

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой БЖД

_____ А.Б. Булгаков

«_____» _____ 2008 г.

Мониторинг среды обитания

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

для специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности
в техносфере»

Составитель: Булгаков А.Б., доцент кафедры БЖД, канд. техн. наук

Благовещенск 2008 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
инженерно-физического факультета
Амурского государственного
университета

А.Б. Булгаков

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Мониторинг среды обитания» для студентов очной и заочной сокращенной форм обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере». - Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2008. – 181 с.

Учебно-методический комплекс составлен в соответствии с Государственным стандартом для специальности 280101 и включает наименование тем; цели и задачи дисциплины; содержание лекционных и лабораторных занятий; перечень и темы промежуточных форм контроля знаний; вопросы к зачету и экзамену; список рекомендуемой литературы; учебно-методические материалы по дисциплине.

© Амурский государственный университет, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

1. Рабочая программа дисциплины	5
2. График самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине	21
3. Методические рекомендации для проведения самостоятельной работы	21
4. Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий по дисциплине	21
5. Содержание курса лекций по дисциплине	22
Раздел 1. Введение	22
Тема 1. Введение в дисциплину “Мониторинг среды обитания”	22
Тема 2. Глобальный мониторинг	27
Тема 3. Национальная система экологического мониторинга. Региональный и локальный мониторинг	28
Раздел 2. Мониторинг химического загрязнения среды обитания	36
2.1. Мониторинг атмосферного воздуха, организованных и неорганизованных источников загрязнения атмосферы	36
Тема 4. Мониторинг атмосферного воздуха	36
Тема 5. Контроль состава воздуха рабочей зоны.	77
Тема 6. Инструментальный, инструментально-лабораторный контроль и контроль концентраций ЗВ в организованных источниках загрязнения атмосферы (ИЗА) с применением индикаторных трубок	79
Тема 7. Мониторинг источников выбросов	88
Тема 8. Методы и средства газового анализа	114
2.2. Мониторинг гидросферы	124
Тема 9. Мониторинг загрязнения вод суши	124
Тема 10. Мониторинг загрязнения морей	127
Тема 11. Методы и средства мониторинга гидросферы	129
2.3. Мониторинг загрязнения почв	129
Тема 12. Мониторинг загрязнения почв	129
Раздел 3. Мониторинг энергетических загрязнений	129
Тема 13. Контроль шума	129
Тема 14. Контроль вибрации	137
Тема 15. Контроль ионизирующих излучений	143
Тема 16. Контроль электромагнитных излучений	154
Раздел 4. Мониторинг чрезвычайных ситуаций	163
Тема 17. Мониторинг чрезвычайных ситуаций (ЧС)	163
Раздел 5. Системы дистанционного контроля среды обитания	165
Тема 18. Системы дистанционного контроля среды обитания	165
Раздел 6. Обработка информации мониторинга и контроля	176
Тема 19. Обработка информации мониторинга и контроля	176
6. Методические указания по выполнению домашних заданий, контрольных работ (самостоятельная работа студентов)	176
7. Перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности выпускников	176
8. Методические указания профессорско-преподавательскому составу по организации межсессионного и экзаменационного контроля знаний студентов	176
9. Комплекты заданий для лабораторных работ, контрольных работ, домашних заданий по дисциплине “Мониторинг среды обитания”	176
10. Фонд контрольных заданий для оценки качества знаний по дисциплине	176

“Мониторинг среды обитания”	
11. Вопросы к зачету и экзамену по дисциплине “Мониторинг среды обитания”	176
12. Карта обеспеченности дисциплины “Мониторинг среды обитания ” кадрами профессорско-преподавательского состава	176

Федеральное агентство по образованию РФ
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УНР
Е.С. Астапова
_____ И.О.Ф
подпись,

«__» _____ 2007 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине “Мониторинг среды обитания”
(наименование дисциплины)

для специальности 280101 “Безопасность жизнедеятельности в техносфере”
(шифр и наименование специальности)

Дневная форма обучения

Курс - 4	Семестр -	7/ 8_
		Зачет / Экзамен
Лекции -		36 / 28 (час.)
Лабораторные занятия -		18 / 28 (час.)
Самостоятельная работа -		20 / 40 (час.)
Курсовая работа -		- / 1
Всего часов -		170 (час.)

Заочная сокращенная форма обучения

Курс - 3	Семестр -	5/ 6_
		Зачет / Экзамен
Лекции -		8 / 8 (час.)
Лабораторные занятия -		4 / 10 (час.)
Самостоятельная работа -		73 / 67 (час.)
Курсовая работа -		- / 1
Всего часов -		170 (час.)

Составитель А.Б. Булгаков, доцент, канд. техн. наук
(И.О.Ф., должность, ученое звание)

Факультет инженерно-физический

Кафедра БЖД

2007 г.

Рабочая программа составлена на основании требований Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для специальностей 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и примерной программы дисциплины «Мониторинг среды обитания».

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры БЖД

«15» февраля 2007 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

А.Б. Булгаков

Рабочая программа одобрена на заседании УМС «БЖД в техносфере»
(наименование специальности)

«__» _____ 200__ г., протокол № _____

Председатель _____ О.Т. Аксенова
(подпись, И.О.Ф.)

Рабочая программа переутверждена на заседании кафедры от _____
протокол № _____

Зав.кафедрой _____
подпись _____ Ф.И.О. _____

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМУ
_____ Г.Н. Торопчина
(подпись, И.О.Ф.)

СОГЛАСОВАНО
Председатель УМС факультета
_____ В.И. Митрофанова
(подпись, И.О.Ф.)

«__» _____ 200__ г.

«__» _____ 200__ г.

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой

_____ А.Б. Булгаков
(подпись, И.О.Ф.)

«__» _____ 200__ г.

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1. Цель преподавания дисциплины

Целью дисциплины является: ознакомление с принципами, методами и устройствами, применяемыми при контроле состояния среды обитания; методами прогнозирования экологической обстановки и чрезвычайных ситуаций; подготовка специалистов к участию в научно-исследовательской деятельности в области мониторинга среды обитания.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основная задача дисциплины: ввести студента в круг проблем, связанных со средствами наблюдения и контроля и методическими основами оценки и прогноза состояния среды обитания, вооружить обучаемых теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для выбора методов осуществления мониторинга и приборов контроля среды обитания; прогнозирования экологической обстановки и чрезвычайных ситуаций.

1.3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины специалист должен знать:

- 1) принципы организации и работы системы мониторинга среды обитания;
 - 2) теоретические основы, лежащие в основе методов и средств контроля среды обитания, основные характеристики средств контроля;
 - 3) методы прогнозирования состояния среды обитания;
 - 4) методические основы проведения мониторинга;
 - 5) методы обработки результатов анализа;
 - 6) принципы проверки достоверности результатов анализа; средства передачи мониторинговой информации; принципы прогнозирования развития экологической ситуации и управления качеством среды обитания;
- уметь:
- 7) выбирать методы и приборы для контроля состояния среды обитания;
 - 8) рассчитывать необходимое количество и расположение измерительной аппаратуры;
- выбирать методику отбора проб и их подготовку к анализу;
- 9) использовать различные методы обработки результатов;
 - 10) количественно оценивать ситуацию при условиях многофакторного антропогенного воздействия на среду обитания;
 - 11) использовать готовые пакеты программ, предназначенные для обработки результатов и геоинформационные системы (ГИС) с целью прогнозирования ситуации и выбора управленческих решений.

1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо при изучении данной дисциплины

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении естественно научных (ЕН.Ф.01 Высшая математика; ЕН.Ф.03 физика; ЕН.Ф.04 Химия; ЕН.Ф.05 Экология; ЕН.Р.2 Физико-химические методы анализа), общепрофессиональных (ОПД.Ф.06 Метрология, стандартизация и сертификация, ОПД.Р.01 Геоинформационные системы) и специальных (СД.Ф.02 Источники загрязнения среды обитания, СД.03 Безопасность в чрезвычайных ситуациях) дисциплин.

2. Содержание дисциплины

2.1. Федеральный компонент

Дисциплина «Мониторинг среды обитания» является дисциплиной, входящей в блок специальных дисциплин федерального компонента для специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» - СД.Ф.06.

Выписка из образовательного стандарта дисциплины «Мониторинг среды обитания» для специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»:

«Организация систем мониторинга, цели и задачи мониторинга, виды мониторинга, экологический мониторинг, глобальный, национальный, региональный и импактный мониторинг; система глобального мониторинга, приоритетность определения загрязняющих веществ, международный регистр потенциально-токсичных веществ; особенности мониторинга при различных программах его осуществления, программы для краткосрочных и долгосрочных прогнозов; организация систем мониторинга в России, общегосударственная сеть наблюдения и контроля; мониторинг трансграничного переноса веществ, организация систем контроля воздуха за рубежом, сеть наблюдения за состоянием водных объектов, категории пунктов наблюдения, принципы их размещения и программы, передвижные гидрохимические лаборатории, автоматизированные системы контроля загрязненных вод, автоматические многоканальные анализаторы, автоматизированная система. Пробоотбор и пробоподготовка при определении загрязненности объектов среды обитания; концентрирование и разделение в анализе объектов среды обитания. Методы и средства контроля среды обитания: контактные, дистанционные и биологические методы оценки качества воздуха и воды; почва как объект контроля и анализа. Методы контроля энергетических загрязнений: оценка электромагнитной, радиационной и акустической обстановки, виды и типы приборов измерения уровня энергетических загрязнений; обработка результатов наблюдений и оценка экологической ситуации».

2.2. Программа курса

Введение

Тема 1. Введение в дисциплину “Мониторинг среды обитания”

Предмет и содержание дисциплины, цели, задачи и связь с другими дисциплинами учебного плана специальности 280101 “Безопасность жизнедеятельности в техносфере”. Понятие экологического мониторинга, мониторинга окружающей среды, мониторинга чрезвычайных ситуаций. Основные цели, задачи, функции, принципы проведения мониторинга среды обитания. Схема мониторинга среды обитания. Место системы мониторинга среды обитания в системах управления состоянием природной среды и обеспечения экологической безопасности в Российской Федерации. Категории информации о загрязнении среды обитания.

Объекты мониторинга. Классификация систем мониторинга: по факторам мониторинга (мониторинг атмосферы, мониторинг гидросферы, мониторинг почвенного покрова, мониторинг энергетических загрязнений и т.д.); по источникам загрязнения (мониторинг источников загрязнения); по масштабам воздействия; по характеру обобщения информации (глобальный, фоновый, национальный, региональный, локальный и импактный мониторинг); по методам наблюдения (активный мониторинг, пассивный мониторинг, физико-химический мониторинг, биомониторинг, дистанционный мониторинг и т.д.); комплексный экологический мониторинг.

Тема 2. Глобальный мониторинг

Особенности переноса загрязняющих веществ (ЗВ) в различных средах с учетом биотических, физических, гидрологических и гидрохимических факторов воздействия. Трансграничный перенос ЗВ.

История создания системы глобального мониторинга. Задачи и организация глобального мониторинга среды обитания. Объекты наблюдения. Перечень приоритетных

загрязнителей. Программа наблюдений и оценки распространения ЗВ. Международное сотрудничество.

Тема 3. Национальная система экологического мониторинга. Региональный и локальный мониторинг

История создания национальной системы мониторинга. Ее задачи и структура. Фоновый мониторинг как составляющая национальной системы мониторинга. Задачи и организация фонового мониторинга. Типы станций фоновых наблюдений. Задачи, объекты и структура регионального и локального мониторинга. Объекты наблюдения в национальной системе мониторинга, на региональном и локальном уровнях.

Задачи, объекты и структура регионального и локального мониторинга.

Раздел 1. Мониторинг химического загрязнения среды обитания

2.1. Мониторинг атмосферного воздуха, организованных и неорганизованных источников загрязнения атмосферы

Тема 4. Мониторинг атмосферного воздуха

Основные критерии состояния загрязнения воздушного бассейна (максимально разовые концентрации, среднесуточные концентрации, комплексный индекс загрязнения атмосферы, учет влияния суммации и т.п.).

Категории стационарных постов (стационарные, маршрутные, подфакельные). Выбор местоположения постов наблюдений. Численность постов на территории населенных пунктов. Перечень загрязняющих веществ (ЗВ) подлежащих контролю в системе мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. Программы наблюдения в системе мониторинга атмосферного воздуха (полная, неполная, сокращенная). Представление мониторинговой информации.

Автоматизированная система управления качеством атмосферы (АСУКА), ее назначение и структура. Назначение и состав АНКОС-АГ. Назначение и состав стационарных постов. Назначение и состав передвижных лабораторий. Определение перечня веществ, подлежащих контролю. Особенности отбора проб воздуха. Методы пробоотбора, пробоподготовки, анализа и обработки данных. Влияние мощности источника и его типа (точечный, площадной, линейный) на выбор метода пробоотбора. Множественность источников и многокомпонентность состава анализируемого воздуха. Превращение первичных ЗВ во вторичные ЗВ. Оборудование для отбора проб (устройство и типы электроаспираторов). Принципы и преимущества отбора проб воздуха в жидкостные поглотители, сорбционные трубки, резиновые или стеклянные камеры. Режимы отбора проб (разовый, дискретный, суточный). Высота и продолжительность отбора проб. Организация метеорологических наблюдений. Организация анализа проб. Представление мониторинговой информации.

Тема 5. Контроль состава воздуха рабочей зоны.

Основные критерии состояния воздуха рабочей зоны (максимально разовые концентрации, среднесменные концентрации, учет влияния суммации). Программы контроля за содержанием концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Требования, предъявляемые к методикам и средствам измерения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Тема 6. Инструментальный, инструментально-лабораторный контроль и контроль концентраций ЗВ в организованных источниках загрязнения атмосферы (ИЗА) с применением индикаторных трубок

Инструментальный контроль концентраций ЗВ.

Принципы построения систем пробоотбора и пробоподготовки. Пробоотборные и беспробоотборные системы, их состав. Методы контроля ИЗА. Схема контроля ИЗА методом непосредственного измерения. Схема контроля ИЗА методом разбавления пробы. До-

стоинства и недостатки схем. Требования охраны труда к размещению рабочих площадок операторов. Требования к размещению точек контроля (замерных сечений). Назначение и типы устройств отбора проб. Конструкция устройств отбора проб. Требования к устройствам отбора проб. Назначение магистрали транспортировки пробы, ее конструкция. Требования к магистрали транспортировки пробы. Назначение устройств подготовки пробы к анализу и требования предъявляемы к ним. Инструментальный контроль ИЗА. Устройство беспробоотборных устройств. Точечные датчики. Маршрутные датчики. Работа устройств (контроль утечек; калибровка, функционирование и настройка; сохранность пробы; техническое обслуживание систем пробоотбора).

Инструментально-лабораторный контроль и контроль концентраций ЗВ с применением индикаторных трубок.

Принципы реализации инструментально-лабораторного контроля и контроля концентраций ЗВ с применением индикаторных трубок. Достоинства и недостатки инструментально-лабораторного контроля и контроля концентраций ЗВ в ИЗА с применением индикаторных трубок в сравнении с инструментальным контролем. Особенности применения этих видов контроля выбросов ИЗА. Ограничения по применению этих видов контроля. Схемы отбора проб для анализа.

Тема 7. Мониторинг источников выбросов

Мониторинг выбросов ТЭС

Основные критерии состояния источника загрязнения атмосферы (предельно допустимый выброс, временно согласованный выброс). Задачи мониторинга выбросов ТЭС. Способы организации мониторинга выбросов ТЭС. Структурная схема мониторинга выбросов ТЭС. Назначение его основных элементов. Перечень веществ, подлежащих мониторингу. Программа наблюдения за выбросами ТЭС. Представление мониторинговой информации.

Контроль концентраций ЗВ в выбросах автотранспорта

Перечень веществ, подлежащих мониторингу. Особенности контроля выбросов автотранспортных средств, с бензиновыми дизельными двигателями. Программы контроля ЗВ и дымности отходящих газов. Техника безопасности при контроле выбросов автотранспорта. Представление мониторинговой информации.

Контроль газоочистного оборудования (ГОУ)

Типы газоочистного оборудования. Методология контроля газоочистного оборудования. Контроль ГОУ с применением газоанализаторов промышленных выбросов. Контроль ГОУ с применением газоанализаторов микроконцентраций. Контроль ГОУ с применением коэффициента разбавления. Представление мониторинговой информации.

Контроль неорганизованных ИЗА

Неорганизованные ИЗА. Метод оценки выбросов углеводородов из открытых площадных ИЗА. Метод инструментального контроля плоских наземных ИЗА. Представление мониторинговой информации.

Тема 8. Методы и средства газового анализа

Области использования газоаналитической техники. Классификация методов газового анализа. Суть наиболее развитых методов газового анализа. Возможности и определяемые компоненты. Принцип действия и устройство газоанализаторов, реализующих эти методы. Технические характеристики газоанализаторов. Перечень приборов используемых для контроля атмосферного воздуха и ИЗА.

2.2. Мониторинг гидросферы

Тема 9. Мониторинг загрязнения вод суши

Показатели качества воды. Требования к качеству воды (водоемы культурно-бытового назначения, хозяйственно-питьевого назначения, рыбо-хозяйственного назначения).

Виды сетей наблюдения за состоянием вод суши. Категории пунктов наблюдения. Задачи пунктов наблюдения I, II, III, IV категории, определение их местоположения. Программа

наблюдения (полная, неполная, сокращенная) за качеством поверхностных вод. Перечень загрязняющих веществ подлежащих контролю. Представление мониторинговой информации.

Тема 10. Мониторинг загрязнения морей

Показатели качества воды. Категории пунктов наблюдения. Задачи пунктов наблюдения I, II, III категории, определение их местоположения. Программа наблюдения (полная, сокращенная) за качеством вод морей. Перечень загрязняющих веществ подлежащих контролю. Биотестирование. Представление мониторинговой информации.

Тема 11. Методы и средства мониторинга гидросферы

Анализ качества воды и его особенности. Методы отбора проб, подготовки и анализа проб воды. Типовая гидрохимическая лаборатория и ее оборудование. Автоматизированные системы контроля качества загрязненных вод. Биотестирование. Представление мониторинговой информации.

2.3. Мониторинг загрязнения почв

Тема 12. Мониторинг загрязнения почв

Показатели качества воды. Категории почв. Виды мониторинга загрязнения почв. Критерии определяющие необходимость контроля ЗВ почв. Перечень загрязняющих веществ подлежащих контролю. Необходимость контроля атмосферных осадков. Программа наблюдения в системе мониторинга загрязнения почв. Методы отбора проб, подготовки и анализа проб почвы. Представление мониторинговой информации. Представление мониторинговой информации.

Раздел 2. Мониторинг энергетических загрязнений

Тема 13. Контроль шума

Допустимые уровни воздействия антропогенных источников шума на человека и окружающую среду. Методы и системы измерения шумовых характеристик. Микрофоны и их характеристики. Состав и назначение шумомеров, интегрирующих шумомеров, дозиметров шума, анализаторов спектра. Особенности измерения постоянных и непостоянных шумов. Выбор микрофона, выбор анализатора и считывающего устройства. Общая схема проведения измерений шума. Методика измерения шума на рабочих местах. Методика измерения транспортного шума. Методика измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых зданий. Обработка результатов измерений. Представление мониторинговой информации (карты акустического загрязнения территории, протоколы).

Тема 14. Контроль вибрации

Допустимые уровни воздействия антропогенных источников вибрации на человека и окружающую среду. Методы и системы измерения вибрационных характеристик. Особенности измерения локальной и общей вибрации, постоянной и непостоянной вибрации. Методика измерения локальной вибрации. Методика измерения общей вибрации. Обработка результатов измерений. Представление мониторинговой информации.

Тема 15. Контроль ионизирующих излучений

Допустимые дозы облучения персонала и населения. Измерение уровней гамма-, бета- и альфа- излучения. Радиометрия газов. Ионизационный, фотографический, химический, сцинтилляционный, люминесцентный методы дозиметрии. Приборы и средства измерения ионизирующих излучений. Технические характеристики средств измерений.

Тема 16. Контроль электромагнитных излучений

Электромагнитные, электростатические и магнитостатические поля (ЭМП, ЭП и МП). Особенности измерения параметров полей: в зависимости от их частотного диапазона; в природной и рабочей зонах; размещения измерительных точек (на открытой территории и в помещениях). Методы и средства измерения основных параметров ЭМП, МП, ЭП.

Раздел 3. Мониторинг чрезвычайных ситуаций

Тема 17. Мониторинг чрезвычайных ситуаций (ЧС)

Уровни и элементы системы мониторинга и прогнозирования ЧС. Модели ЧС. Требования к методам наблюдения и прогнозирования ЧС. Нормативное обеспечение мониторинга ЧС. Метрологическое обеспечение мониторинга и прогнозирования ЧС.

Раздел 4. Системы дистанционного контроля среды обитания

Тема 18. Системы дистанционного контроля среды обитания

Хозяйственные задачи, решаемые с помощью аэрокосмической съемки. Преимущества аэрокосмической съемки.

Методы и средства получения информации при дистанционном зондировании Земли: оптико-электронные методы съемки, телевизионная съемка, съемка в инфракрасном диапазоне, радиолокационная съемка и др. Виды получаемой информации. Фотографическая и нефотографическая информация.

Особенности съемки с космических спутников и аэросредств. Влияние параметров орбиты, влияние атмосферы. Свойства аэрокосмических снимков. Геометрические параметры снимков. Генерализация изображения на аэрокосмических снимках. Масштаб снимка. Методика расчета масштаба. Масштаб снимка при круговой и эллиптической орбитах. Выбор элементов орбиты, обеспечивающих фотосъемку в заданном масштабе.

Особенности исследования природных ресурсов Земли в различных зонах электромагнитного спектра оптико-электронными методами.

Спектрометрические исследования природных образований. Интерактивная обработка видеoinформации. Основные направления спектрометрических исследований. Методы измерений спектральных характеристик ландшафта.

Глобальная космическая система экологического контроля на базе системы КОС-ПА-САРСАТ. Принцип построения бортовых приемников. Принцип построения радиодатчиков. Вертолетная система экологического контроля.

Особенности дистанционного зондирования в лесном хозяйстве и зондирования почвы.

Дистанционный контроль воздушного бассейна. Лазерное зондирование атмосферы. Физические явления и основные принципы лазерного зондирования. Радиолокационные методы и средства зондирования атмосферы.

Дистанционный контроль водной среды. Методы обнаружения загрязнений нефтью. Методы оптической локации. Основы анализа нефтепродуктов по спектрам флуоресценции. Определение толщины пленки нефтепродуктов. Идентификация нефтепродуктов. Радиолокационное и акустическое зондирование водной поверхности.

Дистанционные средства контроля радиационной обстановки. Радиометрическая съемка местности с помощью авиационных средств. Определение радиоактивности радиолокаторами и лидарами.

Дистанционные средства контроля за чрезвычайными природными ситуациями - лесными пожарами, наводнениями и т.д.

Контроль загрязнения околоземного космического пространства. Влияние космического мусора на безопасность. Краткая характеристика космического мусора и способы получения данных о нем. Измерение характеристик космического мусора и оценка загрязнения космического пространства.

Раздел 5. Обработка информации мониторинга и контроля

Тема 19. Обработка информации мониторинга и контроля

Метрологические аспекты обработки результатов анализа. Пределы измерений для различных видов загрязнителей. Возможные ошибки измерений при определении множества компонентов с учетом наложения их характеристик. Виды погрешностей, способы их устранения. Погрешности измерений. Влияние случайных величин и систематических погрешностей на результат аналитической процедуры. Процесс накопления погрешностей и правила вычисления погрешности результата. Доверительные интервалы измеряемых величин при больших и малых выборках, задача на выбор гипотезы, пределы обнаружения метода и методики. Выявление этапа аналитической процедуры, ответственной за наибольшую погрешность. Чувствительность метода, динамический диапазон измерений. Аттестация средств контроля и аналитических методик. Компьютерные технологии в регистрации и обработке результатов измерения.

2.3. Наименование разделов и объем в лекционных часах

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН РАЗДЕЛОВ

Наименование раздела	Количество часов
Введение	8
Раздел 1. Мониторинг химического загрязнения среды обитания	26
Раздел 2. Мониторинг энергетических загрязнений	10
Раздел 3. Мониторинг чрезвычайных ситуаций	6
Раздел 4. Системы дистанционного контроля среды обитания	10
Раздел 5. Обработка информации мониторинга и контроля	4
ИТОГО (по семестрам (всего))	36/ 28 (64)

2.4. Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование темы лабораторной работы	Количество часов	Семестр
1	Контроль мощности экспозиционной дозы внешнего гамма-излучения	4	I
2	Защита лабораторной работы	2	I
3	Контроль уровней электромагнитных полей на рабочем месте оператора ПЭВМ (электростатические поля, поля промышленной частоты, электромагнитные поля в диапазоне частот от 5 Гц до 400 кГц)	4	I
4	Защита лабораторной работы	2	I
5	Изучение устройства и работы приборов для определения метеорологических параметров	4	I
7	Защита лабораторной работы	2	I
8	Контроль уровня шума на рабочих местах	4	II
9	Защита лабораторной работы	2	II
10	Контроль уровня общей вибрации	2	II
11	Защита лабораторной работы	2	II
12	Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны экспресс-методами	2	II
13	Защита лабораторной работы	2	II
14	Изучение устройства и работы приборов для определения загрязнения	2	II

№ п/п	Наименование темы лабораторной работы	Количество часов	Семестр
	воздуха на базе электрохимических методов		
15	Защита лабораторной работы	2	II
16	Изучение устройства и работы приборов для определения загрязнения воздуха на базе абсорбционного метода анализа	2	II
17	Защита лабораторной работы	2	II
18	Контроль содержания угарного газа в выбросах автотранспорта	4	II
19	Защита лабораторной работы	2	II
	ИТОГО (по семестрам (всего))	18/28 (46)	

2.5. Курсовая работа

Целью курсовой работы является разработка системы мониторинга одного из объектов среды обитания. Примерный список тем курсовых работ приведен в таблице.

№ п/п	Тема проекта
1	Разработка системы непрерывного мониторинга выбросов из дымовой трубы БТЭЦ г. Благовещенск: канал контроля концентраций оксидов углерода
2	Разработка системы непрерывного мониторинга выбросов из дымовой трубы БТЭЦ г. Благовещенск: канал контроля концентраций оксидов азота
3	Разработка системы непрерывного мониторинга выбросов из дымовой трубы БТЭЦ г. Благовещенск: канал контроля концентраций диоксида серы
4	Разработка системы непрерывного мониторинга выбросов из дымовой трубы БТЭЦ г. Благовещенск: канал контроля концентраций летучей золы и частиц недожога топлива
5	Разработка системы непрерывного мониторинга выбросов из дымовой трубы БТЭЦ г. Благовещенск: канал контроля термодинамических параметров
6	Разработка системы мониторинга выбросов автотранспорта
7	Разработка системы мониторинга атмосферы г. Благовещенска на базе стационарных постов
8	Разработка системы мониторинга атмосферы г. Благовещенска на базе маршрутных постов
9	Разработка системы мониторинга атмосферы г. Благовещенска на базе подфакельных постов
10	Разработка системы мониторинга электрических полей промышленной частоты, создаваемых высоковольтными воздушными линиями электропередач (на примере ВЛ 110 кВ, проходящей по территории г. Благовещенска)
11	Разработка системы мониторинга транспортного шума в жилотной зоне микрорайона г. Благовещенска
12	Разработка системы мониторинга загрязнения окружающей среды на полигоне твердых отходов г. Благовещенска
13	Разработка системы мониторинга почв сельскохозяйственных угодий, прилегающих к территории г. Благовещенска
14	Разработка системы МЭД внешнего гамма-излучения в главном корпусе Амурского государственного университета
15	Разработка системы мониторинга электромагнитных полей радиочастотного диапазона, создаваемых сотовой связью, во II – 14н и III - ем микрорайонах г. Благовещенска.
16	Разработка системы мониторинга природных ЧС в Амурской области
17	Разработка системы мониторинга техногенных ЧС в Амурской области
18	Разработка системы контроля электромагнитных полей в рабочей зоне пользователя ПЭВМ
19	Разработка системы мониторинга вод реки Зея в районе г. Благовещенска
20	Разработка системы мониторинга вод реки Амур в районе г. Благовещенска

Основными решаемыми при этом задачами являются:

- 1) характеристика объекта мониторинга;
- 2) обоснование типа и вида мониторинга;
- 3) обоснование системы показателей, характеризующих объект наблюдения;
- 4) обоснование критериев качества объекта наблюдения;

- 5) обоснование информационного обеспечения системы мониторинга за объектом наблюдения;
- 6) обоснование методов и средств контроля (в том числе используя расчетный мониторинг), необходимых для наблюдения за объектом (обосновать выбор средств измерений по назначению, метрологическим характеристикам, условиям применения), привести функциональные (структурные) схемы средств измерения, пояснить принцип действия выбранных приборов);
- 7) обосновать размещение измерительных точек (в том числе используя расчетный мониторинг);
- 8) обработка результатов наблюдения;
- 9) представление результатов мониторинга (протоколы, сводные ведомости, журналы и т.п.);
- 10) обеспечение единства и точности измерений;
- 11) разработать требования охраны труда при проведении измерений.

Критерии оценки качества курсовой работы

Качество курсового проектирования оценивается исходя из содержания и результатов защиты курсовой работы их автором соответственно одному из преподавателей, проводящих занятия по дисциплине «Мониторинг среды обитания», и комиссии, назначаемой заведующим кафедры БЖД. Качество выполнения курсовой работы оценивается по пятибалльной шкале.

Оценка результатов курсового проектирования определяется комиссией по результатам защиты курсовой работы, с учетом качества представленных демонстрационных материалов (чертежи, слайды, презентация (в случае демонстрации на экран слайдов, их копии (формат А4) должны выдаваться каждому члену комиссии)) и пояснительной записки, актуальности и глубины проработки в них вопросов курсового задания, четкости представленного комиссии доклада о содержании и методологии их решения, обоснованности ответов на вопросы членов комиссии и своевременности представления курсовой работы к защите.

Оформление и защита курсовой работы

Курсовая работа оформляется в соответствии со стандартом предприятия СТП АмГУ. Правила оформления дипломных и курсовых работ (проектов). Курсовая работа должна пройти нормоконтроль.

Защита курсовой работы проводится публично, комиссии кафедры. Продолжительность защиты 10-12 мин, из них время на доклад комиссии 5 -7 мин.

2.6. Самостоятельная работа студентов 7-ой семестр

В 7-ом семестре студент самостоятельно изучает в теме 7 «Мониторинг источников выбросов», следующие вопросы:

- Контроль концентраций ЗВ в выбросах автотранспорта;
- Контроль газоочистного оборудования;
- Контроль неорганизованных ИЗА.

Литература:

1. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД-90. часть 1.
2. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД-90. часть 2.

Тема 6. «Инструментальный, инструментально-лабораторный контроль и контроль концентраций ЗВ в организованных источниках загрязнения атмосферы (ИЗА) с примени-

ем индикаторных трубок» - инструментально-лабораторный контроль смотри конспект лекций и литературу по дисциплине ЕН.Р.2 «Физико-химические методы анализа».

Тема 11. «Методы и средства мониторинга гидросферы» – инструментально-лабораторный контроль смотри конспект лекций и литературу по дисциплине ЕН.Р.2 Физико-химические методы анализа».

Тема 12. «Мониторинг загрязнения почв» - инструментально-лабораторный контроль смотри конспект лекций и литературу по дисциплине ЕН.Р.2 «Физико-химические методы анализа».

8-ой семестр

Тема 19. «Обработка информации мониторинга и контроля» - материалы раздела смотри дисциплину ОПД.Ф.06 «Метрология, стандартизация и сертификация» раздел «Метрология».

Наименование разделов и объем самостоятельной работы по семестрам приведены в таблице.

Наименование раздела	Количество часов
Введение	3
Раздел 1. Мониторинг химического загрязнения среды обитания	9
Раздел 2. Мониторинг энергетических загрязнений	4
Раздел 3. Мониторинг чрезвычайных ситуаций	2
Раздел 4. Системы дистанционного контроля среды обитания	2
Раздел 5. Обработка информации мониторинга и контроля	2
Курсовая работа	30
Другие виды учебной нагрузки	8
ИТОГО (по семестрам (всего))	15/ 45 (60)

2.7. Перечень и темы промежуточных форм контроля знаний (для дневной формы обучения)

7-ой семестр

1. Первый промежуточный контроль по темам:

- Тема 1. Введение в дисциплину “Мониторинг среды обитания”;

- Тема 2. Глобальный мониторинг;

- Тема 3. Национальная система экологического мониторинга. Региональный и локальный мониторинг;

- Тема 4. Мониторинг атмосферного воздуха.

2. Второй промежуточный контроль по темам:

- Тема 5. Контроль состава воздуха рабочей зоны;

- Тема 6. Инструментальный, инструментально-лабораторный контроль и контроль концентраций ЗВ в организованных источниках загрязнения атмосферы с применением индикаторных трубок;

- Тема 7. Мониторинг источников выбросов;

- Тема 8. Методы и средства газового анализа.

8-ой семестр

1. Первый промежуточный контроль по темам:
 - Тема 9. Мониторинг загрязнения вод суши;
 - Тема 10. Мониторинг загрязнения морей;
 - Тема 11. Методы и средства мониторинга гидросферы;
 - Тема 12. Мониторинг загрязнения почв;
 - Тема 13. Контроль шума.
2. Второй промежуточный контроль по темам:
 - Тема 14. Контроль вибрации;
 - Тема 15. Контроль ионизирующих излучений;
 - Тема 16. Контроль электромагнитных излучений;
 - Тема 17. Мониторинг чрезвычайных ситуаций.

2.8. Вопросы к зачету и экзамену

1. Мониторинг среды обитания: понятие; основные задачи; общая схема мониторинга.
2. Классификация видов мониторинга.
3. Экологический мониторинг и его место в системах обеспечения экологической безопасности и управления состоянием природной среды.
4. Критерии качества при химическом загрязнении окружающей среды: атмосфера; гидросфера; почва.
5. Критерии качества при энергетическом загрязнении окружающей среды: электромагнитные поля; акустические колебания; вибрация.
6. Система глобального мониторинга и объекты наблюдения.
7. Организация национальной системы мониторинга в РФ: история создания; структура национальной системы мониторинга; задачи национальной системы мониторинга.
8. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в РФ: стационарные посты; принципы их размещения; показатели наблюдений; программа наблюдения.
9. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в РФ: подфакельные посты; принципы их размещения; показатели наблюдений; программа наблюдения.
10. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в РФ: передвижные посты; принципы их размещения; показатели наблюдений; программа наблюдения.
11. Мониторинг загрязнения вод суши в РФ: категории пунктов; принципы их размещения; показатели наблюдения; программа наблюдения.
12. Мониторинг загрязнения морей в РФ: категории станций; принципы их размещения; показатели наблюдений; программа наблюдения.
13. Мониторинг загрязнения почв: категории мониторинга; принципы их размещения; показатели наблюдения; программа наблюдения.
14. Импактная система мониторинга выбросов ТЭС: задачи системы мониторинга; структурная схема мониторинга.
15. Схема контроля выбросов из источника загрязнения атмосферы методом непосредственного измерения.
16. Схема контроля выбросов из источника загрязнения атмосферы методом разбавления.
17. Требования к размещению и оборудованию точек контроля на источниках загрязнения атмосферы.
18. Требования к устройствам отбора пробы из источников загрязнения атмосферы.
19. Требования к магистрали транспортировки пробы от источника загрязнения атмосферы до автоматических аналитических приборов.

