 600	> 600
Ртуть	< ПДК	от ПДК до 3	от 3 до 5	от 5 до 10	> 10
Мышьяк	< ПДК	от ПДК до 20	от 20 до 30	от 30 до 50	> 50
Цинк	< ПДК	от ПДК до 500	от 500 до 1500	от 1500 до 3000	> 3000
Медь	< ПДК	от ПДК до 200	от 200 до 300	от 300 до 500	> 500

Кобальт	< ПДК	от ПДК до 50	от 50 до 150	от 150 до 300	>300
Никель	< ПДК	от ПДК до 150	от 150 до 300	от 300 до 500	>500
Молибден	< ПДК	от ПДК до 40	от 40 до 100	от 100 до 200	>200
Олово	< ПДК	от ПДК до 20	от 20 до 50	от 50 до 300	>300
Барий	< ПДК	от ПДК до 200	от 200 до 400	от 400 до 2000	>2000
Хром	< ПДК	от ПДК до 250	от 250 до 500	от 500 до 800	>800
Ванадий	< ПДК	от ПДК до 225	от 225 до 300	от 300 до 350	>350
Фтор водо- растворим	< ПДК	от ПДК до 15	от 15 до 25	от 25 до 50	>50

Продолжение (Таблица 1)

Показатели уровня загрязнения земель химическими веществами

Элемент, соединение	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1 уровень допустимы й	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
Органические соединения					
Хлорированные углеводороды (в том числе хлорсодержа- щие пестици- ды ДДТ, ГХЦГ,2,4,-Д и др.	< ПДК	от ПДК до 5	от 5 до 25	от 25 до 50	> 50
Хлорфенолы	< ПДК		от 1 до 5	от 5 до 10	> 10
Фенолы	< ПДК		от 1 до 5	от 5 до 10	>10
Полихлорбифе- нилы	< ПДК		от 2 до 5	от 5 до 10	>10
Циклогексан	< ПДК		от 6 до 30	от 30 до 60	>60
Пиридины	< ПДК		от 0,1 до 2	от 2 до 20	>20
Тетрагидрофура н	< ПДК	от ПДК до 5	от 5 до 20	от 20 до 50	>50
Стирол					
Нефть и нефте- продукты	< ПДК	от 1000до2000	от2000до3000	от3000до5000	>5000
	< ПДК	от ПДК до 0,1	от 0,1 до 0,25	от 0,25 до0,5	>0,5
Бенз(а)пирен	< ПДК	от ПДК до 1	от 1 до 3	от 3 до 10	>10
Бензол	< ПДК	от ПДК до 10	от 10 до 50	от 50 до 100	>100
Толуол					
Альфаметил- стирол	< ПДК	от ПДК до 3	от 3 до 10	от 10 до 50	>50
	< ПДК	от ПДК до3	от 3 до 30	от 30 до 100	>10
Ксилолы	< ПДК	-	-	-	-
Нитраты					
Сернистые соединения**	< ПДК	от ПДК до 180	от180 до250	от250до380	>380

* ПДК или ОДК; при отсутствии ПДК (ОДК) неорганических соединений за ОДК принимается удвоенное региональное фоновое содержание элементов в незагрязненной почве;

** в пересчете на серу

Земли, загрязненные выше 5 уровня в обязательном порядке, а выше 4 уровня – в отдельных случаях по заключению специалистов, подлежат консервации.

На втором этапе работ на основе проведенных обследований осуществляется:

- Выбор участков (пробных площадок) для осуществления мониторинга. Выбранные участки наносятся на карты-схемы.

При осуществлении мониторинга независимо от того, является ли источник загрязнения точечным или площадным, пробоотбор проводят по равномерной случайно-упорядоченной сетке (рекомендуемых размер ячейки от 0,1 X 0,1 до 0,5 X 0,5 км). Внутри каждой ячейки сетки выбирается ключевая (пробная) площадка. Относительная свобода в размещении пробной площадки в пределах сетки дает возможность располагать ее в местах с наиболее характерными условиями местности и исключить пробоотбор там, где он невозможен (постройки, водоемы и т.п.) это позволит уменьшить влияние природных факторов на локальное перераспределение загрязняющих веществ, и более достоверно определить площадь загрязненной территории. Размер ключевого участка не менее 10X 10 м. Отбор проб на ключевом участке проводят также, как это описано выше при предварительном обследовании. Для контроля поверхностно распределяющимися веществами (нефть, нефтепродукты) точечные пробы отбирают послойно с глубины 0-5 и 5-20 см массой не более 200г каждая.

- Выбор показателей для осуществления мониторинга

Перечень показателей для мониторинга определяется на основе предварительных обследований и определяется особенностями территории и первоочередными в плане организации наблюдений негативными процессами, приводящими к загрязнению почв.

1. Ежегодный систематический мониторинг проводят на наиболее загрязненных пробных площадках; на других – не реже 1 раза в 5 лет. В качестве фоновых используют близлежащие, не подверженные загрязнению почвенные участки отведенных земель.

2. Сеть мониторинга должна быть динамичной и пересматриваться с учетом данных анализов и других сведений.

На основе данных составляется план наблюдений за загрязнением почв (табл.)

Пример 2

План наблюдений за загрязнением почв

№ пробного участка на карте-схеме	Наименование загрязняющего вещества	Количество плановых измерений в период времени	Методика выполнения измерений
-----------------------------------	-------------------------------------	--	-------------------------------

Пробная площадка 1 в районе шламонакопителя	Нефтепродукты Хлорид-ион	1 раз в год, весной после оттаивания снега -«-	ПНД Ф 16.1.21-98 ПНД Ф 16.1.41-2004 ГОСТ 26425-85
Пробная площадка 2 в районе наблюдательной скважины 5	Нефтепродукты Хлорид-ион	1 раз в год, весной после оттаивания снега -«-	ПНД Ф 16.1.21-98 ПНД Ф 16.1.41-2004 ГОСТ 26425-85
Пробная площадка 3 на границе СЗЗ	Нефтепродукты Хлорид-ион	1 раз в год, весной после оттаивания снега -«-	ПНД Ф 16.1.21-98 ПНД Ф 16.1.41-2004 ГОСТ 26425-85

Контрольные вопросы

1. Перечислите объекты мониторинга, в местах расположения отходов, и основные задачи мониторинга?
2. Проанализируйте и приведите список необходимых нормативных документов при проведении мониторинга объектов мест расположения отходов?
3. Какие материалы представляются на государственную экологическую экспертизу по опасным отходам?
4. Изучите и представьте алгоритм мониторинга подземных вод в местах расположения отходов?
5. Изучите и представьте алгоритм мониторинга загрязненных почв в местах расположения отходов?
6. Что входит в планы наблюдений за качеством подземных вод в местах расположения отходов?
7. Что входит в планы наблюдений за качеством загрязненных почв в местах расположения отходов?

Практическая работа 13

Примеры форм передачи результатов мониторинга органам государственного производственного экологического контроля и мониторинга

Цель работы – ознакомиться с формами представления результатов мониторинга органам государственного производственного экологического контроля и заполнить таблицы результатами исследуемого предприятия

Примеры форм передачи результатов мониторинга органам государственного производственного экологического контроля и мониторинга

Задание включает изучение форм заполнения результатов мониторинга и разработку проектов на примере данных предприятия.

Примеры отчетных форм

Пример 1

Характеристики загрязнения атмосферного воздуха.

Город (район): 408000 Субъект хозяйственной деятельности: ОАО «Машзавод»

ИНН:

Обрабатываемый период: 01.01.200_ -31.12.200_

Точка мониторинга			Наименование показателя загрязнения (загрязняющее вещество)	Код	ПД Ксс ПД Кмр мг/м3	Число наблюдений	Метеопараметры		Дата отбора		Значение показателя загрязнения мг/м3 ед. ПДК	Повторяемость, %			Число случаев превышения			
координаты		Температура, С влажность					Ветер		дата	время		>ПД Ксс >ПД Кмр >См	>5ПД Ксс >5ПД Кмр >5См	>10ПД Ксс >10ПД Кмр >10См	>ПДКсс >ПДКмр >См	>5ПДКсс >5ПДКмр >5См	>10ПД Ксс >10ПД Кмр >10См	
Х	У						Направление град	Скорость м/с										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1000	-	Азота диоксид	301	0	1	2	121	1,4	01.01.200_	0:00	10	0	0	0	0	0	0
													0	0	0	0	0	0

Дата заполнения «__»_____200_г

Руководитель _____ Ф.И.О.

Характеристики загрязнения поверхностных вод

Город (район): 408000

Субъект хозяйственной деятельности: ОАО «Азот»

ИНН:

Обрабатываемый период: 01.01.200_ - 31.12.200_

Номер точки мониторинга	Наименование показателя загрязнения (загрязняющее вещество)	ПДКр. х., мг/дм ³	Число наблюдений	Дата отбора		Значение показателя загрязнения $\frac{\text{мг/дм}^3}{\text{ед.ПДКр.х.}}$	Средняя за период	Повторяемость, %			Число случаев превышения		
				дата	время			>ПДКр. х. >См	>5ПДКр. х. >5См	>10ПДКр. х. >10См	>ПДКр. х. >См	>5ПДКр. х. >5См	>10ПДКр. х. >10См
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	нефтепродукты	0,050	1	01.01.200_	0:00	$\frac{0,015}{0,30}$	0,01	0	0	0	0	0	0

Дата заполнения «__»_____200_г

Руководитель _____ Ф.И.О.

Примеры отчетных форм

Пример 3

Характеристика загрязнения подземных вод

Город (район): _____ Субъект хозяйственной деятельности: ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь»

ИНН: _____

Обрабатываемый период: 01.01.200_ - 31.12.200_

Номера наблюдательных скважин и их расстояния, м от источника	Наименование источника загрязнения подземных вод	Площадь источника загрязнения F, га, его длина L, м и ширина d, м	Наименование загрязняющего вещества	Дата отбора		Концентрация загрязнения, мг/дм ³		Приближенные размеры площади загрязнения
				дата	время	Концентрация, мг/дм ³ ед. ПДК (ед. ОБУВ)	Средняя за период	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
№1, 100м	шламокопитель	1 га, 1 мX1м	нефтепродукты	01.01.200	0:00	<u>0,002</u>		1
№1, 23 м		6 га, 4мX345м	нефтепродукты	11.12.200	10:00	<u>13</u>		344

Дата заполнения «__» _____ 200_ г

Руководитель _____ Ф.И.О.

Примеры отчетных форм

Пример 4

Характеристика загрязнения почв на пробных площадках

Город (район):
31.12.200_

Субъект хозяйственной деятельности: ООО «Трансгаз»

ИНН:

Обрабатываемый период: 01.01.200_ -

Номер пробно й площа дки	Глубина отбора проб, см	Наименование показателя загрязнения (загрязняющее вещество)	ПДК / ОДК мг/кг почвы	Число наблюдений	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
					1 уровень допустимый	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Дата заполнения «__» _____ 200_ г

Руководитель _____ Ф.И.О.

3. Мониторинг производственной гигиенической безопасности

Практическая работа 14

Общие методические подходы контроля факторов рабочей среды и трудового процесса

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом контроля факторов рабочей среды и трудового процесса (на примере конкретной рабочей профессии).

Общие методические подходы контроля факторов рабочей среды и трудового процесса

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 алгоритм контроля факторов рабочей среды и трудового процесса включает следующие подходы и требования.

1. Лаборатории, выполняющие измерение и оценку вредных факторов рабочей среды, должны быть аккредитованы в установленном порядке.

2. План контроля условий труда составляется на год, дополняется и изменяется в случае реконструкции или замены оборудования, изменения или интенсификации производственных процессов, выявления профессиональных заболеваний или отравлений.

3. Измерения проводятся при характерных условиях ведения технологического процесса. При этом, используются методы контроля и средства измерений, предусмотренные соответствующими нормативно-методическими документами.

Примечание. *Нарушения процесса, неисправность или неправильная эксплуатация оборудования и всех предусмотренных средств защиты должны быть зафиксированы в протоколе. После устранения нарушений измерения повторяют.*

4. Контролю подлежат все характерные для рабочего места вредные и опасные факторы, регламентируемые санитарными нормами и правилами, гигиеническими нормативами, а также тяжесть и напряженность труда. Для составления перечня факторов, подлежащих измерению и оценке, используют техническую, организационно-распорядительную документацию, сертификаты соответствия на сырье, материалы, оборудование и т. п.