20. Требования к устройствам подготовки пробы, отобранной из источника загрязнения атмосферы, к анализу в автоматических аналитических приборах.
21. Контроль концентраций ЗВ в выбросах автотранспорта.
22. Контроль газоочистного оборудования.
23. Контроль неорганизованных ИЗА.
24. Основные области применения газоаналитической техники. Классификация методов газового анализа.
25. Хроматографический метод. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
26. Использование молекулярной люминесценции - хемилюминесцентный метод (эмиссионный метод). Принцип действия. Структурная схема. Достоинства и недостатки.
27. Электрохимические методы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
28. Колориметрический метод. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
29. Масс-спектральный метод. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
30. Флуориметрический метод. Принцип действия. Структурная схема. Достоинства и недостатки.
31. Абсорбционный метод. Принцип действия. Структурная схема. Достоинства и недостатки.
32. Классификация методов дистанционного мониторинга среды обитания.
33. Использование спутниковых систем в мониторинге среды обитания.
34. Использование лазеров в мониторинге среды обитания.
35. Методика контроля электромагнитных полей на рабочем месте оператора ПЭВМ и оформление результатов измерений.
36. Контроль параметров микроклимата в рабочей зоне.
37. Контроль вредных веществ линейно-колористическим методом в воздухе рабочей зоны и оформление результатов измерений.
38. Контроль естественной освещенности в помещениях и оформление результатов измерений.
39. Контроль электрических полей промышленной частоты, создаваемых высоковольтными линиями электропередачи и оформление результатов измерений.
40. Акустические характеристики источников шума и шумового загрязнения.
41. Контроль шума: нормируемые характеристики; нормативные документы.
42. Требования, предъявляемые к акустическим измерениям.
43. Измерительные микрофоны: виды; принцип действия; основные характеристики; расположение микрофона.
44. Шумомеры: состав; типы; применение.
45. Структурная схема аналогового шумомера.
46. Структурная схема интегрирующего шумомера.
47. Контроль шума в производственных условиях: выбор измерительных точек; программа и порядок измерений; оформление результатов измерений.
48. Контроль шума на сельтебной территории: выбор измерительных точек; программа и порядок измерений; оформление результатов измерений.
49. Контроль шума в жилых помещениях: выбор измерительных точек; программа и порядок измерений; оформление результатов измерений.
50. Контроль шума транспортных потоков: выбор измерительных точек; программа и порядок измерений; оформление результатов измерений.
51. Контроль вибраций (общей и локальной): нормируемые характеристики; нормативные документы.
52. Вибродатчики: типы; принцип действия; достоинства и недостатки.
53. Приборы для измерения вибраций: состав; структурная схема.

54. Измерение общей вибрации: выбор измерительных точек; крепление вибродатчиков; порядок проведения замеров; оформление результатов измерений.
55. Измерение локальной вибрации: выбор измерительных точек; крепление вибродатчиков; порядок проведения замеров; оформление результатов измерений.
56. Радиационный мониторинг: цели и объекты; контролируемые параметры; нормативные документы.
57. Порядок проведения измерений при контроле мощности эквивалентной дозы (МЭД) γ - излучения и оформление результатов измерений.
58. Порядок проведения измерений при контроле эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона и оформление результатов измерений.
59. Состав системы мониторинга и прогнозирования ЧС. Требования к нормативному и метрологическому обеспечению систем мониторинга и прогнозирования ЧС.
60. Обработка информации мониторинга и контроля.
61. Метрологические характеристики средств измерений.

3. Учебно-методические материалы по дисциплине

3.1. Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Контроль вредных выбросов в атмосферу: учеб. пособие: рек. УМО/ П. В. Росляков и др.; под ред. П. В. Рослякова. - М.: Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2004. - 228 с.
2. Афанасьев Ю.А. и др. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: В 2-х ч.: Учеб. пособие. - М.: МНЭПУ, 2001 - Ч. 2. - 337 с.
3. Афанасьев Ю.А. и др. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие: Ксерокопия. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1998 - Ч. 1: Общая: учебное пособие. - 1998. - 105 с.
4. Панфилов А.Е. Мониторинг среды обитания/ А.Е. Панфилов // Приложение к журналу безопасность жизнедеятельности. - 2004. - N2. - С.2-10.

Дополнительная

1. Фомин Г. С. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам: Справ./ Г.С. Фомин, О.Н. Фомина; ГОССТАНДАРТ России. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Протектор, 2002. - 424 с.
2. Фомин Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: энцикл. справ./ Г.С. Фомин; ГОССТАНДАРТ России. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Протектор, 2000. - 839 с.
3. Фомин Г. С. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам: справ./ Г.С. Фомин, А.Г. Фомин; ГОССТАНДАРТ России. - М.: Протектор, 2001. - 301 с.
4. Росляков П.В. Система непрерывного мониторинга и контроля вредных выбросов ТЭС в атмосферу: Учеб. пособие. Доп. УМО в обл. энергет./ Росляков П.В., Ионкин И.Л., Егорова Л.Е. - М.: Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2000. - 158с.
5. Фрайден Дж. Современные датчики: Справ./ Дж. Фрайден; пер. с англ. Ю. А. Заболотная, ред. Е. Л. Свинцов. - М.: Техносфера, 2006.
6. Периодические издания: журнал "Проблемы окружающей среды и природных ресурсов"; журнал "Экологические системы и приборы".

3.2. Основные критерии оценки знаний студентов по дисциплине “Мониторинг среды обитания”

Студенты обязаны сдать зачет (экзамен) в строгом соответствии с учебным планом, а также утвержденной программы, единым для всех форм обучения.

Зачет (экзамен) по дисциплине “Мониторинг среды обитания” служит формой контроля усвоения дисциплины в целом.

К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы в 7-ом семестре.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы, курсовую работу в 8-ом семестре.

Сроки проведения зачета (экзамена) устанавливаются графиком учебного процесса, утвержденным проректором по учебной работе.

Критерии оценок приведены в таблице.

Основные критерии оценки знаний студентов

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
отлично (зачтено)	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
хорошо (зачтено)	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
удовлетворительно (зачтено)	Изложение полученных знаний неполное, однако, это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
не удовлетворительно (не зачтено)	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, неисправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы

2. График самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине

№ темы	Наименование темы	Контрольное время выполнения индивидуального задания для РГР	Контрольное время для самостоятельной проработки теоретических вопросов по изучаемым темам	Контрольные точки проверки самостоятельной проработки теоретических вопросов по изучаемым темам и выполнения РГР
1	Введение в дисциплину “Мониторинг среды обитания”	-	1 неделя	а) 1-ая контрольная точка б) зачетная контрольная работа
2	Глобальный мониторинг	3 неделя	3неделя	
3	Национальная система экологического мониторинга. Региональный и локальный мониторинг	-	3неделя	
4	Мониторинг атмосферного воздуха	-	13 неделя	
5	Контроль состава воздуха рабочей зоны.	-	13 неделя	
6	Инструментальный, инструментально-лабораторный контроль и контроль концентраций ЗВ в организованных источниках загрязнения атмосферы (ИЗА) с применением индикаторных трубок	-	15неделя	
7	Мониторинг источников выбросов	15 неделя	17 неделя	
8	Методы и средства газового анализа			
9	Мониторинг загрязнения вод суши			
10	Мониторинг загрязнения морей			
11	Методы и средства мониторинга гидросферы			
12	Мониторинг загрязнения почв			
13	Контроль шума			
14	Контроль вибрации			
15	Контроль ионизирующих излучений			
16	Контроль электромагнитных излучений			
17	Мониторинг чрезвычайных ситуаций (ЧС)			
18	Системы дистанционного контроля среды обитания			
19	Обработка информации мониторинга и контроля			

3. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы

Методические рекомендации для выполнения студентами самостоятельной работы изложены в рабочей программе дисциплины “Мониторинг среды обитания” п. 2.6.

4. Методические рекомендации по выполнению лабораторных занятий

К выполнению лабораторных работ по п. 2.4 допускаются студенты, изучившие методики измерения, которые преподаватель выдает накануне проведения лабораторных работ.

5. Содержание курса лекций по дисциплине

Раздел 1 Введение

Тема 1. Введение в дисциплину “Мониторинг среды обитания”

Под **мониторингом среды обитания** и загрязнениями и эффектами, вызываемыми им, понимают комплексную систему наблюдений, оценки и прогноза изменения состояний биосферы или её отдельных элементов под влиянием антропогенных воздействий (академик Ю.А. Израэль, 1974г).

Мониторинг – это система регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающая информацию о прошлом и настоящем состояниях ОС, позволяющая прогнозировать изменения её параметров, имеющих особое значение для человечества. (определение по ЮНЕСКО).

В соответствии с федеральным законом “Об охране окружающей среды”:

- **Мониторинг окружающей среды** (экологический мониторинг) - комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов;

- **Государственный мониторинг окружающей среды** (государственный экологический мониторинг) - мониторинг окружающей среды, осуществляемый органами государственной власти Российской Федерации и органами государственной власти субъектов Российской Федерации;

- **Контроль в области охраны окружающей среды** (экологический контроль) - система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

Основные задачи мониторинга среды обитания:

1. Наблюдение за источниками, факторами антропогенного воздействия на окружающую среду и реакцией (откликом) объектов живой природы, в том числе человека, на это воздействие.
2. Оценка по данным наблюдений и прогнозирование уровня антропогенного воздействия на окружающую среду, её состояния и изменений в результате этого воздействия, оценка и анализ природных процессов, а также экологического риска.
3. Прогнозирование антропогенных воздействий, природных процессов, ведущих к деградации связей и нарушению саморегуляции биологических систем, состояния окружающей среды и возможных в ней изменений.
4. Информационное обеспечение подготовки принятия управленческих решений по охране природы и здоровья человека, регулирование и восстановление качества окружающей среды, нормализация экологической обстановки в экстремальных случаях.

Цели мониторинга среды обитания:

1. Оценка наблюдаемых изменений в окружающей среде и выявление эффекта деятельности человека.
2. Прогноз предполагающихся изменений в окружающей среде.
3. Разработка стратегии оптимальных отношений общества и окружающей среды.
4. Принятие решений для предотвращения отрицательных последствий деятельности человека.

Схему мониторинга среды обитания можно изобразить следующим образом (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема мониторинга среды обитания

Блок 1: Наблюдение (1-ая задача мониторинга) - выполняет функции по наблюдению:

- за источниками антропогенных воздействий, куда следует отнести объекты различных народно-хозяйственных комплексов; объекты хозяйственно-бытового и иного назначения, являющиеся элементами (источниками) вредных химических, радиоактивных, биологически опасных веществ; пожаро - и взрывоопасные объекты; транспортные средства всех видов, а также различные виды хозяйственной деятельности, связанные с использованием вредных веществ;
- за факторами антропогенных воздействий: химическими и физическими, включая поля концентрации вредных химических и радиационных веществ, различного рода физические поля (ЭМП, акустическое, тепловое и т.д.), а так же факторами механического воздействия биологически активных веществ;
- за эффектами, вызываемыми в окружающей среде антропогенными воздействиями, в частности, за реакциями биологических систем, и прежде всего человека на эти воздействия.

Блок 2: Оценка фактического состояния (2-ая задача мониторинга) - связана с оценкой состояния окружающей среды и происходящими в ней изменениями, т.е. по данным наблюдений определяются характеристики и показатели качества природной среды, отражающие тем или иным образом степень саморегуляции естественных процессов, протекающих в экологических системах и структурных элементах биосферы, состояние здоровья людей, а так же мера его ухудшения и зависящие от уровня и характера антропогенного воздействия.

Блок 3: Прогноз состояния (3-ая задача мониторинга) - выполняет функции прогнозирования состояния окружающей среды, распознавания тенденций и логики развития изменения в этом состоянии.

Прогнозирование даёт возможность максимально уменьшить влияние неопределённостей на принятие управленческих решений по проведению природоохранных мероприятий, сохранению здоровья людей и нормализации экологической обстановки.

Блок 4: Регулирование качества окружающей среды (4-ая задача мониторинга).

Составные части мониторинга окружающей среды:

1. Наблюдение за состоянием природной среды и за факторами, воздействующими на неё.
2. Оценка фактического состояния окружающей среды.
3. Прогноз состояния окружающей среды.
4. Формирование информации и предоставление её в заинтересованную структуру управления.

Формы представления информации:

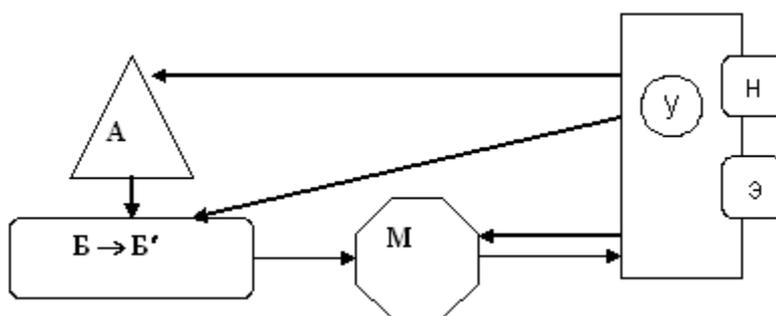
- 1) твердая копия:
 - в табличном виде;
 - в текстовом виде;
 - в виде карт с пояснительной запиской;
 - комбинированно;
- 2) в электронном виде.

Процедура проведения мониторинга среды обитания:

Измерение какого-либо параметра → анализ → описание → моделирование
 оптимизация → управление качеством окружающей среды.

Место мониторинга среды обитания в системе управления состоянием природной среды по А.Ю. Израэлю можно представить в виде схемы (схема 1).

Структурно-функциональную схему системы обеспечения экологической безопасности можно представить в виде схемы (рис. 3)



А – антропогенное воздействие; Б – элемент биосферы с уровнем состояния Б;
 Б' - изменённое состояние элемента биосферы; М – система мониторинга;
 У – блок управления; э – экономические возможности;
 н – уровень научно-технических разработок.

Рисунок 2 – Место мониторинга среды обитания в системе управления состоянием природной среды

Классификация систем и видов мониторинга окружающей среды

1. По объектам наблюдения

Объекты мониторинга: атмосфера; атмосферные осадки (снег, дождь и т.п.); поверхностные воды суши; поверхностные воды океана и моря; подземные воды; составляющие климатической системы; источники загрязнения (стационарные, подвижные); здоровье населения; природные ЧС и т.д.

В этом случае различают следующие виды мониторинга:

- 1.1. Атмосферный;
- 1.2. Водный;
- 1.3. Почвенный;
- 1.4. Климатический;
- 1.5. Растительности;
- 1.6. Животного мира;
- 1.7. Здоровья населения и т.п.

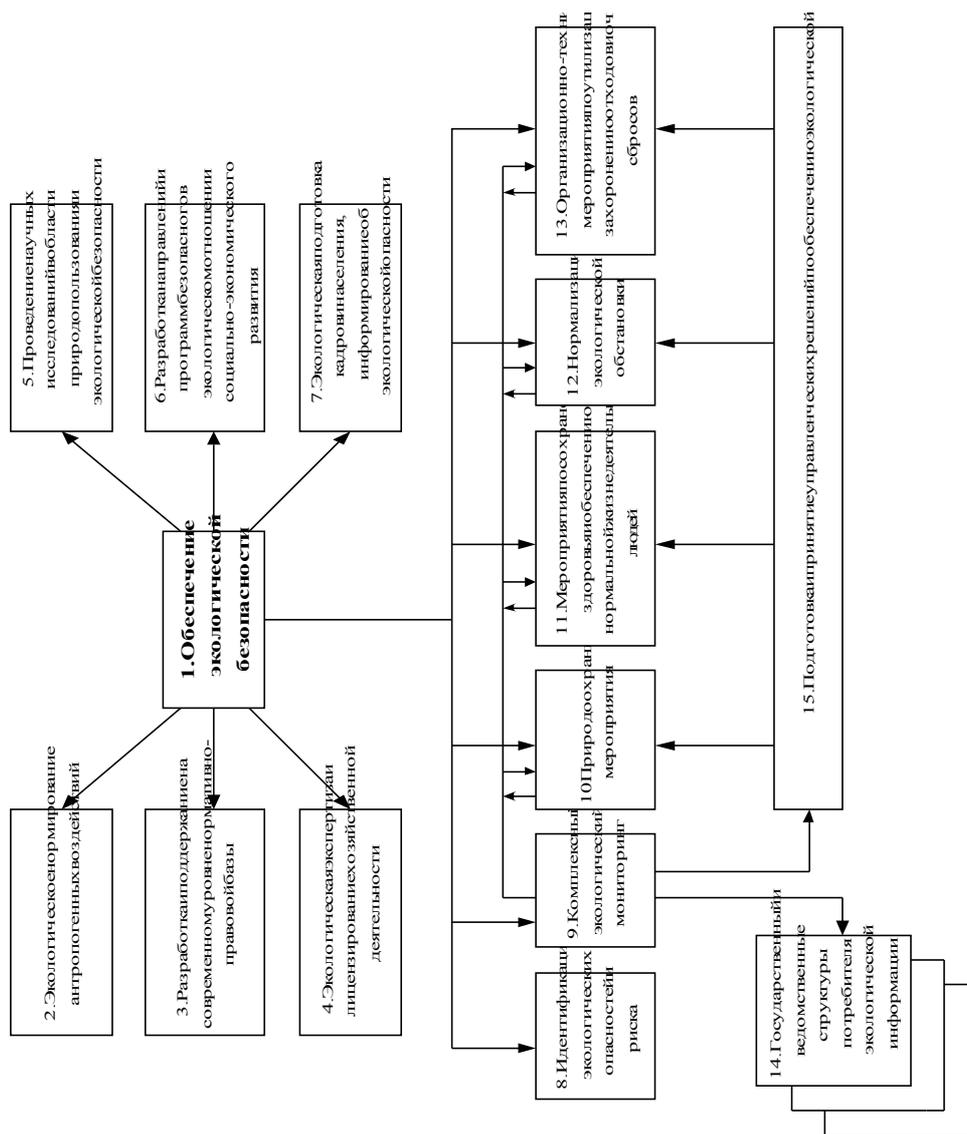


Рисунок 3 - Структурно-функциональную схему системы обеспечения экологической безопасности можно представить в виде схемы

2. По факторам:
 - 2.1. Ингредиентный (почвы, воды, и т.д.);
 - 2.2. Мониторинг физических факторов (таких как: электромагнитное излучение, солнечная радиация, шум и т.д.).
3. По источникам загрязнения:
 - 3.1. Мониторинг стационарных источников загрязнения (точечные – труба; линейные – склад угля);
 - 3.2. Мониторинг мобильных источников загрязнения (транспорт);
 - 3.3. Мониторинг пространственных источников загрязнения (города, населённые пункты, поля с внесёнными химическими веществами, свалка).
4. По масштабам воздействия:
 - 4.1. Пространственный;
 - 4.2. Временной.
5. По характеру обобщения информации:

- 5.1. Глобальный мониторинг – это слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли, включая все её компоненты и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;
- 5.2. Фоновый (базовый) мониторинг – это слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний;
- 5.3. Национальный мониторинг – мониторинг в масштабах страны;
- 5.4. Региональный мониторинг – слежение за процессами и явлениями в пределах какого-либо региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы;
- 5.5. Локальный мониторинг – это мониторинг воздействия конкретного антропогенного источника;
- 5.6. Импактный мониторинг – это мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и местах.
6. По методам наблюдений:
 - 6.1. Мониторинг по физико-химическим показателям;
 - 6.2. Мониторинг по биологическим показателям;
 - 6.3. Дистанционный мониторинг.

Дистанционный мониторинг – авиационный и космический мониторинг с применением аппаратов, оснащённых радиометрической аппаратурой, способных осуществлять зондирование изучаемых объектов и регистрацию опытных данных.

7. Комплексный экологический мониторинг – это организация системы наблюдений за состоянием объектов окружающей природной среды для оценки их фактического уровня загрязнения и предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных для здоровья людей и других живых организмов.

При проведении комплексного экологического мониторинга:

- 7.1. Проводится постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов, а так же оценка состояния и функциональной целостности экологической системы;
- 7.2. Создаются условия для определения корректирующих действий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются.

Система комплексного экологического мониторинга предусматривает:

1. Выделение объекта наблюдения;
2. Обследование выделенного объекта наблюдения;
3. Составление для объекта наблюдения информационной модели;
4. Планирование измерений;
5. Оценку состояния объекта наблюдения и идентификацию его информационной модели;
6. Прогнозирование изменений состояния объекта наблюдения;
7. Представление информации в удобной для использования форме и доведение её до потребителя.

Основные цели комплексного экологического мониторинга состоят в том, чтобы на основании полученной информации:

1. Оценить показатели состояния функциональной целостности экосистемы и среды обитания человека;
2. Выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а так же определить корректирующие меры в тех случаях. Когда целевые показатели экологических условий не достигаются;

3. Создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесён ущерб.

Тема 2. Глобальный мониторинг

В 1971 г. Международный совет научных союзов впервые сформулировал принципы построения глобальной системы мониторинга состояния биосферы и определил показатели, за которыми следует установить постоянные наблюдения и контроль. В 1972 г. Стокгольмская конференция ООН по окружающей среде одобрила эти основные принципы, а в рамках Программы ЮНЕП (Программа ООН по проблемам окружающей среды) в 1973-1974 гг. были разработаны основные положения создания Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС). При создании ГСМОС было рекомендовано опираться на существующие национальные системы.

На совещании в Найроби (1974 г.) определены следующие задачи ГСМОС:

— организация расширенной системы предупреждения об угрозе здоровью человека;

— оценка глобального загрязнения атмосферы и его влияния на климат;

— оценка количества и распределения загрязнителей биосферы, особенно пищевых цепей;

— оценка критических проблем, возникающих в связи с сельским хозяйством;

— оценка реакции наземных экосистем на загрязнение окружающей среды;

— оценка загрязнения океана и его влияния на морские экосистемы;

— создание и усовершенствование системы предупреждения о стихийных бедствиях в международном масштабе.

При этом конечные цели ГСМОС:

— установление уровней выбросов загрязнителей в определенной среде, их распределения в пространстве и времени;

— знание скоростей и величин потоков выбрасываемых загрязнителей и вредных продуктов их превращений;

— обеспечение сравнения методик пробоотбора и анализов, принятых в различных

странах, обмен опытом организации мониторинга;

— обеспечение информацией о загрязнителях в глобальном и региональном масштабе

для принятия решений по управлению при борьбе с загрязнениями.

Приняты следующие перечни приоритетных загрязнителей, подлежащих определению:

- в воздухе — взвешенные частицы, оксиды серы, азота и углерода, озон, сульфаты, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, 3,4-бенз(а)пирен, ДЦГ и другие пестициды;

- в атмосферных осадках — свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, сульфаты, 3,4-бенз(а)пирен, ДДТ и другие пестициды, рН, главные катионы и анионы (катионы калия, натрия, магния и кальция, сульфат-, хлорид-, нитрат- и гидрокарбонат анионы);

- в пресных водах, в донных отложениях и почве — свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, 3,4-бенз(а)пирен, ДЦГ и другие пестициды, биогенные элементы (фосфор, азот, кремний);

- в биоте — свинец, кадмий, ртуть и мышьяк, 3,4-бенз(а)пирен, ДДТ и другие пестициды.

Как видно, принятая международным сообществом глобальная система предусматривает мониторинг техногенных загрязнений химического характера.

Тема 3. Национальная система экологического мониторинга. Региональный и локальный мониторинг

В соответствии с ранее упомянутым Постановлением Правительства Российской Федерации с 1994 г. государственный мониторинг в Российской Федерации проводится в рамках Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ).

Названным постановлением определены следующие общие задачи ЕГСЭМ:

- разработка программ наблюдения состояния окружающей среды;
- организация наблюдений и проведение измерений показателей объектов экологического мониторинга;
- обеспечение достоверности и сопоставимости данных наблюдений;
- организация хранения данных, создание специализированных банков данных;
- гармонизация банков и баз данных экологической информации с международными эколого-информационными системами;
- оценка и прогноз состояния окружающей среды, антропогенного воздействия на нее, откликов экосистем и здоровья населения на изменения состояния окружающей среды;
- организация и проведение оперативного контроля и прецизионных измерений радиоактивных и химических загрязнений при авариях и катастрофах, прогноз последствий и оценка ущерба;
- обеспечение доступности интегрированной экологической информации широкому кругу потребителей (центральному и местному руководству, ведомствам и организациям, населению);
- информационное обеспечение органов управления состоянием окружающей среды, природных ресурсов и экологической безопасностью;
- разработка и реализация единой научно-технической политики в области экологического мониторинга.

Система государственного мониторинга состоит из следующих подсистем:

- мониторинга источников загрязнения (МИЗ);
- мониторинга загрязнения атмосферного воздуха;
- мониторинга загрязнения вод суши;
- мониторинга загрязнения морей;
- мониторинга загрязнения почв;
- фонового мониторинга.

При мониторинге источников загрязнения перечень подлежащих контролю веществ определяется специализацией предприятия, конкретным составом его выбросов. Установление предельно допустимых выбросов (ПДВ) или лимитов на выброс сводит мониторинг источников загрязнения к контролю за соблюдением этих величин.

Мониторинг атмосферы осуществляют посты (пункты) трех категорий:

- стационарные посты, ведущие систематические и длительные наблюдения, оборудованные приборами и аппаратурой для отбора и анализа проб воздуха и определения метеорологических параметров;
- маршрутные посты, служащие для постоянных наблюдений с помощью передвижной лаборатории (например, "Атмосфера-П"), позволяющих определять пыль, сажу, типичные газообразные загрязнители и метеопараметры;
- передвижные (подфакельные) посты, служащие для разовых наблюдений под дымовыми и газовыми факелами.

Для проведения мониторинга вод суши организуются:

- стационарная сеть пунктов наблюдений за естественным составом и загрязнением поверхностных вод;

- специализированная сеть пунктов для решения научно-исследовательских задач;
- временная экспедиционная сеть пунктов.

Система мониторинга вод суши строится с учетом источников загрязнения и нужд водопотребления.

При мониторинге морей обязательно проведение гидрометеорологических наблюдений, а отбор проб проводят на нескольких глубинах. В настоящее время мониторингом охвачены все прибрежные моря Российской Федерации и отдельные районы открытого океана.

При мониторинге почв повышенное внимание обращается на содержание в них пестицидов. Различают две категории почв:

- почвы сельскохозяйственных районов;
- почвы вокруг промышленно-энергетических объектов.

Информация о загрязнении окружающей среды по степени срочности делится на три категории:

- экстренная информация, содержащая сведения о резких изменениях уровня загрязнения, требующая безотлагательного принятия мер, немедленно сообщается местным и центральным органам;
- оперативная информация, охватывающая месячный период наблюдений, перерабатывается на местах и в центральных организациях Госкомгидромета, сообщается в местные и центральные организации;
- режимная информация, охватывающая годовой период наблюдения и отражающая общее состояние, тенденции в изменении загрязнения природных сред, служит для планирования мероприятий по охране окружающей среды на длительные сроки.

При оценке состояния окружающей среды в качестве критерия пользуются предельно допустимыми концентрациями (ПДК), хотя этот критерий не всегда однозначно и правильно характеризует влияние загрязнителя на различные экосистемы.

В систему государственного мониторинга входит фоновый мониторинг со своей сетью станций, которые также являются частью системы глобального мониторинга.

Фоновое загрязнение природной среды изменяется в основном за счет распространения антропогенных загрязняющих веществ в атмосфере на большие расстояния. Это обусловлено тем, что антропогенный выброс в атмосферу смешивается и переносится естественными потоками вещества. Загрязняющие вещества в процессе дальнего переноса претерпевают физико-химические изменения, осаждаются на земную поверхность и включаются в природные процессы миграции. В районах, удаленных от мест интенсивной антропогенной деятельности, происходит накопление загрязнителей. В связи с этим необходима система наблюдений за техногенными изменениями окружающей среды на фоне ее естественной изменчивости. Фоновый экологический мониторинг должен выявить глобальные тенденции изменений биосферы на фоновом уровне загрязнения. Поэтому перечень приоритетных загрязнителей и мест контроля определяется масштабами воздействия.

Станции фоновых наблюдений делятся на базовые и региональные. Базовые станции размещаются в районах, не подверженных непосредственному техногенному воздействию, и дают информацию об исходном состоянии биосферы. Региональные станции располагаются вблизи урбанизированных районов и дают информацию о состоянии биосферы в подверженных негативному влиянию районах.

Для проведения систематических комплексных наблюдений и измерений фонового уровня загрязняющих веществ техногенного происхождения созданы станции комплексного фонового мониторинга, которые расположены в биосферных заповедниках. В ре-

зультате проведения комплексного фоновый мониторинга должны быть решены следующие задачи:

- определение уровней загрязняющих веществ;
- оценка тенденции изменения уровней загрязняющих веществ;
- определение пространственного распределения загрязняющих веществ в природных средах.

На станциях комплексного фоновый мониторинга определяются загрязнители, предусмотренные перечнем ГСМОС (глобальный мониторинг) (см. выше).

Кроме того, одновременно проводятся измерения, результаты которых характеризуют физическое состояние окружающей среды.

Фоновый мониторинг

Наиболее сложной задачей представляется изучение экологических изменений и организация экологического мониторинга на фоновом уровне.

Можно утверждать, что организация упорядоченного экологического мониторинга на фоновом уровне начиналась в Советском Союзе с создания такой системы на базе биосферных заповедников. Обсуждение данного вопроса (в этой постановке) началось в 1974 г. Этот аспект был включен в сферу советско-американского сотрудничества в области охраны окружающей среды. В первом докладе на эту тему в 1975 г. представители советской стороны И.П. Герасимов, Ю.А. Израэль, В.Е. Соколов изложили концепцию организации биосферных заповедников (станций) для описанных целей - изучения, контроля и прогноза антропогенных изменений состояния биосферы. Таким образом, закрепленные за биосферными заповедниками (по проекту № 8 программы ЮНЕСКО "Человек и биосфера") задачи сохранения природных экосистем и генофонда растений и животных и некоторых частных исследований дополнялись комплексной программой экологического мониторинга, предусматривающей проведение постоянных наблюдений за фоновыми показателями состояния биосферы, за ее изменением за счет антропогенных причин, а также проведение исследований с целью научного обоснования выбора соответствующих параметров для контроля состояния природной среды.

Предполагалось изучить ряд геофизических характеристик, таких, например, как поток солнечной радиации, организовать наблюдения и изучение антропогенных преобразований круговорота важнейших химических элементов, исследования почвенного покрова, баланса и круговорота воды.

Планировалось тщательное изучение загрязнения природных сред, намечался для измерений в различных средах широкий круг ингредиентов.

Предполагалось исследования биоты проводить на биоценологическом (состав биоты, ее изменения, функциональная жизнедеятельность и биологическая продуктивность), видовом (динамика популяций индикаторных видов), физиологическом (фотосинтез, дыхание, рост, размножение) и молекулярно-генетическом (мутагенез, тератогенез) уровнях. Эти исследования должны быть тесно связаны с наблюдениями за абиотической составляющей биосферы.

Таким образом, в биосферных заповедниках предлагалось проводить всесторонние исследования как внешних факторов среды, так и внутренних процессов и явлений, происходящих в экосистемах, на фоновом уровне и в буферной (переходной) зоне, где можно было бы изучать различные виды землепользования и проводить сравнения результатов антропогенных воздействий с фоновым состоянием экосистем.

Комплексная программа экологического мониторинга на фоновом уровне на базе биосферных заповедников была подготовлена рядом советских научных учреждений - Институтом прикладной геофизики Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (подпрограмма комплексного фоновый мониторинга, включающая мониторинг загрязнений природной среды и мониторинг биологических от-

кликеров на воздействие загрязнений окружающей среды), Институтом географии АН СССР (подпрограмма изучения функциональных характеристик эталонных природных экосистем и их антропогенных модификаций) и Институтом эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова АН СССР (подпрограмма контроля состояния биоты), обсуждена на совместном заседании Биологической секции и секции "Мониторинг состояния биосферы" Совета по биосфере при Президиуме АН СССР в конце 1977 г., а затем изложена в работах. В эту программу были включены также предложения природоохранных учреждений Министерства сельского хозяйства СССР.

Ниже приводится краткое обоснование и научное содержание этой программы.

Программа фонового экологического мониторинга на базе биосферных заповедников включает разделы:

- мониторинг загрязнений природной среды и других факторов антропогенного воздействия;
- мониторинг откликов биоты на антропогенное воздействие, в первую очередь фоновых уровней загрязнения;
- наблюдения за изменением функциональных и структурных характеристик нетронутых ("эталонных") природных экосистем и их антропогенных модификаций.

Интерпретация результатов указанных наблюдений возможна лишь при тщательном изучении фоновых геофизических характеристик среды (гидрометеорологических наблюдений, включающих наблюдения радиационного баланса и т.п.). Измерения гидрометеорологических величин отнесены к первому разделу фонового экологического мониторинга - к "абиотическому" мониторингу.

Организация наблюдений, относящихся к первому разделу (мониторинг загрязнений природной среды), должна производиться так, чтобы получаемые результаты давали достаточную информацию о концентрации различных примесей в окружающей среде (включая биоту), о миграционных процессах и круговороте этих веществ, их накоплении и трансформации.

Предусмотрено измерение потока вещества из атмосферы на подстилающую поверхность, миграции с поверхностными и подземными водами, по трофическим цепям в экосистемах.

При выборе веществ для включения в программу измерений в биосферных заповедниках принимались во внимание такие критерии), как распространенность веществ, их устойчивость и мобильность в окружающей среде, способность к воздействию на биологические и геофизические системы (в том числе на климат и климатическую систему). Перечень веществ, отобранных таким образом (для различных сред), приведен в табл. 1. Этот перечень примесей аналогичен перечню, разработанному параллельно в США.

Периоды между измерениями (частота измерений) различны для разных сред - для воздуха и атмосферных осадков эти периоды составляют 10-20 дней, для других сред - от 2 до 6 месяцев.

Предусмотрено проведение также измерений, характеризующих состояние среды (мутность атмосферы, рН водной среды), наблюдение ряда гидрометеорологических величин, достаточных для интерпретации вопросов переноса, рассеивания и миграции загрязняющих веществ, солнечной радиации (включая ультрафиолетовое излучение).

Как отмечалось, при обсуждении данного раздела программы экологического мониторинга на фоновом уровне большое внимание было уделено приоритетности измеряемых факторов воздействия и эффектов в биосфере за счет наиболее существенных антропогенных воздействий. При этом первыми были названы воздействия, вызывающие наиболее сильную реакцию в экосистемах и представляющие для них наибольшую опасность.

Однако этот вопрос следует рассмотреть также и с позиций возможного наибольшего нарушения природного геохимического равновесия. По-видимому, такое нару-

шение если в настоящее время и не наносит значительного ущерба, то в будущем может привести к серьезным последствиям, т.е. представляет определенную потенциальную опасность. Некоторые загрязняющие вещества, попадающие в природную среду в результате человеческой деятельности, могут сильно изменить существующий природный фоновый уровень содержания этого вещества и тем самым нанести в настоящем или будущем (может быть, даже далеком будущем) серьезный ущерб (при этом не имеются в виду вещества, которые в естественном состоянии в природе отсутствуют полностью).

Для оценки изменения природного круговорота веществ, вызванного антропогенной деятельностью, в геохимии принято понятие технофильности, определяемое отношением ежегодной добычи данного химического элемента (в тоннах) к его кларковому содержанию в литосфере. Однако, по-видимому, более показательным является коэффициент K_{li} , характеризующий отношение суммарных выбросов i -го вещества в рассматриваемую природную среду (в тоннах) к его кларковому содержанию в литосфере.

В табл. 2 приведены такие данные в порядке убывания коэффициента K_{li} (для атмосферы). Из таблицы видно, что несмотря на сравнительно небольшие выбросы в атмосферу таких элементов, как ртуть, кадмий, сурьма, свинец, геохимическое равновесие может быть серьезно нарушено антропогенной деятельностью из-за их низких содержаний в земной коре, в то время как несмотря на значительные выбросы железа и алюминия роль этих выбросов в нарушении геохимического равновесия не является существенной.

Чрезвычайно интересно оценить приоритетность в "антропогенности" различных элементов, распространяющихся с аэрозолями,- эта характеристика

учитывает и количество выброшенного в атмосферу вещества в процессе хозяйственной деятельности человека, и способность к распространению на значительные расстояния (но без учета перехода в другие среды).

Такой критерий с учетом необходимости выявления реакций экосистем на антропогенные воздействия является особенно ценным.

В качестве опорного элемента были выбраны рассеянные элементы, не образующие значительных месторождений и обладающие небольшими значениями K_{li} (такие, как торий, цезий, скандий).

В табл. 3 приведены значения коэффициентов фракционирования K_g для аэрозолей, отобранных в нескольких промышленных и "фоновом" районах Средней Азии (значения $K_{(a+e)i}$ и K_{ei} соответственно).

В качестве фонового района был выбран высокогорный ледник (ледник Абрамова, Памир). Значения коэффициентов фракционирования в фоновых районах могут быть больше единицы за счет естественных процессов и могут характеризовать степень летучести химического элемента. Для определения приоритетности с учетом этого эффекта в таблице также приведены значения $K_{ai} = K_{(a+e)i} / K_{ei}$.

Таблица 1- Приоритетные примеси в природных средах для измерений в биосферных заповедниках

Измеряемые примеси	Среда				
	атмосфера	атмосферные осадки	поверхностные и подземные воды	почва	биота
Взвешенные частицы	+				
Озон ¹	+				
Оксид углерода	+				
Оксиды азота	+				
Углеводороды	+				
Бенз(а)пирен	+	+	+	+	+
Хлорорганические соединения (ДДТ и др.)	+	+	+	+	+
Тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, мышьяк)	+	+	+	+	+
Двуокись углерода	+				
Фреоны	+				
Биогенные элементы (азот, фосфор)			+	+	+
Анионы и катионы ³		+			
Радионуклиды		+			

¹ Интегральное количество и концентрация в приземном слое.

² Включая метилртуть.

³ По программе ВМО.

Таблица 2 - Величины, характеризующие технофильность различных элементов

Элемент	K_{Li}	Выбросы в атмосферу, т/год	Среднее содержание в литосфере, %
Hg	$4,5 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^{-6}$
Cd	$1,6 \cdot 10^9$	$2,5 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Sb	$1,0 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
Br	$9,0 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^{-4}$
Pb	$6,4 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Se	$3,6 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^{-5}$
Zn	$1,7 \cdot 10^8$	$9,0 \cdot 10^5$	$5,1 \cdot 10^{-3}$
Ag	$1,6 \cdot 10^8$	$8,0 \cdot 10^2$	$4,8 \cdot 10^{-6}$
As	$1,1 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^{-4}$
Fe	$8,3 \cdot 10^5$	$3,0 \cdot 10^6$	3,6
Al	$1,75 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^6$	8,0

Раздел мониторинга биотической составляющей биосферы (биотический мониторинг) включает фиксацию откликов биоты, оценку влияния на биоту уровней загрязнения, близких к фоновым. Такая задача является принципиально новой.

Экологический мониторинг на фоновом уровне включает программу полевых наблюдений, экспериментальную программу и программу математического моделирования. Вполне очевидно, что оценить влияние фоновых уровней загрязнения на биоту путем только полевых наблюдений практически не представляется возможным из-за исключительной длительности сбора данных, на основе которых можно достоверно выделить эффект воздействия этих очень небольших уровней воздействия.

Таблица 3 - Коэффициенты фракционирования различных элементов (по отношению к Th) в районах Средней Азии

Элемент	$K_{(a+e)i}$ (промышленный район)	K_{ei} (фоновый район)	K_{ai}
Sb	$7,0 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	5,0
As	$6,6 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$	6,0
Hg	$4,2 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^2$	20,0
Cr	$4,1 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^1$	3,4
Br	$6,4 \cdot 10^3$	$8,9 \cdot 10^3$	0,72
Fe	6,0	2,7	2,2
Co	$3,4 \cdot 10^1$	$2,9 \cdot 10^1$	1,2
Zn	$1,6 \cdot 10^3$	$5,5 \cdot 10^2$	2,9
Cs	$1,9 \cdot 10^1$	$2,6 \cdot 10^1$	0,71
Cd	$1,1 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^3$	3,1
Mo	$2,7 \cdot 10^2$	$5,4 \cdot 10^1$	5,0
W	$5,5 \cdot 10^1$	$3,7 \cdot 10^1$	1,5
Sc	2,5	3,8	0,66
Th	1,0	1,0	1,0

В связи с этим в программу экспериментальных исследований предлагается включить опыты по воздействию на элементы экосистемы биосферного заповедника эффектов существующих (идентифицированных при полевых наблюдениях) воздействий в специальных установках для поддержания постоянных (заданных) условий среды - экостатах.

В качестве интегрального показателя для построения кривых "доза-эффект" в соответствии с изложенными выше соображениями выбран коэффициент размножения. Выбор объектов для экспериментов и интерполяцию результатов предлагается производить в координатах филогенетического древа при минимизации ошибок интерполяции. Эти рекомендации получены на основании математического моделирования. В результате экспериментальных исследований и моделирования может быть получен прогноз качественного и количественного изменения экосистемы во времени.

В качестве программы полевых наблюдений биотического раздела экологического мониторинга, целью которой является оценка и контроль текущего состояния экосистемы, рекомендуется осуществлять наблюдения за видами, выпадение или снижение численности которых прогнозируется в первую очередь.

Академик Гиляров считает, что антропогенная деятельность отражается на составе и численности соотношения элементов почвенной фауны; эта особенность может быть использована при мониторинге, так же как и отдельные биоиндикаторы - концентраторы различных элементов (дождевые черви - концентраторы кадмия; жуки-жужелицы - свинца; мокрицы - меди; различные растения, например сон-трава,- концентратор кобальта и т.п.).

Есть предложения по изучению функциональных характеристик "эталонных" (природных) экосистем на фоновом уровне (в биосферных заповедниках) в сравнении с их антропогенными модификациями в буферных, промежуточных (с точки зрения антропогенного воздействия) зонах.

Предлагается осуществлять наблюдения как за климаксными экосистемами, так и за сукцессионными рядами экосистем, развивающихся и в естественных условиях (например, восстановление после пожара), и в результате антропогенных кратковременных (восстановление после вырубki) или непрерывных (в условиях антропогенного загрязнения) воздействий. Рекомендуются сравнительные наблюдения за пространственными сочетаниями природных экосистем, формирующихся при различных условиях, например, изучение водораздельных, склоновых и низменных экосистем.

В качестве исследуемых биомов предложены тропические леса, леса умеренной зоны (возможна детализация), луга, засушливые зоны, водные, горные и островные экосистемы, урбанизированные системы. В качестве компонентов экосистемы определены:

основной хищник, находящийся на вершине трофической пирамиды (птицы, млекопитающие), доминирующее травоядное животное, доминирующее растение, земляной червь, верхний (1 см) слой почвы и почвенный профиль, различные группы растительности (дерево, куст, трава, мох), почвенные организмы, отложения.

Таким представляется фоновый экологический мониторинг на суше.

Обоснование и организация фонового экологического мониторинга морской среды является самостоятельной задачей. Советский Союз предложил организовать ряд станций (полигонов) для долгопериодных наблюдений за фоновыми уровнями изменения морской среды по программе "Биосферные заповедники" и уже организовал такую станцию в Атлантическом океане.

На таких станциях биологический мониторинг должен сочетаться с геохимическим, мониторингом абиотической составляющей.

Так же как и на суше, биологический мониторинг моря должен осуществляться на различных уровнях - в первую очередь на организменном и популяционно-биоценотическом уровнях. На организменном уровне биологические показатели должны включать различные характеристики - морфологические (размерный состав гидробионтов, формы клеток микроорганизмов), экологические (ориентация гидробионтов в пространстве, частота движения жабер), биохимические (свойства отдельных ферментов, скорости различных биохимических процессов), физиологические (потребление кислорода, скорости роста и размножения) и генетические (скорость мутаций и др.).

Биологические реакции и последствия на популяционно-биоценотическом уровне могут быть оценены путем:

- определения основных структурных и функциональных характеристик сообществ, в том числе определения индекса разнообразия видов, определения продукционно-деструкционных характеристик;
- использования микробиологических показателей, так как микроорганизмы являются наиболее реактивным компонентом морских биогеоценозов;
- использования различных индикаторных форм гидробионтов.

Для организации станций (полигонов) фонового мониторинга морской среды в докладе [10а] было предложено выбирать районы с экосистемами, характеризующиеся различными трофическими уровнями, районы, удаленные от источников загрязнения, районы с легкоранимыми экосистемами. В докладе были предложены следующие возможные районы для размещения станций фонового мониторинга в Тихом океане: Берингово море, залив Аляски, вблизи Японских островов, Орегонского апвеллинга, вблизи Марианских островов, экваториального пассатного течения, Перуанского апвеллинга, Большого Барьерного Рифа и открытого олиготрофного района вблизи южных островов Лайн.

Региональный мониторинг

На территории крупных регионов больших государств, например, таких, как Российская Федерация, США, Канада и т. п., организуется региональный мониторинг. Он не только является частью государственного мониторинга, но и решает задачи, специфические для данной территории. Основная задача регионального мониторинга — получение более полной и детальной информации о состоянии окружающей среды региона и воздействии на нее техногенного фактора, что не представляется возможным сделать в рамках глобального и государственного мониторинга, так как в их программах нельзя учесть особенности каждого региона.

Локальный мониторинг

Этот мониторинг, как правило, является составной частью регионального и организуется для решения задач исключительно местного масштаба.

При организации и проведении локального мониторинга необходимо определить приоритетные загрязнители, за которыми уже ведутся наблюдения в рамках глобального, государственного и регионального мониторинга (или хотя бы большинство из них), а также загрязнители от имеющихся источников загрязнения или на основе изучения технологических регламентов (проектов) создаваемых производств.

К локальному мониторингу можно отнести мониторинг среднего города (с населением до 500 тыс. жителей), района расположения промышленного предприятия, ТЭС или АЭС, нефте- и газопромысла, а также небольших территорий специфических географических объектов (озеро, водохранилище, дельта реки).

По результатам локального мониторинга соответствующие компетентные органы могут приостановить деятельность предприятий, приводящих к сверхнормативному загрязнению окружающей среды, до ликвидации аварийной ситуации и ее последствий или улучшения технологического процесса, устраняющего возможность загрязнения. В особых случаях может ставиться вопрос о полном закрытии предприятия, его перепрофилировании или переносе в другую местность.

Раздел 2. Мониторинг химического загрязнения среды обитания

2.1. Мониторинг атмосферного воздуха, организованных и неорганизованных источников загрязнения атмосферы

Тема 4. Мониторинг атмосферного воздуха

Критерии оценки качества воздушной среды

В атмосферном воздухе:

а) для населённых мест, мг/м³

- предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК_{сс});
- предельно допустимая концентрация максимально разовая (ПДК_{мр}).

ПДК_{сс} - это такая концентрация, которая не должна оказывать на человека прямо или косвенного вредного воздействия при неограниченном количестве вдыхания (24 ч/сутки).

ПДК_{мр} - это такая концентрация, которая при вдыхании в течение 20 минут не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

б) для воздуха рабочей зоны, мг/м³

- предельно допустимая концентрация среднесменная (ПДК_{сс});
- предельно допустимая концентрация максимально разовая (ПДК_{мр}).

ПДК_{сс} – это концентрация, которая при ежедневной работе в пределах 8 часов или иной продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызывать в состоянии здоровья настоящего и последующего поколений заболеваний или отклонений, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы.

Если в воздухе имеется *n* веществ, то для веществ направленного действия в атмосферном воздухе населённых мест должно выполняться следующее условие:

$$e \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1.$$

Если это курортная зона, то

$$e \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 0,8.$$

На территории рабочей зоны:

$$e \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 0,3.$$

Если в воздухе находится вещества и они не однонаправленного действия, то для воздуха населённых мест и рабочей зоны должно выполняться условие:

$$C_i \leq ПДК_i.$$

Если же вещества обладают потенцированным действием (усиление воздействия одного вещества другим), то

$$e \sum_{i=1}^n \frac{K_i C_i}{ПДК_i} \leq 1,$$

где

K_i – коэффициент усиления;

C_i – концентрация i -го вещества;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества.

ОРГАНИЗАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Правила организации наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах изложены в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 "Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов". Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляют на постах. Постом наблюдения является выбранное место (точка местности), на котором размещают павильон или автомобиль, оборудованные соответствующими приборами.

Устанавливаются посты наблюдений трех категорий: стационарные, маршрутные, передвижные (подфакельные).

Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа. Из числа стационарных постов выделяются опорные стационарные посты, которые предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных и наиболее распространенных специфических загрязняющих веществ.

Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха, когда невозможно (нецелесообразно) установить стационарный пост или необходимо более детально изучить состояние загрязнения воздуха в отдельных районах, например в новых жилых районах.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника промышленных выбросов. Стационарные посты оборудованы специальными павильонами, которые устанавливают в заранее выбранных местах. Наблюдения на маршрутных постах проводятся с помощью передвижной лаборатории, которая оснащена необходимым оборудованием и

приборами. Маршрутные посты также устанавливают в заранее выбранных точках. Одна машина за рабочий день объезжает 4-5 точек. Порядок объезда автомашиной выбранных маршрутных постов должен быть одним и тем же, чтобы обеспечить определение концентраций примесей в постоянные сроки. Наблюдения под факелом предприятия проводятся также с помощью оборудованной автомашины. Подфакельные посты представляют собой точки, расположенные на фиксированных расстояниях от источника. Они перемещаются в соответствии с направлением факела обследуемого источника выбросов.

РАЗМЕЩЕНИЕ И КОЛИЧЕСТВО ПОСТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

Репрезентативность наблюдений за состоянием загрязнения атмосферы в городе зависит от правильности расположения поста на обследуемой территории. При выборе места для размещения поста прежде всего следует установить, какую информацию ожидают получить: уровень загрязнения воздуха, характерный для данного района города, или концентрацию примесей в конкретной точке, находящейся под влиянием выбросов отдельно-го промышленного предприятия, крупной автомагистрали.

В первом случае пост должен быть расположен на таком участке местности, который не подвергается воздействию отдельно стоящих источников выбросов. Благодаря значительному перемешиванию городского воздуха уровень загрязнения в районе поста будет определяться всеми источниками выбросов, расположенными на исследуемой территории. Во втором случае пост размещается в зоне максимальных концентраций примеси, связанных с выбросами рассматриваемого источника.

Каждый пост независимо от категории размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием: на асфальте, твердом грунте, газоне. Если пост разместить на закрытом участке (вблизи высоких зданий, на узкой улице, под кронами деревьев или вблизи низкого источника выбросов), то он будет характеризовать уровень загрязнения, создаваемый в конкретном месте, и будет или занижать реальный уровень загрязнения из-за поглощения газов густой зеленью, или завышать из-за застоя воздуха и скопления вредных веществ вблизи строений.

Стационарный и маршрутный посты размещаются в местах, выбранных на основе обязательного предварительного исследования загрязнения воздушной среды города промышленными выбросами, выбросами автотранспорта, бытовыми и другими источниками и изучения метеорологических условий рассеивания примесей путем эпизодических наблюдений, расчетов полей максимальных концентраций примесей. При этом следует учитывать повторяемость направления ветра над территорией города. При определенных направлениях выбросы от многочисленных предприятий могут создавать общий факел, соизмеримый с факелом крупного источника. Если повторяемость таких направлений ветра велика, то зона наибольшего среднего уровня загрязнения будет формироваться в 2-4 км от основной группы предприятий, причем иногда она может располагаться и на окраине города. Выбору местоположения стационарных постов должно предшествовать ознакомление с генеральным планом развития города, чтобы учесть планируемое размещение крупных источников выбросов и жилых районов. Для характеристики распределения концентрации примеси по городу посты необходимо устанавливать в первую очередь в тех жилых районах, где возможны наибольшие средние уровни загрязнения, затем в административном центре населенного пункта и в жилых районах с различными типами застройки, а также в парках, зонах отдыха. К числу наиболее загрязненных районов относятся зоны наибольших максимальных разовых и среднесуточных концентраций, создаваемые выбросами промышленных предприятий (такие зоны находятся в 0,5-2 км от низких источников выбросов и в 2-3 км от высоких), а также магистрали интенсивного движения транспорта, поскольку влияние автомагистрали обнаруживается лишь в непосредственной близости от нее (на 50-100 м).

Размещение стационарных постов согласовывается с местными органами Госкомгидромета и Минздрсоцразвития РФ. Открытие, закрытие или перенос постов ОГСНКА в течение года производится в соответствии с порядком, установленным Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам. Организации различных министерств и ведомств, проводящих наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, руководствуются требованиями настоящего документа. Перенос маршрутных и подфакельных постов осуществляется по решению местных органов Госкомгидромета или санитарно-эпидемиологической службы в зависимости от их принадлежности. Все изменения в течение года в составе сети ЕГСЭМ отражаются в статистической форме отчетности.

Число стационарных постов определяется в зависимости от численности населения в городе, площади населенного пункта, рельефа местности и степени индустриализации, рассредоточенности мест отдыха. В зависимости от численности населения устанавливается: 1 пост - до 50 тыс. жителей; 2 поста - 50-100 тыс. жителей; 2-3 поста - 100-200 тыс. жителей; 3-5 постов - 200-500 тыс. жителей; 5-10 постов - более 500 тыс. жителей; 10-20 постов (стационарных и маршрутных) - более 1 млн. жителей. Количество постов может быть увеличено в условиях сложного рельефа местности, при наличии большого количества источников загрязнения, а также при наличии на данной территории объектов, для которых чистота воздуха имеет первостепенное значение (например, уникальных парков, исторических сооружений и др.).

Обследование состояния загрязнения воздуха населенных пунктов проводится по специальной расширенной программе. В этом случае допускается увеличить число стационарных постов по согласованию с органами Госкомгидромета и Минздрсоцразвития РФ.

При подфакельных наблюдениях место отбора проб выбирают с учетом ожидаемых наибольших концентраций примесей на расстояниях 0,5; 1; 2; 3, ..., 10 км от границы санитарно-защитной зоны и конкретного источника загрязнения с подветренной стороны от него. За пределами санитарно-защитной зоны общее количество мест наблюдений устанавливается с учетом мощности источника и технической возможности проведения измерений.

Проведение подфакельных наблюдений

Для определения максимальных значений концентрации загрязняющих веществ, которые создаются при направленных выбросах от предприятий на тот или иной район города, а также размера зоны распространения примесей от данного предприятия, организуются подфакельные наблюдения, т.е. измерения концентраций примесей под осью факела выбросов из труб промышленных предприятий. Местоположение точек, в которых производится отбор проб воздуха для определения концентраций вредных веществ, меняется в зависимости от направления факела.

Подфакельные наблюдения проводятся в районе отдельно стоящего источника выбросов или группы источников как на территории города, так и за его пределами. Для проведения наблюдений, перевозки аппаратуры, с помощью которой осуществляется отбор проб воздуха, источников питания и радиостанций с радиусом действия не менее 10-15 км, необходима автомашина. С помощью автомобиля можно довольно быстро перемещаться из одной точки в другую и проводить наблюдения одним наблюдателем и одним комплектом аппаратуры в нескольких точках с некоторым сдвигом наблюдений по времени. За рабочую смену (8 ч) на одной машине можно провести наблюдения в 8-10 точках. Если на каждом пункте проводить наблюдения не менее двух раз в день, то с помощью одной машины можно осуществлять наблюдения в 4-5 точках.

Отбор проб при подфакельных наблюдениях проводится на расстояниях 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 15 и 30 км. Данные наблюдений на близких расстояниях от источника (0,5

км) характеризуют загрязнение атмосферы низкими источниками и неорганизованными выбросами, а на дальних - сумму от низких, неорганизованных и высоких выбросов.

Измерения концентраций проводятся в центральных (осевых) точках, расположенных по оси факела на различных расстояниях от источника выброса, и в точках слева и справа от линии, перпендикулярной оси факела. Расстояние между точками зависит от ширины факела: по мере удаления от источника выброса оно увеличивается и может колебаться от 50 до 300-400 м. Проведение отбора проб в зоне влияния факела предприятия на разных расстояниях от источника дает возможность проследить изменение концентраций вдоль факела и получить более достоверные данные. В случае изменения направления факела наблюдения перемещаются в зону влияния факела. Если из-за препятствий (водоемы, отсутствие подъездных дорог и т.д.) установить местоположение отбора проб на необходимых расстояниях от источника под факелом не представляется возможным, выбираются другие точки.

Более часто следует проводить наблюдения на расстояниях 10-40 средних высот труб от источника, где особенно велика вероятность появления максимума концентраций. Наблюдения проводятся за специфическими веществами, характерными для данного предприятия, и с таким расчетом, чтобы на каждом расстоянии от источника было не менее 50 измерений каждого вещества.

При выполнении подфакельных наблюдений наиболее существенной частью работы является установление направления факела и выбор точек отбора проб. Направление факела определяется по визуальным наблюдениям за очертаниями дыма. Если дымовое облако отсутствует, то направление факела определяется по направлению ветра (по данным шаропилотных наблюдений) на высоте выброса, по запаху вредных веществ, характерных для обследуемого источника, и по видимым факелам близлежащих источников.

Отбор проб воздуха под факелом осуществляется на высоте 1,5-3,5 м от поверхности земли в соответствии с методикой, применяемой при наблюдениях на стационарном посту. Подфакельные наблюдения следует выполнять в сроки проведения измерений на стационарных и маршрутных постах и дополнительно в другие сроки, чтобы изучить распределение максимальных концентраций в различные часы суток.

Сведения о максимальных концентрациях примесей на заданных расстояниях от источника могут быть получены и на стационарных постах при направлениях ветра со стороны источника.

ПРОГРАММА И СРОКИ НАБЛЮДЕНИЙ

Регулярные наблюдения на стационарных постах проводятся по одной из четырех программ наблюдений: полной (П), неполной (НП), сокращенной (СС), суточной (С).

Полная программа наблюдений предназначена для получения информации о разовых и среднесуточных концентрациях. Наблюдения по полной программе выполняются ежедневно путем непрерывной регистрации с помощью автоматических устройств или дискретно через равные промежутки времени не менее четырех раз при обязательном отборе в 1, 7, 13, 19 ч по местному декретному времени.

По неполной программе наблюдения проводятся с целью получения информации о разовых концентрациях ежедневно в 7, 13, 19 ч местного декретного времени.

По сокращенной программе наблюдения проводятся с целью получения информации только о разовых концентрациях ежедневно в 7 и 13 ч местного декретного времени. Наблюдения по сокращенной программе допускается проводить при температуре воздуха ниже минус 45 °С и в местах, где среднемесячные концентрации ниже 1/20 максимальной разовой ПДК или меньше нижнего предела диапазона измерений концентрации примеси используемым методом.

Допускается проводить наблюдения по скользящему графику в 7, 10, 13 ч во вторник, четверг, субботу и в 16, 19, 22 ч в понедельник, среду, пятницу. Наблюдения по скользящему графику предназначены для получения разовых концентраций.

Программа суточного отбора проб предназначена для получения информации о среднесуточной концентрации. В отличие от наблюдений по полной программе, наблюдения по этой программе проводятся путем непрерывного суточного отбора проб и не позволяют получать разовых значений концентрации. Все программы наблюдений позволяют получать концентрации среднемесячные, среднегодовые и средние за более длительный период.

Одновременно с отбором проб воздуха определяют следующие метеорологические параметры: направление и скорость ветра, температуру воздуха, состояние погоды и подстилающей поверхности. Для стационарных постов допускается смещение всех сроков наблюдений на 1 ч в одну сторону. Допускается не проводить наблюдения в воскресные и праздничные дни.

Наблюдения на маршрутных постах, как и на стационарных, проводятся по полной, неполной или сокращенной программе. Для этого типа постов разрешается смещение сроков наблюдений на 1 ч в обе стороны от стандартных сроков. Сроки отбора проб воздуха при подфакельных наблюдениях должны обеспечить выявление наибольших концентраций примесей, связанных с особенностями режима выбросов и метеорологических условий рассеивания примесей, и они могут отличаться от сроков наблюдений на стационарных и маршрутных постах.

В период неблагоприятных метеорологических условий, сопровождающихся значительным возрастанием содержания примесей до высокого уровня загрязнения (ВЗ), проводят наблюдения через каждые 3 ч. При этом отбирают пробы на территории наибольшей плотности населения на стационарных или маршрутных постах или под факелом основных источников загрязнения по усмотрению управления по гидрометеорологии (УГМ).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ ВЕЩЕСТВ, ПОДЛЕЖАЩИХ КОНТРОЛЮ

В атмосферный воздух города поступает большое количество различных вредных веществ. Повсеместно выбрасываются такие вредные вещества, как пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, диоксид и оксид азота (наблюдения за оксидом азота обязательно проводят только в городах с численностью населения 250 тыс. и более), оксид углерода, которые принято называть основными, а также различные специфические вещества, выбрасываемые отдельными производствами, предприятиями, цехами.

Перечень веществ для измерения на стационарных, маршрутных постах и при подфакельных наблюдениях устанавливается на основе сведений о составе и характере выбросов от источников загрязнения в городе и метеорологических условий рассеивания примесей. Определяются вещества, которые выбрасываются предприятиями города, и оценивается возможность превышения ПДК этих веществ. В результате составляется список веществ, подлежащих контролю в первую очередь. Принцип выбора вредных веществ и составления списка приоритетных веществ основан на использовании параметра потребления воздуха (ПВ):

реального

$$ПВ_i = \frac{M_i}{q_i} \quad (1)$$

и требуемого

$$\text{ПВ}_{\tau_i} = \frac{M_i}{\text{ПДК}_i} \quad (2)$$

где M_i - суммарное количество выбросов i -й примеси от всех источников, расположенных на территории города; q_i - концентрация, установленная по данным расчетов или наблюдений.

Устанавливается, будет ли средняя или максимальная концентрация примеси превышать при данных выбросах соответственно среднюю суточную $\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ или максимальную разовую $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$. Если $\text{ПВ}_{\tau_i} > \text{ПВ}_i$, то ожидаемая концентрация примеси в воздухе может быть равна ПДК или превысит ее, и, следовательно, i -я примесь должна контролироваться. Перечень веществ для организации наблюдений устанавливается сравнением $\text{ПВ}_{\text{с}}$ с $\text{ПВ}_{\text{т}}$ для средних ($\text{ПВ}_{\text{с.с}}$) и максимальных ($\text{ПВ}_{\text{м.р}}$) концентраций примесей.

Для выявления необходимости наблюдений за i -й примесью с использованием $\text{ПВ}_{\text{с.с}}$ предлагается графический метод. На рис. 1 показано семейство прямых линий, соответствующих $q = \text{ПДК}_{\text{с.с}}$ по заданным значениям M_i , потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) и характерного размера города L_j , определяемого условно как радиус круга площадью S_j , соответствующей площади города, т.е.

$$L_j = \sqrt{\frac{S_j}{\pi}} \quad (3)$$

ПЗА для города определяется по географическим зонам в соответствии с [Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 328 с.]

Если один или группа источников расположены за городской чертой на одной промплощадке, то учитывается повторяемость P_j (в долях единицы) направления ветра со стороны промплощадки. В этом случае вместо M_i берется $M' = M_i P_j$ (в среднем для европейской части СССР (ЕЧС) $\sum P_j$ принимается равной 0,5), а вместо L_j берется L'_j , равное 2 км, т.е. расстоянию, на котором средняя концентрация примеси имеет наибольшее значение.

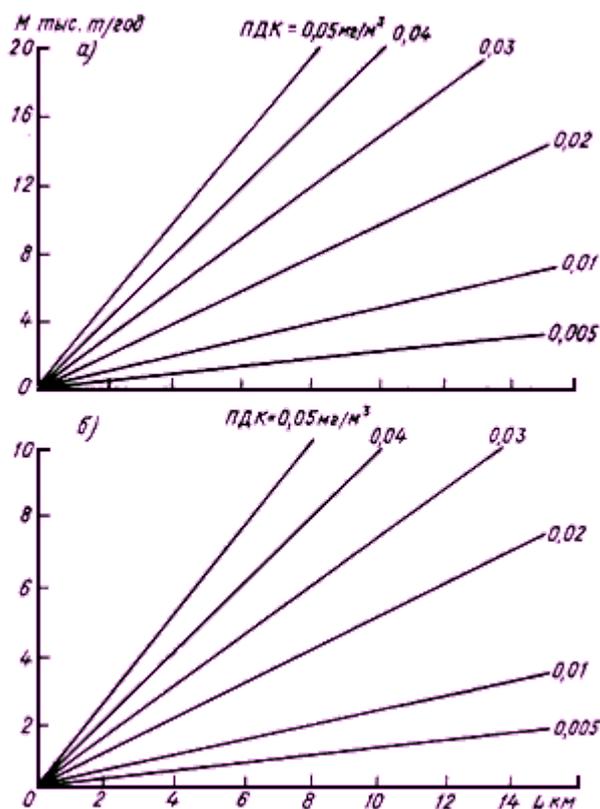
На рис. 1 для i -й примеси по значениям M_i (M'_i) L_j (L'_j) определяется местоположение точки по отношению к расчетной прямой $\bar{q}_i = \text{ПДК}_{\text{с.с.}i}$. Если точка попадает в область выше прямой или на прямую, то это означает, что ожидаемая средняя концентрация i -й примеси будет превышать санитарно-гигиеническую норму ($\text{ПДК}_{\text{с.с}}$) или будет равна ей и, следовательно, i -ю примесь необходимо контролировать. Если точка ложится ниже прямой, то контролировать i -ю примесь не следует (если при этом ожидаемое максимальное значение концентрации не будет превышать ПДК).

При применении графического метода следует учитывать, что прямые на рис. 1 соответствуют значениям $\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ от 0,005 до 0,05 мг/м³. Если значение ПДК i -й примеси больше 0,05 (или меньше 0,005), используется прямая линия, соответствующая значению $\text{ПДК}_{\text{с.с}}$, в 10 раз меньшему (или большему), чем ПДК, а значения M , нанесенные на оси координат, умножаются (или делятся) на 10. Например, для серной кислоты, имеющей

$\text{ПДК}_{\text{с.с}} = 0,1 \text{ мг/м}^3$, используем линию $\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ в $0,01 \text{ мг/м}^3$, а значения M на оси ординат умножаем на 10.

После отбора примесей, подлежащих контролю, определяется очередность организации контроля за специфическими примесями, выбрасываемыми разными источниками. Для этого рассчитывается параметр требуемого потребления воздуха ($\text{ПВ}_{\text{т1i}}$) по формуле

$$\text{ПВ}_{\text{т1i}} = \frac{M_i}{\text{ПДК}_{\text{с.с.i}}} \text{ или } \text{ПВ}_{\text{т1i}} = \frac{M_i}{\text{ПДК}_{\text{с.с.i}}} * \quad (4)$$



а - для городов с ПЗА=2,5...3,0; б - для городов с ПЗА>3,0.

Рисунок 1 - Зависимость между суммарными выбросами M , характерным размером города L и средней концентрацией примеси $Q = \text{ПДК}$

Если $\text{ПВ}_{\text{т11}} > \text{ПВ}_{\text{т12}} > \text{ПВ}_{\text{т13}} > \dots$, то первой в список контролируемых примесей войдет примесь с наибольшим значением $\text{ПВ}_{\text{т1}}$ под номером 1, второй - примесь со следующим значением $\text{ПВ}_{\text{т1}}$ под номером 2 и т.д. Таким образом составляется первый предварительный список примесей в порядке 1, 2, 3,... Если несколько примесей имеют одинаковые значения $\text{ПВ}_{\text{т1}}$, то сначала записывается примесь класса опасности 1, затем 2, 3 и 4.

С помощью рис.1 можно определить целесообразность организации наблюдений за основными примесями в городах, где контроль не осуществляется, а по величине $\text{ПВ}_{\text{т1}}$

составить список городов, где необходимо организовать наблюдения за основными примесями на территории УГМ.

Перейдем к оценке ожидаемой максимальной концентрации примесей. В этом случае при выборе примесей для контроля их содержания в воздухе устанавливается соотношение ($ПВ_2$) между ожидаемой при данных выбросах максимальной разовой концентрацией i -й примеси и ее $ПДК_{м.р.}$. Значения $ПВ_2$ для наиболее часто встречающихся неблагоприятных условий рассеивания отдельно для холодных и горячих выбросов на соответствующих высотах и различных скоростей выхода газовой смеси из трубы, т.е. для различных A , ΔT , H , v , приведены в табл.2.1. Отдельно рассматриваются выбросы с разностью значений температуры выбрасываемой газовой смеси и окружающего воздуха $\Delta T < 50$ °С и $\Delta T \geq 50$ °С. Коэффициент A определяется для рассматриваемого города в соответствии с СН 369-74.

Таблица 1 - Параметр $ПВ_2 = M/q$ (тыс. т·м³/(мг·год)) для разных значений A (с^{2/3}·м·°С^{1/3}/Г) и V (м³/с)

A	v	H , м			v	H , м		
		20	50	100		50	100	250
Низкие и холодные выбросы ($\Delta T < 50$)					Высокие и горячие выбросы ($\Delta T \geq 50$)			
120	1	0,3	1,6	6,6	50	3,5	14,0	87,4
120	10	0,6	3,6	14,2	1200	10,1	40,3	252,1
160	1	0,2	1,2	5,0	50	2,6	10,5	65,6
160	10	0,4	2,7	10,7	1200	7,6	30,3	189,1
200	1	0,2	1,0	4,0	50	2,1	8,4	52,4
200	10	0,3	2,1	8,5	1200	6,0	24,2	151,3
240	1	0,1	0,8	3,3	50	1,8	7,0	43,7
240	10	0,3	1,8	7,1	1200	5,0	20,2	126,1

Значения H устанавливаются с учетом следующих условий.

Если примесь поступает в атмосферу от многих мелких источников и автотранспорта, принимается $H \leq 20$ м. Если примеси выбрасываются из нескольких промышленных источников разной высоты, то принимаем условно $H = 50$ м, что примерно соответствует средней высоте труб. Если в городе основные примеси выбрасываются в основном промышленными предприятиями с высокими трубами (ТЭЦ, ГРЭС и др.), то для них принимается H , равная 100-250 м.

По значениям M_i и $ПДК_{м.р.}$ определяется параметр реального потребления воздуха, который сравнивается затем с $ПВ_{т_2}$. Если $ПВ_{т_2 i} > ПВ_{2i}$, то i -я примесь включается во второй предварительный список примесей, рекомендованных для контроля.

С помощью значений $ПВ_2$, приведенных в табл. 1, определяется второй предварительный список. Этот список одновременно является списком городов, где необходимо организовать наблюдения за основными примесями.

Окончательный приоритетный список примесей, рекомендуемых для наблюдений в городах на сети ЕГСЭМ, составляется из двух списков. Сначала распределяются места в списке примесей по значению $ПВ_{т_1}$. Номер первый присваивается примеси, которой соответствует наибольшее значение $ПВ_{т_1}$. Затем распределяются места в порядке убывания значений $ПВ_{т_2}$.

Работа проводится в несколько этапов. Окончательный приоритетный список составляется по сумме мест в предварительных списках, составленных по значениям $ПВ_{т_1}$ и $ПВ_{т_2}$. При этом примеси, для которых нет $ПДК_{м.р.}$, включаются в список по удвоенному номеру места, полученного по значению $ПВ_{т_1}$. Если несколько примесей имеют одинаковые номера мест в окончательном списке, то очередность этих примесей устанавливается по классу опасности веществ. В первую очередь записываются примеси классов опасности 1 и 2.

Пример. Требуется составить приоритетный список примесей, подлежащих контролю в городе N.

1. В соответствии с данными инвентаризации выбросов вредных веществ в городе N, расположенном на ЕЧС ($A=120$; ПЗА=2,5), характерный размер которого $L=6$ км, высота выбросов $H=50$ м, $\Delta T > 50$, в табл.2.2 приведены значения количества выбросов M для восьми примесей (графа 2), а также значения $ПДК_{с.с}$ и $ПДК_{м.р}$ (графы 3 и 4).