Примечание. *Если работник, подвергается воздействию вредных факторов, не характерных для его рабочего места (например, при перетекании химических веществ из соседних помещений, распространении шума от оборудования, которое не обслуживает работник и др.), их измеряют и оценивают как присущие данному рабочему месту.*

5. Перечень нормативных и методических документов для измерения и оценки факторов рабочей среды представлен в ПРИЛОЖЕНИИ.

6. Аппаратура и приборы, используемые для измерения параметров внешней среды, должны пройти государственную метрологическую поверку в

установленные сроки, и поименованы в перечне Госреестра рекомендуемых приборов для контроля. Средства оценки функционального состояния организма должны быть откалиброваны

7. Данные инструментальных замеров оформляются протоколами в соответствии с нормативно-методической документацией, определяющей порядок проведения измерений или протоколами, разработанными на их основе, которые должны содержать следующие данные:

- наименование подразделения организации, где проводится измерение;
- дата проведения измерений;
- наименование организации (или ее подразделения), выполняющей измерения, сведения об её аккредитации;
- наименование измеряемого фактора;
- средство измерения (наименование прибора, инструмента, срок, до которого действует поверка и номер свидетельства о поверке);
- нормативно-методический документ, на основании которого проводится измерение;
- место проведения измерения;
- нормативное и фактическое значение измеренного параметра и, при необходимости, время его воздействия;
- заключение о соответствии уровня фактора гигиеническому нормативу и определение класса вредности и опасности условий труда по данному фактору;
- должность, фамилия, инициалы и подпись работника, проводившего измерения, и представителя администрации объекта, на котором проводились измерения;

8. Гигиеническая оценка условий труда проводится в соответствии с настоящим документом.

Контрольные вопросы

1. Кто проводит контроль факторов рабочей среды?
2. Какие требования предъявляют к условиям проведения измерений?
3. Перечислите факторы рабочей среды, для которых существуют нормативно-методические документы?
4. Какие требования предъявляют к средствам измерения параметров внешней среды?
5. Перечислите данные, которые оформляются в протоколах инструментальных замеров?
6. Какие необходимы нормативно-методические документы и факторы контроля для следующих профессий:
 - электросварщик, металлург; повар; врач; строитель; водитель автобуса; диспетчер и другие возможные профессии.

Приложение

Перечень федеральных нормативных и методических документов

для контроля за вредными факторами рабочей среды и трудового процесса

№ п/п	Статус документа*	Наименование документа
1	2	3
1. Химический фактор, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия		
<i>1.1. Нормативные документы</i>		
1.1.1	ГН 2.2.5.1313-03	Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
1.1.2	ГН 2.2.5.1314-03	Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
1.1.3	ГН 1.1.725-98	Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека
1.1.4	ГН 1.2.1841-04	Дополнения и изменения № 1 к ГН 1.1.725-98. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека
1.1.5	ГН 2.2.5.563-96	Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожных покровов вредными веществами
<i>1.2. Методические документы на методы контроля</i>		
1.2.1	прилож.	Требования к контролю содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны
1.2.2	МУ № 1611-77- 1719-77. М.,1981	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. Вып. 1-5
1.2.3	МУ № 2562-82 -2603-82. М., 1982	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 6-7
1.2.4	МУ № 2742-83- 2778-83. М.,1983	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны (переработанные технические условия). Вып. 8
1.2.5	МУ № 4161-86- 4203-86. М.,1986	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны (переработанные технические условия). Вып. 9
1.2.6	МУ № 4564-88- 4605-88. М., 1988	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны (переработанные и дополненные технические условия). Вып. 10
1.2.7	МУ № 5809-91- 5871-91. М.,1992	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны (переработанные и дополненные технические условия). Вып. 11
1.2.8	МУ № 5872-91- 5939-91. М., 1994	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны (переработанные и дополненные методические указания). Вып. 12
1.2.9	МУ № 1452-76- 1495-76, №166-77 М.,1979	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны (переработанные и дополненные). Вып. 13
1.2.10	МУ № 1572-77- 1598-77. М.,1979	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. Вып. 14
1.2.11	МУ № 1985-79 - 2030-79. М.,1979	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. Вып. 15
1.2.12	МУ № 2211-80- 2252-80. М.,1980	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. Вып. 16
1.2.13	МУ № 2304-81- 2347-	Методические указания по определению вредных веществ

* Утверждены Минздравом России (с 1997 г.), Госкомсанэпиднадзора России (1992—1996 гг.), Минздравом СССР (до 1992 г.) за исключением отдельных документов, специально обозначенных в данной графе

	81.М..1981	в воздухе. Вып. 17
1.2.14	МУ№ 2694–83– 2740–83. М., 1983	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. Вып. 18
1.2.15	МУ№ 2877–83– 2918–83. М., 1984	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. Вып. 19
1.2.16	МУ№3101–84– 3137–84.М.Д984	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. Вып. 20
1.2.17	МУ № 3943–85– 3999а–85. М.,1986	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 21
1.2.18	МУ № 4204–86– 4213–86; №4290– 4318–87.М..1987	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 21/1
1.2.19	МУ № 4469–87– 4536–87. М., 1988	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 22
1.2.20	МУ№ 4441–87– 4465–87. М., 1988	Методические указания по определению вредных веществ а воздухе рабочей зоны. Вып. 22/1
1.2.21	МУ№4727–88– 4782–88. М.,1988	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 23
1.2.22	МУ № 4784–88– 4826–«8. М., 1988	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 23/1
1.2.23	МУ № 4827–88– 4894–88. М.,1988	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 24
1.2.24	МУ № 4895–88– 4939–88. М.,1988	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 25
1.2.25	МУ № 5062–89– 5104-89. М.,1992	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 26
1.2.26	МУ № 5208–90– 5262–90.Ч.1 № 5263–90–5307– 90. Ч. 2. М.,1992	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 27
1.2.27	МУ№5940–91– 6023–91. М., 1993	Методические указания по определению вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 28
1.2.28	МУК 4.1.100–96 – МУК 4.1.197–96	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Сб. 29
1.2.29	МУК 4.1.198–96– МУК 4.1.271–96	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Сб. 30
1.2.30	МУК 4.1.272–96– МУК 4.1.340–96	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Сб. 31
1.2.31	МУК 4.1.341–96– МУК 4.1.405–96	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Сб. 32
1.2.32	МУК 4.1.406–96– МУК 4.1.465–96	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Сб. 33
1.2.33	МУК 4.1.466–96– МУК 4.1.539–96	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Сб. 34
1.2.34	МУК 4.1.803–99– МУК 4.1.879–99	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 35
1.2.35	МУК 4.1.879–99– МУК 4.1.956–99	Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 36
1.2.36	МУК 4.1.1519–03– МУК 4.1.1574–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 37
1.2.37	МУК 4.1.1575–03– МУК 4.1.1614–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 38
1.2.38	МУК 4.1.1296–03– МУК 4.1.1309–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 39
1.2.39	МУК 4.1.1341–03– МУК 4.1.1351–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 40
1.2.40	МУК 4.1.1352–03– МУК 4.1.1370–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 41

1.2.41	МУК 4.1.1615–03– МУК 4.1.1643–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 42
1.2.42	МУК 4.1.1644–03– МУК 4.1.1671–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 43
1.2.43	МУК 4.1.1678–03– МУК 4.1.1710–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 44
1.2.44	МУК 4.1.1711–03– МУК 4.1.1733–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 45
1.2.45	МУК 4.1.1734–03– МУК 4.1.1754–03	Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Вып. 46
1.2.46	МУ 2391–81	Методические указания по определению свободной двуокиси кремния в некоторых видах пыли
1.2.47	МУ №3141–84 М., 1984	Методические указания «Контроль воздуха на предприятиях по переработке пластмасс (полиолефинов, полистиролов, фенопластов)»
1.2.48	МУ № 4436–87	Измерение концентраций аэрозолей преимущественно фиброгенного действия
1.2.49	МУ № 4945–88	Методические указания по определению вредных веществ в сварочном аэрозоле (твердая фаза и газы)
1.2.50	МУ № 5207–90	Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе при переработке пластмасс и методика определения газовыделений от технологического оборудования
1.2.51	МУК 4.1.001–94	Выполнение измерений массовой концентрации акрилонитрила, выделяющегося в воздух из полиакрилонитрильного волокна в статических условиях
1.2.52	МУК 4.1.005– МУК 4.1.008–94. М.,1994	Определение содержания ртути в объектах окружающей среды и биологических материалах
1.2.53	МУК 4.1.025–95. М.,1995	Измерение концентраций метакриловых соединений в объектах окружающей среды
1.2.54	МУК 14.1.057–96– МУК 4.1.081–96	Измерение массовых концентраций вредных веществ в средах (сборник)
1.2.55	МУК 4.1.556–96	Санитарно-химический контроль в производствах пенополиуретанов
1.2.56	МУК 4.1.580–96	Определение концентрации миграции нитрила акриловой кислоты из полиакрилонитрильного волокна в воздухе методом газовой хроматографии
1.2.57	МУК 4.1.1326–03	Измерение массовых концентраций аверсектина С (смесь изомеров) в воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии
2. Биологический фактор		
<i>2.1. Нормативные документы</i>		
2.1.1	ГН 2.2.6-709–98	Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны
2.1.2	ГН 2.2.6.1006–00 Дополнение № 1 к ГН 2.2.6-709–98	Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны
2.1.3	ГН 2.2.6.1080–01 Дополнение № 2 к ГН 2.2.6.709–98	Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны
2.1.4	ГН 2.2.6.1762–03 Дополнение № 3 к ГН 2.2.6.709–98	Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны
<i>2.2. Методические документы</i>		
2.2.1	прилож. 9	Требования к контролю содержания микроорганизмов в воздухе рабочей зоны

2.2.2	МУ 4.2.734–99	Микробиологический мониторинг производственной среды
2.2.3	МУК 4.2.1007–00	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента Биовита и хлортетрациклина <i>Streptomyces aurefaciens</i> 777 в воздухе рабочей зоны
2.2.4	МУК 4.2.1008–00	Метод микробиологического измерения концентрации клеток микроорганизма <i>Pseudomonas fluorescens</i> (denitrificans) В99 - продуцента витамина В12 в воздухе рабочей зоны
2.2.5	МУК 4.2.1067–01	Метод микробиологического измерения концентрации клеток микроорганизма <i>Streptomyces cinnamonensis</i> НИЦБ 109 - продуцента монензина в воздухе рабочей зоны
2.2.6	МУК 4.2.1068–01	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента тилозина <i>Streptomyces fradiae</i> БС-1 в воздухе рабочей зоны
2.2.7	МУК 4.2.1069–01	Метод микробиологического измерения концентрации клеток плесневого гриба <i>Penicillium Juniculosum</i> F-149 - продуцента декстраназы в воздухе рабочей зоны
2.2.8	МУК 4.2.1070–01	Метод микробиологического измерения концентрации клеток микроорганизма <i>Trichoderma longibrachiatum</i> ТW-1 -продуцента Р-глюканазы в воздухе рабочей зоны
2.2.9	МУК 4.2.1071–01	Метод микробиологического измерения концентрации препарата ЭМ-1 «Байкал» по одному из ведущих компонентов (<i>Lactobacillus casei</i> - 21) в воздухе рабочей зоны
2.2.10	МУК 4.2.1072–01	Метод микробиологического измерения концентрации клеток микроорганизма <i>Penicillium vermiculatum</i> РК-1 - продуцента Вермикулена в воздухе рабочей зоны
2.2.11	МУК 4.2.1776–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента глюкоамилазы <i>Aspergillus awamori</i> 120/177 в воздухе рабочей зоны
2.2.12	МУК 4.2.1777–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента ловастатина <i>Aspergillus terreus</i> 44-62 в воздухе рабочей зоны
2.2.13	МУК 4.2.1778–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента нейтральной протеиназы и амилазы <i>Bacillus subtilis</i> 65 в воздухе рабочей зоны
2.2.14	МУК 4.2.1779–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента щелочной протеазы <i>Bacillus subtilis</i> 72 в воздухе рабочей зоны
2.2.15	МУК 4.2.1780–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента нейтральной протеазы <i>Bacillus subtilis</i> 103 в воздухе рабочей зоны
2.2.16	МУК 4.2.1781–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента бацитрацина <i>Bacillus licheniformis</i> 1001 в воздухе рабочей зоны
2.2.17	МУК 4.2.1782–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента ксилита <i>Candida tropicalis</i> Y456 в воздухе рабочей зоны
2.2.18	МУК 4.2.1783–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента ксиланазы <i>Penicillium canescens</i> F-832 в воздухе рабочей зоны
2.2.19	МУК 4.2.1784–03	Метод микробиологического измерения концентрации клеток штамма-продуцента комплекса целлюлолитических ферментов <i>Trichoderma viride</i> 44-11-62/3 в воздухе рабочей зоны

3. Шум, вибрация, ультразвук, инфразвук		
<i>3.1. Нормативные документы</i>		
3.1.1	СН 2.2.4/2.1.8.562–96	Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
3.1.2	СН 2.2.4/2.1.8.566–96	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий
3.1.3	СН 2.2.4/2.1.8.583–96	Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки
3.1.4	СН 2.2.4/2.1.8.582–96	Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения
3.1.5	СанПиН 2.2.2.540–96	Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ
<i>3.2. Методические документы</i>		
3.2.1	МУ 1844-78	Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах
3.2.2	МУ 3911-85	Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки производственных вибраций
3.2.3	прилож. 10	Методы обработки результатов измерений виброакустических факторов
4. Микроклимат		
<i>4.1. Нормативные документы</i>		
4.1.1	СанПиН 2.2.4.548–96	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
<i>4.2. Методические документы</i>		
4.2.1	МУК 4.3.1896–04	Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и нагревания
4.2.2	МР № 5172–90	Профилактика перегревания работающих в условиях нагревающего микроклимата
4.2.3	прилож. 11	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, оборудованных системами лучистого обогрева
5. Неионизирующие электромагнитные поля и излучения		
<i>5.1. Нормативные документы</i>		
5.1.1	СанПиН 2.2.4.1191–03	Электромагнитные поля в производственных условиях
5.1.2	ГОСТ ССБТ 12.1.045–84	Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
5.1.3	ГОСТ ССБТ 12.1.002–84	Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах
5.1.4	ОБУВ № 5060–89	ОБУВ переменных магнитных полей частотой 50 Гц при производстве работ под напряжением на ВЛ 220-1150 кВ
5.1.5	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03	Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
5.1.6	ГОСТ ССБТ 12.1.006–84 и Изменение № 1 к нему	Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
5.1.7	СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03	Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи
5.1.8	СанПиН 2.2.4.1329–03	Требования по защите персонала от воздействия импульсных ЭМП
5.1.9	СанПиН № 5804–91	Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров
5.1.10	СН № 4557–88	Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях

5.1.11	МУ 5046–89	Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения)
<i>5.2. Методические документы</i>		
5.2.1	СанПиН 2.2.4.1191–03	Электромагнитные поля в производственных условиях
5.2.2	ГОСТ ССБТ 12.1.045–84	Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
5.2.3	ГОСТ ССБТ 12.1.002–84	Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах
5.2.4	ГОСТ ССБТ 12.1.006–84 и Изменение №1 к нему	Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
5.2.5	МУ № 3207–88	Методические указания по гигиенической оценке основных параметров магнитных полей, создаваемых машинами контактной сварки переменным током частотой 50 Гц
5.2.6	СанПиН 2.1.8/ 2.2.4.1190–03	Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи
5.2.7	ГОСТ Р.50949–96	Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности
5.2.8	МУК 4.3.1676–03	Гигиеническая оценка ЭМП, создаваемых радиостанциями сухопутной подвижной связи
5.2.9	МУК 4.3.677–97	Определение уровней электромагнитных полей на рабочих местах персонала радиопредприятий, технические средства которых работают в НЧ, СЧ, и ВЧ диапазонах
5.2.10	СанПиН 2.2.4.1329–03	Требования по защите персонала от воздействия импульсных ЭМП
5.2.11	МУ № 5309–90	Методические указания для органов и учреждений санитарно-эпидемиологических служб по проведению дозиметрического контроля и гигиенической оценке лазерного излучения
5.2.12	СН № 4557–88	Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях
6. Ионизирующие излучения		
<i>6.1. Нормативные документы</i>		
6.1.1	СП 2.6.1.758–99	Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)
6.1.2	СП 2.6.1.799–99	Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)
7. Световая среда		
<i>7.1. Нормативные документы</i>		
7.1.1	СНиП 23-05–95, Минстрой России	Строительные нормы и правила РФ Естественное и искусственное освещение
7.1.2	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03	Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
7.1.3	Отраслевые документы по искусственному освещению	Отраслевые и ведомственные нормы искусственного освещения, нормы технологического проектирования, правила безопасности и производственной санитарии различных отраслей агропромышленного комплекса
<i>7.2. Методические документы</i>		
7.2.1	МУ, утв. Минтруда РФ № ОТ РМ 01-98 и Гл.гос.сан.врачом РФ № 2.2.4.706–98	Оценка освещения рабочих мест
7.2.2	ГОСТ 26824–86	Здания и сооружения. Методы измерения яркости

7.2.3	ГОСТ 24940–96	Здания и сооружения. Методы измерения освещенности
7.2.4	МР №3863–85	Методические рекомендации по установлению уровней освещенности (яркости) для точных зрительных работ с учетом их напряженности
7.2.5	МР от 10.07.84	Гигиеническая оптимизация световой обстановки и условий труда при работе со светочувствительными материалами
7.2.6	Рекомендации от 03.05.77 Госэнерго-надзора России	Рекомендации по эксплуатации осветительных установок промышленных предприятий
7.2.7	МУ № 5046–89	Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения)
8. Тяжесть и напряженность труда		
<i>8.1. Нормативные документы</i>		
8.1.1	постановление Правительства РФ от 06.02.93 г. № 105	О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную
8.1.2	СанПиН 2.2.0.555–96	Гигиенические требования к условиям труда женщин
8.1.3	СНиП 23-05–95, Минстрой России	Строительные нормы и правила РФ Естественное и искусственное освещение
8.1.4	СанПиН 2.2.2./2.4.1340–03	Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
8.1.5	ГОСТ 12.2.032–78	ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
8.1.6	ГОСТ 12.2.033–78	ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования
8.1.7	ГОСТ 12.2.049–80	ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования
<i>8.2. Методические документы</i>		
8.2.1	прилож. 14	Методика оценки тяжести трудового процесса
8.2.2	прилож. 15	Методика оценки напряженности трудового процесса

Практическая работа 15

Общие требования к организации контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Цель работы – ознакомиться с общими методическими требованиями к организации контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Общие требования к организации контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 общие требования к организации и проведению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны включают следующие положения.

1. «Общие методические требования к организации и проведению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны» (*методические требования*) регламентируют порядок осуществления контроля за содержанием вредных химических веществ и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в воздухе рабочей зоны: выбору мест (точек) отбора, продолжительности, периодичности, оценке результатов измерения в целях получения сопоставимых данных по загрязнению воздуха рабочей зоны.

2. Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводится при сравнении измеренных среднесменных и максимальных концентраций с их предельно допустимыми значениями - максимально разовыми (ПДК_М) и среднесменными (ПДК_{сс}) нормативами.

Среднесменная концентрация – это концентрация, усредненная за 8-часовую рабочую смену.

Максимальная (максимально разовая) концентрация - концентрация вредного вещества при выполнении операций (или на этапах технологического процесса), сопровождающихся максимальным выделением вещества в воздух рабочей зоны, усредненная по результатам непрерывного или дискретного отбора проб воздуха за 15 мин для химических веществ и 30 мин для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД). Для веществ, опасных для развития острого отравления (с остронаправленным механизмом действия, раздражающие вещества), максимальную концентрацию определяют из результатов проб, отобранных за возможно более короткий промежуток времени, как это позволяет метод определения вещества.

Примечание. *Вещества с остронаправленным механизмом действия – вещества, опасные для развития острого отравления при кратковременном воздействии вследствие выраженных особенностей механизма действия: гемолитические, антиферментные (антихолинэстеразные, ингибиторы ключевых ферментов, регулирующих дыхательную функцию и вызывающих отек легких, остановку дыхания, ингибиторы тканевого дыхания), угнетающие дыхательный и сосудодвигательные центры и др.*

3. Планирование стратегии отбора проб начинается с определения задач,

решение которых предусматривается при проведении исследования.

Среднесменные концентрации определяют для характеристики уровней воздействия вещества в течение смены, расчета индивидуальной экспозиции (в т. ч. пылевой нагрузки при воздействии АПФД), выявления связи изменений состояния здоровья работника с условиями труда (при этом учитывается верхний предел колебаний концентраций – максимальные концентрации). Для веществ раздражающих и с остронаправленным механизмом действия при оценке связи выявленных нарушений состояния здоровья с условиями труда используют максимальные концентрации.

Информация о максимальных концентрациях необходима, прежде всего, для проведения инспекционного и производственного контроля за условиями труда, выявления неблагоприятных гигиенических ситуаций, решения вопроса о необходимости использования средств индивидуальной защиты, оценки технологического процесса, оборудования, санитарно-технических устройств.

4. Для решения вопроса о полноте контроля в соответствии с решаемыми задачами специалист, проводящий контроль, составляет перечень веществ, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны при ведении технологического процесса. С этой целью необходима следующая информация (предоставляется работодателем):

- об используемых в технологическом процессе вредных веществах (агрегатное состояние, летучесть и др.), их соответствие нормативно-технической документации (сертификаты, ТУ, ГОСТ, др.);

- о химических реакциях на всех этапах технологического процесса, возможности образования промежуточных и побочных продуктов, качественном составе продуктов деструкции, гидролиза, пиролиза и других возможных превращений;

- возможности сорбции химических веществ на частичках пыли, строительных конструкциях, оборудовании и последующей десорбции.

5. При составлении плана контроля учитывают:

- особенности технологического процесса (непрерывный, периодический), температурный режим, количество выделяющихся вредных веществ и др.;

- физико-химические свойства контролируемых веществ (агрегатное состояние, плотность, давление пара, летучесть и др.) и возможности превращения последних в результате окисления, деструкции, гидролиза и др. процессов;

- класс опасности и особенность действия веществ на организм;

- планировку помещений (этажность здания, наличие межэтажных проемов, связь со смежными помещениями и др.);

- количество и вид рабочих мест (постоянные, непостоянные, аналогичные);

- фактическое время пребывания работника на рабочем месте в течение смены.

На основании полученных материалов, с учетом технологического

регламента, результатов ранее проведенных исследований выявляют рабочие места и технологические операции, при которых в воздушную среду производственных помещений (участков с открытым размещением оборудования) могут выделяться вредные вещества (пары, газы, аэрозоли), и где оно может быть максимальным.

6. При выделении в воздушную среду сложной смеси химических веществ известного и относительно постоянного состава контроль загрязнений воздуха проводится по ведущему (определяющему клинические проявления интоксикации) и/или наиболее характерному (определяющему состав) компоненту этой смеси*.

В случае, когда в воздушную среду выделяется сложный комплекс веществ не полностью известного состава (что обусловлено, как правило, процессами термоокислительной деструкции, гидролиза, пиролиза и др.), следует получить информацию об идентификации выделяющихся компонентов по результатам хромато-масс-спектрометрии или других современных методов исследований. На основании анализа расшифровки состава газовыделений выявляются гигиенически значимые (ведущие и наиболее характерные) компоненты, по которым будет проводиться контроль воздуха*.

7. Контроль воздуха осуществляют при характерных производственных условиях (ведение производственного процесса в соответствии с технологическим регламентом) и с учетом факторов, перечисленных в п. 1.5.

8. Для контроля воздуха рабочей зоны отбор проб воздуха проводят в зоне дыхания работника, либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола/рабочей площадки при работе стоя и 1 м – при работе сидя). Если рабочее место не постоянное, отбор проб проводят в точках рабочей зоны, в которых работник находится в течение смены.

9. Устройства для отбора проб могут размещаться в фиксированных точках рабочей зоны (стационарный метод) либо закрепляться непосредственно на одежде работника (персональный мониторинг).