2. Из списка исключаются примеси, не имеющие ПДК.

3. Для основных примесей (диоксида азота, диоксида серы), выбрасываемых множеством предприятий, принимается характерный размер города $L=6$ км. На рис.1 по значениям M и L для этих примесей определяем, что средние концентрации \bar{q}_{SO_2} , \bar{q}_{NO_2} , будут превышать соответствующие ПДК, и в таблице в графе 5 ставим знаки плюс.

4. Для специфических примесей, поступающих в атмосферу от одиночных источников (акролеин, аммиак и др.), рассчитывается $M = M'P$, где $P=0,5$ (так как данный город расположен на ЕЧС). Из рис.1 по значению M' и $L'=2$ км определяем, что необходимо контролировать средние концентрации следующих примесей: аммиак, свинец и сероводород. Против них в графе 5 ставится знак плюс, против остальных специфических записей - знак минус.

5. Рассчитываются значения $ПВ_{т_2}$ для всех примесей, имеющих $ПДК_{м.р}$ (графа 8) и сравниваются эти значения с $ПВ_2$ из табл. 1 для выбросов при $\Delta T > 50$, $H=50$ м. Для примесей, у которых $ПВ_{т_2} > ПВ_2$, ставим в графе 6 знак плюс (диоксид азота, аммиак, ацетон, диоксид серы, сероводород).

6. Рассчитывается индекс $ПВ_{т_1}$ для примесей со знаками "+ +", "- +" (или "+ -") и записывается в графу 7.

7. По значению ПВ_{T_1} для шести примесей устанавливаются номера мест с 1-го по 6-е. Они помещаются в графу 9. По значениям ПВ_{T_2} номера мест с 1-го по 5-е записываются в графу 10.

8. Определяется сумма мест для каждой из шести примесей и записывается в графу 11. Для свинца, у которого нет $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$, номер места равен $3 \times 2 = 6$.

9. Составляется приоритетный список примесей для организации наблюдений в городе N. При этом для одинаковых значений суммы мест первой ставится примесь с большим значением $\text{ПВ}_{\text{T}_1} + \text{ПВ}_{\text{T}_2}$ или примесь, класс опасности которой выше (имеет меньший номер).

Таблица 2 - Пример составления приоритетного списка для контроля на ОГСНКА для города N (ЕЧС) при $\text{ПДК}_{\text{с.с}}=120$, $\text{ПЗА}=2,5$, $L=6$ км, $H=50$ м

Примесь	M тыс. т/год	ПДК _{с.с}	ПДК _{м.р}	Контроль по		ПВ _{T1}	ПВ _{T2}	Номер места по		Сумма мест
				ПВ _{T1}	ПВ _{T2}			ПВ _{T1}	ПВ _{T2}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Азота диоксид	12,07	0,04	0,085	+	+	301,8	142,0	2	1	3
2. Акролеин	0,001	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-
3. Аммиак	7,938	0,04	0,2	+	+	198,4	39,69	4	4	8
4. Ацетон	1,932	0,35	0,35	-	+	5,52	5,52	6	5	11
5. Изопентан	0,013	Нет ПДК								
6. Свинец	0,071 0	0,0003	Нет ПДК	+		236,7		3		6
7. Серы диоксид	20,04	0,05	0,5	+	+	400,8	40,08	1	3	4
8. Сероводород	0,823	0,008	0,008	+	+	102,9	102,9	5	2	7

Примечание. В графах 5, 6 плюс - контроль нужен, минус - контроль не нужен. Для сероводорода значение $\text{ПДК}_{\text{с.с}}$, равное 8, взято условно.

Приоритетный список

- | | | |
|------------------|----------------|-----------|
| 1. Диоксид азота | 3. Свинец | 5. Аммиак |
| 2. Диоксид серы | 4. Сероводород | 6. Ацетон |

На основании установленного перечня веществ, подлежащих контролю, в каждом городе определяются вещества для организации наблюдений на постах. На опорных стационарных постах организуются наблюдения за содержанием основных загрязняющих веществ: пыли, диоксида серы, оксида углерода, оксида и диоксида азота, - и за специфическими веществами, которые характерны для промышленных выбросов многих предприятий данного города (населенного пункта).

На неопорных стационарных и маршрутных постах проводятся наблюдения за содержанием специфических примесей приоритетного списка, характерных для близлежащих источников выбросов. Наблюдения за основными примесями на этих постах проводятся по сокращенной программе или не проводятся, если среднемесячная концентрация этих веществ в течение года не превышала 0,5 среднесуточной ПДК. Одна специфическая примесь контролируется на 2-3 стационарных постах одновременно.

Кроме веществ, приоритет которых установлен по изложенной методике, в обязательный перечень контролируемых веществ в городе включаются:

- растворимые сульфаты - в городах с населением более 100 тыс. жителей;
- формальдегид и соединения свинца - в городах с населением более 500 тыс. жителей, поскольку эти примеси в большом количестве выбрасываются автомобилями;
- металлы - в городах с предприятиями черной и цветной металлургии;
- бенз(а)пирен - в городах с населением более 100 тыс. жителей и в населенных пунктах с крупными источниками выбросов;
- пестициды - в городах, расположенных вблизи крупных сельскохозяйственных территорий, на которых используются пестициды.

Выбросы перечисленных веществ трудно точно установить, и их приоритет не может быть определен по изложенной методике.

Перечень вредных веществ, подлежащих контролю, пересматривается при изменении данных инвентаризации промышленных выбросов, появлении новых источников выбросов, реконструкции предприятий, но не реже 1 раза в 3 года.

Расширение перечня контролируемых веществ осуществляется после предварительных наблюдений, направленных на ориентировочную оценку состояния загрязнения. Такие наблюдения могут проводиться на стационарных, маршрутных постах или при эпизодических обследованиях.

При подфакельных измерениях наблюдения за основными примесями не проводятся, так как трудно выделить вклад исследуемого источника в уровень загрязнения воздуха этими примесями. Под факелом предприятия выполняются наблюдения за специфическими вредными веществами, характерными для выбросов этого предприятия. Программа подфакельных наблюдений составляется таким образом, чтобы число измерений концентрации данной примеси за год на каждом заданном расстоянии от источника было не менее 50. С помощью подфакельных наблюдений можно обеспечить контроль ряда специфических веществ, которые выбрасываются низкими источниками и влияние которых ограничивается небольшим районом.

Эпизодические обследования небольших населенных пунктов по специальным программам должны проводиться таким образом, чтобы обеспечить за период обследования населенного пункта не менее 200 наблюдений за концентрацией каждой примеси.

Ежегодно составляется программа работы каждого поста наблюдений (табл. 3).

Таблица 3 - Программа работы постов в городах

Город, номер поста	Пыль	Диоксид серы	Оксид углерода	Диоксид азота	Оксид азота	Растворимые сульфаты	Серо-водород	Метилмеркаптан	Углеводороды	БП	Тяжелые металлы	Программа наблюдений
Город	3	2	4	1			5	7	6			
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		НП
2	X	X	X	X								НП
3	X	X	X	X			X	X	X			НП

В первой строке программы указывается приоритет каждого вещества в городе. Во второй и последующих строках для каждого поста крестиком отмечаются те вещества, которые измеряются на данном посту.

ВЫСОТА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОТБОРА ПРОБ

При определении приземной концентрации примеси в атмосфере отбор проб и измерение концентрации примеси проводятся на высоте 1,5-3,5 м от поверхности земли.

Продолжительность отбора проб воздуха для определения разовых концентраций примесей составляет 20-30 мин.

Продолжительность отбора проб воздуха для определения среднесуточных концентраций загрязняющих веществ при дискретных наблюдениях по полной программе составляет 20-30 мин через равные промежутки времени в сроки 1, 7, 13 и 19 ч, при непрерывном отборе проб - 24 ч.

Конкретные требования к методам и средствам отбора проб, условиям их хранения и транспортировки, индивидуальным для каждого загрязняющего вещества, указаны в разделах 4 и 5 РД 52.04.186-89. РУКОВОДСТВО ПО КОНТРОЛЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ.

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Одновременно с отбором проб воздуха или регистрацией концентраций примесей на стационарных и маршрутных постах проводятся метеорологические наблюдения за скоростью, направлением ветра, температурой воздуха, состоянием погоды, при подфакельных наблюдениях - за скоростью и направлением ветра. Метеорологические наблюдения на стационарных постах выполняются с помощью метеорологического оборудования, находящегося в лаборатории "Пост-1" и "Пост-2". Скорость и направление ветра при подфакельных наблюдениях определяются на высоте 2 м с помощью ручного анемометра и выпела. Последовательность проведения метеорологических наблюдений описана в разделе 4. Продолжительность метеорологических наблюдений составляет 10 мин.

ОРГАНИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ПРОБ

Пробы воздуха, отобранные на постах сети станций наблюдений за загрязнением атмосферы, доставляют в одно из химических подразделений, где осуществляется их анализ. Имеется четыре типа химических подразделений: 1) группа или лаборатория наблю-

дений за загрязнением атмосферы, 2) кустовая лаборатория или группа наблюдений за загрязнением атмосферы, 3) централизованные лаборатории различной специализации, 4) специализированные лаборатории научно-исследовательских учреждений.

Группы или лаборатории наблюдений за загрязнением атмосферы осуществляют химический анализ проб воздуха, отобранных на постах в том же городе, с целью определения содержания основных и наиболее распространенных специфических примесей.

Кустовые лаборатории или группы осуществляют анализ проб, отобранных на постах в других городах и пересылаемых в кустовые лаборатории рейсовым транспортом. В этих лабораториях проводят также химический анализ, который не может быть выполнен в лабораториях первого типа.

Централизованные специализированные лаборатории обеспечивают проведение многокомпонентного (спектрального, хроматографического и др.) анализа на определенную группу веществ (металлы, органические соединения и пр.), газовых проб и аэрозольных фильтров, отобранных в ряде городов на территории одного или нескольких УГМ.

Специализированные лаборатории научно-исследовательских учреждений осуществляют детальный анализ проб воздуха для определения содержания тех веществ, анализ которых не производится сетевыми подразделениями.

СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ДЕЛА ПОСТА

Техническое дело составляется для каждого стационарного и маршрутного поста (табл.4). Техническое дело хранится на посту. В нем содержатся необходимые данные о постах, программах их работы, используемых приборах, в него вносятся изменения в программе работы, сведения о замене приборов, оборудования, проведенных инспекциях поста.

Таблица 4 - Форма титульного листа технического дела поста

Управление по гидрометеорологии

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДЕЛО ПОСТА

Город _____

Республика, край, область, район _____

Пост _____
(опорный, стационарный, неопорный, маршрутный)

Координатный номер поста _____

Номер поста на схеме _____

Адрес организации, которой подчинен пост _____

Телефон _____

(СЭС, предприятие)

Кем и когда закреплен земельный участок для поста _____

Крупные предприятия вблизи поста и их номер на схеме _____

Источник энергопитания _____

Дата организации наблюдений на посту _____

Дата переноса, закрытия поста _____

Причина переноса, закрытия поста _____

Подпись руководителя _____

Форма записи при составлении технического дела

1. Результаты инспекции поста

№ п/п	Дата проведения инспекции	Кто проводил (организация, фамилия, и.о.)	Основные замечания	Подпись принявшего замечания

2. Схема расположения поста

(На схеме должны быть показаны автомагистрали, промышленные предприятия и другие источники выбросов, массивы зеленых насаждений, расположенные в радиусе нескольких километров от поста.

Под схемой могут быть помещены краткие сведения о расположении относительно ПНЗ источников выбросов, которые могут оказывать влияние на степень загрязнения воздуха вблизи ПНЗ).

3. Программа работы поста

№ п/п	Перечень веществ	Сроки наблюдений	Используемые приборы	Продолжительность отбора

Когда и кем утверждена программа _____

4. Программа метеорологических наблюдений

Вид наблюдений	С какого времени ведутся наблюдения	Используемые приборы	Даты проверок

5. Сведения о приборах и оборудовании, установленных на посту

Название прибора	Дата установки	Дата снятия

На титульном листе записываются: название управления, города (и его административная подчиненность), название поста (опорный стационарный, неопорный стационарный, маршрутный), координаты поста, номер поста на схеме и в информативных документах, адрес организации, которой подчинен пост, номер ее телефона и другие сведения.

Техническое дело состоит из пяти разделов.

1. Запись замечаний лиц, инспектирующих посты; в этом разделе 1 раз в 2-3 года дается заключение о репрезентативности поста.

2. Схема расположения поста, на которой следует указать местоположение основных источников загрязнения в районе поста и расстояние до них, расстояние до строений, высоких зеленых насаждений и т.д.

3. Программа работы поста с указанием сроков наблюдений для каждого измеряемого вещества отдельно, используемых приборов и продолжительности отбора проб воздуха.

4. Программа метеорологических наблюдений с указанием используемых приборов.

5. Сведения о приборах и оборудовании, установленных на посту (включая лабораторию "Пост-1", "Пост-2" или др.).

ОТБОР ПРОБ ВОЗДУХА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

РЕЖИМ ОТБОРА ПРОБ

Определение концентраций многих вредных примесей в атмосфере производится лабораторными методами. Отбор проб осуществляется путем аспирации определенного объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким или твердым сорбентом для улавливания вещества, или через аэрозольный фильтр, задерживающий содержащиеся в воздухе частицы. Определяемая примесь из большого объема воздуха концентрируется в небольшом объеме сорбента или на фильтре. Параметры отбора проб, такие как расход воздуха и продолжительность его аспирации через поглотительный прибор, тип поглотительного прибора или фильтра, устанавливаются в зависимости от определяемого вещества.

При наблюдениях за уровнем загрязнения атмосферы используются следующие режимы отбора проб: **разовый**, продолжающийся 20-30 мин; **дискретный**, при котором в один поглотительный прибор или на фильтр через равные промежутки времени в течение

суток отбирают несколько (от 3 до 8) разовых проб, и **суточный**, при котором отбор в один поглотительный прибор или на фильтр производится непрерывно в течение суток.

Отбор проб атмосферного воздуха осуществляется на стационарных или передвижных постах, укомплектованных оборудованием для проведения отбора проб воздуха и автоматическими газоанализаторами для непрерывного определения концентраций вредных примесей. Одновременно с проведением отбора проб непрерывно измеряются скорость и направление ветра, температура воздуха, атмосферное давление, фиксируется состояние погоды и подстилающей поверхности почвы.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ И НАБЛЮДЕНИЙ ЗА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Средства измерения

Используемые на стационарных постах средства измерения размещаются в комплектных лабораториях "Пост-1" и "Пост-2", на маршрутных и подфакельных постах - в автолаборатории "Атмосфера-II". Для отбора проб воздуха используются электроаспираторы или воздухоотборники.

Электроаспираторы модели 822 и ЭА-1 предназначены для отбора разовых (20-30 мин) проб воздуха в поглотительные приборы с целью дальнейшего определения концентраций газообразных примесей и сажи. Используются в стационарных лабораториях "Пост-1" и "Пост-2". Электроаспиратор ЭА-1А также предназначен для отбора разовых проб, имеет автономное питание и используется в автолаборатории "Атмосфера-II". Электроаспиратор ЭА-2 предназначен для отбора разовых проб воздуха на фильтры с целью дальнейшего определения концентраций аэрозольных примесей. Используется в лабораториях "Пост-2". Характеристики фильтров приведены в приложении 4.1.

Электроаспиратор ЭА-2С предназначен для отбора суточных проб на один фильтр в циклическом или непрерывном режиме. Используется в лаборатории "Пост-2". С 1988 г. серийно выпускается электроаспиратор ЭА-2СМ взамен снятых с производства электроаспираторов ЭА-2 и ЭА-2С. Он предназначен для отбора разовых или суточных проб на один фильтр в циклическом или непрерывном режиме. Используется в "Пост-2".

Электроаспиратор ЭА-3 предназначен для отбора разовых или суточных проб большого объема на один фильтр и адсорбер с твердым сорбентом для определения малых концентраций примесей, находящихся в газообразном и аэрозольном состоянии. Используется на станциях фоновоего мониторинга и в населенных пунктах, где устанавливается автономно на охраняемой территории.

Воздухоотборник "Компонент" предназначен для циклического отбора разовых проб воздуха в поглотительные приборы с целью дальнейшего определения концентрации газообразных примесей. Предусмотрен автоматический отбор 32 проб, распределенных по четырем каналам. Используется в стационарных лабораториях "Пост-2".

Основные технические данные электроаспираторов, используемых на сети ОГСН-КА, приведены в табл.4, технические средства и характеристики комплектных лабораторий - в табл. 5.

Параметр	ЭА-1	ЭА-1А	Модель 822	"Компонент"	ЭА-2	ЭА-2С	ЭА-2СМ	ЭА-3
Число каналов	4	4	4	4	1	1	1	1
Диапазон расхода воздуха в каждом канале, дм ³ /мин	0,25-5,00	0,25-5,00	0,1-1,0; 1-20	0,25-5,00	150-250	75-125	70-250	600
Максимальное разрежение, Па	14000	6500	10790	8000	12000	7500	4500	4500
Суммарный расход, дм ³ /мин	20	10	42	8	250	125	250	600
Основная приведенная погрешность измерения, %, не более	10	10	10	5	6	5	5	5
Напряжение питания, В	220	12	220	220	220	220/380	220/380	220/380
Частота, Гц	50	0	50	50	50	50	50	50
Масса, кг	25	8	8	100	43	80	78	350
Потребляемая мощность, В·А	500	40	130	800	1300	1700	505	1500
Длительность отбора пробы (мин) и режим работы	20	20	20	20 (автоматический, циклический)	20	Непрерывный или циклический	20; непрерывный или циклический	Непрерывный или циклический
Измеритель объема, расхода или стабилизатор расхода воздуха	Ротаметры	Ротаметры	Ротаметры	Критические сопла	РГ-40	РГ-40	РГ-40	РГ-40
Прибор предназначен для определения концентрации	Газов	Газов и пыли	Газов	Газов	Пыли	Пыли	Пыли	Пыли и газов
Вид поглотителя	Жидкий или твердый сорбент	Жидкий или твердый сорбент, фильтр АФА-ВП-20	Жидкий или твердый сорбент	Жидкий или твердый сорбент	Фильтр из ткани ФПП	Фильтр АФА-ВП-20	Фильтры АФА-ВП-20, из ткани ФПП	Фильтры из ткани ФПП, АФА-ВП-20, твердый сорбент

Таблица 5 - Технические средства и характеристики комплектных лабораторий

Характеристики	"Пост-1"	"Пост-2"	"Атмосфера-II"
Автоматические газоанализаторы	ГМК-3	ГМК-3	Газоиндикаторы "Атмосфера-I", "Атмосфера-II"
Измеряемые вещества		Пыль, газовые примеси	
Метеорологические приборы	М-47	М-63МР, ГС-210	М-49
Диапазоны измеряемых метеорологических элементов			
скорость ветра, м/с	1,5-60	1,5-60	1,5-60
направление ветра, ...°	0-360	0-360	0-360
температура, °С	-55...+45	-40...+50	-30...+50
относительная влажность, %	30-100	30-100	10-100
атмосферное давление, кПа	40-108	40-108	40-108
Электропитание			
напряжение, В	220±10%	(220/380)±10%	220±10%
частота, Гц	50±0,5	50±0,5	50±0,5
потребляемая мощность, кВт	До 4	До 8	До 4
Размеры			
длина, мм	2100	2200	4360 (2730)
ширина, мм	2100	2700	1940 (1820)
высота, мм	7830	7600	2090 (1320)
масса, кг	2300	3000	2670
Срок службы, лет	10	10	10
Электроаспираторы	Модель 822, пылесос с фильтродержателем и ротаметром РС-7	ЭА-1, ЭА-2, ЭА-2С, ЭА-2СМ, "Компонент"	Модель 822, пылесос с фильтродержателем и счетчиком газа РГ-40-1
Способ отбора проб для анализа	Ручной	Ручной и автоматический	Ручной
Время подготовки к работе, мин	30	30	30

Примечание. В скобках приведены внутренние размеры салона автофургона.

Электроаспиратор ЭА-1 (рис. 2) состоит из побудителя расхода (ротационного насоса), четырех ротаметров, регулирующих вентилях и реле времени, штатива, на котором укреплены коллектор, поглотительные приборы и патроны-переходники, предотвращающие попадание поглотительных растворов в ротаметры.

Рисунок 2 - Электроаспиратор ЭА-1

Электроаспиратор ЭА-1А (рис. 3) состоит из побудителя расхода, четырех ротаметров, батареи аккумуляторов и штатива.

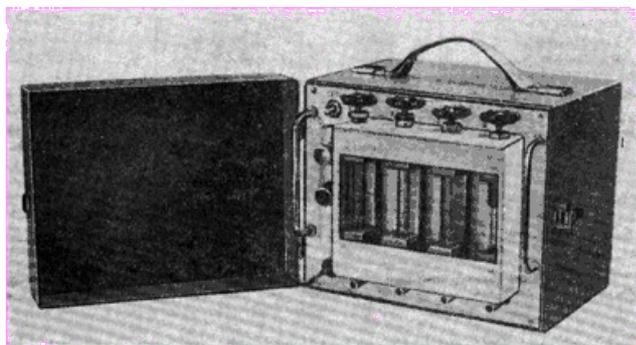


Рисунок 3 - Электроаспиратор ЭА-1А

Электроаспиратор ЭА-2 (рис. 4) состоит из фильтродержателя, блока аспирации с пультом управления и расходомером и побудителя расхода (пылесоса). Расходомер состоит из счетчика газа РГ-40-1, измерительной диафрагмы, дросселя и нагревателя с терморегулятором, который включается при отрицательной температуре отбираемого воздуха и автоматически поддерживает его постоянную температуру (20 ± 1) °С.

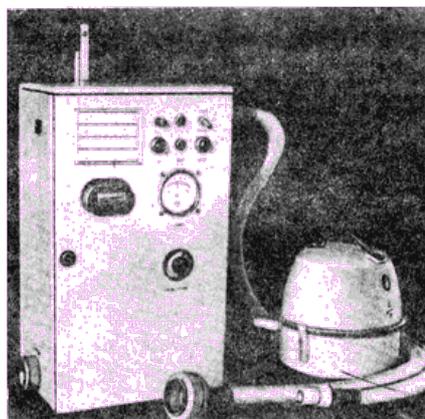


Рисунок 4 - Электроаспиратор ЭА-2

Электронагреватель снабжен блокировкой, исключающей возможность его включения при неработающем побудителе расхода. ЭА-2 имеет реле времени, обеспечивающее автоматическое выключение электроасpirатора по истечении заданного интервала времени.

Электроасpirатор ЭА-2С (рис. 5) состоит из фильтродержателя, блока аспирации с расходомером и побудителя расхода (вихревого вентилятора). Блок аспирации включает в себя счетчик газа РГ-40-1, измерительную диафрагму, дифманометр и дроссель для регулировки и определения расхода воздуха, воздуховод с электронагревателем и терморегулятором для поддержания постоянной температуры отбираемого воздуха при отрицательных температурах наружного воздуха (электронагреватель снабжен блокировкой, исключающей возможность его включения при неработающем побудителе расхода), два реле времени для установки длительности рабочего периода и паузы при циклическом режиме работы электроасpirатора в пределах от 4 мин до 3 ч. Выключение электроасpirатора осуществляется вручную кнопкой "Стоп" или автоматически (в автоматическом режиме).

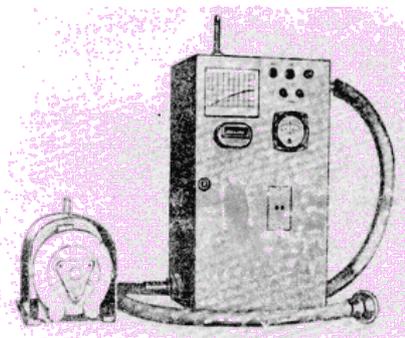


Рисунок 5 - Электроасpirатор ЭА-2С

ЭА-2С-М - универсальный электроасpirатор, сочетающий возможности ЭА-2 и ЭА-2С; по конструкции подобен электроасpirатору ЭА-2.

Электроасpirатор ЭА-3 (рис. 6) состоит из тех же основных частей, что и электроасpirатор ЭА-2С. Отличие заключается в том, что все они размещены в специальном термоизолированном металлическом шкафу, а фильтродержатель находится над шкафом и имеет защиту от попадания на фильтр осадков. Электроасpirатор снабжен двумя сменными фильтродержателями. Первый предназначен для отбора проб пыли из атмосферного воздуха на фильтр из ткани ФП с площадью рабочей поверхности 160 см^2 ; второй - для отбора проб воздуха на фильтр АФА-20 и твердые сорбенты.

Воздухоотборник "Компонент" состоит из вакуумного насоса и корпуса, в котором находятся реле времени, вакуумметр, системы электромеханических реле и клапанов. Постоянство расхода воздуха обеспечивается термостатированными критическими соплами, также расположенными внутри корпуса. На верхней части корпуса расположены воздуховоды, поглотительные приборы и защитные фильтры.

Комплектная лаборатория "Пост-1"

В лаборатории "Пост-1" размещается основное и вспомогательное оборудование для проведения наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы и измерения метеорологических элементов. Приборы и оборудование лаборатории работают при температуре (10-35) °С, относительной влажности до 80% (при 20 °С) и атмосферном давлении 90-104 кПа (680-785 мм рт. ст.).

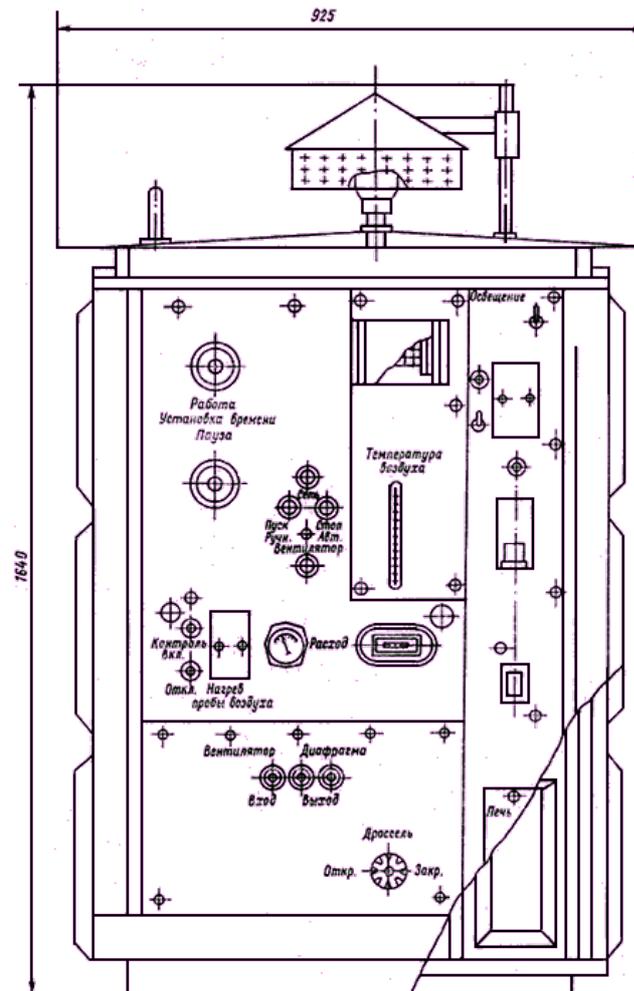


Рисунок 6 - Электроаспиратор ЭА-3

Оборудование "Пост-1" включает: автоматические газоанализаторы ГМК-3 и ГКП-1, системы для проведения отбора проб и метеорологических наблюдений, мачту для установки датчика ветра, систему электроснабжения и освещения.

Схема размещения приборов и оборудования в "Пост-1" показана на рис. 7. Стены павильона выполнены из термоизолирующего материала и облицованы с внутренней стороны пластиком 1, а с наружной - декоративными дюралюминиевыми ячейками специального профиля 2; пол покрыт линолеумом. Мачта с датчиком ветра устанавливается на плоской крыше павильона.

В специальной камере 35 размещаются датчики 33 температуры и влажности воздуха метеостанции М-49. От внутренней части павильона камера термоизолирована. При открытой дверце 34 камеры датчик выдвигается на 1,5 м от стенки павильона для производства измерений в естественных условиях.

В двух противоположных углах павильона имеются четыре люка 11 с крышками, в которые вставляется блок 39 отбора проб на пыль и сажу. Высота люков от поверхности земли составляет 1,5 м. Через крышу павильона пропущен трубопровод 15 с защитным колпачком 14, возвышающийся над крышей на 50 см и соединенный внутри павильона с распределительной гребенкой 27 для отбора проб воздуха на газовые примеси.

Лабораторное оборудование включает: лабораторный Г-образный стол 7 с тумбочками, на котором крепятся полки 9 для установки приборов; вращающийся

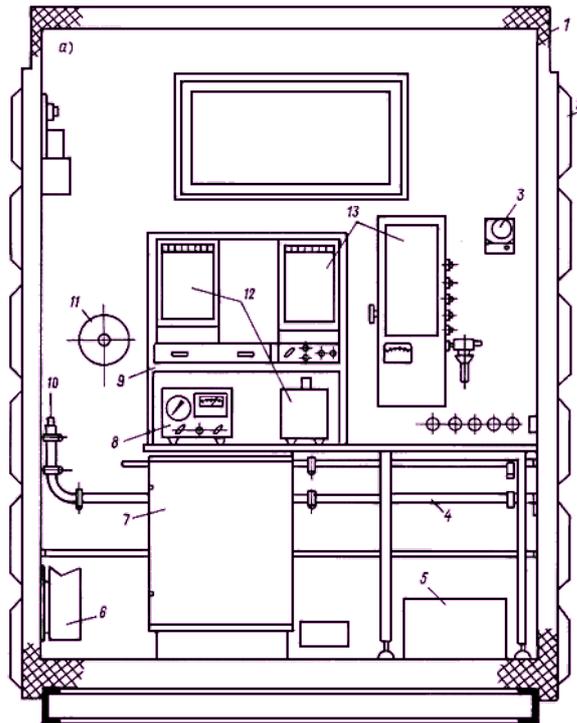


Рисунок 7а - Размещение оборудования в "Пост-1". Вид слева

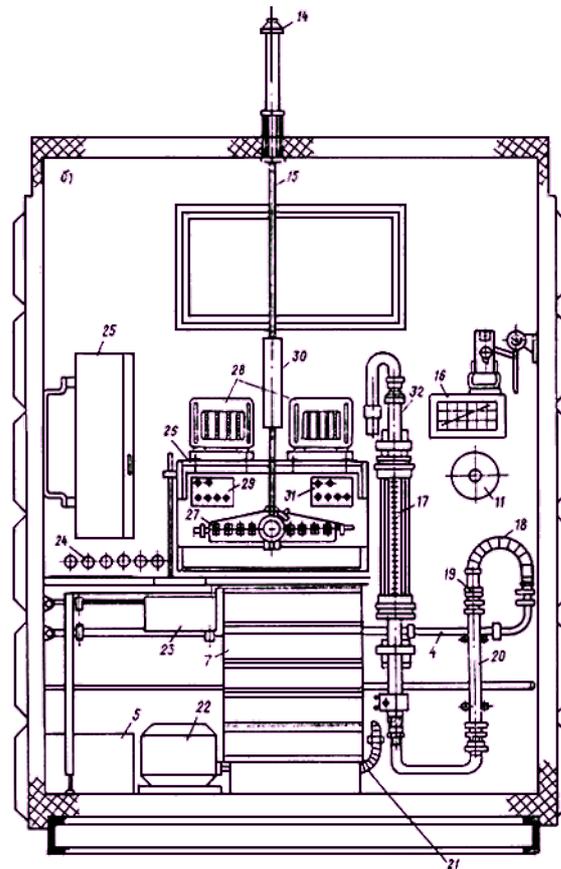


Рисунок 7б - Размещение оборудования в "Пост-1". Вид спереди

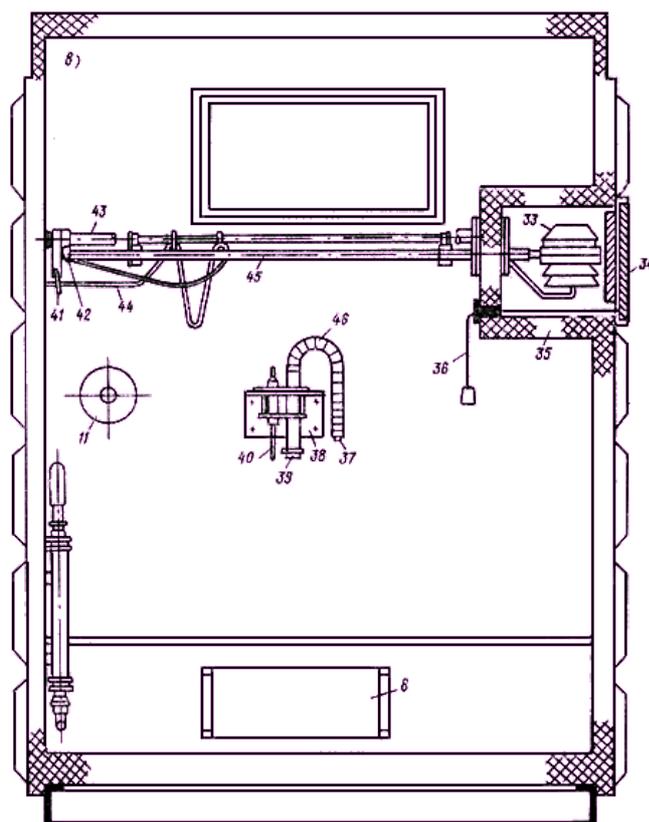


Рисунок 7в - Размещение оборудования в "Пост-1". Вид справа

лабораторный стул (с регулируемой высотой); два ящика 5 для хранения и транспортировки стеклянных поглотителей, наполненных поглотительным раствором; два штатива для установки поглотителей, настольного вентилятора и сигнальных часов (на чертеже не показаны). Для вентиляции павильона служит люк 3.

Система отбора проб воздуха на газовые примеси и сажу состоит из трубопровода 15 с нагревателем 30 и терморегулятором 29, распределительной гребенки 27 для подключения поглотителей и двух электроаспираторов 28 модели 822 на амортизаторах 26. Все элементы воздухопровода и распределительной гребенки выполнены из фторопласта. При отрицательной температуре наружного воздуха терморегулятор поддерживает положительную температуру воздушного потока, поступающего в поглотители.

Система отбора проб воздуха на пыль состоит из блока отбора проб 38 с гибким шлангом 46, оканчивающимся шлифом 37, камеры подогрева 20, имеющей нагреватель с терморегулятором 31 и шлиф 19, ротаметра РС-7 17 с регулятором расхода 32, который соединен гибким шлангом 21 с пылесосом 22. В блок отбора проб вмонтирована труба, один ее конец 39, на который надевается фильтродержатель с фильтром, выставляется наружу, а другой располагается внутри павильона и заканчивается гибким шлангом 46. Гибкий шланг посредством шлифа 37 вставляется непосредственно в шлиф, соединенный с камерой подогрева 19, либо в шлиф 10 трубопровода 4, идущего от противоположного угла павильона, который в свою очередь с помощью гибкого шланга 18 и шлифа соединяется с камерой подогрева. Таким образом обеспечивается возможность отбора проб воздуха на пыль в любом из четырех люков. В этот же блок вмонтирована трубка 40 для забора проб воздуха на сажу. Ее наружный конец оканчивается специальным патроном для фильтра, а на внутренний конец надевается резиновая трубка, соединенная с электроаспиратором.

При отрицательной наружной температуре воздух, поступающий в ротаметр, подогревается до 20 °С с помощью терморегулятора.

Расход воздуха в ротаметре РС-7 (дм³/мин) определяют по высоте подъема (см) верхнего среза поплавка с помощью градуировочного графика 16. В верхней части ротаметра имеется регулятор расхода 32 со специальной муфтой, поворотом которой частично или полностью перекрывается разгрузочное отверстие в воздуховоде, благодаря чему можно регулировать расход воздуха в пылевом канале. Побудителем расхода воздуха служит пылесос, включенный в розетку над столом; розетка соединена с электрической сетью через выключатель пылесоса. Пылесос резиновым шлангом 21 соединяется (на чертеже не показано) с регулятором расхода 32.

Система автоматических измерений состоит из газоанализатора диоксида серы ГПП-1 12 и газоанализатора оксида углерода ГМК-3 13, 25, закрепленных на столе и полках. Газоанализаторы присоединяются к распределительной гребенке при помощи фторопластовых трубок. Электрическое питание газоанализаторов осуществляется подключением к розеткам 24, расположенным на боковой стенке павильона над столом. При отсутствии этих газоанализаторов можно вместо них установить газоанализатор серии 600-03.

Система измерения метеорологических элементов состоит из метеорологической станции М-49, пульта управления 8, который располагается на полке и включается в розетку на боковой стенке павильона; датчика скорости и направления ветра станции, установленного на мачте, укрепленной на крыше павильона. При установке датчик ветра ориентируется с помощью компаса. Соединительный кабель от датчика скорости и направления ветра пропущен внутрь мачты через отверстие в верхней ее части и проходит через крышу в павильоне к пульту управления станции.

Датчики температуры и влажности воздуха смонтированы на каретке 42 устройства для перемещения 43, ролики которой катятся по передвижной штанге 45. Кабель 44 от датчиков проходит внутри выдвижной штанги. Каретка вместе с датчиками выдвигается в рабочее положение наблюдателем за рукоятку 41 на подвижной штанге. В исходное положение датчик возвращается наблюдателем за ту же рукоятку, дверца камеры для сбрасывания защелки резко захлопывается с помощью гибкого стального тросика 36. Для определения атмосферного давления в выдвижном ящике стола установлен барометр-анероид 23, который выдвигается на время измерений. Для измерения влажности и температуры воздуха в случае выхода из строя датчиков в комплекте лаборатории предусмотрен аспирационный психрометр, который крепится горизонтально на специальном держателе на уровне датчика влажности.

Система отопления и освещения состоит из двух электрических нагревателей 6 с терморегулятором, обеспечивающих в холодное время года температуру в павильоне (20±5) °С, и двух люминесцентных светильников.

Комплектная лаборатория "Пост-2"

Лаборатория "Пост-2" предназначена для тех же целей, что и "Пост-1", и отличается от "Пост-1" главным образом наличием дополнительного оборудования: автоматического воздухоотборника "Компонент" и электроасpirатора ЭА-2С. Для измерения метеорологических элементов в лаборатории используется автоматический метеокomплекс. Схема размещения приборов и оборудования представлена на рис. 8. В центре крыши павильона закреплена мачта, состоящая из неподвижной и подвижной частей. На подвижной части мачты, шарнирно соединенной с неподвижной, устанавливается датчик направления и скорости ветра. На кронштейнах неподвижной части устанавливаются датчики температуры и влажности. Температура воздуха в павильоне поддерживается автоматически на уровне (20±5) °С.

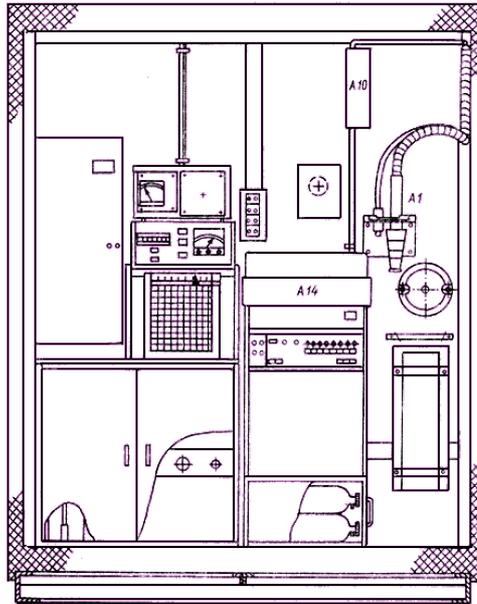


Рисунок 8а - Размещение оборудования в "Пост-2". Вид слева

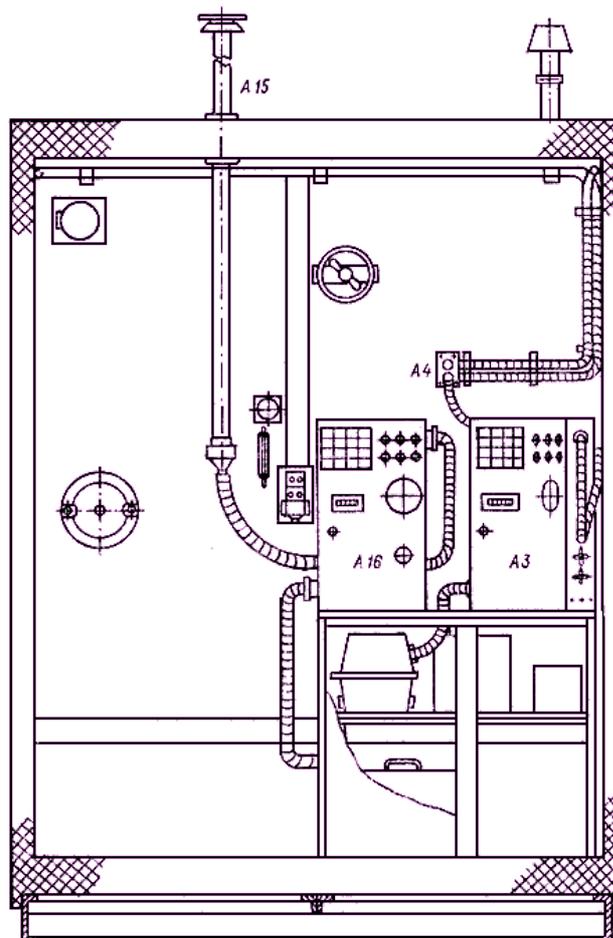


Рисунок 8б - Размещение оборудования в "Пост-2". Вид спереди

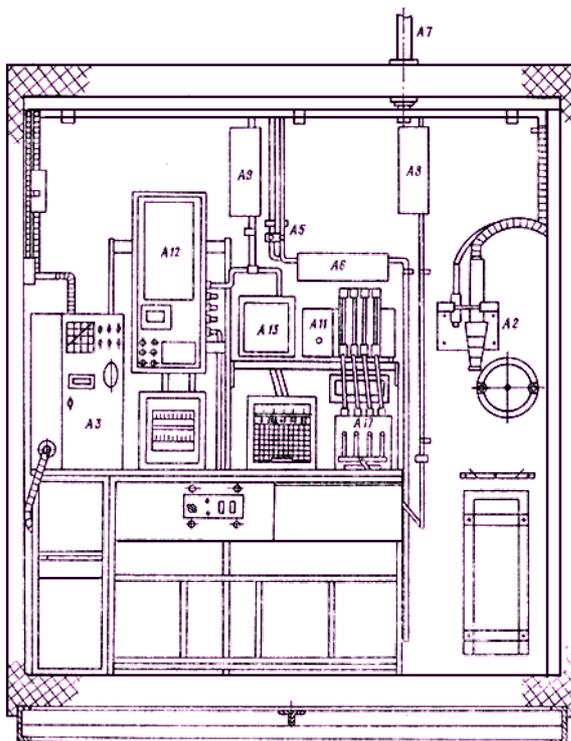


Рисунок 8в - Размещение оборудования в "Пост-2". Вид справа

Система отбора разовых проб воздуха на пыль и сажу. Отбор проб воздуха на пыль и сажу для определения разовых концентраций производится через два блока (A1 и A2) (Рис. 8 и 9), каждый из которых имеет фильтродержатель для установки фильтра при определении пыли из ткани ФП и патрон для установки мембранных фильтров при определении содержания сажи. Блоки отбора проб в зависимости от направления ветра вставляются в ближайший из четырех люков, расположенных попарно на высоте 1,5 м в двух противоположных углах павильона.

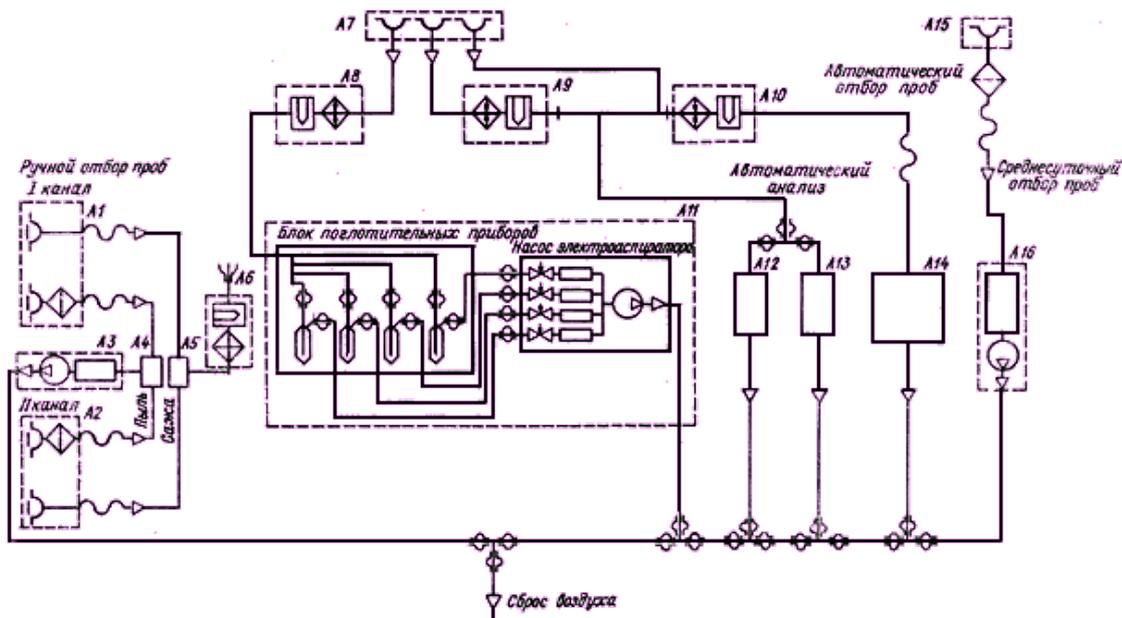


Рисунок 9 - Схема воздушных магистралей в "Пост-2"

Фильтродержатели соединены с электроасpirатором ЭА-2 А3 трубопроводом, укрепленным на стенках павильона через воздухораспределительную коробку А4, позволяющую включать первый А1 или второй А2 каналы с помощью конусного разъема.

Для отбора проб на сажу имеются две воздушные магистрали, проложенные вдоль стенок павильона под потолком и состоящие из двух резиновых трубок и воздухораспределительной коробки А5, которая служит для подключения любой магистрали к электроасpirатору ЭА-1 с помощью конусного разъема и фторопластовой трубки, проходящей через термостат А6.

Система отбора разовых проб на газовые примеси. Отбор проб воздуха на газовые примеси осуществляется через воздухозаборник А7, в который выведена фторопластовая трубка, проходящая через термостат А8 и подводящая воздух в блок поглотительных приборов А17 и аспирационное устройство электроасpirатора А11. Поглотительные приборы барботажного типа присоединяются непосредственно к патрубкам распределительной гребенки, сорбционные трубки - через вспомогательные S-образные трубки из стекла. Все соединения выполняются при помощи муфт из отрезков резинового шланга встык. Прохождение анализируемого воздуха через резиновые шланги до поглотительного прибора недопустимо!

Система автоматического отбора проб на газовые примеси. Отбор проб воздуха осуществляется через воздухозаборник, в который выведена фторопластовая трубка, проходящая через термостат А10 и подводящая воздух к воздухораспределительному устройству автоматического воздухоотборника "Компонент" А14.

Для автоматического анализа воздух, отобранный через фторопластовую трубку, проходящую через термостат А9, подводится через тройник к газоанализаторам ГМК-3 оксида углерода А12 и ГКП-1 диоксида серы А13. Термостат и тройник закреплены на стенке павильона. При отсутствии газоанализатора ГМК-3 можно установить один из газоанализаторов серии 600-03 (см. приложение 4.2).

Система отбора среднесуточных проб пыли. Отбор среднесуточных проб пыли осуществляется через воздухозаборник А15, заканчивающийся внутри павильона вертикальной трубой и фланцем с накидной гайкой для соединения трубы с фильтродержателем на уровне 1,5 м над полом. Фильтродержатель соединяется с электроасpirатором ЭА-2С 16 с помощью гибкого шланга. Отработанный воздух от всех воздухоотборных устройств направляется в выходной трубопровод и выводится наружу под полом павильона.

Система измерения метеорологических элементов. Измерение метеорологических элементов производится автоматическим метеокомплексом, состоящим из анеморумбографа М-63МР, гигрометра сорбционного ГС-210, термопреобразователя сопротивления ТСМ6114, блока согласования и регистратора КСП-4. Показывающий прибор ГС-210 смонтирован в блоке согласования.

Визуальные отсчеты средней за 10 мин скорости ветра, мгновенной и максимальной скорости и направления ветра осуществляются с пульта анеморумбографа М-63МР, а относительной влажности воздуха - с показывающего прибора гигрометра ГС-210.

Регистрация текущих значений мгновенной скорости (3-я и 6-я точки) и направления (1-я и 4-я точки) ветра, а также температуры (2-я точка) и относительной влажности воздуха (5-я точка) осуществляется шеститочечным регистратором КСП-4.

Первичная подготовка лабораторий "Пост-1" и "Пост-2" к работе осуществляется после установки на пункте наблюдений и распаковки оборудования в соответствии с "Руководством по эксплуатации", техническими описаниями комплектующих приборов и устройств и правил РД 52.04.32-84. Для этого необходимо выполнить следующие операции:

- 1) установить оборудование на свои места;

- 2) подготовить устройства жизнеобеспечения (электропитания, кондиционирования воздуха, отопления и вентиляции);
- 3) подготовить и проверить исправность воздушных магистралей;
- 4) подготовить пробоотборные устройства (электроаспираторы модели 822, ЭА-1, ЭА-2, ЭА-2С, "Компонент") и газоанализаторы (порядок первичной подготовки газоанализаторов к работе изложен в приложении 4.2).
- 5) подготовить устройства измерения метеорологических элементов.

Лаборатория передвижная "Атмосфера-II"

Лаборатория "Атмосфера-II" предназначена для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха и измерения метеорологических элементов при проведении маршрутных и подфакельных наблюдений.

Приборы и оборудование лаборатории могут эксплуатироваться при температуре воздуха внутри салона автофургона 10-35 °С, относительной влажности до 80% (при 20 °С), атмосферном давлении 90-104 кПа (680-785 мм рт.ст.). Скорость передвижения лаборатории по дорогам с усовершенствованным покрытием не превышает 45 км/ч.

Оборудование лаборатории "Атмосфера-II" (рис. 10) смонтировано в кузове автофургона типа УАЗ-452А. Салон автофургона разделен стенкой на два отсека: приборный и вспомогательный. В приборном отсеке размещены приборы и оборудование для отбора проб воздуха на газовые примеси, сажу и пыль, газоанализаторы, измерительный пульт анеморумбометра М-49 (или М-47) и пульт управления.



Рисунок 10 - Автолаборатория "Атмосфера-II"

Во вспомогательном отсеке размещены датчики температуры и влажности воздуха, распределительный щит, кабель на катушке, аккумуляторные батареи, держатель патронов и другое оборудование.

На крыше автофургона укреплен съемная платформа, на которой размещены ящик с датчиком скорости и направления ветра, мачта для установки в рабочее положение датчиков и выносная штанга для крепления датчиков температуры, влажности и анеморумбометра.

Приборы и оборудование для отбора проб воздуха размещены на стенде по левому борту автомашины и во вспомогательном отсеке.

Соединительные трубопроводы для отбора проб воздуха на пыль и сажу через стенки и вспомогательный отсек выводятся из автомашины через открытую во время отбора проб заднюю дверь автофургона.

Отбор проб воздуха на газовые примеси производится на высоте 2,6 м от уровня земли по вертикальному каналу через фторопластовый воздухопровод и распределитель и горизонтальному каналу, который смонтирован параллельно газопроводу для отбора пыли и сажи. В этом случае отбор проб производится через держатель, укрепленный на выносной штанге.

Оба канала отбора проб газовых примесей имеют общий нагреватель, включаемый при температурах наружного воздуха ниже минус 5 °С. Терморегулятор обеспечивает автоматическое поддержание температуры пробы не ниже 5 °С.

В лаборатории "Атмосфера-II" используются полуавтоматические переносные приборы-индикаторы, предназначенные для полуколичественного определения содержания диоксида серы и сероводорода ("Атмосфера-1") и хлора и озона ("Атмосфера-2") в атмосферном воздухе (данные наблюдений с помощью этих приборов используются для выделения зон повышенного загрязнения в случае аварий). В автолаборатории, укомплектованной анеморумбометром М-49, датчики температуры и влажности вместе с держателем монтируются на специальной выдвижной штанге, укрепленной на платформе. Штанга с датчиками может устанавливаться перпендикулярно или параллельно продольной оси автомашины, а держатель может вращаться вокруг вертикальной оси. Сигналы датчиков подаются на пульт управления станции, установленный внутри салона на переднем стенде.

В некоторых автолабораториях, укомплектованных анеморумбометром М-47, измерение температуры и влажности производится с помощью аспирационного психрометра МВ-4М, подвешиваемого на выносной штанге.

Приборы и оборудование выносных пунктов (электроаспираторы, штативы с поглотительными приборами) во время работы устанавливаются на специальных выносных столиках. На время транспортировки столики укрепляются на платформе (в специальном ящике), а электроаспираторы в приборном отсеке салона (на правом стенде по ходу автомашины).

Электропитание приборов и оборудования лаборатории "Атмосфера-II" осуществляется от промышленной сети переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц, через входной распределительный щит, установленный во вспомогательном отсеке лаборатории.

Павильон для стационарных постов

В некоторых населенных пунктах сохранились изготовленные в конце шестидесятых годов стационарные посты, не оборудованные комплектными лабораториями (рис. 11). На боковых стенках внутри павильона имеются два яруса полок и стенные шкафчики для хранения необходимых материалов. К передней стенке крепится столик. В павильоне имеются электросчетчик, осветительная лампа и десять розеток для подключения питания к приборам. В зимнее время павильон отапливается нагревательными печами типа ПТЭ-7 (220 В, 1 кВт), работающими вместе с температурным датчиком типа ПТКБ.

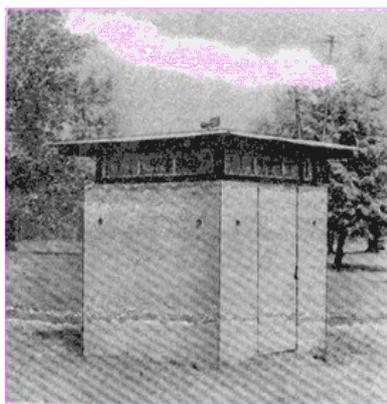
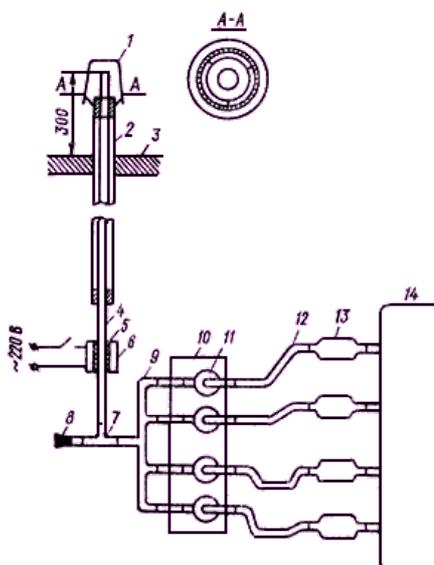


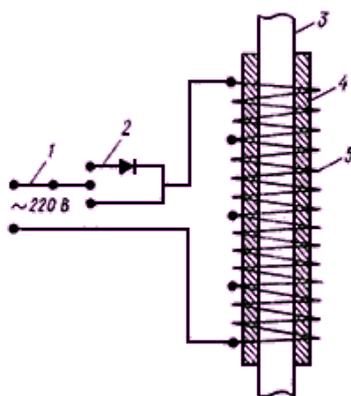
Рисунок 11 - Стационарный пост

Отбор проб воздуха на газовые примеси проводится с помощью воздухозаборника, выведенного наружу через потолок и крышу павильона (рис.12). Приемной частью воздухозаборника служит фторопластовая и стеклянная трубка диаметром 6-8 мм, защищенная металлической трубкой и полиэтиленовым стаканом. На части трубки, находящейся в павильоне, монтируется нагревательный элемент, который включается при отрицательных температурах наружного воздуха. Обогревательная установка (рис. 13) состоит из 4-5 одинаковых резисторов типа ПЭ-25 общим сопротивлением около 2 кОм. При температуре минус 25 °С и ниже элемент включают в сеть посредством тумблера, а при температуре от минус 5 до минус 25 °С - через диод типа Д-226.



- 1 - защитный стакан из пластмассы; 2 - металлическая трубка, 3 - крыша павильона,
 4 - воздухозаборная трубка; 5 - нагреватель; 6 - теплоизоляция нагревателя; 7 - стеклянный тройник; 8 - пробка;
 9 - стеклянная гребенка; 10 - штатив; 11 - поглотительные приборы; 12 - резиновая трубка,
 13 - защитный прибор; 14 - электроаспиратор.

Рисунок 12 - Газовая схема отбора проб воздуха на стационарном посту



1 - тумблер; 2 - диод Д-226; 3 - воздухозаборная трубка; 4 - втулка; 5 - сопротивления ПЭ-25.

Рисунок 13 - Схема обогрева воздухозаборной трубки

Отбор проб воздуха для определения концентрации аэрозолей (пыль, сажа) осуществляется с помощью автомобильного аспиратора или электроаспиратора М-114 через один из четырех люков в стенках павильона (расположенных на высоте 1,5 м от поверхности земли и на расстоянии 20-30 см от угла павильона) в зависимости от направления ветра.

4.3. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ В "ПОСТ-1", "ПОСТ-2", ПРИ МАРШРУТНЫХ И ПОДФАКЕЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ

Основные требования техники безопасности изложены в следующих документах:

- 1) Межотраслевые правила (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М – 016 – 2001, РД 153-34.0-03.150-00);
- 2) Основные правила безопасной работы в лабораториях промышленно-санитарной химии;
- 3) Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета;
- 4) Правила по технике безопасности при работе с приборами для отбора проб со средствами измерений, изложенные в соответствующих технических описаниях.

К работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности работы с приборами, используемыми на постах. Перед началом работ в "Пост-1" и "Пост-2" должно быть проверено состояние проводов питания средств отбора проб и других измерительных средств и заземление этих средств. Не реже одного раза в месяц производится проверка отсутствия замыканий на корпус приборов, состояния изоляции проводов; квалификационная группа проверяющего не ниже III. При обнаружении неисправности прибора он должен быть немедленно выключен.

Автолаборатория до подключения ее к источнику питания (городской сети) должна быть заземлена. Заземление лаборатории производится только со стороны правого борта. При этом заземляющий штырь должен быть углублен в грунт на всю длину.

При проведении работ, связанных с регулированием, настройкой лаборатории и ее оборудования и при эксплуатации следует руководствоваться требованиями по технике безопасности, изложенными в прилагаемых заводом-изготовителем инструкциях на входящие в состав лаборатории изделия.

К работам, связанным с регулированием и настройкой лаборатории и ее систем, и к эксплуатации оборудования лаборатории допускаются лица, имеющие опыт работ с изме-

рительными приборами и оборудованием для отбора проб воздуха и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Категорически запрещается проводить работы, связанные с регулированием и настройкой лаборатории при ее передвижении по местности.

При проведении работ, связанных с настройкой системы электроснабжения, в приборном отсеке лаборатории или в непосредственной близости от него должно находиться не менее двух человек.

Лаборатория должна быть оборудована системой защитного отключения напряжения при возможных перегрузках и контуром заземления.

Лаборатория должна быть оборудована углекислотным огнетушителем, аптечкой и знаком аварийной остановки.

Питающие кабели и провода должны быть надежно закреплены. Крепление должно исключать возможность повреждения изоляции цепей питания.

Запрещается работать с незаземленным электроаспиратором; сопротивление контура заземления должно быть не более 4 Ом. Подсоединение прибора к контуру заземления необходимо производить медным многожильным проводом сечением не менее 1,5 мм².

Запрещается при включенном электроаспираторе производить ремонт, снимать и устанавливать фильтры. Запрещается включать электроаспиратор без фильтра в фильтродержателе.

При отрицательных температурах воздуха включение нагревателя обязательно.

Нагреватель включается только после включения пылесоса.

ОТБОР ПРОБ ВОЗДУХА

Условия отбора проб

До начала отбора необходимо убедиться в соблюдении ряда требований.

Для правильного определения концентрации пыли при отборе разовых проб воздуха должно выполняться условие изокINETичности, т.е. скорость пропускаемого через фильтр воздуха должна быть равна скорости набегающего потока; выравнивание скоростей осуществляется за счет применения конусных насадок, выбор которых зависит от скорости ветра. Фильтродержатель должен быть ориентирован навстречу ветровому потоку. При суточном отборе пробы пыли в условиях высокой запыленности масса пыли на фильтре может превысить его пылеемкость, равную 5 мг/см² (т.е. 200 мг на весь фильтр). В таком случае следует переходить к циклическому отбору проб.

На точность определения объема воздуха, прошедшего через поглотительные устройства, влияет нарушение герметичности воздухопроводов и фильтродержателя. Проверка состояния системы производится не реже одного раза в месяц. Наиболее вероятно натекание воздуха через фильтродержатель, подводящие резиновые шланги за счет старения резины и появления трещин, соединения резиновых шлангов со штуцерами и поглотительными устройствами.

При отборе проб воздуха для определения концентраций газовых примесей напряжение электропитания электроаспиратора должно составлять 220 В±10%. Отбор проб можно производить при температуре наружного воздуха, находящейся в пределах, указанных в табл. 5.

Воздушные коммуникации один раз в месяц очищают от пыли и промывают теплой мыльной водой, чистой водой, затем спиртом. Воздуховод устанавливается только после просушивания. Промытая система перед отбором проб должна быть продута воздухом в течение примерно 20 мин. О проведенной работе делается запись в журнале профилактических работ, который должен храниться на посту.

Колпачок, предохраняющий воздухозаборную трубку от прямого попадания осадков и грязи, промывается один раз в три месяца.

Для защиты ротаметров электроасpirаторов от брызг поглотительных и пропитывающих растворов к выходным штуцерам присоединяют патроны, заполненные промытым и высушенным силикагелем с диаметром зерен 0,5-4 мм (рис. 14) и ватными тампонами.

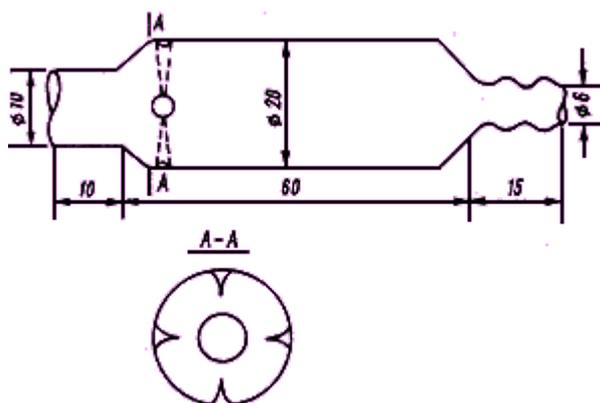


Рисунок 14 - Патрон с силикагелем

Проверка градуировки ротаметров электроасpirаторов проводится ежемесячно.

Сразу после отсоединения поглотителей штуцера гребенки должны быть герметично закрыты заглушками. Наличие открытых штуцеров недопустимо.

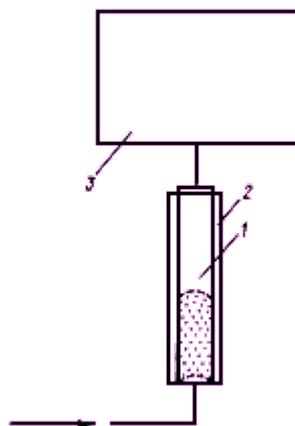
Поглотительные приборы должны присоединяться к распределительной гребенке (или воздуховодам) встык с помощью коротких резиновых трубок. Все воздуховоды и распределительная гребенка до поглотительных приборов должны быть изготовлены только из фторопласта или стекла. Применение для этой цели хлорвинила, полиэтилена, других пластмасс и всех типов резины недопустимо.

При отборе проб воздуха в сорбционные трубки (СТ) они присоединяются к S-образной трубке с помощью резиновой муфты. Присоединение СТ непосредственно к распределительной гребенке недопустимо. Общая длина резиновых соединений, с которыми непосредственно соприкасается анализируемый воздух, не должна превышать 10 мм. Нельзя допускать загрязнения S-образной трубки пропитывающим раствором. Промывка трубки и соединительных муфт должна производиться еженедельно в химической лаборатории.

Сорбционные трубки устанавливаются при отборе пробы строго вертикально слоем сорбента вниз, чтобы воздух проходил слой сорбента снизу вверх (рис. 15). Перед присоединением СТ к электроасpirатору слой сорбента уплотняется легким постукиванием нижнего конца СТ о кусочек чистой фильтровальной бумаги, лежащей на твердой поверхности.

При отборе проб воздуха для определения содержания диоксида серы, сероводорода и сероуглерода СТ должны быть защищены от света.

При отборе пробы воздуха для определения концентрации фторида водорода в качестве материала для воздуховода нельзя применять не только резину, но и стекло. Допускается только фторопласт. Поэтому отбор проб для определения HF не может осуществляться с помощью воздухоотборника "Компонент", имеющего стеклянные распределительные гребенки. Можно присоединять СТ снаружи поста к патрубку для отбора проб на сажу. Внутреннюю поверхность воздухопроводов при отборе проб HF внутри поста следует очищать от пыли 1 раз в неделю.



1 - сорбционная трубка; 2 - светозащитный экран; 3 - побудитель расхода.

Рисунок 15 - Принципиальная схема отбора проб через сорбционную трубку

При проведении работ в автолаборатории "Атмосфера-II" необходимо соблюдать следующие условия. Автомашину устанавливается таким образом, чтобы ее левый борт или задняя часть были наветренными. На магистралях города лаборатория устанавливается параллельно оси движения транспорта у тротуара или на обочине дороги. Расстояние от лаборатории до места подключения к электросети не должно превышать 100 м.

Определению концентрации диоксида серы с помощью газоиндикатора "Атмосфера-1" мешают некоторые органические вещества и сероводород, определению концентрации сероводорода мешают те же органические вещества и диоксид серы, определению концентрации озона - диоксид серы и сероводород. Для устранения мешающего влияния неорганических газов следует использовать селективные фильтры.

Условия хранения проб

Сразу после отбора проб поглотительные приборы (СТ) закрывают заглушками; особенно тщательно закрываются СТ с пробами на оксиды азота и аммиак. Пробы на диоксид серы, сероуглерод и сероводород должны предохраняться от попадания света как при отборе проб, так и при хранении. При температуре воздуха выше 25 °С пробы на сероуглерод и диоксид серы следует сразу после отбора поместить в холодильник, а при его отсутствии - в широкогорлый термос, в котором находится лед.

Для этой цели могут использоваться термосы объемом 0,25-1 л. Количество льда, необходимое для сохранения низкой температуры в течение дня, зависит от наружной температуры, но обычно не превышает 20-30% емкости термоса. Лед вносят в термос в виде небольших кусочков, помещенных в два полиэтиленовых мешка, герметично запаянных или закрытых с помощью резинового кольца. Во избежание поломки стеклянной колбы на ее дно помещают кусочек поролона, а стенки защищают цилиндром из толстой бумаги.

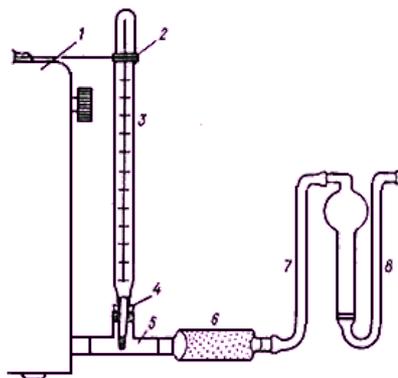
СТ, закрытые заглушками или колпачками из полиэтиленовой пленки, вкладывают в термос в полиэтиленовом мешке слоем сорбента вниз. Мешок должен быть герметично закрыт во избежание конденсации в нем влаги из воздуха. При использовании небольших термосов, в которых СТ не помещаются целиком, сверху на него надевают теплозащитный колпак, изготовленный из двух слоев материи с прокладкой из ваты или поролона.

Отбор разовых проб воздуха и метеорологические наблюдения на стационарных постах

Отбор проб воздуха и метеорологические наблюдения на стационарных постах выполняются в определенной последовательности.

1. За 10 мин до срока наблюдений войти в помещение лаборатории ("Пост-1", "Пост-2"), включить освещение и убедиться в исправности энергоснабжения. Система исправна, если горят сигнальные лампочки на щите электропитания и температура воздуха поддерживается в диапазоне 10-35 °С.

При отрицательной температуре наружного воздуха включить терморегуляторы газового канала, которые автоматически поддерживают постоянную температуру. При отсутствии автоматического устройства в один из каналов газовой схемы между ротаметром и защитным патроном 6 вставляют тройник 5 с термометром 3 (черт.4.15) и включают обогрев подводящей трубки (см. рис. 16). Если температура окружающей среды выше 10 °С, необходимо включить термостатирующее устройство "Нагрев" тумблером, находящимся на пульте управления.



1 - аспиратор; 2 - кронштейн; 3 - термометр; 4 - резиновая пробка; 5 - тройник;
6 - защитный патрон с силикагелем; 7 - резиновая трубка; 8 - поглотительный прибор

Рисунок 16 - Схема отбора проб при отрицательной температуре воздуха

2. Проверить исправность газоанализатора ГМК-3, анеморумбографа и флюгера. При перекосе ленты, ее разрывах, разрывах перфорации или прекращении записи выключить лентопротяжный механизм, устранить неисправность, сделать на ленте отметку "брак" в начале и конце бракованного участка ленты. Затем снова включить лентопротяжный механизм, отметить на ленте дату и время включения записи.

При измерении концентрации оксида углерода верхний кран газоанализатора должен быть установлен в положение "Проба", а указатель диапазона - таким образом, чтобы обеспечивалась наибольшая точность измерений. Обычно включают диапазон 0-40 мг/м³.

3. Открыть люк и выдвинуть штангу за рукоятку для измерения температуры наружного воздуха и влажности. Перед выдвижением штанги необходимо освободить защелку ("Пост-1").

За 10 мин до начала срока наблюдений включить устройство измерения скорости ветра и через 10 мин определить скорость и направление ветра с целью установления наветренной стороны павильона, из люка которой следует отбирать пробы на пыль и сажу и для выбора конусной насадки при отборе проб пыли. Проверить работу узла измерения ветра включением переключателя "Скорость", а затем - "Направление"; подвижность стрелки указывает на рабочее состояние датчика, неподвижность наблюдается при штиле или при неисправности датчика. При отсутствии автоматической системы измерения скорости и направления ветра определить направление ветра по флюгеру или вымпелу, ско-

рость ветра - по ручному анемометру, который предварительно укрепляется на выносной штанге высотой 1,5 м.