Стационарный метод отбора проб в качестве основного применяют для решения следующих задач:

- гигиенической оценки источников загрязнения воздуха рабочих зон (технологических процессов и производственного оборудования) и пространственного распространения вредных веществ по помещению с целью выделения наиболее опасных участков рабочей зоны;
- гигиенической оценки эффективности средств управления параметрами воздушной среды в помещениях (вентиляция, кондиционирование и т. д.);
- определения соответствия фактических уровней содержания вредных веществ их предельно допустимым максимальным концентрациям, а также среднесменным ПДК – в случаях, когда выполнение трудовых операций

*Устанавливается специалистами органов и учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

работником проводится (не менее 75 % времени смены) на постоянном рабочем месте.

– Персональный мониторинг концентраций вредных веществ в зоне дыхания работающих рекомендуется применять в качестве основного для определения соответствия фактических уровней их среднесменным ПДК в случаях, когда выполнение трудовых операций работником проводится на непостоянных рабочих местах.

10. Методы и аппаратура, используемые для определения концентраций вредных веществ, должны отвечать установленным нормативным требованиям, которые должны обеспечивать определение концентрации вещества на уровне 0,5 ПДК с относительной стандартной погрешностью, не превышающей + 40 % при $P=95$ % доверительной вероятности. Относительная стандартная погрешность определения концентрации вещества на уровне ПДК не должна превышать ± 25 %.

Объем отобранного воздуха следует привести к стандартным условиям (20 °С; 101,3 кПа), для чего необходимо измерение температуры, атмосферного давления и относительной влажности воздуха.

11. При выборе конкретных методов контроля необходимо руководствоваться методическими указаниями на методы определения вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержденными в установленном порядке. Аппаратура и приборы, используемые при санитарно-химических исследованиях, подлежат проверке в установленном порядке

12. Нарушение технологического процесса, неисправное состояние или неправильная эксплуатация оборудования и всех предусмотренных средств предотвращения загрязнения производственной атмосферы (вентиляция, укрытия) должны быть устранены (при возможности быстрого их устранения). Если работники подвергались вредному воздействию длительное время, нарушения необходимо зафиксировать в протоколе измерения, и после их устранения вновь провести измерение концентраций.

Контрольные вопросы

1. Что представляют из себя среднесменные и максимально разовые концентрации и с какими нормами их сравнивают?
2. Какие могут быть стратегии отбора проб?
3. Какая необходима информация для полного контроля вредных веществ в рабочей зоне?
4. Что учитывают при составлении плана контроля?
5. Перечислите условия отбора проб воздуха рабочей зоны?
6. Что такое стационарные и персональные методы мониторинга в рабочей зоне, назовите их особенности?
7. Какие метрологические требования предъявляют методам и средствам измерения, используемым для определения концентраций вредных веществ?
8. Какие нормативные документы регламентируют определение вредных веществ в воздухе рабочей зоны?

Практическая работа 16

Проведение контроля соответствия содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны максимальным ПДК

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом контроля соблюдения максимальных ПДК на рабочих местах с проведением замеров концентраций вредных газов с помощью газоанализатора «Ока».

Проведение контроля соответствия содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны максимальным ПДК (с применением газоанализатора и измерением вредных газов)

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 контроль соответствия максимальным ПДК проводится в соответствии со следующими требованиями.

1. Отбор проб для контроля соблюдения максимальных ПДК осуществляется на рабочих местах с учетом технологических операций, при которых возможно выделение в воздушную среду наибольшего количества вредного вещества.

Например: у аппаратуры и агрегатов в период наиболее активных химических и термических процессов (электрохимических, пиролитических и др.); в местах наиболее вероятных источников выделения при движении жидкостей и газов (насосные, компрессорные и др.); на участках при загрузке, выгрузке, транспортировании, затаривании химических веществ, а также на участках размола, сушки сыпучих материалов; при отборе проб на технологические анализы; в трудно вентилируемых участках.

Для новых и ранее не изученных производств необходимо стремиться к более полному охвату рабочих мест с постоянным и временным пребыванием работающих. Полученные результаты в комплексе с данными по оценке технологического процесса, оборудования, вентиляционных устройств в дальнейшем определяют рациональную тактику контроля максимальных концентраций (технологические операции, во время которых производится отбор проб, участки, периодичность отбора).

2. Контроль воздушной среды на участках, характеризующихся постоянством технологического процесса, значительным количеством идентичного оборудования или аналогичных рабочих мест, осуществляется выборочно на отдельных рабочих местах (но не менее 20 %), расположенных в центре и по периферии помещения.

3. При проведении планового ремонта технологического, санитарно-технического оборудования, при реконструкции производства, если часть оборудования продолжает эксплуатироваться, проводится контроль воздушной среды на основных местах пребывания работников.

4. Длительность отбора одной пробы воздуха определяется методом анализа, зависит от концентрации вещества в воздухе рабочей зоны, но не должна превышать 15 мин, а для АПФД - 30 мин.

5. Если метод анализа позволяет отобрать несколько (2–3 и более) проб в течение 15 мин, вычисляют среднеарифметическую (при равном времени

отбора отдельных проб) или средневзвешенную (если время отбора отдельных проб разное) величину из полученных результатов, которую сравнивают с ПДК_М. Для веществ раздражающего действия полученные результаты проб, отобранных за время, предусмотренное методом контроля вещества, сравнивают с ПДК_М.

Примечание. Если метод определения вещества предусматривает длительность отбора одной пробы за время, превышающее 15 мин, эти случаи следует рассматривать как исключение. При этом результат каждого измерения сравнивают с установленной ПДК_М.

6. При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с остронаправленным механизмом действия должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией превышения ПДК.

7. Периодичность контроля для веществ устанавливается в зависимости от характера технологического процесса (непрерывный, периодический), класса опасности и характера биологического действия химического вещества, стабильности производственной среды, уровня загрязнения воздушной среды, времени пребывания работника на рабочем месте. В зависимости от класса опасности вредного вещества рекомендуется следующая периодичность контроля: веществ I класса опасности - не реже 1 раза в 10 дней; II класса - 1 раз в месяц; III класса - 1 раз в 3 месяца; IV класса - 1 раз в 6 месяцев*.

8. Количество проб в одной точке зависит от степени постоянства воздушной среды, которая в большинстве случаев характеризуется значительной вариабельностью концентраций вредных веществ. Причинами этого являются как систематические, так и случайные факторы.

К числу систематических факторов (источники их известны, они повторяются и их можно учесть при планировании отбора проб) относятся:

- производственная нагрузка на оборудование;
- вид выполняемых производственных операций;
- метеорологические условия, периоды года (особенно в производственных помещениях, оснащенных системой естественной вентиляции);
- численность работающих в смену.

К числу случайных факторов вариабельности относятся:

- индивидуальные ошибки при отборе и анализе проб;
- поведенческие особенности каждого отдельного работника и уровень его мастерства;
- недостатки в организационно-производственных процессах и контроле за их осуществлением.

В каждой точке, как правило, следует отобрать не менее трех проб.

Величины максимальных концентраций за смену можно получить и при определении среднесменных концентраций методом вероятностной обработки результатов измерений (см. Практическую работу 4)

* В соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Задание. Освоить выполнение замеров концентраций вредных газов (оксиды углерода, азота, серы и др.) в воздухе рабочей зоны с помощью газоанализатора «Ока» и провести определение максимальных концентраций в сравнении с ПДК.

Контрольные вопросы

1. Что необходимо учитывать при отборе проб для контроля соблюдения максимальных ПДК?
2. Какие требования предъявляют к условиям отбора проб при контроле соблюдения максимальных ПДК?
3. Какой должен быть контроль при наличии в воздухе рабочей зоны вредных веществ с остронаправленным механизмом действия?
4. От чего зависит периодичность контроля вредных веществ в воздухе рабочей зоны и какая рекомендуется периодичность?
5. От чего зависит количество отбираемых проб в одной точке контроля?
6. Какие существуют методы (подходы) определения максимальных концентраций за смену?

Практическая работа 17

Проведение контроля соответствия содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны среднесменной ПДК

Цель работы – ознакомиться с алгоритмом контроля за соблюдением среднесменной ПДК на рабочих местах по вероятностному методу обработки данных контроля (метод 1) и по расчетному методу определения среднесменной концентрации (метод 2).

Проведение контроля соответствия содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны среднесменной ПДК (с применением газоанализатора и измерением вредных газов)

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 требования к проведению контроля за соблюдением среднесменной ПДК включают следующие положения.

1. Контроль за соблюдением среднесменной ПДК проводится применительно к конкретному работнику или экспозиционной группе.

2. Экспозиционная группа должна представлять работников, которые подвергаются изучаемым видам воздействия на организм от одного и того же источника и которые объединены выполнением общих трудовых операций в одной и той же зоне с идентичным набором используемых материалов. Для любого представителя этой группы экспозиция может быть предсказана с вероятностью не менее чем 90 %. Формирование экспозиционной группы только по профессии, без учета вышеперечисленных факторов, может привести к ошибкам при оценке экспозиции. Для характеристики экспозиционной группы (или профессиональной, если она отвечает перечисленным выше требованиям) в зависимости от ее численности среднесменную концентрацию рекомендуется определять не менее чем у 10–30 % работников.

3. Измерение среднесменной концентрации приборами индивидуального контроля проводится при непрерывном или последовательном отборе проб в течение всей смены или не менее 75 % ее продолжительности, при условии учета основных рабочих операций, включая нерегламентированные перерывы, пребывание в операторных. При этом количество отобранных за смену проб зависит от концентрации вещества в воздухе и определяется методом анализа.

4. Среднесменную концентрацию можно определить на основе отдельных измерений. Пробы воздуха отбирают на основных и вспомогательных этапах технологического процесса с учетом их продолжительности и нерегламентированных перерывов в работе. Количество проб зависит от длительности отбора одной пробы, числа технологических операций, их продолжительности. При постоянном технологическом процессе рекомендуется следующее количество проб в зависимости от длительности отбора одной пробы:

Длительность отбора одной пробы	Минимальное число проб
---------------------------------	------------------------

до 10 секунд	30
от 10 секунд до 1 минуты	20
от 1 до 5 минуты	12
от 5 до 15 минут	4
от 30 минут до 1 часа	3
от 1 до 2 часов	2
более 2 часов	1

5. На основе отдельных измерений среднесменная концентрация рассчитывается как концентрация средневзвешенная во времени смены (метод 2) или определяется на основе вероятностной обработки результатов отбора проб (метод 1).^{*} Для облегчения расчётов и унификации полученных результатов рекомендуется использование специальных компьютерных программ для расчета среднесменных концентраций, одобренных органами Госсанэпиднадзора^{*}.

6. Для достоверной характеристики воздушной среды необходимо получить данные не менее чем по трем сменам.

7. Периодичность контроля среднесменных концентраций устанавливается по согласованию с территориальными центрами Госсанэпиднадзора и зависит от численности экспозиционной группы, стабильности концентраций и уровнях воздействия, класса опасности и особенностей биологического действия контролируемых веществ и не должна быть реже периодичности медицинского осмотра. Изменение технологического процесса, оборудования, санитарно-технических устройств требует повторного определения среднесменной концентрации.

8. Стандартное геометрическое отклонение (σ_g), определяемое при расчете среднесменной концентрации, позволяет судить о постоянстве концентрации в течение смены. Величина σ_g не выше 3 свидетельствует о стабильности концентраций в воздухе рабочей зоны и не требует повышенной частоты контроля, а σ_g более 6 указывает на значительные их колебания в течение смены и необходимости увеличения частоты контроля среднесменных концентраций для данной профессиональной (экспозиционной) группы. Рекомендуется следующая периодичность контроля в зависимости от величины стандартного геометрического отклонения: при $\sigma_g > 3$ не реже 1 раза в год, при σ_g от 3 до 6 – не реже одного раза в полугодие, при $\sigma_g > 6$ не реже 1 раза в квартал.

Метод 1 - Вероятностный метод обработки данных контроля

1.1. Операции технологического процесса, их длительность, длительность отбора каждой пробы и соответствующие им концентрации вносят в табл. 1.1.

1.2. Результаты измерений концентраций вещества в порядке возрастания вносят в графу 2 табл.2, а в графе 3 отмечают соответствующую ей длительность отбора пробы. Время отбора всех проб суммируется и

^{*} Например, программа расчета среднесменных концентраций, разработанная ГУ НИИ медицины труда РАМН

принимается за 100 %.