4. Выбрать конусную насадку к фильтродержателю для отбора проб пыли. В табл.6 указываются значения диаметра насадок, используемых для различных скоростей ветра. Установить фильтр для определения концентрации пыли в фильтродержатель. Для этого протереть фильтродержатель и конусную насадку тряпочкой, желательна батиновой. На сетку фильтродержателя с помощью пинцета с пластмассовым наконечником поместить фильтр, прижать его кольцом и накидной гайкой. На фильтродержатель с фильтром надеть разборную конусную насадку. Затем вставить фильтродержатель в люк для отбора пробы пыли с наветренной стороны и записать показания счетчика электроасpirатора ЭА-2 ("Пост-2") или расход по ротаметру ("Пост-1").

Таблица 6 - Значения (мм) диаметра входного отверстия конусной насадки при разных скоростях ветра и расходах воздуха

Расход воздуха, дм ³ /мин	Градация скорости ветра, м/с					
	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-3,9	4,0-4,9	5,0-5,9	6 и более
250	56	46	36	36	36	25
200	56	46	36	36	25	25
150	46	36	36	25	25	25
100	36	25	25	25	25	25

В случае определения концентрации сажи вложить фильтр в патрон для отбора проб в блоке и вставить этот блок в люк с наветренной стороны павильона, присоединить к электроасpirатору и установить расход воздуха 1 дм³/мин.

5. Подсоединить поглотительные приборы для определения концентраций газовых примесей при помощи резиновых шлангов к электроасpirатору модели 822 ("Пост-1") или к электроасpirатору ЭА-1 и воздухоотборнику "Компонент" ("Пост-2"). Используют поглотительные приборы барботажного типа или сорбционные трубки, подготовленные для отбора проб в химической лаборатории. Входные трубки поглотительных приборов подсоединяют при помощи коротких отрезков резинового шланга встык к распределительной гребенке из стекла или фторопласта.

При использовании воздухоотборника "Компонент" необходимо установить столько поглотительных приборов, сколько требуется по программе измерений, начиная с первой пробы. Остальные отверстия распределительной гребенки заглушить с помощью трубок или пробок, чтобы исключить поступление воздуха из помещения. Поглотительные приборы устанавливаются в отведенные для них места стойки, соединяют их в систему резиновыми муфтами, следя за тем, чтобы к распределительной гребенке был подключен входной патрубок.

6. Включить электроасpirатор ЭА-2 ("Пост-2") для отбора пробы пыли, отрегулировать расход воздуха и включить часовой механизм. Установить реле времени на 20 мин.

7. Включить электроасpirатор ЭА-1 для отбора проб на газовые примеси и произвести предварительную установку необходимого расхода воздуха в каждом канале с помощью вентиля. Для этого повернуть регулирующий клапан электроасpirатора ЭА-1 в крайнее левое положение. В этом положении клапан открыт и может пропускать воздух, не допуская излишнего разрежения и уменьшая тем самым нагрузку электродвигателя.

При больших сопротивлениях воздухопроводных трактов клапан необходимо перекрывать, обеспечивая необходимую скорость прохождения воздуха. Значения расхода при определении концентрации каждой примеси приведены в разделе 5; поправка для ротаметров учитывается в соответствии с градуировочными кривыми, приведенными в паспорте электроасpirатора. Для удобства в павильоне должна быть таблица значений расхода воздуха для определения концентрации каждой примеси с учетом поправок. По окончании настройки нажатием кнопки отключить электроасpirатор. Установить поглотительные приборы (СТ) и включить аспиратор. Провести дополнительную регулировку расхода по каналам. В ходе отбора необходимо следить за тем, чтобы скорость аспирации поддерживалась на заданном уровне с максимально возможной точностью. При последующих отборах достаточна регулировка ротаметров вентилями.

В случае изменений показаний ротаметров в процессе отбора произвести дополнительную регулировку при помощи вентиляей, соединенных с соответствующими ротаметрами. Если установить необходимую скорость не удастся, то записывают ее действительное значение в таблицу ТЗА-0.

Регулировку расхода следует производить очень быстро, так как ошибка на 1 мин при отсчете времени отбора дает погрешность определения концентрации, равную 5%.

8. Для проведения метеорологических наблюдений поставить переключатель на пульте метеокомплекса в положение "Работа" и включить "Питание". В "Пост-1" измерение скорости ветра производят в положении переключателя "Скорость"; в течение 1 мин следят за стрелками и производят отсчет мгновенной скорости по черной стрелке, максимальной - по красной, записывают среднее значение в ТЗА-0 (с точностью до 1 м/с); переводят переключатель в положение "Направление", в течение 1 мин следят за стрелкой. Отсчет направления ветра производится по верхней шкале указателя, если светится красная лампа, и по нижней - если зеленая. Если во время измерения переключится индикатор, следует выждать 2 мин, после чего произвести новый отсчет. Записывают среднее значение (с точностью до 1°). Для получения среднего значения направления ветра производят три отсчета: в первую, пятую и десятую минуты наблюдений.

Для измерения температуры воздуха переключатель переводят в положение "Контроль температуры", устанавливают стрелку на красную риску шкалы, затем в положение, соответствующее диапазону измеряемых температур, и записывают в ТЗА-0 среднее показание с точностью до 0,5 °С. Измерение температуры производят три раза в течение 10 мин, полученные значения осредняют и вводят поправку на температуру из технического формуляра.

В "Пост-1" для измерения давления выдвигается ящик с барометром-анероидом, прибор подключается к сети и на 5-10 с включается вибратор с помощью кнопки, расположенной справа. При полном совпадении указателя стрелки с его отражением отсчитывается давление с точностью до 1 мм рт.ст. и записывается в ТЗА-0. Отсчитывают температуру по термометру при барометре и вводят шкаловую, температурную и добавочную поправки.

В "Пост-2" отсчет атмосферного давления производится по шкале барометра-анероида М-67. Для этого необходимо поднять крышку барометра, находящегося в столе слева от входа, определить давление с точностью до 1 мм рт. ст. и записать в ТЗА-0.

При измерении метеорологических параметров дверь павильона должна быть закрыта, подходить в период измерений к датчикам температуры воздуха запрещено.

При отсутствии в составе поста метеокомплекса на штативе на расстоянии 3-4 м от поста с наветренной стороны укрепляются психрометр и ручной анемометр. Анемометр крепится так, чтобы его приемная часть располагалась на высоте 2 м от земли. Не следует трогать руками чашки на крестовине и верхний винт. Анемометр включают по секундомеру на 10 мин, начальные и конечные показания записываются в ТЗА-0. Затем вычисляется

разность отсчетов, делится на 600, и по графику или таблице, приложенной к прибору, определяется скорость ветра с точностью до 1 м/с. Направление ветра определяется в течение 1-2 мин по 8 румбам, и результат записывается в градусах в соответствии с табл.4.4. При отсутствии ветра в графе "Направление" записывается "Штиль", в графе "скорость" - "0".

Таблица 7 - Перевод румбов направления ветра в градусы

Румбы	Градусы
С	360
СВ	45
В	90
ЮВ	135
Ю	180
ЮЗ	225
З	270
СЗ	315

При измерении температуры воздуха с помощью аспирационного психрометра его подвешивают на треноге так, чтобы резервуары располагались на высоте 1,5 м от земли, вдали от стен зданий, заборов, деревьев и других препятствий горизонтально резервуаром навстречу ветру; если невозможно определить направление ветра, то резервуары термометров должны быть обращены в сторону, противоположную солнцу. Из помещения психрометр выносят летом за 5 мин до наблюдения, зимой - за 10-15 мин.

Состояние погоды оценивается визуально по характерным признакам, указанным в табл.8, и в зашифрованном виде записывается в ТЗА-0. Состояние подстилающей поверхности (влажная, сухая) также записывается в ТЗА-0.

Таблица 8 - Характеристика состояния погоды

Шифр	Состояние погоды, атмосферные явления	Признаки
0		Атмосферных явлений шифра 2-9 нет
1	Ясно	На небе нет облаков
2	Мгла	Помутнение воздуха за счет взвешенных частиц пыли, дыма, гари, воздух имеет синеватый оттенок
3	Дымка	Слабое помутнение атмосферы за счет пересыщения воздуха влагой. Воздух имеет сероватый оттенок; видимость более 1 км
4	Дождь	Осадки в виде жидких капель
5	Морось	Атмосферные осадки в виде мелких капель, их падение почти незаметно для глаза
6	Пыльная буря	Ухудшение видимости на большой территории из-за пыли, поднятой сильным ветром
7	Снег	Осадки в виде ледяных кристаллов
8	Туман	Помутнение атмосферы при горизонтальной видимости менее 1 км
9	Туман (или дымка) с осадками	Помутнение атмосферы за счет тумана (или дымки) при наличии осадков

Шифр	Состояние погоды, атмосферные явления	Признаки
------	---------------------------------------	----------

9. Автоматический анализ на оксид углерода осуществляется с помощью газоанализатора ГМК-3. В процессе эксплуатации газоанализатора ГМК-3 необходимо следить за постоянством расхода газовой смеси по ротаметру, контролировать исправность измерительного прибора, проверять один раз в сутки нулевые показания и один раз в неделю чувствительность газоанализатора по аттестованной смеси. Смена поглотителя (гопкалита) производится один раз в неделю.

При измерении концентрации оксида углерода верхний кран установить в положение "Проба"; указатель диапазона установить таким образом, чтобы обеспечить наибольшую точность измерений. Обычно, если заранее неизвестна примерная концентрация оксида углерода в пробе, сначала включается наибольший диапазон (0-400 мг/м³).

При температуре окружающего воздуха ниже 10 °С на пульте управления включить тумблеры "Прибор" и "Нагрев". При температуре окружающей среды выше 10 °С необходимо выключить термостатирующее устройство "Нагрев" тумблером, находящимся на пульте управления. При температуре окружающей среды выше 20 °С на преобразователь надевается металлическая крышка.

10. По окончании отбора проб (после автоматического отключения электроаспираторов ЭА-2 и ЭА-1) извлечь из люка блок отбора проб, снять фильтродержатель, вынуть из него патрон с фильтром на пыль, извлечь из патронов фильтры на пыль и на сажу и вложить их в соответствующие пакеты, на которых отметить соответственно конечное показание счетчика РГ-40 и расход воздуха в сажевом канале ЭА-1, а также значения температуры воздуха, прошедшего через счетчик и ротаметр. Отсоединить все поглотительные приборы, закрыть их заглушками и установить в ящик для транспортировки в лабораторию.

По истечении времени отбора проб воздуха для определения концентрации соответствующих газовых примесей отсоединить поглотительные приборы, закрыть их заглушками, поместить в ящик для транспортировки. Штуцера распределительной гребенки закрыть заглушками во избежание конденсации паров внутри воздуховода в холодное время года.

Записать в ТЗА-0 номера поглотительных приборов и фильтров, название примесей, время начала и конца отбора, расход воздуха и объем протянутого воздуха.

11. Порядок отбора проб и наблюдений в "Пост-1" и "Пост-2" приведен в приложениях 4.3-4.5 - РД 52.04.186-89.

Отбор проб воздуха и метеорологические наблюдения на маршрутных и подфакельных постах

Для проведения наблюдений на маршрутных и подфакельных постах оборудование доставляется с помощью автолаборатории "Атмосфера-П" или другого вида автомобиля. По приезде в точку отбора проб воздуха необходимо:

проверить (внешним осмотром) качество соединения приборов и оборудования с контуром заземления и произвести заземление лаборатории. Для этого из вспомогательного салона извлечь штырь заземления и углубить со стороны правого борта автомашины в грунт на всю его длину. Перед подключением автолаборатории к сети тумблер входного щита должен находиться в положении "Выключено", а вилки разъемов всех приборов должны быть отсоединены от розеток;

подключить лабораторию к распределительным щитам жилых зданий или цехов предприятий. При этом одновременно одна из жил питающего кабеля подключается к

корпусу распределительного щита. В местах пролегания кабеля ставятся знаки, запрещающие движение транспортных средств;

поставить переключатель входного распределительного щита в положение "Включено", подав тем самым электропитание на пульт управления лаборатории; подключить все приборы и оборудование в сеть лаборатории при помощи разъемов; включить тумблеры всех приборов на пульте управления. При этом лампочки на лицевой панели пульта должны загораться. Показания амперметра на пульте не должны превышать 10 А, а вольтметра - $220\text{ В} \pm 10\%$; включить тумблеры всех приборов на пульте управления;

вынуть поглотительные приборы вместе со штативами, соединить поглотительные приборы с распределительной гребенкой и аспираторами;

поднять и закрепить мачту на платформе в рабочем положении. Установить и закрепить датчики скорости и направления ветра анеморумбометра на мачте. При этом штырь датчика должен быть направлен на север;

подготовить к работе анеморумбометр в соответствии с технической документацией на него;

произвести контрольный отсчет скорости ветра по анемометру АРИ-49, подобрать насадку к пылевому патрону в зависимости от скорости ветра и установить патрон с фильтром на выдвигной штанге, предварительно выдвинув ее на 0,5-1 м от первоначального положения. Установить штангу с пылевым патроном навстречу ветровому потоку;

развертывание выносных пунктов производится до начала работ по подготовке лаборатории к наблюдениям. На выносном пункте устанавливаются треногу (для аспиратора ЭА-1А) или столик (для аспиратора ЛК-1) и оборудование (аспиратор и штатив с поглотительными приборами). Снять аккумулятор с машины и поставить его на землю рядом с треногой, соединить поглотительные приборы с электроаспиратором, подключить электроаспиратор к аккумуляторной батарее. После проведения указанных операций автолаборатория и выносной пункт готовы к проведению наблюдений. При отборе проб и метеорологических наблюдениях руководствуются в основном правилами, изложенными в РД 52.04.186-89.

В срок наблюдения на основном пункте (в автолаборатории) включить анеморумбометр, пылесос и установить необходимую скорость аспирации, перекрывая разгрузочное отверстие в шланге пылесоса. Одновременно включить часы или секундомер. Через 1 мин включить электроаспиратор. По истечении 20 мин выключить пылесос и через 1 мин - электроаспиратор. С помощью пинцета осторожно извлечь фильтр, сложить вчетверо запыленной поверхностью внутрь и поместить в пакет, из которого он был взят.

Направление и скорость ветра определяются по анеморумбометру в начале, середине и конце срока наблюдения, а температуру воздуха - в конце срока наблюдения. Все необходимые данные записывают в ТЗА-0.

На выносных пунктах производят отбор проб только на газовые примеси и синхронно с наблюдениями на основном пункте.

Отбор суточных проб воздуха на стационарных постах

Отбор проб воздуха для определения среднесуточных концентраций пыли осуществляется в лаборатории "Пост-2" электроаспиратором ЭА-2С или ЭА-2СМ непрерывно в течение 24 ч или дискретно через равные промежутки времени. Отбор среднесуточных проб воздуха для определения концентрации пыли осуществляется также с помощью автономного электроаспиратора ЭА-3. Установка фильтра в фильтродержатель производится один раз в сутки в последний из стандартных сроков наблюдений (19 ч) по правилам, аналогичным правилам отбора разовых проб для определения концентраций пыли. При необходимости отбора проб на один фильтр в течение нескольких суток из фильтродержателя фильтр не вынимают.

На пакете, в который вложен фильтр, записать дату и время его установки, начальное показание счетчика времени. После извлечения из фильтродержателя фильтр сложить пополам, вложить в пакет, записать на нем дату и время снятия и конечное показание счетчика времени. Пакет с фильтром вложить в пакет для отправки в химическую лабораторию.

Через 10 мин после автоматического выключения часового механизма определить среднюю скорость ветра, направление ветра, температуру воздуха, состояние погоды и подстилающей поверхности.

Отбор проб воздуха для определения среднесуточной концентрации газовых примесей осуществляют с помощью воздухоотборника "Компонент" после установления соответствующего режима работы кнопчным переключателем.

Время начала отбора суточных проб с помощью "Компонента" устанавливают в последний срок стандартной программы. Заранее устанавливают сопла, обеспечивающие необходимый расход воздуха в каждом канале. Для отбора устанавливают поглотительные приборы в гнезда с одинаковым номером во всех четырех каналах. В этом случае воздух будет автоматически отбираться в один поглотительный прибор по каждому из четырех каналов восемь раз за 24 часа (через 2 ч 40 мин) в течение 20 мин.

После подключения поглотительных приборов включить "Компонент".

Один раз в сутки в тот же срок отсоединить поглотительные приборы, закрыть их заглушками и уложить в ящик для транспортировки. В сопроводительном документе указывают номера поглотительных приборов в каждом канале, показание датчика числа отборов, время включения цикла, дату и время смены поглотительных приборов, среднее за сутки атмосферное давление, установленный расход в каждом канале, режим работы.

Тема 5. Контроль состава воздуха рабочей зоны

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), используемых при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции, для контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны подлежит систематическому контролю для предупреждения возможности превышения предельно допустимых концентраций - максимально разовых рабочей зоны (ПДК_{МР.РЗ}) и среднесменных рабочей зоны (ПДК_{СС.РЗ}).

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия (по заключению органов государственного санитарного надзора) сумма отношений фактических концентраций каждого из них ($K_1, K_2 \dots K_n$) в воздухе к их ПДК (ПДК₁, ПДК₂ ... ПДК_n) не должна превышать единицы

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1.$$

КОНТРОЛЬ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Общие требования

Отбор проб должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях.

Для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны. При наличии в воздухе нескольких вредных веществ контроль воздушной среды допускается проводить по наиболее опасным и характерным веществам, устанавливаемым органами государственного санитарного надзора.

Требования к контролю за соблюдением максимально разовой ПДК

Контроль содержания вредных веществ в воздухе проводится на наиболее характерных рабочих местах. При наличии идентичного оборудования или выполнении одинаковых операций контроль проводится выборочно на отдельных рабочих местах, расположенных в центре и по периферии помещения.

Содержание вредного вещества в данной конкретной точке характеризуется следующим суммарным временем отбора: для токсических веществ - 15 мин, для веществ преимущественно фиброгенного действия - 30 мин. За указанный период времени может быть отобрана одна или несколько последовательных проб через равные промежутки времени. Результаты, полученные при однократном отборе или при усреднении последовательно отобранных проб, сравнивают с величинами ПДК_{МР.РЗ}.

В течение смены и (или) на отдельных этапах технологического процесса в одной точке должно быть последовательно отобрано не менее трех проб. Для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия допускается отбор одной пробы.

При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с остро-направленным механизмом действия должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией о превышении ПДК.

Периодичность контроля (за исключением веществ, указанных в 4.2.4) устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества: для I класса - не реже 1 раза в 10 дней, II класса - не реже 1 раза в месяц, III и IV классов - не реже 1 раза в квартал.

В зависимости от конкретных условий производства периодичность контроля может быть изменена по согласованию с органами государственного санитарного надзора. При установленном соответствии содержания вредных веществ III, IV классов опасности уровню ПДК допускается проводить контроль не реже 1 раза в год.

Требования к контролю за соблюдением среднесменных ПДК

Среднесменные концентрации определяют для веществ, для которых установлен норматив - ПДК_{СС.РЗ}. Измерение проводят приборами индивидуального контроля либо по результатам отдельных измерений. В последнем случае ее рассчитывают как величину, средневзвешенную во времени, с учетом пребывания работающего на всех (в том числе и вне контакта с контролируемым веществом) стадиях и операциях технологического процесса. Обследование осуществляется на протяжении не менее чем 75% продолжительности смены в течение не менее 3 смен. Расчет проводится по формуле

$$K_{cc} = \frac{K_1 t_1 + K_2 t_2 + \dots + K_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n},$$

где K_{cc} - среднесменная концентрация, мг/м³;

K_1, K_2, \dots, K_n - средние арифметические величины отдельных измерений концентраций вредного вещества на отдельных стадиях (операциях) технологического процесса, мг/м³;

t_1, t_2, \dots, t_n - продолжительность отдельных стадий (операций) технологического процесса, мин.

Периодичность контроля за соблюдением среднесменной ПДК должна быть не реже кратности проведения периодических медицинских осмотров.

ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИКАМ И СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Структура, содержание и изложение методик выполнения измерений концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.563—96.

Разрабатываемые, пересматриваемые или внедряемые методики выполнения измерений концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны быть аттестованы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563—96 и утверждены Минздравом России в установленном порядке.

Методики и средства должны обеспечивать избирательное измерение концентрации вредного вещества в присутствии сопутствующих компонентов на уровне $\leq 0,5$ ПДК.

Границы допускаемой погрешности измерений концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, равных ПДК или более, должны составлять ± 25 % от измеряемой величины при доверительной вероятности 0,95; при измерениях концентраций ниже ПДК — границы допускаемой абсолютной погрешности измерений должны составлять $\pm 0,25$ ПДК в мг/м^3 при доверительной вероятности 0,95.

Примечания:

1. Данное требование распространяется на результаты единичных измерений (измерений, полученных при однократном отборе проб).

2. Для веществ, ПДК которых ниже $1,0 \text{ мг/м}^3$, допускается увеличивать указанные нормы не более, чем в 2 раза.

Результаты измерений концентраций вредных веществ в воздухе приводят к условиям: температуре 293 К. (20°C) и давлению 101,3 кПа (760 мм рт. ст.).

Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны индикаторными трубками должно проводиться в соответствии с ГОСТ 12.1.014.

Для автоматического непрерывного контроля за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны быть использованы автоматические газоанализаторы и газоаналитические комплексы утвержденных типов, соответствующие требованиям ГОСТ 13320—81.

Тема 6. Инструментальный, инструментально-лабораторный контроль и контроль концентраций ЗВ в организованных источниках загрязнения атмосферы (ИЗА) с применением индикаторных трубок

Представительные пробы газов в газоходе могут быть отобраны экстрактивным (в пробоотборных системах) и неэкстрактивным (в беспроботборных системах) методами. При экстрактивном отборе проб газы перед транспортировкой к газоанализатору подвергают подготовке: их очищают от аэрозолей, твердых частиц и других мешающих веществ. При неэкстрактивном отборе проб измерения проводят "на месте", поэтому отсутствует этап пробоподготовки, за исключением необходимой фильтрации.

Экстрактивный отбор проб

Экстрактивный отбор проб заключается в:

- отборе пробы;
- удалении мешающих веществ;
- поддержании состава газа на исходном уровне при транспортировке через систему отбора проб для последующего анализа соответствующим прибором.

Неэкстрактивный отбор проб

При неэкстрактивном отборе пробу газа из потока не отбирают, а ограничиваются диффузионным контактом измерительной ячейки с потоком газа непосредственно в газоходе.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПРОБООТБОРА И ПРОБОПОДГОТОВКИ

Процесс инструментального контроля концентраций ЗВ в ИЗА можно разделить на следующие этапы:

- отбор пробы из газохода,
- транспортировка пробы,
- подготовка пробы к анализу,
- автоматическое измерение концентраций ЗВ с применением газоаналитических приборов.

В зависимости от принципов построения системы пробоотбора и пробоподготовки различают контроль ИЗА методами непосредственного (прямого) измерения газовой пробы и разбавления.

Схема контроля ИЗА методом непосредственного измерения приведена на рис.1.

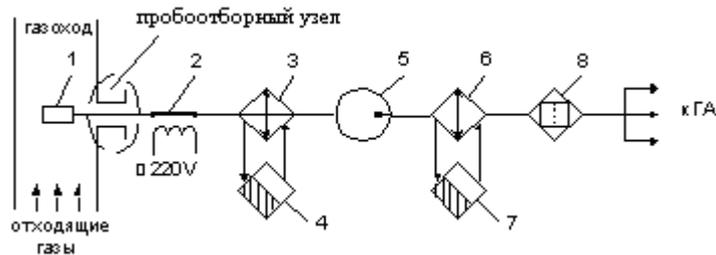
Пробу газа отбирают из газохода с помощью пробоотборного зонда 1, введенного в газоход через специальный пробоотборный узел, установленный на газоходе. На рис.1 приведена схема пробоотбора с внутренней фильтрацией, при которой фильтр грубой очистки пробы от пыли установлен на зонде внутри газохода. При отборе пробы методом внешней фильтрации фильтр грубой очистки устанавливается вне газохода и дополнительно подогревается для предотвращения выпадения на нем конденсата. Очищенная проба по обогреваемой магистрали транспортировки пробы 2 поступает в первичный осушитель пробы 3, где происходит охлаждение пробы и сбор конденсата. Конденсат, собранный в конденсатосборнике 4, может содержать легко растворимые ЗВ (SO_2 , NO_2 , NH_3 , HF и т.д.), при этом для повышения точности измерений необходимо определить содержание легко растворимых загрязняющих веществ в конденсате методом инструментально-лабораторного анализа. После охлаждения проба, проходя через побудитель расхода газа 5, поступает во вторичный осушитель 6 с конденсатосборником 7, фильтр тонкой очистки 8 и подается в газоаналитические приборы, где непрерывно автоматически анализируется содержание в пробе одного или нескольких ЗВ в зависимости от типа и числа применяемых газоаналитических приборов.

Метод основан на разбавлении исходной газовой пробы чистым воздухом или азотом в заданном соотношении. Проба газа, собираемая из газохода через пробоотборный зонд с внутренней фильтрацией, поступает в устройство разбавления 2. На второй вход устройства 2 поступает чистый воздух или азот от источника газа-разбавителя 3. Часть исходной пробы, разбавленная в заданном соотношении, через фильтр тонкой очистки 4 подается в газоаналитический прибор. Избыток пробы после разбавления сбрасывается в атмосферу.

В настоящее время разработаны два типа устройств разбавления пробы:

- 1) диффузионный разбавитель, в котором проба разбавляется за счет диффузии через пористую мембрану;
- 2) динамический разбавитель, в котором проба разбавляется в эжекторе.

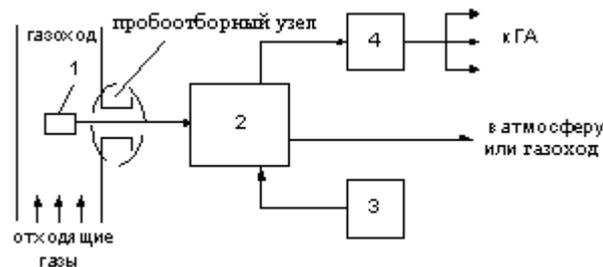
Диффузионные разбавители широко не применяют из-за значительных трудностей стабилизации коэффициента разбавления.



ГА – газоанализатор; 1 – пробоотборный зонд; 2 – обогреваемая магистраль транспортировки пробы; 3 – первичный осушитель пробы; 4,7 – конденсатосборник; 5 – побудитель расхода газа; 6 – вторичный осушитель; 8 – фильтр тонкой очистки

Рисунок 1 - Схема контроля ИЗА методом непосредственного измерения

Схема контроля ИЗА методом разбавления приведена на рис.2.



1 – пробоотборный зонд; 2 – устройство разбавления; 3 – источник газа разбавителя; 4 – фильтр тонкой очистки

Рисунок 2 - Схема контроля ИЗА методом разбавления пробы

Наиболее распространен метод динамического разбавления, в котором коэффициент разбавления стабилизируется с помощью калиброванной диафрагмы, установленной в пробоотборной магистрали на входе в эжектор.

Преимуществами метода динамического разбавления пробы по сравнению с методом непосредственного измерения являются:

- возможность использования необогреваемых газовых магистралей, так как проба разбавляется уже при ее отборе и при этом устраняется опасность конденсации влаги и выпадения в конденсат легкорастворимых ЗВ;
- снижение химической агрессивности пробы и ее запыленности;
- возможность использования для анализа проб с микроконцентрациями ЗВ атмосферных газоанализаторов, что существенно расширяет номенклатуру газоаналитических приборов для контроля ИЗА.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТБОРУ, ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ПОДГОТОВКЕ ПРОБ К АНАЛИЗУ

Требования к размещению и оборудованию точек контроля.

Места отбора проб должны соответствовать требованиям, изложенным в ГОСТ 12.4.021-76 "Системы вентиляционные, Общие требования". Особое внимание надо уделять местам отбора проб, находящимся на высоте более 3 м над поверхностью производственной площади, а также местам отбора проб высокотоксичных веществ. Площадки для производства измерений должны быть защищены от воздействия высоких температур,

прямых солнечных лучей, осадков и ветра. В непосредственной близости от оператора не должно быть движущихся частей технологического оборудования.

Рабочую площадку оператора оборудуют переносным или стационарным средством двухсторонней связи с технологической и аварийными службами и руководством производственного подразделения. Уровень шума на площадке должен соответствовать ГОСТ 12.1.003-83 "Шум. Общие требования безопасности".

Площадки и вводы освещают переносными или стационарными лампами накаливания, включаемыми через разделительный трансформатор. Так же подключают средства пробоотбора и измерений. Если для отбора проб используют вакуумный эжекторный насос, то необходим подвод линий сжатого воздуха.

Вибрация площадки не должна превышать действующие санитарные нормы и допустимые нормативы для средств отбора проб и измерений. Если строительная конструкция площадки не позволяет обеспечить это условие, следует применять специальные амортизаторы и демпферы.

Общая рабочая площадь для отбора проб и измерений должна быть не менее 2 м². Площадка и ведущая к ней лестница должны иметь ограждение. Аппаратура должна надежно закрепляться.

В части пожарной безопасности площадки должны соответствовать ГОСТу 12.1.004-85 "Пожарная безопасность. Общие требования".

Точки контроля (замерные сечения) выбирают работники служб контроля ИЗА предприятий и согласовывают их с территориальными комитетами по охране природы.

Все измерения (скорости, температуры, давления, влажности потока и концентрации ИЗА) проводят в установившемся потоке газа. Место для измерения выбирают на прямолинейном участке газохода, по возможности ближе к устью выбросной трубы, на прямолинейном участке длиной 8-10 наибольших линейных размеров поперечного сечения (ЛРС), причем длина прямолинейного участка до места замера должна быть не менее 5-6 ЛРС. Не следует выбирать места измерения вблизи от изменений сечения, поворотов газоходов, арматуры, вентиляторов и т.п., создающих аэродинамические сопротивления, так как возмущения потоков отражаются на точности замеров. Когда это условие соблюдения нельзя, необходимо снимать поле скоростей особо тщательно, увеличив число точек и замеров при обязательном получении близких по значению результатов.

Температуру газового потока измеряют в непосредственной близости от места, где измеряют другие его параметры, не далее одного ЛРС газохода от штуцера ввода пневмометрических трубок, с помощью которых измеряют скорость потока в случае закрытых газоходов. Оборудуют специальный ввод для средств измерений, диаметр которого зависит от габаритов вводимого в газоход средства измерения. Возле места ввода обеспечивают стационарное или переносное освещение.

При измерении пневмометрической трубкой площадка, на которой устанавливают средство измерения, не должна вибрировать, освещение должно быть достаточным для прочтения показаний на шкале.

В аэрационных фонарях замеры производят в центрах тарировочных участков, выбранных для измерения скоростей газопылевого потока, на средней линии на равных расстояниях от верхнего и нижнего краев проема фонаря в точках, отстоящих друг от друга не более, чем на 10 м каждого яруса с обеих сторон. При общей длине фонаря более 50 м можно производить измерения через каждые 25 м.

Для вентиляторов, дефлекторов и устьев шахт измерения производят в газоходах перед ними на расстоянии, определяемом теми же условиями, что и для газоходов больших размеров.

Требования к устройствам отбора проб.

Пробоотборный зонд надо выполнять из материала, устойчивого к воздействию высоких температур (до 300 °С) и агрессивных компонентов пробы. Рекомендуется использовать для изготовления зонда трубку из нержавеющей стали типа Х18Н10Т или титана. При использовании зонда с внешней фильтрацией рабочий конец зонда можно срезать под углом 45° или изогнуть под углом 90°, чтобы создать в рабочих условиях дополнительное давление потока в пробоотборной магистрали.

Как правило, в состав пробоотборного зонда входит фильтр грубой очистки пробы от пыли.

Наиболее рационально в пробоотборных зондах, применять металлокерамические фильтры, изготавливаемые методом прессования и последующего спекания при температуре 1000-1300 °С. Тип порошка, из которого прессуют фильтрующий элемент, подбирают в зависимости от условий его эксплуатации и с учетом температуры, давления и агрессивности газов. Фильтры из металлокерамики не загрязняют пробу материалом фильтра, хорошо восстанавливают свои начальные свойства, просты в изготовлении и обслуживании.

Для холодных потоков газа можно использовать стеклотканевые фильтрующие элементы, а также волокнистые фильтры типа ФП.

Требования к магистрали транспортировки пробы.

Магистраль транспортировки пробы должна обеспечивать неизменность состава пробы при ее подаче от места отбора до места анализа. Материал, из которого изготавливают магистраль транспортировки пробы, не должен вступать в химическое взаимодействие с компонентами пробы и сорбировать на своей поверхности ЗВ. К таким материалам относятся фторопласты, стекло (в меньшей степени), нержавеющая сталь.

Для предотвращения сорбции ЗВ и выпадения конденсата с легкорастворимыми компонентами пробы по всей длине магистрали надо обеспечить температуру газового потока на 10-15 °С выше точки росы отходящих газов. Обогреваемая пробоотборная магистраль входит в состав выпускаемого отечественной промышленностью устройства транспортировки и подготовки пробы (ТПП).

Для обогрева газовой магистрали можно использовать электронагреваемую ленту типа ЭНГЛ с соответствующей теплоизоляцией. Температуру потока в магистрали регулируют при этом с помощью преобразователей и регуляторов температуры. Электрический обогрев можно заменить обогревом теплоносителя (горячей водой, паром) путем прокладки магистрали транспортирования пробы в теплоизолирующей трубе вместе с теплоносителем. Газовую магистраль крепят к неподвижным конструкциям хомутами с интервалом 1-3 м. Газовую пробу транспортируют от пробоотборного зонда, размещенного в источнике, по вертикальной трубке диаметром 20-30 мм, выполненной из нержавеющей стали типа Х10Н10Т.

Используя стационарную магистраль транспортировки пробы, службы предприятия обязаны 1 раз в 6 мес производить контрольные проверки состояния газовой магистрали путем подачи образцовой газовой смеси на ее вход и анализа состава газовой пробы на выходе инструментальным или инструментально-лабораторным методом.

Требования к устройствам подготовки пробы к анализу.

Устройства подготовки пробы к анализу, предназначенные для охлаждения, осушения и тонкой очистки пробы от пыли, должны обеспечивать температуру, влажность и запыленность пробы, поступающей в газоанализатор, в пределах, установленных в технической документации на применяемый тип газоаналитического прибора.

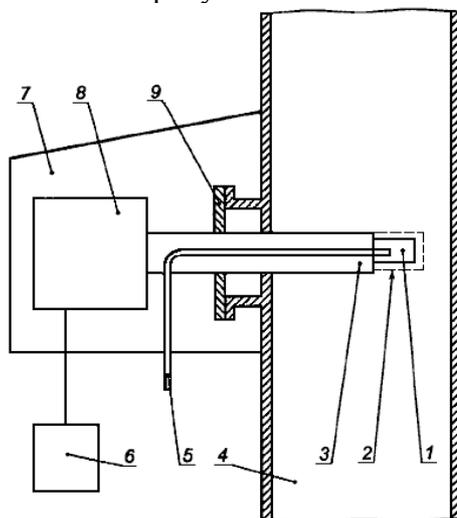
Как правило, параметры газовой пробы, поступающей на вход газоаналитического прибора, должны находиться в пределах:

- температура от 5 до 40 °С,
- влажность до 80% при температуре 25 °С,

запыленность до 10 мг/м^3 при наличии в составе газоанализатора фильтра тонкой очистки.

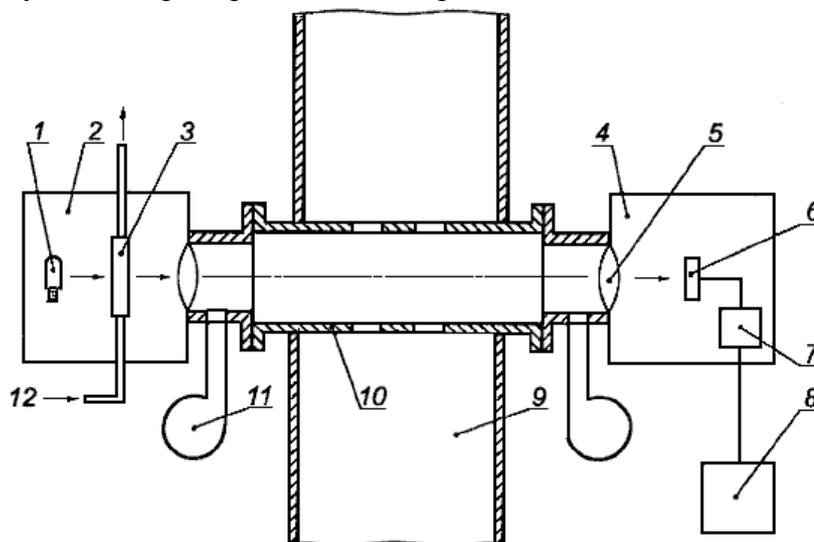
БЕСПРОБООТБОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Пример схемы неэкстрактивного точечного датчика приведен на рисунке 3, неэкстрактивного маршрутного датчика - на рисунке 4.



1 - измерительная ячейка; 2 - фильтр для защиты измерительной ячейки; 3 - зонд; 4 - газопровод или труба; 5 - трубка для подачи калибровочного газа; 6 - блок регистрации данных; 7 - защитный кожух; 8 - приемопередающий блок; 9 - крепление зонда

Рисунок 3 - Пример схемы неэкстрактивного точечного датчика



1 - источник излучения; 2 - излучатель; 3 - внутренняя калибровочная ячейка; 4 - приемник; 5 - защитное окно; 6 - детектор; 7 - электронный модуль; 8 - блок регистрации данных; 9 - газопровод или труба; 10 - труба для настройки или калибровки; 11 - нагнетатель продувочного воздуха; 12 - трубка для подачи калибровочного газа

Рисунок 4 - Пример схемы неэкстрактивного маршрутного датчика

Устройства для неэкстрактивного отбора проб

Точечные датчики

Точечные датчики для неэкстрактивного отбора проб, расположенные на конце зонда, помещают в газовый поток внутри газопровода. Газ контролируют в одной точке или

на коротком участке (менее 10 см) в зависимости от принципа измерений. Пример схемы точечного датчика для неэкстрактивного отбора проб приведен на рисунке 3. Точечные датчики должны содержать следующие устройства:

1. Приемопередающий блок.

Устройство, которое распознает отклик измерительной ячейки (см. 6.2.1.3) и генерирует электрический сигнал, соответствующий концентрации определяемого газа.

2. Зонд.

Опора измерительной ячейки, протянутая от приемопередающего устройства.

3. Измерительная ячейка.

Камера или полость на конце зонда, расположенная в потоке отходящего газа, с помощью которой получают электрооптический или химический отклик на концентрацию определяемого газа.

4. Фильтр для защиты зонда.

Пористая керамическая или спеченная металлическая трубка или сетка, которая сводит к минимуму мешающее влияние твердых частиц на процесс измерения.

5. Держатель зонда.

Фланец, установленный в точке отбора проб, используемый для соединения приемопередающего блока и зонда.

6. Трубка для подачи калибровочного газа.

Трубка, через которую подается калибровочный, сравнительный или нулевой газ (в Российской Федерации в качестве сравнительного, а в некоторых случаях и градуировочного газа используют ПГС, выпускаемые в баллонах и имеющие статус государственных стандартных образцов состава) в измерительную ячейку для калибровки прибора.

7. Защитный кожух (необязательно).

Кожух, защищающий приемопередающий блок от влияния окружающей среды.

Маршрутные датчики

С помощью маршрутных датчиков для неэкстрактивного отбора проб отходящий газ в газоход отбирают по линии, пересекающей основную часть диаметра сечения газохода в месте отбора проб (см. рисунок 3). Пример схемы маршрутного датчика для неэкстрактивного отбора проб приведен на рисунке 4. Маршрутные датчики включают в себя следующие устройства:

1. Излучатель.

Устройство измерительной системы, которое содержит источник оптического излучения и соответствующие электрооптические элементы. Излучение от источника проецируется через отходящий газ на приемник, расположенный на противоположной стороне газохода.

2. Приемник.

Устройство измерительной системы, которое содержит детектор и соответствующие электрооптические элементы. Детектор улавливает излучение, поступающее от излучателя, и генерирует сигнал, соответствующий содержанию определяемого компонента.

В других конструкциях приемопередающий блок может быть заменен уголкового отражателем. Уголкового отражатель направляет пучок лучей обратно на приемник, детектор которого реагирует на отраженный свет.

3. Защитные окна.

Окна или линзы между отходящим газом и электрооптическими блоками, используемые для предотвращения проникновения газа в электрооптические блоки.

4. Нагнетатель продувочного воздуха.

Устройство, которое обдувает чистым воздухом защитные окна для уменьшения осаждения на них частиц.

5. Труба для настройки или калибровки (необязательно).

Труба, используемая для юстировки электрооптических блоков и/или для проведения калибровки. Маршрутный датчик находится в режиме калибровки, если труба заполнена воздухом и закрыта для доступа отходящих газов.

6. Антивибрационная система (необязательно, не изображена на рисунке 4).

Система, изолирующая излучатель и приемник от вибраций газохода.

7. Внутренняя ячейка для калибровки.

Ячейка, предназначенная для ввода газов в целях калибровки маршрутного датчика.

Работа системы

Контроль утечек

Для контроля утечек следует отсоединить трубку для отбора проб от зонда, заглушить ее и с помощью насоса, подсоединенного к трубке через перепускной клапан, понизить в ней давление до 50 кПа. Наличие утечек не допускается. При наличии капель жидкости и аэрозолей выполняют регулярные проверки с использованием сравнительных газов, подаваемых на вход зонда для отбора проб и газоанализатора.

Калибровка, функционирование и настройка

При экстрактивном отборе проб необходимо проводить калибровку газоанализатора, включая линию отбора проб. Для этого требуется место ввода штуцера для подачи калибровочного газа. Необходимо предусматривать две точки для подачи калибровочного газа, одна из которых должна находиться как можно ближе к месту отбора проб, а другая - на входе в газоанализатор.

При неэкстрактивном отборе проб измерительные системы также калибруют с использованием калибровочных газов. Для калибровки маршрутных датчиков может потребоваться внутренняя ячейка для калибровки.

Калибровка экстрактивных и неэкстрактивных систем отбора проб по усмотрению пользователя (несмотря на высокую стоимость) может быть выполнена экстрактивными стандартными лабораторными методами (мокрой химии).

Нулевой и калибровочный газы вводят без избыточного давления как можно ближе к точке отбора проб. В качестве нулевого газа может быть использован азот.

Для настройки газоанализатора вводят нулевой газ, а затем калибровочный газ (с концентрацией от 70% до 80% верхнего значения диапазона измерений). Эту операцию повторяют один или два раза.

Для проверки всего диапазона измерений газоанализатора с линейной градуировочной характеристикой используют четыре калибровочных газа с равномерно распределенными концентрациями (приблизительно 20%, 40%, 60% и 80% верхнего значения диапазона измерений). Калибровочный газ, используемый при установке, может быть постепенно разбавлен. В случае нелинейной градуировочной характеристики требуется проводить калибровку не менее чем по 10 точкам диапазона измерений.

Градуировочная характеристика газоанализаторов может быть проверена при подаче калибровочного газа напрямую на вход газоанализатора. Настройку газоанализатора проверяют регулярно, например еженедельно (период необслуживаемой работы). Градуировочную характеристику газоанализатора проверяют через большие интервалы времени (например, ежегодно) или после ремонта.

Сохранность пробы

Особого внимания требует сохранение целостности отобранной пробы путем правильного выбора устройств системы отбора проб, а также соответствующего нагрева, осушки, контроля и т.п. На сохранность пробы также могут влиять коррозия, синергизм, взаимодействие компонентов пробы, разложение и абсорбция/адсорбция.

Техническое обслуживание систем отбора проб

Техническое обслуживание системы отбора проб состоит из выполнения следующих операций:

- проверки соблюдения требований безопасности в соответствии с инструкциями;
- проверки работы предохранительных устройств;
- замены использованных компонентов блока очистки (фильтр, осушитель и т.д.);
- регулирования рабочих параметров;
- проверки водо-, энергоснабжения, наличия градуировочных газов.

Техническое обслуживание линии отбора проб проводят регулярно в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

МЕТОДОЛОГИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗВ

В настоящее время основной объем данных о количественном составе выбросов в атмосферу получают, используя инструментально-лабораторные методы контроля. Это связано, с одной стороны, со значительной сложностью и большими затратами, необходимыми для создания и налаживания массового выпуска автоматических газоанализаторов. С другой - уже сейчас число веществ, подлежащих контролю, достигло нескольких сотен, что делает невозможным создание автоматических приборов для каждого из ЗВ. По-видимому, в обозримом будущем будут создаваться и относительно широко использоваться газоанализаторы для определения приоритетных газовых примесей (NO_x , SO_x , CO) и наиболее важных специфических ЗВ (NH_3 , H_2S , фториды, меркаптаны, галогены и их соединения и др.). Анализ зарубежного опыта в области использования газоанализаторов для контроля ИЗА показывает, что в последние годы наблюдается определенное снижение интереса к автоматическим приборам определения концентраций ЗВ в отходящих газах. Это связано с их дороговизной, сложностью и большими затратами на эксплуатацию и обслуживание, а также избыточностью получаемой информации.

Таким образом, в ближайшие годы, очевидно, сохранится ведущая роль инструментально-лабораторных методов как источников получения информации о выбросах в атмосферу и средств контроля соблюдения нормативов. В этой связи особое значение приобретают создание и внедрение в практику контроля наиболее эффективных и производительных лабораторных методов контроля, их унификация по отраслям и по стране в целом с учетом современных требований к методам определения концентраций.

Государственными нормативными актами определено, что при контроле ИЗА можно использовать только методики, согласованные в установленном порядке.

Для обеспечения унификации методик в предельном случае предусмотрен принцип "одно вещество - одна методика" для всех отраслей и для всей страны. В ряде случаев этот принцип не удается соблюдать из-за больших различий ИЗА по составу, температуре газов и условиям отбора проб.

Однако согласовывать альтернативные методики можно только при убедительно аргументированной невозможности получить достоверные данные с помощью имеющихся методик. Методики должны отвечать основным требованиям к методикам выполнения измерений и специфическим требованиям к методам контроля концентраций ЗВ в выбросах ИЗА. Одним из основных требований является обязательная экспериментальная проверка методики на поверочных газовых смесях в лабораторных условиях и на реальных выбросах.

Наиболее часто используемые на практике методики изданы в виде сборника.

МЕТОДОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДИКАТОРНЫХ ТРУБОК (ИТ)

Номенклатура ИТ для определения загрязняющих веществ в ИЗА достаточно ограничена. Вместе с тем, для всех ИТ существует общий подход в их применении, который можно распространить и на разрабатываемые ИТ.

1. Необходимо корректно выбирать область применения ИТ, с целью не допустить влияния сопутствующих компонентов на показания ИТ.

2. Очень важно учитывать при измерениях влажности газовых потоков и наличие аэрозольной влаги. Влияние этих факторов может проявиться двояко: 1) ряд газов – H_2S , SO_2 и NH_3 - легко растворяются в сконденсировавшейся воде, что приводит к занижению результатов; 2) конденсирующаяся в ИТ вода может растворять нанесенные на носитель реагенты, что приводит к непредсказуемому смещению границы окрашенного слоя. Для устранения паров воды, которые при конденсации могут дать капли жидкости, целесообразно устанавливать небольшой поглотительный патрон, заполненный осушителем. Так, например, можно использовать цеолиты и т.д. Вместе с тем, совершенно недопустимо использовать в качестве осушителя силикагель, так как он неселективный сорбент по отношению к полярным веществам и будет поглощать как пары воды, так и анализируемый компонент. Еще одним способом устранения излишней влаги является установка между пробоотборным зондом и ИТ каплеотбойника, однако при этом на результат сильно влияет растворимость газов в воде.

3. При анализе с помощью ИТ необходимо учитывать запыленность отходящих газов. При непосредственном отборе пробы возможно значительное повышение аэродинамического сопротивления, что приводит к дополнительной погрешности. Поэтому целесообразно использовать зонды с внешней фильтрацией, например, металлокерамические или из пористого стекла.

4. Важными параметрами, требующими учета, являются температура и разрежение или избыточное давление в газоходе.

Все сказанное относится к отходящим газам с температурой внутри газохода не более 150-200 °С, так как при небольших расходах газа через ИТ (0,2-0,3 дм³/мин) уже на расстоянии 30-50 мм от стенки газохода температура пробы практически равна температуре окружающей среды. При большом разрежении aspirатор типа АМ-5 непригоден, и поэтому надо использовать другие способы отбора проб, например, использовать электроасpirатор. При этом необходимо дозировать объем пропущенного газа, изменяя время отбора пробы и соблюдая постоянный расход газа в диапазоне 0,2-0,3 дм³/мин. Такой способ достаточно проверен на практике и дает хорошие результаты.

Большие проблемы возникают при использовании ИТ при низкой температуре окружающей среды. Здесь возможны следующие приемы: выносить ИТ из теплого помещения непосредственно перед анализом, при анализе использовать тепло стенки газохода или держать ИТ в руке. Создавать специальные обогреватели нецелесообразно, так как это снижает основное достоинство метода - его оперативность.

Тема 7. Мониторинг источников выбросов

Регулирование качества окружающей среды с гигиенических и экологических позиций возможно путем введения и строгого контроля норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) источниками загрязнения (нормирование выбросов и общего воздействия).

При введении норм ПДВ должны учитываться конкретные климатические характеристики, а также уже существующая в данном районе экологическая нагрузка (существующий фон).

Во многих случаях обязательное достижение величин допустимых нагрузок возможно путем установления временно согласованных величин выбросов (ВСВ) с постепенным, ступенчатым их снижением. При таком снижении величины ВСВ могут определять-

ся исходя из достигнутого или достижимого технического уровня (конечно, с обязательным учетом безопасности для человека и экосистем).

Мониторинг выбросов ТЭС

Задачи системы мониторинга выбросов ТЭС

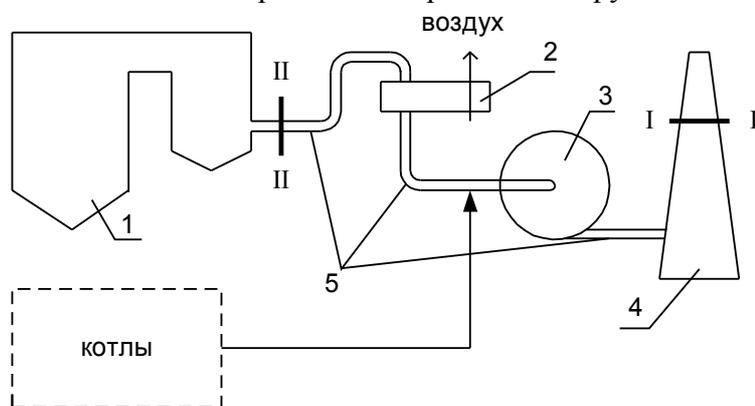
Необходимость в локальных системах мониторинга, в частности системы мониторинга выбросов ТЭС, обусловлена необходимостью обеспечения выполнения жёстких экологических требований.

Для источника выбросов такими требованиями является соблюдение ПДВ загрязняющих веществ, г/с.

Схема газового тракта котла приведена на рисунке (рис. 1).

Для систем мониторинга выбросов ТЭС основными задачами являются:

1. Контроль за соблюдением ПДВ;
2. Определение текущего массового выброса;
3. Расчёт платы за выбросы;
4. Регулирование вредных выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях;
5. Выполнение расчётов загрязнений окружающей среды.



- 1 – котёл; 2 – регенеративный воздухоподогреватель; 3 – дымосос;
4 – дымовая труба; 5 – дымоходы

Рисунок 1 – схема газового тракта котла

Способы организации систем мониторинга выбросов на ТЭС:

1. Непрерывный контроль массовых выбросов вредных веществ на дымовой трубе.
2. Непрерывный контроль концентрации вредных веществ дымовых газов на каждом котельном агрегате ТЭС.
3. Комбинация 2-х первых способов.

Непрерывный контроль массовых выбросов вредных веществ на дымовой трубе.

Достоинства:

- одна система позволяет определять суммарные массовые выбросы всех котлоагрегатов, подключенных к данной дымовой трубе;

- наличие в дымовой трубе на определённой высоте практически равномерных концентрационных и скоростных полей, что позволяет производить измерения практически по сечению трубы концентраций веществ и скорости потока.

Недостатки:

- невозможность регулирования и наладки рабочих режимов котлов, т.к. измеряя суммарные концентрации вредных веществ, поступающих со всех котлоагрегатов, нельзя определить в каком именно котле произошло нарушение рабочего режима;

- системы контроля размещены вне здания ТЭС на высоте 60-100 м над поверхностью земли;

- протяжённые линии коммуникаций (например, пробы воздуха, взятые на высоте 60-100 м, отправляют в лабораторию на земле).

Непрерывный контроль концентрации вредных веществ дымовых газов на каждом котлоагрегате ТЭС.

Достоинства:

- содержание примесей в дымовых газах, особенно O_2 и CO , характеризует топочный режим и завершённость процесса выгорания топлива каждого котлоагрегата;

- системы контроля размещены внутри здания ТЭС, где сезонные колебания температур окружающей среды невелики, что повышает надёжность работы всей газоотборной системы;

- линии коммуникации имеют меньшую протяжённость, нежели в предыдущем способе.

Недостатки:

- неравномерность скоростей газового потока и концентрационных полей по ширине и глубине газохода;

- большие присосы холодного воздуха.

Комбинация двух первых способов.

Достоинства (позволяет соединять достоинства (преимущества) обоих способов):

- возможность получения данных по концентрациям веществ с каждого котла;

- возможность проведения диагностики, регулирования и наладки рабочих режимов каждого котла;

- возможность определения реальных массовых выбросов всей станции.

Недостаток:

- значительные материальные затраты.

Структурная схема мониторинга выбросов ТЭС



Оборудование ТЭС - к основным источникам вредных газообразных факторов ТЭС относятся паровые и водогрейные котлы.

Выброс дымовых газов от котлов и их рассеивание осуществляется с помощью высоких дымовых труб.

Измерительная система - включает средства измерений и необходимое вспомогательное оборудование для определения содержания вредных примесей в уходящих газах котлов и их массового выброса с широкими возможностями сохранения, обработки и передачи данных.

Пробоотборная система - имеет устройство и оборудование, предназначенное для непрерывного или периодического отбора проб, их подготовки и транспортировки без изменения химического и количественного состава от места забора до измерительной системы. Эти устройства должны обеспечивать работу измерительной системы в реальном масштабе времени.

Безпробоотборная система устанавливается непосредственно в газовом тракте и не требует линий транспортировки и устройств пробоподготовки.

Пробоотборная и безпробоотборная системы должны быть стационарно устанавливаемыми.

Стационарные системы обладают более высокой точностью измерений, чем переносные и не требуют времени на установку.

Программно – вычислительный комплекс представляет собой средства вычислительной техники, объединённые в локальные вычислительные сети, средства электронной связи и необходимый набор программных продуктов и баз данных для сбора, обработки, хранения и анализа поступающей от измерительных систем информации. Комплекс содержит диагностические и экспертные системы для разработки рекомендаций по оптимизации текущих режимов работы оборудования и по его ремонту, модернизации или реконструкции с целью улучшения экологических и экономических показателей ТЭС.

Комплекс обеспечивает взаимосвязь между вышеорганизационными уровнями системы мониторинга выбросов ТЭС, а так же санкционированный обмен данными в информационной сети системы непрерывного мониторинга выбросов.

ПРАВИЛА ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И В КОТЕЛЬНЫХ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На ТЭС должен быть разработан план-график контроля соблюдения установленных нормативов выбросов (ПДВ и ВСВ). Пример формы и заполнения плана-графика приведен в таблице 1.

План-график должен включать:

перечень источников выбросов и выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ, подлежащих контролю;

нормативы выбросов;

наименование методов и периодичность контроля выбросов;

перечень подразделений или лиц, осуществляющих контроль. План-график должен быть согласован с местным органом Госкомэкологии РФ и утвержден главным инженером ТЭС.

Если разработанный на ТЭС и согласованный с местным органом Госкомэкологии РФ проект нормативов выбросов включает раздел о контроле выбросов, содержащий указанные выше сведения, то разработка отдельного плана-графика не требуется.

Администрация ТЭС утверждает перечень подразделений и лиц, ответственных за: проведение инструментальных измерений выбросов; проверку эффективности газоочистных установок;

проведение расчетов выбросов; учет и отчетность по контролю выбросов; информацию о соблюдении нормативов выбросов.

К контролю выбросов могут на договорных условиях привлекаться сторонние организации, имеющие соответствующую лицензию Госкомэкологии РФ или его регионального органа, но ответственность за осуществление контроля несет ТЭС.

Контролю подлежат выбросы нормируемых загрязняющих веществ.

К нормируемым загрязняющим веществам, выбрасываемым с дымовыми газами, относятся:

пыль (зола твердого топлива);
 оксиды серы (в пересчете на диоксид серы);
 диоксид азота;
 оксид азота;
 оксид углерода;
 мазутная зола (в пересчете на ванадий);
 сажа и бенз(а)пирен (оба только для котлов паропроизводительностью менее 30 т/ч).

На угольных складах нормированию подлежат выбросы угольной пыли при перевалке топлива, на золоотвалах — выбросы золошлаковой пыли при выемке сухой золы.

При контроле определяются выбросы: максимальные (средние за 20 мин) в граммах в секунду и суммарные (за длительный период— месяц, квартал, полугодие, год) в тоннах.

Контроль максимальных выбросов осуществляется только для загрязняющих веществ, на которые установлен норматив выбросов в граммах в секунду.

Категорирование источников по инструментальному контролю выбросов устанавливается для каждого загрязняющего вещества (таблица) в зависимости от параметров Φ и Q , определяемых по формулам:

$$\Phi = \frac{M}{H \times \text{ПДК}} \times \frac{100}{100 - \eta};$$

$$Q = q \frac{100}{100 - \eta},$$

- где M — максимальный выброс загрязняющего вещества из источника, г/с;
 H — высота источника выброса, м;
 ПДК — предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³;
 η — эффективность газоочистки, %;
 Q — приземная концентрация загрязняющего вещества на границе СЗЗ или ближайшей жилой застройки, ед. ПДК.

Категория источника выброса	Частота контроля выброса	Одновременное условие параметров*	
		Φ	Q
I	1 раз в квартал	>0,01 >0,1	>0,5 >5
II	2 раза в год	>0,001 >0,01	<0,5 <0,5
III	1 раз в год	>0,001 >0,01	<0,5 <0,5
IV	1 раз в 5 лет	>0,001 >0,01	<0,5 <0,5

* Для источника II категории дополнительное условие - наличие разработанных мероприятий по сокращению выброса загрязняющего вещества.
Примечание. Для каждой из категорий источника первая строка значений параметров Φ и Q дана для $H \geq 10$ м, а вторая — $H < 10$ м.

Контроль выбросов подразделяется на систематический, осуществляемый непрерывно или периодически, и разовый.

Непрерывный систематический (аналитический) контроль с определением максимальных и годовых выбросов из дымовых труб осуществляется с помощью стационарных автоматических газоанализаторов, пылемеров и расходомеров дымовых газов.

Установки сероулавливания и азотоочистки должны оснащаться автоматическими стационарными газоанализаторами в обязательном порядке.

Допускается определение объема дымовых газов расчетным методом по расходу топлива и содержанию кислорода в дымовых газах при условиях регистрации расхода топлива и содержания кислорода прямыми или косвенными методами.

В случае временного отсутствия стационарных газоанализаторов и пылемеров систематический контроль осуществляется периодически по плану-графику с применением переносных газоанализаторов и пылемеров или расчетными методами. Частота контроля выбросов устанавливается в соответствии с таблицей п. 1.6.

При систематическом периодическом контроле:

максимальные выбросы диоксида серы при наличии сероочистной установки, золы твердого топлива, оксидов азота, оксида углерода определяются расчетом с использованием результатов плановых инструментальных измерений содержания этих веществ в дымовых газах; при отсутствии сероочистных установок максимальные выбросы диоксида серы допускается определять расчетными методами без инструментальных измерений;

максимальные выбросы мазутной золы (в пересчете на ванадий), сажи, бенз(а)пирена и годовые выбросы всех веществ определяются расчетными методами с использованием (при наличии таковых) зависимостей содержания вещества в дымовых газах от нагрузки котла.

Разовый контроль выбросов из дымовой трубы осуществляется:

после выхода котла, его пылегазоочистного оборудования из капитального ремонта;

после реализации воздухоохраных мероприятий (включая мероприятия, предназначенные для реализации при неблагоприятных метеоусловиях) для оценки их эффективности;

при переводе котла на длительное использование нового топлива;

после реконструкции, замены, изменения режима работы пылегазоочистного оборудования;

по завершении пусконаладочных и режимно-наладочных работ.

Разовый контроль осуществляется путем инструментального измерения содержания в дымовых газах золы твердого топлива, оксида азота, оксида углерода, диоксида серы (при реализации мероприятий, связанных с изменением его выброса), а также расчетными методами.

При инструментальном измерении используются стационарные и переносные приборы, прошедшие сертификацию и аттестацию, и методы из числа включенных в "Перечень методик измерения концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий, допущенных к применению" (М.: 1996).

Расчетные методы применяются из числа включенных в "Перечень методических документов по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, действующих в 1996 г." (СПб.: НИИАтмосфера, 1996) и в обновленные перечни последующих лет. Допускается использовать другие расчетные методики по согласованию с местным органом Госкомэкологии РФ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ

Измерения при контроле с использованием стационарных и переносных приборов должны производиться в дымовой трубе или газоходе за газоочистой установкой, а при отсутствии установки - за последней поверхностью нагрева котла.

При наличии рециркуляции дымовых газов расходомер объема дымовых газов должен устанавливаться в газоходе за местом отбора дымовых газов на рециркуляцию. Допускается установка двух расходомеров: одного до места отбора на рециркуляцию, другого на линии рециркуляции.

Сечения для инструментальных измерений следует выбирать, руководствуясь рекомендациями "Методики испытаний золоулавливающих установок тепловых электростанций и котельных: РД 34.27.301-91" (М.: СПО ОРГРЭС, 1991).

При измерении содержания газообразных загрязняющих веществ в дымовых газах допускается отбирать пробы из шунтовых труб на участках газоходов.

Место отбора проб должно быть оборудовано всем необходимым для работы (площадкой, штуцерами, подводом сжатого воздуха и др.).

Периодические инструментальные измерения целесообразно проводить при максимальных нагрузках, имеющих место в установленный период измерения.

Периодические измерения содержания загрязняющих веществ проводятся при максимальной или близкой к максимальной нагрузке котла, группы котлов, подключенных к трубе, при этом измерения проводятся на тех видах топлива, которые составляют не менее 5% всего сжигаемого в течение года на котле топлива.

Периодические измерения должны проводиться одновременно на всех котельных установках, подключенных к трубе и выбрасывающих данное загрязняющее вещество. Исключение допустимо для одинаковых установок, работающих в этот момент на одинаковом топливе и имеющих одинаковую нагрузку и режим работы газоочистных установок. В этом случае достаточно проведения измерений на одной из котельных установок, результаты измерений при этом распространяются на остальные установки.

Объем дымовых газов при периодических измерениях определяется с помощью прибора определения объема дымовых газов, а при его отсутствии — косвенным методом: по нагрузке котельной установки и содержанию кислорода в дымовых газах.

Независимо от периодичности инструментальных измерений контроль расчетными методами осуществляется не реже 1 раза в месяц.

При расчетных методах определения суммарных выбросов за месяц используются следующие показатели, входящие в расчетные формулы:

содержание оксидов азота в дымовых газах в зависимости от нагрузки котла (при наличии такой зависимости на ТЭС);

средние за месяц зольность, сернистость, влажность, калорийность топлива — по данным химической лаборатории, а при их отсутствии — по удостоверениям о качестве и паспортам топлива;

эксплуатационная среднемесячная степень очистки дымовых газов от золы в золоуловителях — по приложению 2;

расход топлива, средняя эксплуатационная нагрузка котлов, избытки воздуха — по ежемесячному "Отчету электростанции о тепловой экономичности оборудования. Макет 15506-1";

содержание ванадия в мазуте — по данным нефтеперегонных заводов (при наличии данных);

остальные показатели — по данным испытаний котла или по "Тепловому расчету котельных агрегатов (нормативный метод)" (М.: Энергия, 1973).

При расчетном определении максимального в течение месяца выброса используются следующие показатели, входящие в расчетные формулы:

максимальный суточный расход наиболее загрязняющего данным веществом топлива всей группы котлов, подключенных к дымовой трубе, и ТЭС в целом (для различных загрязняющих веществ и источников выбросов это могут быть разные топлива);

остальные показатели (но усредненные за сутки, когда имел место максимальный расход наиболее загрязняющего топлива).

Таблица 1- ПЛАН-ГРАФИК КОНТРОЛЯ СОБЛЮДЕНИЯ НОРМАТИВОВ ВЫБРОСОВ

Номер источника выбросов, наименование	Точка отбора пробы	Контролируемое загрязняющее вещество	Периодичность контроля	Периодичность контроля при НМУ	Норматив, выбросов, г/с	Исполнитель	Метод контроля, используемые приборы
1, труба № 1 2, труба № 2	—	Диоксид серы	Ежемесячно	1 раз в сутки	250 320	Инженер режимно-наладочной группы ПТО	Расчетный по "Методике определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС: РД 34.02.305-98" (М.: ВТИ, 1998)
3, труба № 3	Перед дымососом котлов № 5 и 6	Зола	Расчет - ежемесячно, измерения - 1 раз в год	То же	595	Расчет - инженер режимно-наладочной группы. Измерения - РНП энергосистемы	Расчетный по той же Методике с использованием плановых измерений по "Методике испытаний золоулавливающих установок тепловых электростанций и котельных: РД 34.27.301 -91 "(М.: СПО ОР-ГРЭС, 1991)
1, труба № 1 2, труба № 2 3, труба № 3	Перед дымососом всех котлов, подключенных к трубе	Диоксид азота	Расчет ежемесячно, измерения - 2 раза в год	1 раз в сутки	440 537 525	Расчет - инженер режимно-наладочной группы ПТО. Измерения - инженер санитарно-промышленной лаборатории	Расчетный по РД 34.02.305-98 с использованием плановых измерений переносным газоанализатором типа...
4, угольный склад	—	Пыль угольного склада	1 раз в год при составлении годового отчета по форме № 2-тп (воздух)	То же	10	Инженер режимно-наладочной группы ПТО	Расчетный по "Методическому пособию по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов" (Новоросийск: НПО Союзстремэкология, 1989)
<p>Примечания: 1. Контроль выбросов при НМУ в отсутствие стационарных приборов осуществляется расчетным методом. 2. Контроль оксида азота и оксида углерода не проводится, так как нормы в граммах в секунду на эти вещества не установлены. 3. Контроль выбросов золы с золоотвала не проводится, так как выемка сухой золы не производится.</p>							

Допустимая погрешность определения валового выброса составляет $\pm 25\%$ в соответствии с "Методикой выполнения измерения валовых выбросов с использованием автоматических, полуавтоматических и экспрессных газоанализаторов" (СПб.: НИИ Атмосфера, 1991).

Погрешность инструментального определения выброса складывается из среднеквадратичной суммы погрешностей измерения концентрации загрязняющего вещества и объемного расхода дымовых газов. Допустимая погрешность при этом обеспечивается соблюдением режима поверки и профилактики приборов, качественным выполнением импульсных линий.

Погрешность расчетного определения выброса складывается из среднеквадратичной суммы погрешностей определения входящих в расчеты параметров, основные из которых содержатся в "Нормах погрешности измерений технологических параметров тепловых электростанций и подстанций: РД 34.11.321-96" (М.: Ротапринт ВТИ, 1997).

УЧЕТ ВЫБРОСОВ И ОТЧЕТНОСТЬ ПО КОНТРОЛЮ ВЫБРОСОВ

По согласованию с Управлением социальной статистики Госкомстата РФ ведение первичного учета выбросов на ТЭС осуществляется по журналам, указанным в данных Правилах.

Для учета выбросов в атмосферу ТЭС должна вести два журнала: учета выбросов и измерений выбросов.

В первом журнале (учета выбросов) учет выбросов ведется по дымовым трубам, складу угля, золоотвалу и по ТЭС в целом.

Пример журнала и его заполнения дан в приложении 3.

В этот журнал на основании обработки информации измерений, а при их отсутствии на основании расчетов ежемесячно записываются:

выброс за месяц в тоннах;

максимальный в течение месяца выброс в граммах в секунду (при отсутствии стационарных газоанализаторов и пылемеров — наибольшее из значений расчетного выброса и выброса, рассчитанного с использованием данных инструментальных измерений, если таковые проводились в этот месяц) для веществ, на которые установлен норматив выброса в граммах в секунду.

Если в течение месяца выброс не производился, то в соответствующей графе следует ставить 0 (ноль).

Запись производится не позднее чем через 5 суток после окончания месяца.

На основании записей в журнале учета выбросов определяется выброс в атмосферу (в тоннах) для отчета ТЭС по формам № 2-тп (воздух).

Выброс за отчетный период M определяется по формуле

$$M = (M_{m1} + M_{m2} + \dots + M_{mn}),$$

где M_{m1} , M_{m2} , M_{mn} — месячные выбросы в течение отчетного периода, т;

n — число месяцев в отчетном периоде.

Максимальный выброс за любой отрезок времени больше месяца определяется по наибольшему значению из максимальных за месяц выбросов в течение интересующего периода из журнала учета выбросов.

Журнал измерений выбросов ведется хронологически. Записи производятся не позднее чем через 5 суток после проведения измерений.

Пример журнала и его заполнения дан в таблице 2.

Таблица 2 – Журнал измерений выбросов

Дата (число, месяц, год)	Ингреди- ент	Выбрасывается с дымовыми газами		Вид топ- лива (для смеси — соотно- шение)	Производи- тельность котла во время измерений, т/ч, Гкал/ч	Место изме- рения	Концен- трация загрязняю- щего ве- щества, г/нм ³ , в пересчете на O ₂ =6% (α=1,4)	Метод опре- деле- ния	Подпись ответ- ственно- го лица
		из тру- бы но- мер	от котлов номер						
08.01.97г	Диоксид азота	1	1-3	Газ	80 Гкал/ч	Перед ды- мосо- сом	0,25	Газо- анали- за-тор типа...	
17.01.97г	Зола	3	5,6	Уголь с мазутом (15%)	600 т/ч	За зо- лоуло- ви- телем	1,28	Эксп- ресс- метод	

ОЦЕНКА СОБЛЮДЕНИЯ НОРМАТИВОВ ПРИ КОНТРОЛЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Основным методом оценки соблюдения нормативов при контроле выбросов промышленных предприятий является сравнение фактических выбросов ИЗА, полученных с помощью непосредственных измерений или расчетных методов с нормативами предельно допустимых выбросов. Значения массовых выбросов, полученные с помощью измерений, сравнивают с контрольными значениями ПДВ в граммах в секунду. Значения массовых выбросов, полученные с помощью расчетных методов, сравнивают либо с контрольными значениями ПДВ в граммах в секунду, либо с ПДВ в тоннах в год в зависимости от размерности этой величины в расчетной методике. Когда определить массовый выброс для источника выбросов невозможно по конструктивным или технологическим условиям, можно определять массовые выбросы для всех источников выделения, относящихся к ИЗА, с последующим суммированием полученных значений по всем источникам выделения.

Нарушение нормативных значений выбросов фиксируют, учитывая погрешность метода определения валовых выбросов, т.е. при выполнении условия:

$$M_{\text{отр}} > M_{\text{ПДВ}} + \Delta M,$$

где $M_{\text{отр}}$ - значение массового выброса, определенное с помощью непосредственных измерений или расчетных методов;

$M_{\text{ПДВ}}$ - нормативное значение выброса;

ΔM - погрешность метода определения массового выброса.