Примечание. Для повышения достоверности информации о содержании химических веществ в воздушной среде рекомендуется соблюдение пропорциональности суммарного времени отбора проб на каждой операции ее продолжительности. При использовании вероятностного метода обработки данных в целях более полной характеристики загрязнения воздуха рабочей зоны вредными веществами рекомендуется объединить результаты отбора проб воздуха на рабочем месте за несколько смен (при постоянстве технологического процесса).

1.3. Определяют долю времени отбора каждой пробы (%) в общей длительности отбора всех проб (Σ_t), принятой за 100 %. Данные вносят в графу 4 табл. 1.2.

1.4. Определяют накопленную частоту путем последовательного суммирования времени каждой пробы, указанной в графе 4, которая в сумме должна составить 100% (графа 5).

1.5. На логарифмически вероятностную сетку (см. рис.) наносят значения концентраций (по оси абсцисс) и соответствующие им накопленные частоты (по оси ординат) в процентах. Через нанесенные точки проводится прямая.

1.6. Для получения стандартного геометрического отклонения определяют значение медианы (Me) по пересечению интегральной прямой с 50 % значением вероятности (медиана – безразмерное среднее геометрическое значение концентрации вредного вещества, которая делит всю совокупность концентраций на две равные части: 50 % проб выше значения медианы, а 50 % - ниже) и значения x_{84} и x_{16} , которые соответствуют 84 или 16 % вероятности накопленных частот (оси ординат).

1.7. Рассчитывают стандартное геометрическое отклонение σ_g , характеризующее пределы колебаний концентраций:

$$\sigma_g = \left(\frac{x_{84}}{Me} + \frac{Me}{x_{16}} \right) : 2$$

1.8. Среднесменную концентрацию рассчитывают по формуле

$$\ln K_{cc} = \ln Me + 0,5 \cdot (\ln \sigma_g)^2$$

1.9. Максимальные концентрации соответствуют значениям 95 % накопленных частот.

Таблица 1.1

№ п/п	Наименование операции (этапа) технологического процесса	Длительность операции (этапа), мин	Длительность отбора пробы, мин	Концентрация вещества, мг/м ³
1	2	3	4	5

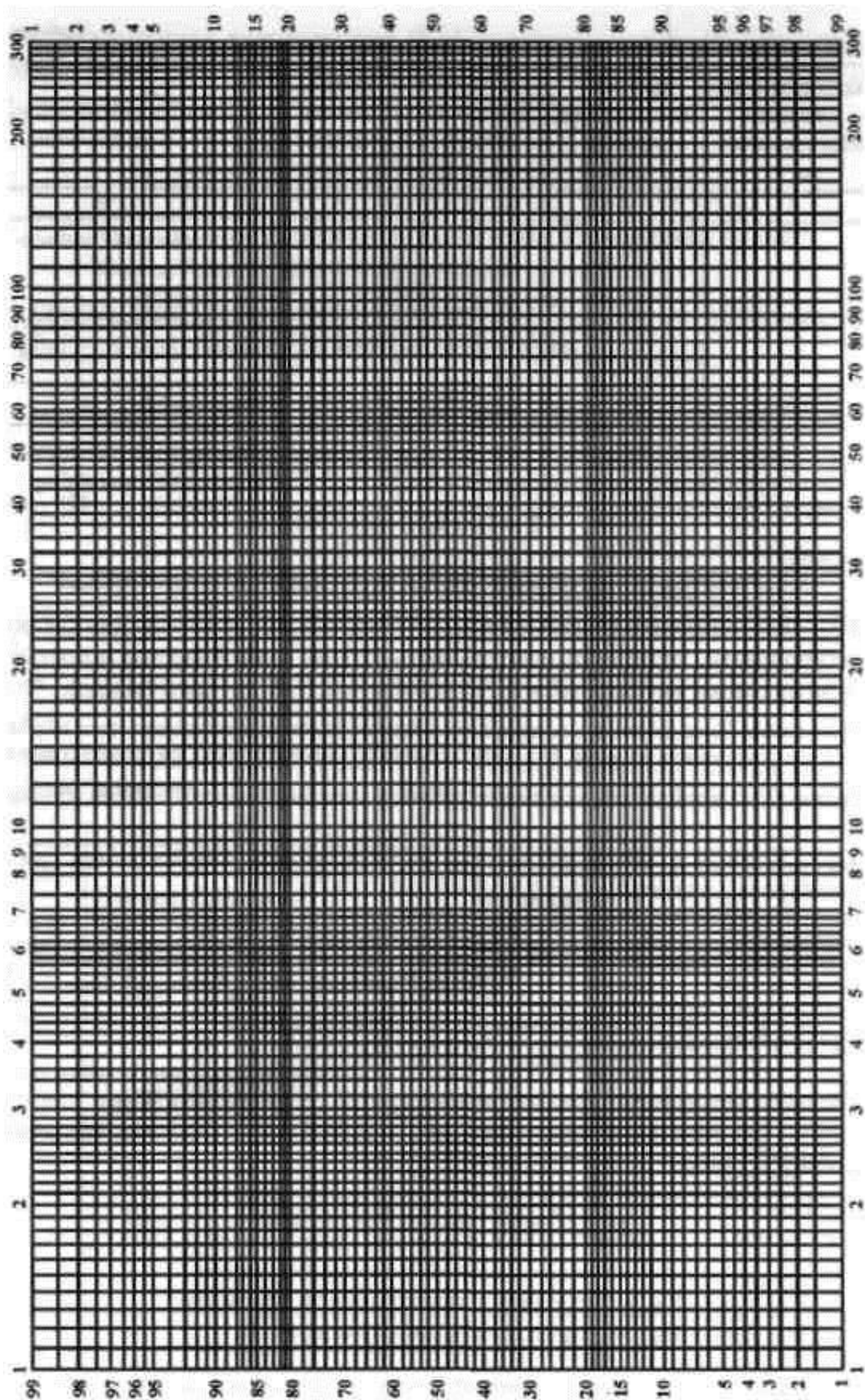


Рис. Логарифмическая вероятностная координатная сетка

Таблица 1.2

№ п/п	Концентрация в порядке ранжирования, мг/м ³	Длительность отбора пробы, t, мин	Длительность отбора пробы, % от Σt	Накопленная частота, %	Статистические показатели и их значения	
1	2	3	4	5	6	
					Среднесменная концентрация К _{сс} , мг/м ³	
					Максимальная концентрация за смену К _{макс} , мг/м	
					Медиана Me	
					Стандартное геометрическое отклонение, σ _g	

Σ=100%

Метод 2 - Расчетный метод определения среднесменной концентрации

2.1 Все операции технологического процесса, их длительность (включая нерегламентированные перерывы), длительность отбора каждой пробы и соответствующие ей концентрации вносят в табл. 2.1 (графы 1,2, 3,4, соответственно).

Примечание. Если работник в течение смены выходит из помещения или находится на участках, где заведомо нет контролируемого вещества, то в графе 2 отмечают, чем он был занят, а в графе 5 ставят «0».

Результаты произведения концентрации вещества на время отбора пробы вносят в графу 5.

2.2. В графу 6 вносят результаты расчета средней концентрации для каждой операции (K₀):

$$K_0 = \frac{K_1 t_1 + K_2 t_2 + \dots + K_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}, \text{ где}$$

K₁, K₂, ... K_n – концентрации вещества в пробе;
t₁, t₂, ... t_n – время отбора пробы.

2.3. По результатам средних концентраций за операцию (K₀) и длительности операции (T₀) рассчитывают среднесменную концентрацию (K_{сс}) как средневзвешенную величину за смену:

$$K_{cc} = \frac{K_{01}T_{01} + K_{02}T_{02} + \dots + K_{0n}T_{0n}}{\sum T}, \text{ где}$$

$K_{01}, K_{02}, \dots, K_{0n}$ – средняя концентрация за операцию;
 $T_{01}, T_{02}, \dots, T_{0n}$ – продолжительность операции.

Примечание. Сумма времени всех операций должна соответствовать продолжительности смены.

2.4 В графу 7 вносят статистические показатели, характеризующие содержание вредного вещества в воздухе рабочей зоны в течение смены:

- максимальная концентрация ($K_{\text{макс}}$) - максимальная концентрация, определенная в течение всей рабочей смены;
- среднесменная концентрация (K_{cc}) - средневзвешенная концентрация за всю рабочую смену, рассчитанная в соответствии с п. 3.3.3;
- медиана (Me), которая рассчитывается по формуле

$$\frac{t_1 \ln K_1 + t_2 \ln K_2 + \dots + t_n \ln K_n}{\sum t}, \text{ где}$$

K_1, \dots, K_n – концентрации вещества в отобранной пробе;
 t_1, t_2, \dots, t_n – время отбора пробы.

стандартное геометрическое отклонение (σ_g), характеризующее пределы колебания концентраций, рассчитывается по формуле

$$\sigma_g = e^{\sqrt{\frac{2 \ln \frac{K_{cc}}{Me}}{n}}}, \text{ где}$$

K_{cc} – среднесменная концентрация;
 Me – медиана.

Таблица 2.1

Определение среднесменной концентрации расчетным методом

Ф.,И.,О. _____
 Профессия _____
 Предприятие _____
 Цех, производство _____
 Наименование вещества _____

Наименование и краткое описание этапа производственного процесса (операции)	Длительность операции, Т, мин	Длительность отбора пробы, t, мин	Концентрация вещества в пробе, К, мг/м ³	Произведение концентрации на время, Кt	Средняя концентрация за операцию, К ₀ , мг/м	Статистические показатели, характеризующие содержание вредного вещества воздуха рабочей зоны в течение смены
1	2	3	4	5	6	7

						Среднесменная концентрация, K_{cc} , мг/м ³	
						Макс, концентрация в течение смены, (K_{max}), мг/м ³	
						Медиана (Me)	
						Стандартное геометрическое отклонение (s_g)	

Пример определения среднесменных концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны расчетным методом и методом вероятностной обработки

Технологический процесс на исследуемом участке предприятия подразделяется на 4 этапа. Продолжительность смены - 8 ч. Продолжительность этапов технологического процесса составляла 70, 193, 150 и 67 мин соответственно. Отбор проб воздуха производился в течение двух смен. В первую смену было отобрано 3 пробы на первом этапе, 2 пробы - на втором, 2 - на третьем и 1 - на четвёртом. Во вторую смену было отобрано по 2 пробы на каждом этапе.

1. Для расчета среднесменной концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны методом вероятностной обработки результаты отбора по всем сменам, вносим в табл. П.9.4. и П.9.5. в соответствии с прилож. 9 настоящего руководства.

Описание операций технологического процесса, их длительность, длительность отбора каждой пробы и соответствующие им концентрации вносят в табл. П.9.4.

Результаты измерений концентраций вещества в порядке возрастания вносим в графу 2 табл. П.9.5, а в графе 3 отмечают соответствующую ей длительность отбора пробы. Время отбора всех проб суммируется и принимается за 100 %.

Определяем долю времени отбора каждой пробы (%) в общей длительности отбора всех проб (Σt_i), принятой за 100 %. Данные вносят в графу 4. Определяем накопленную частоту путем последовательного суммирования времени каждой пробы, указанной в графе 4, которая в сумме должна составить 100 %. (графа 5).

На логарифмически вероятностную сетку (см. рис.) наносим значения концентраций (по оси абсцисс) и соответствующие им накопленные частоты (по оси ординат) в процентах. Через нанесенные точки проводится прямая.

Определяем значение медианы (Me) по пересечению интегральной прямой с 50 % значением вероятности.

Определяем значение x_{84} или x_{16} , которые соответствуют 84 или 16 % вероятности накопленных частот (оси ординат). Рассчитываем стандартное геометрическое отклонение σ_g , характеризующее пределы колебаний концентраций:

$$\sigma_g = \left(\frac{x_{84}}{Me} + \frac{Me}{x_{16}} \right) : 2 = \left(\frac{42,1}{15} + \frac{15}{5,4} \right) : 2 = 2,8$$

Значение среднесменной концентрации рассчитываем по формуле:

$$\ln K_{cc} = \ln 15 + 0,5 \cdot (\ln 2,8)^2 = 3,24$$

$$K_{cc} = e^{3,24} = 25,5$$

Значения максимальных концентраций соответствуют значениям 95 накопленных частот при 8-часовой продолжительности рабочей смены.

Таким образом, машинист цеха по производству бетонных изделий Петров А. И. подвергается воздействию пыли цемента, среднесменная концентрация которой составляет 25,5 мг/м, что в 4,25 раза выше ПДК.

Таблица 2.2

Результаты отбора проб воздуха для определения среднесменных концентраций

Ф.,И.,О. Петров А.И.
 Профессия машинист
 Предприятие ЖБИ
 Цех, производство Цех №3. производство бетонных изделий
 Наименование вещества пыль цемента

№ п/п	Наименование операции (этапа) производственного процесса	Длительность операции (этапа) производственного процесса, мин	Длительность отбора пробы, мин	Концентрация вещества, мг/м
1	2	3	4	5
	Этап 1	70	10	40,5
			7	59,5
			5	173,3
			10	110,6
			5	121,1
	Этап 2	193	21	18,8
			38	17,8
			13	29,9
			15	20,0
	Этап 3	150	10	39,4
			30	14,2
			11	23,7

			10	23,3
			15	21,5
	Этап 4	67	16	11,8
			40	4,0

Таблица 2.3

№ п/п	Концентрация в порядке ранжирования, мг/м	Длительность отбора пробы, t, мин	Длительность отбора пробы, % от Σt	Накопленная частота, %	Статистические показатели и их значения
1	2	3	4	5	6
1	4,0	40	15,6	15,6	Среднесменная концентрация $K_{cc} = 25,5 \text{ мг/м}^3$ Макс. концентрация $K_{\text{макс}} = 105 \text{ мг/м}^3$ Мин. концентрация $K_{\text{мин}} = 4,0 \text{ мг/м}^3$ Медиана $Me = 15,0$ Стандартное геометрическое отклонение, $\sigma_g = 2,8$
2	11,8	16	6,3	21,9	
3	14,2	30	11,7	33,6	
4	17,8	38	14,8	48,4	
5	18,8	21	8,2	56,6	
6	20,0	15	5,9	62,5	
7	21,5	15	5,8	68,3	
8	23,3	10	3,9	72,2	
9	23,7	11	4,3	76,5	
10	29,9	13	5,1	81,6	
11	39,4	10	3,9	85,5	
12	40,5	10	3,9	89,4	
13	59,5	7	2,7	92,1	
14	110,6	10	3,9	96,0	
15	121,1	5	1,9	97,9	
16	173,3	5	2,0	99,9	

$$\Sigma t = 256 (100 \%)$$

$$\Sigma = 99,9 \%$$

2. Для определения среднесменной концентрации расчетным методом заполняем табл. П.9.6 в соответствии с требованиями раздела 4 прилож. 9.

Рассчитываем средние концентрации для каждой операции ($K_{01} - K_{04}$):

$$K_o = \frac{K_1 t_1 + K_2 t_2 + \dots + K_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}, \text{ где}$$

K_1, K_2, \dots, K_n – концентрации вещества;
 t_1, t_2, \dots, t_n – время отбора пробы.

По результатам определения средних концентраций за операцию (K_o) и длительности операции (T_o) рассчитываем среднесменную концентрацию (K_{cc}) как средневзвешенную величину за смену:

$$K_{cc} = \frac{K_{01}T_{01} + K_{02}T_{02} + \dots + K_{0n}T_{0n}}{\sum T}, \text{ где}$$

$K_{01}, K_{02}, \dots, K_{0n}$ – средняя концентрация за операцию;
 $T_{01}, T_{02}, \dots, T_{0n}$ – продолжительность операции.

Определяем статистические показатели, характеризующие процесс загрязнения воздуха рабочей зоны в течение смены: минимальную концентрацию за смену ($K_{\text{мин}}$); максимальную концентрацию за смену ($K_{\text{макс}}$); медиану (Me); стандартное геометрическое отклонение (σ_g).

$$\frac{t_1 \ln K_1 + t_2 \ln K_2 + \dots + t_n \ln K_n}{\sum t} \quad Me = e^{\ln Me}, \text{ где}$$

K_1, K_2, \dots, K_n – концентрации вещества в отобранной пробе;
 t_1, t_2, \dots, t_n – время отбора пробы.

$$\sigma_g = e^{\sqrt{2 \ln \frac{K_{cc}}{Me}}}, \text{ где}$$

K_{cc} – среднесменная концентрация;
 Me – медиана.

Таблица 2.4

Определение среднесменной концентрации расчетным методом

Ф.,И.,О. _____ Петров А.И. _____
 Профессия _____ машинист _____
 Предприятие _____ ЖБИ _____
 Цех, производство _____ Цех №3. производство бетонных изделий _____
 Наименование вещества _____ пыль цемента _____

Наименование и краткое описание этапа производственного процесса (операции)	Длительность операции (этапа производственного процесса), Т, мин	Длительность отбора разовой пробы, t, мин	Концентрация вещества в пробе, К, мг/м ³	Произведение концентрации на время, К _t	Средняя концентрация за операцию, К _о , мг/м ³	Статистические показатели, характеризующие процесс пылевы-деления за смену
1	2	3	4	5	6	7
Этап 1	70	10	40,5	405,0	91,9	Среднесменная концентрация $K_{cc} = 27,9$ мг/м ³ Минимальная концентрация в течение смены $K_{\text{мин}} = 4,0$ мг/м ³
		7	59,5	416,5		
		5	173,3	866,5		
		10	110,6	1106,0		
		5	121,1	605,5		
Этап 2	193	21	18,8	394,8	20,2	Максимальная концентрация в течение смены $K_{\text{макс}} = 173,3$ мг/м ³
		38	17,8	676,4		
		13	29,9	388,7		
		15	20,0	300,0		
Этап 3	150	10	39,4	394,0	21,5	Медиана $Me = 18,4$
		30	14,2	426,0		
		11	23,7	260,7		

		10	23,3	233,0		Стандартное геометрическое отклонение $\sigma_g = 2,6$
Этап 4	67	15	21,5	322,5	9,5	
		16	11,8	188,8		
		40	4,0	160,0		

Задание 1. Освоить выполнение замеров концентраций вредных газов (оксиды углерода, азота, серы и др.) в воздухе рабочей зоны с помощью газоанализатора «Ока» и провести определение среднесменных концентраций.

Задание 2. Рассчитать среднесменную концентрацию бенз(а)пирена, образующегося в процессе электролиза в цехе методом вероятностной обработки при следующих условиях: технологический процесс включает 4 этапа и протекает в течение рабочей смены 7 часов: 1-й этап – открытие ванны (30 минут), этап 2 – смена анодных штырей (50 минут), этап 3 – укрытие ванн (30 минут), этап 4 – рабочий процесс. На каждом этапе отобраны и проанализированы по 3 пробы со следующими результатами:

Этап 1 – 100, 80, 120 нг/м³,
этап 2 – 200, 180, 250 нг/м³,
этап 3 – 170, 190, 150 нг/м³,
этап 4 – 80, 100, 120 нг/м³.

Контрольные вопросы

1. Для кого и при каких условиях проводится контроль за соблюдением среднесменной ПДК?
2. Какие необходимо соблюдать требования к отдельным измерениям при определении среднесменной концентрации?
3. Для постоянного технологического процесса как количество проб зависит от длительности (времени) отбора одной пробы?
4. Назовите два метода расчета среднесменной концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны на основе отдельных измерений?
5. От чего зависит и как определяется периодичность контроля среднесменной концентрации?
6. Как периодичность контроля зависит от величины стандартного геометрического отклонения?

Практическая работа 18

Мониторинг и методы обработки результатов измерений акустических факторов

Цель работы – ознакомиться с методами обработки результатов мониторинга акустических факторов при производственном гигиеническом контроле с проведением замеров шума с помощью анализатора шума и вибрации SVAN-947 (или шумомера ШИ-01).

Мониторинг и методы обработки результатов измерений акустических факторов (с применением анализатора шума и вибрации)

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 требования к проведению контроля за соблюдением норм ПДУ звука включает следующие расчеты.

1. Определение среднего уровня звука

Средний уровень звука по результатам нескольких измерений определяется как среднее арифметическое по формуле (1), если измеренные уровни отличаются не более чем на 7 дБА, и по формуле (2), если они отличаются более чем на 7 дБА:

$$L_{\text{ср}} = 1/n (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n), \text{ дБА} \quad (1)$$

$$L_{\text{ср}} = 10 \cdot \lg(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + 10^{L_3/10} + \dots + 10^{L_n/10}) - 10 \cdot \lg n, \text{ дБА, где} \quad (2)$$

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ – измеренные уровни, дБА,
 n – число измерений.

Для вычисления среднего значения уровней звука по формуле (2) измеренные уровни необходимо просуммировать с использованием табл. П.11.1 и вычесть из этой суммы $10 \lg n$, значение которых определяется по табл. П.11.2, при этом формула (2) принимает вид:

$$L_{\text{ср}} = L_{\text{сум}} - 10 \cdot \lg n$$

Суммирование измеренных уровней $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ производят попарно последовательно следующим образом. По разности двух уровней L_1 и L_2 по табл. 1 определяют добавку ΔL , которую прибавляют к большему уровню L_1 , в результате чего получают уровень $L_{1,2} = L_1 + \Delta L$. Уровень $L_{1,2}$ суммируется таким же образом с уровнем L_3 и получают уровень $L_{1,2,3}$ и т. д. Окончательный результат $L_{\text{сум}}$ округляют до целого числа децибел.

Таблица 1

Разность слагаемых уровней $L_1 - L_2$, дБ ($L_1 \geq L_2$)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Добавка ΔL , прибавляемая к большему из уровней L_i , дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4
--	---	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----

При равных слагаемых уровнях, т. е. при $L_1=L_2=L_3= \dots=L_n=L$, $L_{\text{сум}}$ можно определять по формуле

$$L_{\text{сум}} = L + 10 \lg n$$

В табл. 2 приведены значения $10 \lg n$ в зависимости от n .

Таблица 2

Число уровней или источников n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	50	100
$10 \lg n$, дБ	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	17	20

Пример. Необходимо определить среднее значение для измеренных уровней звука 84, 90, и 92 дБА.

Складываем первые два уровня 84 и 90 дБА; их разности 6 дБ соответствует добавка по табл. П 11.1, равная 1 дБ, т. е. их сумма равна $90+1=91$ дБА. Затем складываем полученный уровень 91 дБА с оставшимся уровнем 92 дБА; их разности 1 дБ соответствует добавка 2,5 дБ, т. е. суммарный уровень равен $92 + 2,5 = 94,5$ дБА или округленно получаем 95 дБА.

По табл. П.11.2 величина $10 \lg n$ для трех уровней равна 5 дБ, поэтому получаем окончательный результат для среднего значения, равный $95 - 5 = 90$ дБА.

2. Расчет эквивалентного уровня звука

Метод расчета эквивалентного уровня звука основан на использовании поправок на время действия каждого уровня звука. Он применим в тех случаях, когда имеются данные об уровнях и продолжительности воздействия шума на рабочем месте, в рабочей зоне или различных помещениях.

Расчет производится следующим образом. К каждому измеренному уровню звука добавляется (с учетом знака) поправка по табл. П.11.3, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия). Затем полученные уровни звука складываются в соответствии с прилож. 11, раздел 1.

Таблица 3

Время	ч	1	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 мин	5 мин
	%	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка в дБ		0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20

Пример № 1 расчета эквивалентного уровня звука.

Уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли 80, 86 и 94 дБА в течение 5, 2 и 1 часа соответственно. Этим временам соответствуют поправки по табл. П. 11.3, равные -2, -6, -9 дБ. Складывая их с уровнями шума, получаем 78, 80, 85 дБА. Теперь, используя табл. П. 11.1 настоящего приложения, складываем эти уровни попарно: сумма первого и второго дает 82 дБА, а их сумма с третьим - 86,7 дБА. Округляя, получаем окончательное значение

эквивалентного уровня шума 87 дБА. Таким образом, воздействие этих шумов равносильно действию шума с постоянным уровнем 87 дБА в течение 8 ч.

Пример № 2 расчета эквивалентного уровня звука.

Прерывистый шум 119 дБА действовал в течение 6-часовой смены суммарно в течение 45 мин (т. е. 11 % смены), уровень фонового шума в паузах (т. е. 89 % смены) составлял 73 дБА. По табл. П.11.1 поправки равны -9 и -0,6 дБ: складывая их с соответствующими уровнями шума, получаем 110 и 72,4 дБА, и поскольку второй уровень значительно меньше первого (табл. П. 11.1), им можно пренебречь. Окончательно получаем эквивалентный уровень шума за смену 110 дБА, что превышает допустимый уровень 80 дБА на 30 дБА.

Примечание. Для разработки результатов исследований рекомендуется использовать программу, утвержденную Проблемной комиссией «Научные основы медицины труда» Научного Совета РАМН и Министерства здравоохранения и социального развития РФ «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» (2005 г.) с использованием калькулятора, который устанавливается на персональный компьютер, с операционной системой WINDOWS-95. Версия 1.1. калькулятора находится в свободном доступе на сайте www.ntm.ru (Разработчик ООО «НТМ-Защита», тел. (095)3239308, (095)3244394, Курепин А. Д.)

3. Расчет эквивалентного уровня инфразвука

В случае непостоянного инфразвукового воздействия производят расчет эквивалентного общего (линейного) уровня звукового давления с учетом поправок на время его действия по табл. 3, добавляемых к значениям измеренного уровня.

Задание. С помощью анализатора шума и вибрации SVAN-947 (или шумомера ШИ-01) провести замеры шума на рабочих местах и провести оценку опасности загрязнения на рабочем месте по расчетам.

Контрольные вопросы

1. Какие методы расчета уровня звука существуют?
2. Какие средства контроля шума существуют?
3. Приведите расчеты для экспериментально полученных результатов в своих исследованиях. Сделайте выводы.

Практическая работа 19

Основные статистические характеристики для малой выборки проб

Цель работы – ознакомиться с основными погрешностями результатов измерения для малой выборки проб, формулами расчета статистических показателей, применить их при решении соответствующих задач.

Основные статистические характеристики для малой выборки проб

Основные показатели и формулы их расчета

Каждый результат аналитических измерений имеет погрешность определения, которая обусловлена разными причинами – методическими, инструментальными, исполнительными, неизвестными. Поэтому вместо истинного значения μ мы получаем приближенное – x . Необходимо оценивать степень и характер этого приближения, т.е. точность, которая характеризуется тремя видами погрешностей.

1. **Систематическая погрешность** обусловлена несовершенством метода, методики, средств измерения, исполнения, влиянием неконтролируемых факторов, например, температуры. Систематические погрешности выявляют, устраняют или учитывают путем ввода поправок. Величина систематической погрешности характеризует **правильность анализа** и показывает меру отклонения экспериментально найденного значения x от истинного – μ . Результаты анализа правильны, если они не искажены систематической погрешностью и тем правильней, чем меньше эта погрешность. Правильность оценивают при помощи стандартных образцов (СО), эталонов.

2. **Случайная погрешность** представляет собой расхождение параллельных результатов измерений какого-либо параметра. Результаты, полученные одним методом, оператором в незначительные интервалы между измерениями и в одних условиях характеризуются случайной погрешностью, которая называется **повторяемость (reproducibility)**. Мерой повторяемости является **стандартное отклонение повторяемости (standard deviation)**. Результаты анализа одного и того же объекта, полученные по одной и той же методике, но в различных условиях (разные исполнители, лаборатории, аппаратура, реактивы, время) характеризуются случайной погрешностью, которая называется **воспроизводимость (прецизионность, precision)**. Воспроизводимость может быть внутри- или межлабораторной. Мерой воспроизводимости или повторяемости является стандартное отклонение воспроизводимости или повторяемости (**reproducibility standard deviation**). Причины случайных погрешностей не контролируемые и разные. Случайные погрешности изменяются по величине и знаку (\pm). Случайные погрешности чаще подчиняются нормальному закону (Гаусса) распределения, для которого

выборка проб $n > 30$, а наиболее вероятным значением измеряемой величины является среднее арифметическое.

Погрешности выражают в абсолютных и относительных величинах. **Абсолютная погрешность** – разница в абсолютных значениях между истинным или, точнее, наиболее достоверным значением определяемой величины и полученным результатом, выраженная в единицах измеряемой величины. **Относительная погрешность** – отношение абсолютной погрешности к истинному или среднему значению измеряемой величины, выраженное в процентах. Относительная погрешность дает наглядное представление о точности измерений. Погрешность, которая учитывает одновременно систематическую и случайные погрешности называется **суммарной погрешностью**. Она характеризует **точность** – «качество измерений, отражающих близость их результатов к истинному значению измеряемой величины» (ГОСТ 16263-70).

3. **Грубые погрешности (промахи)** связаны с неверными отсчетами, несоблюдением условий анализа, невнимательностью оператора. При обработке результатов анализа эти данные отбрасывают (выбраковывают).

Систематические погрешности учитывают с помощью разных поправок или сводят к минимуму таким образом, чтобы она по сравнению со случайной погрешностью была статистически незначима, т.е. меньше ее. Случайные погрешности для малой выборки проб ($n < 20$) вычисляют с помощью t -распределения Стьюдента. При математической обработке грубые результаты измерений выбраковываются с помощью критерия $3s(x)$.

Случайные погрешности для малой выборки проб характеризуются следующими параметрами.

Среднее арифметическое \bar{x} результатов отдельных измерений (ряд вариант) находят по формуле

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

где x_i – результаты независимых друг от друга отдельных измерений, n – число измерений.

Так как истинное значение x измеряемой величины не известно, то для определения **абсолютной случайной погрешности** i -го измерения используют среднюю арифметическую по формуле

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x} \quad (2).$$

Для оценки величины случайной погрешности измерения, т.е. отклонения результатов отдельных измерений от их средней величины, используют ряд параметров, основой которых является **стандартное отклонение** (средняя квадратическая погрешность отдельного измерения). Стандартное отклонение

характеризует повторяемость или прецизионность (воспроизводимость) измерения и рассчитывается по формуле

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta X_i^2}{n-1}} \quad (3)$$

Значение стандартного отклонения s^2 называется **дисперсией**.

Стандартное отклонение, выраженное относительно среднего значения случайной величины, называется **относительным стандартным отклонением** (ОСО) рассчитывается по формуле:

$$s_r = \frac{s}{x} \quad (4)$$

Показатель ОСО, выраженный в %, называется коэффициентом вариации (V).

Стандартное отклонение среднего результата (средняя квадратическая погрешность среднеарифметического) показывает на сколько может отклоняться от значения x_i среднее арифметическое \bar{x} проведенных измерений и рассчитывают с учетом формулы (3) по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

т.е. стандартное отклонение среднего результата равно стандартному отклонению отдельного результата, деленному на корень квадратный из числа n измерений.

При оценке точности применяемого метода измерений пользуются величиной s . Для оценки результатов всех проведенных замеров пользуются величиной $S_{\bar{x}}$.

Для сопоставления разноименных вариационных рядов, т.е. рядов результатов измерения различных величин, а также одноименных рядов с различными значениями \bar{x} и s пользуются ОСО (или коэффициентом вариации). Среднее арифметическое \bar{x} результатов измерений не равно искомому истинному значению μ , особенно при малом числе измерений. При отсутствии систематических погрешностей и в условиях t -распределения Стьюдента (для малых выборок) или нормального гауссовского распределения (для генеральной совокупности при $n > 30$) истинное значение определяемой величины находится в интервале некоторых минимального и максимального значений, зависящих от выбранной статистической **доверительной вероятности** P (0-100 %) или связанного с ней **коэффициента надежности**, **уровня значимости** $\alpha = (100-P)/100$. Вероятность, выражаемая в % (P) или в долях единицы (α), означает отношение числа значений случайной величины, которые не могут выйти за рамки установленного возможного интервала

значений, к общему числу измерений. Например, для 100 измерений параметра вероятность, равная $P=95\%$ ($\alpha=0,05$), означает, что 5 измерений могут выйти за пределы принятого возможного интервала значений этого параметра. С заданной вероятностью результат измерений не выходит за пределы **доверительного интервала**, который зависит от размера выборки, т.е. числа измерений, и рассчитывается по формуле:

$$\bar{x} \pm t_p \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где t_p – коэффициент Стьюдента, зависящий от числа степеней свободы $f=n-1$ и заданной доверительной вероятности P (табл. 1).

Таблица 1.

Коэффициент Стьюдента (t_p) для доверительной вероятности 95 % и 98 %

Число степеней свободы, f	Доверительная вероятность, P (%) или (уровень значимости, α)	
	95 (0,05)	98 (0,02)
1	12,71	31,82
2	4,30	6,97
3	3,18	4,54
4	2,78	3,75
5	2,57	3,37
6	2,45	3,14
7	2,37	3,00
8	2,31	2,90
9	2,26	2,82
10	2,23	2,76
.....
19	2,09	2,54
20	2,09	2,53
....
30	2,04	2,46

Выражение $t_p \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$ (доверительный интервал) характеризует точность измерения, т.е. близость значений $\bar{x} \approx \mu$. Из уравнения (6) следует, что с уменьшением числа измерений n увеличивается доверительный интервал при той же доверительной вероятности или при заданном доверительном интервале уменьшается надежность измерений. С увеличением числа измерений величина $t_p \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$ стремится к значению $2s$ при $P=95\%$ и к значению $3s$ при $P=97\%$. Отсюда величина коэффициента Стьюдента t_{95} при большом числе измерений стремится к 2, а t_{97} – к 3.

Пользуясь формулой (6) и данными табл.1, можно определить доверительные интервалы с заданной доверительной вероятностью или, наоборот, задавшись определенной точностью, можно рассчитать t_p и по таблице оценить надежность выбранного доверительного интервала. Кроме

того, можно определить число параллельных определений, необходимых для того, чтобы средний результат имел заданную точность.

Обнаружение промахов, при котором следует отбрасывать грубые результаты, можно проводить разными критериями. При небольшом числе измерений для некоторого x_i при условии $|\Delta x_i| > 3 s$, это измерение отбрасывается, как содержащее грубую погрешность, а все оставшиеся значения пересчитываются заново по формулам (1)-(6).

Задачи

Задача №1. Определение содержания урана в сточной воде, проанализированной параллельно для 7 проб, дало следующие результаты: 0,0227; 0,0237; 0,0221; 0,0232; 0,0230; 0,0265; 0,0255 г/дм³. Систематические погрешности были статистически незначимы (отсутствуют). Найди доверительный интервал определения элемента с доверительной вероятностью $P=95\%$. Проверить возможность грубых промахов по критерию $3 s$. При наличии таких результатов отбросить их и заново рассчитать доверительный интервал.

Задача №2. При определении бенз(а)пирена в воздухе населенных мест в параллельно отбираемых пробах нашли массовые концентрации 1,08; 1,35, 1,17; 1,21; 1,19 и 1,31 нг/м³ при н.у. Проверив грубые промахи, рассчитать доверительный интервал определения вещества с надежностью уровня значимости 0,05 и 0,02. Сравнить их.

Задача №3. Проведено 20 замеров скорости газа в газоходе, результаты которых равны 12,6; 12,9; 13,3; 12,5; 13,1; 11,5; 12,9; 13,2; 13,0; 11,2; 12,4; 13,7; 12,8; 11,6; 11,4; 11,0; 12,7; 11,3; 13,4; 11,1 м/сек. Определить среднее арифметическое, стандартное отклонение, ОСО и доверительный интервал при доверительной вероятности $P=95\%$.

Задача №4. Рассчитать минимальное число параллельных замеров n (проб) запыленности организованных выбросов в атмосферу при следующих условиях: нормативное ОСО определения пыли равно 0,25 при доверительной вероятности $P=95\%$ (значение $t_p=2,00$) и допустимой случайной погрешности определения (доверительного интервала), равной 10 % и 20 % от среднего значения. (точность среднего результата). Сравнить полученные результаты.

Задачи №5. Оценить надежность (доверительную вероятность) выбранного доверительного интервала, равного 25 % от среднего значения, если проведены определения 9 проб почв на содержание элемента с требуемой воспроизводимостью ОСО, равного 0,3.

Контрольные вопросы

1. Что такое погрешность результатов измерений?
2. Чем нормальное распределение отличается от t-распределения Стьюдента?
3. Что такое малая выборка проб и по какому распределению вычисляют ее параметры?

4. Какая погрешность называется систематической, случайной, грубой, суммарной?
5. Что такое правильность, повторяемость и прецизионность анализа?
6. В каких единицах выражают погрешность?
7. Какими параметрами характеризуют случайную погрешность?
8. Что такое доверительный интервал и доверительная вероятность?
9. Как связаны между собой доверительная вероятность и уровень значимости?
10. Что означает доверительная вероятность 95 и 97 %?
11. Зачем нужна математическая обработка и оценка погрешности результатов измерения?

Практическая работа 20

Сравнение результатов измерений и анализа на статистическую достоверность

Цель работы – ознакомиться с статистическими приемами сравнения результатов анализа с помощью критериев Фишера, Стьюдента при сравнительных оценках.

Сравнение результатов измерений и анализа на статистическую достоверность

Основные показатели и формулы их расчета

Часто результаты измерения и анализа одного и того же объекта (пробы), выполненные одним аналитиком разными методами или в разное время, или разными аналитиками в одной или разных лабораториях характеризуются различными средними значениями и их дисперсиями. Поэтому возникает необходимость оценки, являются ли эти расхождения систематическими (**статистически значимые или достоверные расхождения**) или обусловлены случайными факторами (**статистически незначимые или недостоверные расхождения**). В последнем случае результаты измерений не объединяются, а рассчитывается новое среднее значение и дисперсия для всех отдельных серий анализа или опытов. Для оценки расхождений на достоверность используют критерии сравнения двух дисперсий и двух средних результатов.

Сравнение дисперсий с помощью критерия Фишера (F)

Этот критерий применим, если отсутствуют грубые промахи, а x распределен нормально. Для расчета F находят s_1^2 и s_2^2 – дисперсии двух серий независимых опытов, где n_1 и n_2 – объем выборок (число опытов в каждой серии). Оценивают однородность дисперсий путем расчета отношения

$$F = s_1^2 / s_2^2 \quad (s_1^2 > s_2^2) \quad (1)$$

и сравнения его со значением $F_{\text{табл}}$, найденным для $k_1 = n_1 - 1$ и $k_2 = n_2 - 1$ по таблице (2). В ней приведены значения $F_{0,05}$ для уровня значимости 0,05 (существует таблица и для $F_{0,01}$) и разных сочетаний k_1 и k_2 .

Если $F < F_{\text{табл}}$, то расхождение между дисперсиями **случайно (статистически незначимо)**, т.е. расхождения **недостоверны**. При $F > F_{\text{табл}}$, расхождение статистически значимо, т.е. достоверно, не случайно, а результаты измерения разными методами, исполнителями имеют систематическую погрешность и не объединяются при расчете.

Таблица 1.

Значения критерия Фишера F для уровня значимости $\alpha=0,05$

k_2	k_1				
	1	2	3	4	5
1	164,4	199,5	215,7	224,6	230,2

2	18,5	19,2	19,2	19,3	19,3
3	10,1	9,6	9,3	9,1	9,0
4	7,7	6,9	6,6	6,4	6,3
5	6,6	5,8	5,4	5,2	5,1

Сравнение средних значений с помощью критерия t-Стьюдента

Предположим, что в одной серии измерений было проделано n_1 анализов и получено среднее значение \bar{x}_1 , а в другой серии n_2 анализов и среднее \bar{x}_2 . Требуется определить, носит ли это расхождение случайный характер или же расхождения статистически значимы в результате систематической погрешности. Для этого рассчитывают средневзвешенное стандартное отклонение для двух серий результатов по формуле:

$$S_{1,2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}, \quad (2)$$

где S_1^2 и S_2^2 – выборочные дисперсии серии анализов 1 и 2.

Полученную величину $S_{1,2}$ используют для расчета t-критерия Стьюдента по формуле:

$$t_{1,2} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_{1,2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} \quad (3)$$

Если полученное значение $t_{1,2} > t_{\alpha, n}$ на выбранном уровне значимости (α) для числа степеней свободы объединенной выборки $f = n_1 + n_2 - 2$, то расхождение средних следует считать статистически **значимым или достоверным**. Коэффициент Стьюдента $t_{\alpha, n}$ на выбранном уровне значимости α и для числа степеней свободы f берется по таблице Стьюдента (табл.1).

Задачи

Задача 1. Анализ пробы почвы в лаборатории 1 методом рентгенофлуоресцентного анализа на содержание железа дал результаты: 0,54 %; 0,57 %; 0,56 %; 0,59 %. В лаборатории 2 анализ той же пробы методом атомно-абсорбионного анализа имел результаты: 0,70 %; 0,76 %; 0,82 %. Оценить расхождения результатов анализа в разных лабораториях и разными методами? Где воспроизводимость анализа выше?

Задача 2. Оценить, являются ли расхождения между средними результатами определения содержания бенз(а)пирена в почве (мкг/кг), полученные в двух сериях опытов разными методами (низкотемпературной люминесценции и высокоэффективной хроматографии), случайными или нет для уровня значимости 0,05. Результаты 1 серии: 35,50; 32,66; 30,56; 36,63; 42,28; 34,78; 40,20 и 2 серии: 43,44; 47,51; 53,80.

Задача 3. Два аналитика (А и Б), проводя анализ почвы на содержание гумуса (органического углерода) одинаковым методом титрования, получили результаты:

	А	Б
n (число параллельных анализов)	5	4
\bar{x} (средний результат), %	7,32	7,44
S_i (выборочный стандарт), %	0,13	0,11

Значимо ли расхождение средних результатов для доверительной вероятности $P=95\%$?

Контрольные вопросы

1. Что такое статистически значимые или достоверные расхождения?
2. Что такое статистически незначимые или недостоверные расхождения?
3. Зачем определяют статистическую достоверность результатов измерений, анализа?
4. Какие существуют критерии оценки расхождений результатов анализа?
5. При каком условии расхождение статистически незначимо по критерию Фишера (F)?
6. При каком условии расхождение статистически незначимо по критерию t-Стьюдента?

Практическая работа 21

Оценка чувствительности и предела обнаружения методов и методик анализа

Цель работы – ознакомиться с понятиями, формулами расчета показателей чувствительности и пределов обнаружения загрязняющих веществ теоретически и на примере решения задач.

Оценка чувствительности и предела обнаружения методов и методик анализа

Основные показатели и формулы их расчета

Чувствительность методов и методик анализа характеризуется параметрами: коэффициент чувствительности и предел обнаружения, знание которых необходимо при выборе достоверного метода определения загрязняющего вещества.

Коэффициент чувствительности H определяется наклоном градуировочного графика (первая производная зависимости, тангенс угла наклона), характеризует изменение аналитического сигнала ΔI на единицу концентрации ΔC :

$$H = \Delta I / \Delta C \quad (1)$$

Коэффициент чувствительности H метода или методики рассчитывают по результатам градуировочного графика средства измерения-прибора (фотоколориметра, спектрофлуориметра, потенциометра, хроматографа и др.). При получении градуировочного графика, измеряя сигналы пробы с известной концентрацией загрязнителя, строят зависимость фиксируемого параметра (оптическая плотность, интенсивность флуоресценции, сила тока и др.) от концентрации или количества загрязнителя в пробе. На графике концентрация откладывается по оси абсцисс (x), а параметр – по оси ординат (y). Из полученной зависимости определяют значение H по формуле (1). Обычно используют линейную часть градуировочного графика. Метод с нулевой или очень малой величиной коэффициента чувствительности не пригоден для анализов. Существуют различные приемы повышения чувствительности анализа, например, путем усиления сигнала определяемого параметра.

Предел обнаружения метода или методики $C_{пр}$ – это минимальное содержание (концентрация) вещества в пробе, которое может быть обнаружено применяемым методом или методикой с заданной вероятностью. За предел обнаружения вещества принимается такое его содержание в пробе, при котором среднее значение разности между сигналом x от пробы и сигналом $x_{хол}$ для холостой (контрольной) пробы в K раз превышает стандартное отклонение $s_{хол}$, характеризующее разброс результатов измерения сигнала $x_{хол}$ от холостой

пробы: $\bar{x} - \bar{x}_{хол} = K s_{хол}$. «Холостой» пробой называется проба, в которой проводятся все этапы анализа без анализируемого объекта. Например, растворители, посуда, кюветы измерения и другие операции. Значение коэффициента K определяется выбранной вероятностью P утверждения, что вещество в пробе присутствует. Обычно используют $K=3$, что при нормальном распределении значений сигнала «холостого» опыта соответствует $P=99,7\%$. На основе сказанного предел обнаружения вещества $C_{пр}$ рассчитывают по формуле:

$$C_{пр} = 3 s_{хол} / H, \quad (2)$$

где H – коэффициент чувствительности, $s_{хол}$ – стандартное отклонение измеренных значений аналитического сигнала $x_{хол}$ от среднего значения $\bar{x}_{хол}$ в «холостом» опыте. Оценка стандартного отклонения рассчитывается по формуле (3) практической работы №1.

Если предел обнаружения загрязнителя выше, чем его возможная концентрация в анализируемом объекте окружающей среды, то необходимо провести концентрирование загрязнителя. Коэффициент концентрирования находят из сопоставления предела обнаружения и ожидаемой концентрации загрязнителя в пробе. Если концентрирование провести невозможно, то выбирается другая, более чувствительная методика или метод анализа.

Задачи

Задача №1. Определить и сравнить коэффициенты чувствительности трех приборов рентгенофлуоресцентного анализа, применяемых для определения элемента натрия (Na) при содержании его в образце $C=12\%$. Интенсивности линии излучения, по которой определяют элемент, I имп./с, равны 9600, 2400 и 72 соответственно для приборов 1, 2 и 3.

Задача №2. При фотокolorиметрическом определении бора (B) в природных водах получены следующие результаты:

Оптическая плотность, D	0,058	0,089	0,143	0,185	0,220
C , мкг/см ³	2,0	3,0	5,0	7,0	8,0

При определении фона в холостых пробах оптические плотности D_f были равны: 0,007; 0,005; 0,004; 0,008; 0,003. Найти чувствительность и предел обнаружения данного метода и методики. Если в природных водах содержание бора будет составлять 0,01-0,1 мг/дм³, то можно ли его определять предлагаемой методикой?

Задача №3. Содержание элемента кадмия Cd в поверхностных водах фоновых районов составляет 0,01-0,9 мкг/дм³. Можно ли его определять при проведении фонового мониторинга поверхностных вод с помощью атомно-абсорбционного анализа (ААА) с пламенной атомизацией, если предел обнаружения кадмия данным методом и методикой составляет 0,05 мкг/см³?

Контрольные вопросы

1. Какие параметры используют для характеристики чувствительности метода или методики анализа?
2. Для чего необходимо знать чувствительность метода или методики?
3. Что такое коэффициент чувствительности?
4. Как определить коэффициент чувствительности?
5. Что такое предел обнаружения?
6. В каких единицах измеряется предел обнаружения?
7. Как определить предел обнаружения?
8. Что такое «холостая» проба?
9. Что необходимо делать при низких пределах обнаружения?
10. Какие известны Вам наиболее чувствительные физико-химические методы определения неорганических и органических элементов и веществ?

Список используемой и рекомендуемой литературы

1. Экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. – М.: АГАР, 2000. – 263 с. _
2. Кудинова Н.В. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Мониторинг безопасности» – Ростов-на-Дону: Рост. Гос. Строит. Ун-т, 2011. – 22с.
3. Методические рекомендации по организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду в составе производственного экологического контроля – Пермь, 2006. – 54с.
4. Справочный документ по общим принципам мониторинга. – Стандарт ЕС, 2003.
5. Смагунова А.Н. Методы математической статистики в аналитической химии / А.Н. Смагунова, О.М. Карпукова. – Иркутск: Изд-во Иркут. Гос. Ун-та, 2008. – 339 с.
6. Смагунова А.Н. Алгоритмы определения метрологических характеристик методик количественного химического анализа / А.Н. Смагунова, О.М. Карпукова, Л.И. Белых – Иркутск: Изд-во Иркут. Гос. Ун-та, 2006. – 98 с.

Учебное издание

Мониторинг экологической безопасности

Практические работы

Белых Лариса Ивановна
Тимофеева Светлана Семеновна

Редактор И.О.Ф.