Для принятия решения о применении санкций к предприятию, имеющему сверхнормативные выбросы, можно использовать информацию о загрязнении атмосферы, полученную при подфакельных и маршрутных наблюдениях или от стационарных постов контроля атмосферного воздуха. Эту информацию используют при принятии решения, если можно достоверно установить влияние промышленного предприятия на состояние воздуха (например, для отдельно стоящих предприятий или для предприятий, выбрасывающих специфические ЗВ, отсутствующие в ИЗА других предприятий на контролируемой территории).

КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

По результатам контроля промышленных предприятий инспектирующие органы могут принять решения об ограничении, приостановке или прекращении эксплуатации отдель-

ных установок, цехов, производств, а также о применении санкций к должностным лицам и руководящим работникам предприятий (депремирование, меры административного воздействия, уголовная ответственность).

При принятии решения о прекращении эксплуатации оборудования, остановки цехов предприятий учитывают следующее загрязнение атмосферы, формируемое сверхнормативными выбросами рассматриваемого источника:

1) превышение ПДК_{мр} (ОБУВ) в 30 и более раз, установленное более 2 раз в течение года;

2) систематическое превышение ПДК_{мр} при повторяемости более 50% общего объема наблюдений за срок более месяца;

3) превышение в среднем за полугодие в 5 раз и более ПДК_{сс};

4) экстремально высокое загрязнение атмосферного воздуха.

Для атмосферного воздуха критерием экстремально высокого уровня загрязнения является содержание одного или нескольких ЗВ: 1) превышающее ПДК в 50 раз и более; 2) в 30-49 раз при сохранении этого уровня концентрации 8 ч и более; 3) в 20-29 раз при сохранении этого уровня более 2 сут.

При выбросе в атмосферу веществ, для которых не установлены ПДК или ОБУВ, или систематическом повышении содержания в атмосфере дурнопахнущих веществ решение о приостановке принимают на основе данных об ухудшении показателей здоровья населения, поражениях растительности. При повторении таких негативных явлений принимают решение о прекращении эксплуатации оборудования, цехов, участков и производств.

Решение о приостановке или прекращении эксплуатации оборудования, цехов, участков и производств принимают для предприятий, допустивших технологические и другие нарушения, приводящие к сверхнормативным выбросам или сверхнормативным уровням загрязнения атмосферы, в том числе к предприятиям:

1) выбрасывающим ЗВ в атмосферу без разрешения (ввиду отсутствия или невыполнения сроков разработки нормативов ПДВ и разрешения на выброс по вине предприятия);

2) не осуществившим в полном объеме мероприятий по сокращению выбросов ЗВ и создающим повышенные уровни загрязнения атмосферы в период неблагоприятных метеорологических условий;

3) не обеспечившим разработку и осуществление мероприятий по предотвращению залповых выбросов, создающих высокие и экстремально высокие уровни загрязнения атмосферы;

4) допустившим аварийную ситуацию на предприятии и аварийное отключение крупных пылегазоочистных установок;

5) нарушившим правила эксплуатации и не использовавшим установки очистки газов или не обеспечившим своевременное и в полном объеме выполнение заданий директивных органов по охране атмосферы;

6) приступившим к эксплуатации технологического оборудования с незавершенным строительством установок очистки газа и систем снижения выбросов ЗВ, предусмотренных согласованным с Министерством природопользования СССР (с Госкомгидрометом СССР до 1989 г.) проектом на строительство и реконструкцию предприятия, или при отсутствии согласованного с Министерством природопользования СССР проекта на строительство и реконструкцию;

7) выпустившим продукцию, в том числе двигатели, с нарушением стандартов на содержание ЗВ в отходящих и отработанных газах;

8) нарушившим правила складирования промышленных и иных отходов, транспортировки, хранения и применения средств защиты растений, стимуляторов их роста, минеральных удобрений и других препаратов, повлекших или могущих повлечь загрязнение атмосферы;

9) допустившим производство передвижных ИЗА с нарушением требований нормативно-технической и конструкторской документации (в объеме более 10% транспортных средств из проверенной партии);

10) допустившим эксплуатацию транспортных средств, если выбросы от более 30% автомашин проверенной партии превышают установленные нормативы, и допустившим отсутствие контроля содержания ЗВ в отходящих газах.

Превышение нормативов ПДВ является достаточным основанием для принятия немедленных запретительных мер для эксплуатируемого оборудования, установок, цехов и предприятия в целом. Решения о санкциях принимают, учитывая неблагоприятное воздействие выбрасываемых вредных веществ на состояние воздуха в городе или районе (при наличии наблюдений на стационарных постах контроля загрязнения атмосферы, при проведении подфакельных и маршрутных наблюдений).

Рекомендуется следующий порядок учета наблюдаемых превышений санитарно-гигиенических нормативов качества воздуха при вынесении санкций предприятию.

Ограничивают выбросы или приостанавливают эксплуатацию оборудования, установок, цехов и предприятий в следующих случаях:

1) если в результате сверхнормативных выбросов рассматриваемого источника содержание одного или нескольких веществ в воздухе превышает максимально разовую ПДК_{мр} или ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) в 5 раз и более, не менее чем за два срока наблюдений в течение суток;

2) если в течение месяца наблюдается систематическое превышение ПДК_{мр} при повторяемости более 20% общего объема наблюдений;

3) если в среднем за полугодие зафиксированы превышения среднесуточной ПДК_{сс} в 3 раза и более.

Запрет эксплуатации оборудования, установок и цехов, являющихся источниками повышенной опасности для окружающей среды (атмосферы), надо сопровождать принятием экономически обоснованного решения по 1) реконструкции производства или предприятия, 2) выносу части производств или всего предприятия за пределы населенной территории, 3) перепрофилированию предприятия.

Контроль концентраций ЗВ в выбросах автотранспорта

МЕТОДОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С БЕНЗИНОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Измерение содержания СО и $\sum C_x H_x$ в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями необходимо проводить в строгом соответствии с ГОСТом 17.2.2.03-87 "Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями".

Согласно стандарту, содержание СО₂ и $\sum C_x H_x$ в отходящих газах автомобилей определяют при работе двигателя на холостом ходу для двух частот вращения коленчатого вала: минимальной ($n_{\text{мин}}$) и повышенной ($n_{\text{пов}}$) в диапазоне от 2000 мин⁻¹ до 0,8 $n_{\text{ном}}$. Нормальная частота вращения коленчатых валов приведена в табл. 3. При контроле используют технические средства, приведенные в разделе 6 Руководства.

Таблица 3 - Нормативная частота вращения коленчатого вала автомобильного двигателя при проверке СО и $\sum C_x H_x$ в отходящих газах (числитель - минимальная, знаменатель - повышенная)

Марка двигателя	Базовая модель автомобиля	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹
МеМЗ-968	ЗАЗ-968, ЛУАЗ-969	500-600/3400
ИЗМА-408Э	"Москвич" 408	450-550/3700
УМЗ 412 Э	"Москвич" 412, 2140	600-700/4700
ВАЗ-2101, ВАЗ-21011, ВАЗ-2103, ВАЗ 2105	"Жигули"	700-800/4500
ВАЗ-2108	"Спутник"	700-800/4500
ВАЗ-2106, ВАЗ 2121	"Жигули", "Нива"	700-800/4300
ЗМЗ-2401	ГАЗ-24, РАФ-2203	550-650/3600
ЗМЗ 4022-10	ГАЗ-24-10, ГАЗ-3102	600-700/3700
ГАЗ-21	ГАЗ-21, РАФ-977	450-500/3200
ГАЗ-69	ГАЗ-69	450-500/2400
УМЗ-451 М	УАЗ-451, УАЗ-469	450-500/3700
ГАЗ-52	ГАЗ-52	450-500/2100
ГАЗ-55	ГАЗ-53, КАВЗ-685	450-500/2500
ГАЗ-66	ГАЗ-66	450-500/2500
ЭМЗ-672	ПАЗ-672	450-500/2500
ЗИЛ-157	ЗИЛ-157	450-500/2500
ЗИЛ-120	ЗИЛ-130, 131	450- 500/2500
ЗИЛ-375	Урал-375, ЛИАЗ-677 ЛАЗ-697	450-500/2500

Перед началом работы необходимо убедиться, что выполняются условия эксплуатации газоанализатора. Подключение к сети электропитания производится согласно инструкции по эксплуатации прибора. Для обеспечения санитарно-гигиенических требований к воздуху в зоне измерений следует вывести линию сброса отходящих газов в систему вытяжной вентиляции или за пределы места проведения измерений. Устройство пробоподготовки подготавливают к работе и включают газоанализатор на прогрев. После прогрева в течение времени, оговоренного инструкцией по эксплуатации, производят проверку и настройку нуля и чувствительности по реперу газоанализатора.

Перед измерением двигатель надо прогреть до минимальной температуры охлаждающей жидкости (или моторного масла для двигателей с воздушным охлаждением), указанной в руководстве по эксплуатации автомобилей. Внешним осмотром определить исправность выпускной системы автомобиля.

Концентрацию CO и $\sum \text{C}_x \text{H}_x$ в отходящих газах измеряют в следующей последовательности:

- 1) рычаг переключения передачи (избиратель скорости для автомобиля с автоматической коробкой передач) устанавливают в нейтральное положение;
- 2) автомобиль тормозят стояночным тормозом;

- 3) двигатель (при его работе) заглушают;
- 4) открывают капот двигателя;
- 5) подключают тахометр;
- 6) устанавливают пробоотборный зонд газоанализатора в выхлопную трубу автомобиля на глубину не менее 300 мм от среза (при косом срезе выхлопной трубы глубину отсчитывают от короткой кромки среза);
- 7) полностью открывают воздушную заслонку карбюратора;
- 8) запускают двигатель;
- 9) частоту вращения вала двигателя увеличивают до $n_{пов}$ и проводят измерения на этом режиме в течение не менее 15 с;
- 10) устанавливают минимальную частоту вращения вала двигателя и не ранее чем через 20 с измеряют содержание CO и $\sum C_x H_x$. При необходимости измерения содержания CO и $\sum C_x H_x$ при повышенной частоте вращения вала двигателя замер производят не ранее чем через 30 с после установления $n_{пов}$.

По окончании измерения результаты замеров заносят в протокол проверки. После выключения двигателя газоанализатор отсоединяют от выхлопной трубы, а тахометр - от бортовой сети автомобиля. Автомобиль выводят за пределы площадки.

При температуре наружного воздуха ниже +5 °С газоанализатор надо установить в помещении с температурой выше +5 °С, при этом газоотборный шланг необходимо утеплить. Длину газоотборного шланга выбирают в зависимости от расхода воздуха через газоанализатор так, чтобы постоянная времени прибора вместе с газоотборным шлангом была не более 20 с. При настройке нуля прибора используют теплый воздух из помещения. Во избежание загрязнения воздуха в помещении необходимо предусмотреть отвод отходящих газов, проходящих через газоанализатор.

МЕТОДОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ ДЫМНОСТИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ С ДИЗЕЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Дымность автомобилей с дизельным двигателем необходимо измерять строго согласно ГОСТу 21393-75 "Автомобили с дизелями. Дымность отработанных газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности". Стандарт устанавливает норму определения дымности на режимах свободного ускорения и максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя.

При контроле используют технические средства определения дымности отходящих газов, приведенные в разделе 6 Руководства.

Дымомер подключают к сети электропитания согласно инструкции по эксплуатации прибора. Прибор включают на прогрев. После прогрева в течение времени, оговоренного инструкцией на эксплуатацию, производят проверку, настройку нуля и чувствительности дымомера.

Перед проведением измерений двигатель надо прогреть до температуры охлаждающей жидкости или моторного масла (для двигателей с воздушным охлаждением), при которой можно начинать движение автомобиля. Внешним осмотром необходимо определить исправность выпускной системы автомобиля.

Дымность отходящих газов следует измерять в следующей последовательности:

- 1) рычаг переключения передачи (избиратель скорости для автомобилей с автоматической коробкой передач) устанавливают в нейтральное положение;
- 2) автомобиль тормозят стояночным тормозом;
- 3) двигатель (при его работе) заглушают;
- 4) прибор подключают к выпускной системе автомобиля;
- 5) заводят двигатель и нажатием педали подачи топлива устанавливают максимальную частоту вращения вала двигателя;
- 6) по достижении температуры отходящих газов не ниже 60 °С педаль отпускают;

- 7) проводят 10-кратный цикл увеличения частоты вращения вала дизеля от минимальной до максимальной с интервалом не более 15 с;
- 8) снимают максимальные показания прибора по последним четырем циклам;
- 9) не позднее чем через 60 с частоту вращения вала двигателя доводят до максимальной;
- 10) при установлении показателей прибора (размах колебаний не более 6 единиц) снимают значения дымности.

По окончании измерений двигатель отключают, прибор отключают от выхлопной трубы, автомобиль удаляют за пределы площадки.

За результат измерения дымности на режиме свободного ускорения принимают среднее арифметическое значение по последним четырем циклам. При этом разность показаний по циклам не должна превышать 6 единиц. Результаты измерений заносят в протокол проверки.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ КОНТРОЛЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА

Содержание ЗВ в отходящих газах автомобилей надо проверять, как правило, на контрольно-регулирующих пунктах или в специально отведенном месте. При отсутствии такого места для проведения измерения и при выборочной проверке автомобилей на линии подбор места должен исключать возможность наезда автомобилей на лиц, проводящих измерения.

Места, выбираемые для проведения инструментального контроля токсичности и дымности отходящих газов автомобилей, должны обеспечивать санитарно-гигиенические требования к воздуху в зоне измерений по ГОСТу 12.1.005-71, иметь естественную или принудительную вентиляцию.

На месте проведения инструментального контроля должны находиться только лица, имеющие непосредственное отношение к работам.

Очередной автомобиль для проведения измерений должен останавливаться не ближе 2 м от автомобиля, находящегося на проверке. Скорость движения автомобилей на подъездных путях к месту проведения замеров не должна быть больше 10 км/ч; в помещениях и в непосредственной близости от места измерения должна быть не более 5 км/ч.

Непосредственно перед проведением инструментального контроля необходимо убедиться в соблюдении водителем мер предосторожности, исключающих самопроизвольное движение автомобиля.

К работе с приборами контроля допускается обслуживающий персонал, ознакомленный с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации используемого измерительного прибора, прошедший инструктаж и имеющий право пользования электрическими и электроизмерительными приборами.

Контроль газоочистного оборудования (ГОУ)

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТИПАХ ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (ГОО), ПРИМЕНЯЕМОГО В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Отечественная промышленность серийно выпускает широкую номенклатуру различных типов газоочистных установок (ГОУ) (рис. 1).

ИНЕРЦИОННЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Простейшим методом удаления твердых частиц из газопылевого потока является их осаждение под действием силы тяжести. На этом принципе работают все аппараты сухого инерционного обеспыливания газов: пылеосадительные камеры, жалюзийные аппараты, циклоны различных модификаций, дымососы-пылеуловители и др. Из всей разновидности инерционных аппаратов наиболее распространены циклоны. Применение пылеосадительных камер и простейших по конструкции пылеуловителей инерционного типа оправдано лишь для предварительной очистки газов от частиц размером более 100 мкм.

Пылевые камеры

Пылевые камеры относятся к простейшим устройствам для улавливания крупных частиц сырья или пыли. Они действуют по принципу осаждения частиц при медленном движении пылегазового потока через рабочую камеру, поэтому основными размерами камеры являются ее высота и длина. Типичными представителями инерционных пылеуловителей являются “пылевые мешки“, которые широко применяют в металлургии. Характерной особенностью этого аппарата является возможность его использования при высоких рабочих температурах и агрессивных средах.

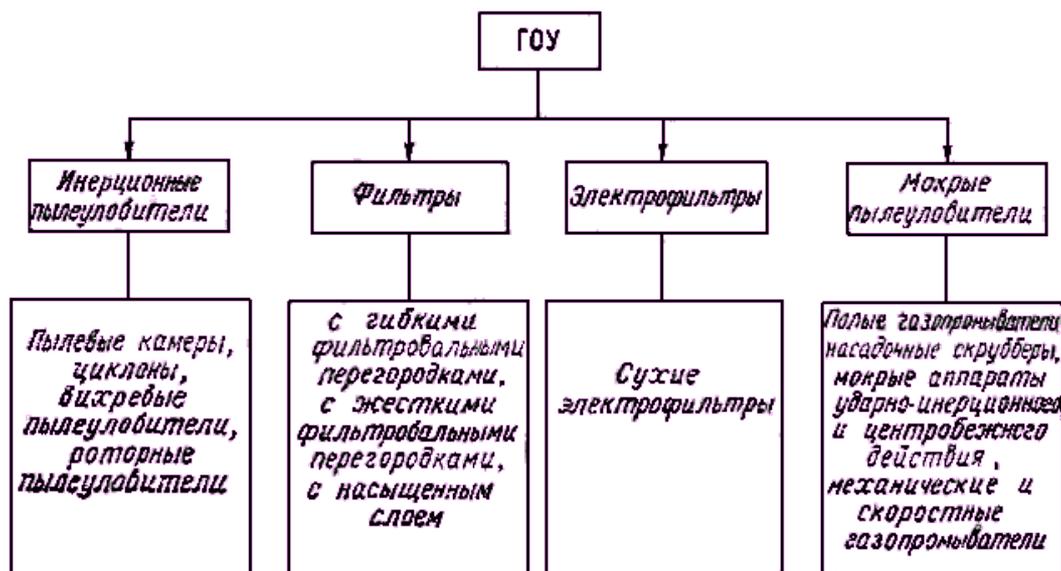


Рисунок 1 - Типы газоочистного оборудования

Циклоны

Циклоны являются наиболее распространенным типом механического пылеуловителя. Циклоны-пылеуловители имеют ряд преимуществ перед другими аппаратами: отсутствие движущихся частей, надежная работа при температуре до 500 °С без конструктивных изменений, возможность улавливания абразивных пылей и т.д.

К недостаткам можно отнести большое гидравлическое сопротивление, достигающее 1250-1500 Па, и малую эффективность при улавливании частиц размером менее 5 мкм.

Вихревые пылеуловители

Основным отличием вихревых пылеуловителей от циклонов является наличие вспомогательного закручивающего газового потока. Аналогично циклонам эффективность вихревых аппаратов с увеличением их диаметра снижается. По сравнению с противоточными циклонами вихревые пылеуловители имеют следующие преимущества:

- более высокую степень очистки высокодисперсных пылей;
- отсутствие абразивного износа активных частей аппарата;
- возможность обеспыливания газов с более высокой температурой за счет использования вторичного воздуха.

Роторные пылеуловители

Роторные пылеуловители можно разбить на несколько групп. В первой группе (наиболее многочисленной) запыленный поток поступает в центральную часть колеса, вращающегося в спиралеобразном кожухе. Во второй улавливаемые частицы перемещаются в направлении, обратном движению газов. Из динамических аппаратов наиболее распространен дымосос-пылеуловитель, предназначенный для улавливания частиц пыли со средним размером 15 мкм. Этот аппарат применяют для очистки дымовых газов малых котелен, в ли-

тейных производствах и на асфальтобетонных заводах. Его можно использовать в качестве первой ступени очистки перед мокрыми электрофильтрами и тканевыми фильтрами.

ФИЛЬТРЫ

В зависимости от назначения фильтровальные аппараты для улавливания твердых аэрозолей принято делить на фильтры для очистки атмосферного воздуха и фильтры для очистки технологических газов и аспирационного воздуха. В фильтрах для технологических газов и аспирационного воздуха можно очищать агрессивные, взрывоопасные и высокотемпературные газы с концентрацией пыли 60 г/м^3 и более. Иногда фильтровальные аппараты используют не только для улавливания пылей, но и для химической очистки газов.

Общепромышленные фильтры предназначены для улавливания нетоксичных и невзрывоопасных пылей при температуре газов не более $140 \text{ }^\circ\text{C}$. В зависимости от типа фильтровальных перегородок аппараты принято делить на фильтры с гибкими и жесткими фильтровальными перегородками и насыпным слоем.

Фильтры с гибкими перегородками

Конструкции серийно изготавливаемых фильтров с гибкими перегородками в зависимости от основного конструктивного признака - устройства регенерации - подразделяются на следующие основные группы фильтров:

- с регенерацией механическим воздействием;
- с механическим встряхиванием в сочетании с обратной посекционной продувкой;
- с обратной посекционной продувкой;
- с импульсной продувкой;
- с поэлементной струйной продувкой.

Фильтры с жесткими перегородками

Фильтры с жесткими перегородками предназначены для тонкой очистки газов при высоких температуре и давлении, для фильтрования жидкостей и газов в химической и фармацевтической промышленности, очистки сжатого воздуха от масла и твердых частиц в компрессорных установках. Промышленность серийно выпускает рукавные фильтры, в которых используют фильтровальные элементы металлических сеток. Они предназначены для улавливания химических реактивов, особо чистых химических веществ и других ценных продуктов из газов, отходящих от технологических установок распылительного типа, печей кипящего слоя в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности.

Фильтры с насыщенным слоем

Фильтры с насыщенными слоями делятся на фильтры с неподвижным и движущимся насыщенным слоем.

В фильтрах с неподвижным насыщенным слоем достигается наиболее высокая очистка.

В числе фильтров с движущимся насыпным слоем наиболее распространены аппараты с периодическим движением слоя, обеспечивающие относительно высокую очистку. Концентрация пыли в очищаемых газах составляет $5-9 \text{ г/м}^3$, а на выходе из фильтра $60-90 \text{ мг/м}^3$. В последние годы подобные аппараты используют для очистки газов в небольших котельных установках, работающих на угле.

ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ

Электрофильтры являются универсальными аппаратами для очистки промышленных газов от твердых и жидких частиц. К преимуществам электрофильтров относятся: высокая очистка, достигающая 99%; низкие энергетические затраты на улавливание частиц; возможность улавливания частиц размером $100-0,1 \text{ мкм}$ и менее, при этом концентрация взвешенных частиц в газах может колебаться от долей грамма до 50 г/м^3 и более, а их температура может превышать $500 \text{ }^\circ\text{C}$.

Электрофильтры широко применяют почти во всех отраслях народного хозяйства: теплоэнергетике, черной и цветной металлургии, химии и нефтехимии, в строительной индустрии.

стрии, при производстве удобрений и утилизации бытовых отходов, в атомной промышленности и др. В СССР в электрофильтрах очищается более 50% общего объема отходящих газов.

Электрофильтры не применяют, если очищаемый газ является взрывоопасной смесью, так как при работе электрофильтра неизбежно возникают искровые разряды.

По конструкции осадительных электродов разделяют пластинчатые и трубчатые электрофильтры. По виду улавливаемых частиц и способу их удаления с электродов разделяют сухие и мокрые электрофильтры.

МОКРЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Целесообразность использования мокрых аппаратов газоочистки обычно определяется не только задачами очистки газов от пыли, но и необходимостью одновременного охлаждения и осушки (или увлажнения) газов, улавливании туманов и брызг, абсорбции газовых примесей и др. В мокрых пылеуловителях в качестве орошающей жидкости чаще всего применяют воду; при совместном пылеулавливании и химической очистке газов выбор орошающей жидкости (абсорбента) обуславливается процессом абсорбции.

Мокрые пылеуловители разделяют на группы в зависимости от поверхности контакта или по способу действия.

Полые газопромыватели

Наиболее распространенным аппаратом этого класса является полый форсуночный скруббер. Он широко используется как для очистки газов от достаточно крупных частиц пыли, так и для охлаждения газов. В различных системах пылеулавливания аппарат обеспечивает подготовку (кондиционирование) газов. Степень очистки в полном форсуночном скруббере достигает 99% при улавливании частиц размером более 10 мкм и резко снижается при размере менее 5 мкм.

Насадочные газопромыватели

Насадочные газопромыватели следует применять только при улавливании хорошо смачиваемой пыли, особенно когда процессы улавливания пыли сопровождаются охлаждением или абсорбцией газов.

Газопромыватели ударного действия

Наиболее простой по конструкции пылеуловитель ударно-инерционного действия представляет собой вертикальную колонну, в нижней части которой находится слой жидкости. Аппараты ударно-инерционного действия следует устанавливать для очистки холодных или предварительно охлажденных газов.

Газопромыватели центробежного действия

Скрубберные газопромыватели центробежного действия по своей конструкции делятся на два типа: в первом вращательное движение пылегазовому потоку придается за счет тангенциального подвода потока, а во втором закручивателем служит центральное лопастное устройство.

В России наиболее распространены центробежные скрубберы с тангенциальным подводом газопылевого потока и пленочным орошением, создаваемым форсунками. Циклон с водяной пленкой (ЦВП) является типичным представителем этого типа пылеуловителей и предназначен для очистки запыленного вентиляционного воздуха от любых видов нецементирующейся пыли.

Скоростные газопромыватели

Скрубберы Вентури являются эффективными аппаратами мокрого пылеулавливания. Разработан большой ряд конструкций скрубберов Вентури:

- 1) с центральным (форсуночным) орошением,
- 2) с периферийным и пленочным орошением,
- 3) с подводом жидкости за счет энергии газового потока (бесфорсуночные скрубберы Вентури).

МЕТОДОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Основной величиной, характеризующей работу газоочистных установок (ГОУ) в промышленных условиях, является степень очистки воздуха, которую определяют по одному из следующих соотношений [3]:

$$\eta = \frac{M_2}{M_1} = \frac{M_1 - M_3}{M_1} = \frac{M_2}{M_2 + M_3} = \frac{C_{\text{ВХ}} Q_1 - C_{\text{ВЫХ}} Q_3}{C_{\text{ВХ}} Q_1}, \quad (10.1)$$

где $M_1 - M_3$ - массы химического вещества или частиц пыли, содержащихся в газе до поступления в аппарат, уловленных в аппарате и содержащихся в очищенном воздухе после выхода из аппарата соответственно, кг;

$C_{\text{ВХ}}$ и $C_{\text{ВЫХ}}$ - средние концентрации вещества или частиц пыли в воздухе на входе в аппарат и на выходе из него соответственно, г/м³;

Q_1 и Q_3 - объемные расходы воздуха, поступившего в аппарат и вышедшего из него, приведенные к нормальным условиям, м³/ч.

Иногда для определения эффективности работы аппаратов применяют упрощенное соотношение:

$$\eta = 1 - C_{\text{ВЫХ}} / C_{\text{ВХ}},$$

справедливое только при одинаковых объемных расходах воздуха на входе и выходе из аппарата.

Все значения величин, входящих в соотношения (10.1) и (10.2), следует определять одновременно.

Для контроля ГОУ необходимо знать характеристики пылегазовых потоков до и после прохождения через каждый аппарат в отдельности и всей газоочистки в целом.

Характеристика пылегазовых потоков включает в себя следующие показатели:

- количество газа на входе и выходе из ГОУ, м³/ч;
- температура газа на входе и выходе, °С;
- влажность газа до и после очистки, г/м³;
- давление или разрежение газов по всему газовому тракту, Па;
- запыленность газа на входе и выходе из ГОУ, г/м³;
- дисперсный состав пыли на входе и выходе из ГОУ.

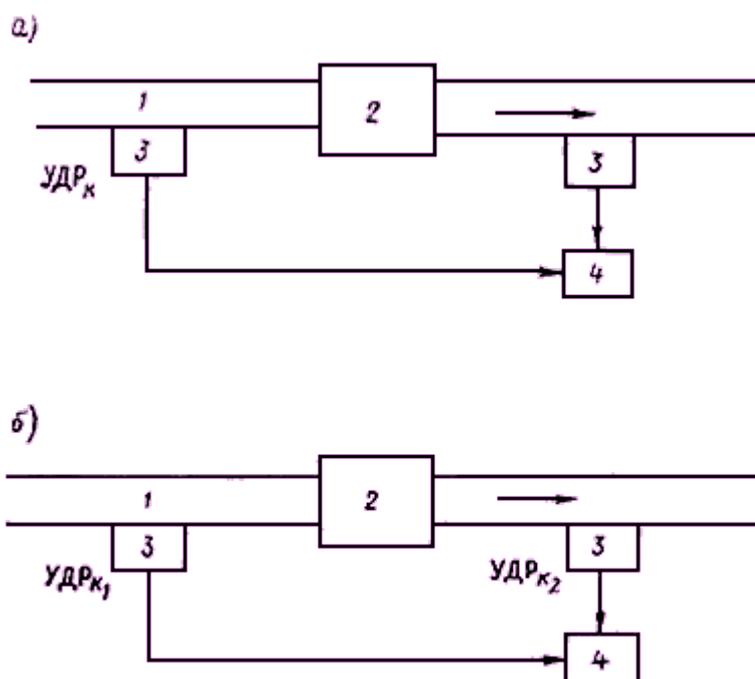
Контроль ГОУ с использованием инструментальных методов в зависимости от типа газоанализаторов осуществляют в двух вариантах:

- 1) с применением газоанализаторов промышленных выбросов;
- 2) с применением газоанализаторов микроконцентраций.

КОНТРОЛЬ ГОУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

Газ отбирают из газохода в точках до и после места расположения ГОУ (черт.10.2). На входе ГОУ в газоход помещают пробоотборный зонд с устройством динамического разбавления газовой пробы. Газовая проба очищается от пыли фильтрующим элементом, помещенным в защитный стальной кожух. При фильтрации пыль задерживается пористой перегородкой фильтрующего элемента, а газовая проба проходит через поры фильтра. Использование металлокерамического фильтра позволяет применять его для отбора пробы из газовых потоков практически любой запыленности с температурой до 400 °С и влажностью до 100%. На выходе ГОУ в газоход помещают пробоотборный зонд без УДР, так как концентрация ЗВ соответствует диапазонам измерения газоанализатора. Для фильтрации используют зонды с

внутренней или внешней фильтрацией. При внешней фильтрации для предотвращения выпадения конденсата используют подогревательную манжету фильтра. Газовую магистраль доставки пробы к устройству пробоподготовки надо термостатировать.



1 - газоход, 2 - ГОУ, 3 - пробоотборный зонд, 4 - газоанализатор промышленных выбросов (а) или микроконцентраций (б)

Рисунок 2 - Схема контроля эффективности ГОУ с использованием газоанализаторов промышленных выбросов

КОНТРОЛЬ ГОУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ МИКРОКОНЦЕНТРАЦИЙ

При контроле ГОУ с применением газоанализаторов микроконцентраций используют пробоотборные зонды с устройством динамического разбавления пробы $УДР_k$ (см. рис. 2), где k - коэффициент разбавления пробы. Пробы газа отбирают из газохода перед местом установки ГОУ и после него. Каждую пробу разбавляют чистым воздухом в заданном соотношении (с коэффициентом разбавления k_1 или k_2).

Степень очистки газа определяют из соотношений:

$$\eta = 1 - C_{\text{ВЫХ}}^{\text{ИЗМ}} / C_{\text{ВХ}}^{\text{ИЗМ}},$$

$$C_{\text{ВЫХ}}^{\text{ИЗМ}} = k C'_{\text{ВЫХ}}, \quad C_{\text{ВХ}}^{\text{ИЗМ}} = k C'_{\text{ВХ}},$$

где k - коэффициент разбавления пробы;

$C'_{\text{ВЫХ}}$ и $C'_{\text{ВХ}}$ - концентрации ЗВ, измеренные с помощью газоанализатора на выходе и входе газоочистного оборудования соответственно;

$C_{\text{ВХ}}^{\text{ИЗМ}}$ и $C_{\text{ВЫХ}}^{\text{ИЗМ}}$ - концентрации ЗВ в разбавленной пробе, измеренные с помощью газоанализатора соответственно на входе и выходе газоочистного оборудования.

Последнее соотношение справедливо при отсутствии подсосов воздуха в ГОУ.

КОНТРОЛЬ ГОУ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА РАЗБАВЛЕНИЯ

Разбавление газа атмосферным воздухом приводит к появлению в анализируемой смеси новых ЗВ, отсутствующих в газовой пробе, взятой из газохода. Это связано с наличием в воздухе рабочей зоны всех примесей, выбрасываемых предприятием, а не только тех, которые имеются в контролируемых ИЗА. При этом наличие дополнительных примесей увеличивает погрешность определения основного ЗВ. Для повышения точности контроля степени очистки газа от ЗВ используют следующий способ. Пробу газа, отбираемую из газохода до газоочистного оборудования, разбавляют газом, отбираемым из газохода после места установки ГОУ, причем концентрацию разбавленного газа измеряют дважды через заданный промежуток времени с разными коэффициентами разбавления. При этом гарантируется, что газовая проба не будет содержать новых ЗВ, отсутствующих в исходной газовой пробе и вносящих дополнительную погрешность при определении концентрации.

Устройство для контроля степени очистки газа от ЗВ изображено на рис. 3. Устройство состоит из двух пробоотборных узлов 2 и 13 с зондами, установленных в газоходе 1. Первый пробоотборный узел 2 с зондом установлен в газоходе перед ГОУ. Магистраль транспортировки пробы 3 соединяет пробоотборный узел 2 с переключающим пневмоклапаном 4. Один из выходов пневмоклапана 4 соединен с диафрагмой 5, а второй - с диафрагмой 6, имеющей меньший, чем диафрагма 5, диаметр проходного отверстия. Выходы диафрагм 5 и 6 подключены к первому входу 9 эжектора 11. Второй вход 10 эжектора через побудитель расхода 15 и магистраль транспортировки пробы 14 связан с пробоотборным узлом 13, установленным после ГОУ. Выход эжектора через магистраль транспортировки пробы 7 соединен с газоанализатором 8. Эжектор имеет выход сброса 12, предназначенный для сброса излишка газа, не поступающего на анализ в газоанализатор 8.

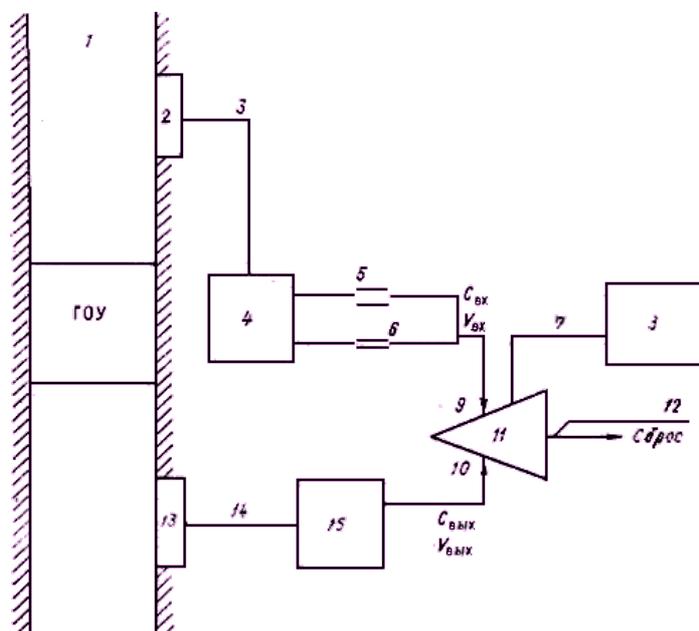


Рисунок 3 - Устройство для контроля эффективности ГОУ

От устройства управления (на схеме не показано) подается команда на переключающий пневмоклапан, по которой пробоотборный узел 2 подключается к диафрагме 5, и запускается побудитель расхода 15. Проба газа с малой концентрацией ЗВ, отбираемая через второй пробоотборный узел 13, через магистраль транспортировки пробы 14 и побудитель расхода 15 поступает на вход 10 эжектора 11. В камере эжектора создается разрежение, что приводит к поступлению потока газа с большой концентрацией ЗВ из первого пробоотборного узла 2 через магистраль транспортировки пробы 3 и диафрагму 5 на вход 9 эжектора 11. В

камере эжектора смешиваются потоки газа с большой и малой концентрацией ЗВ и образуется смесь с концентрацией, определяемой коэффициентом разбавления, т.е. проходным отверстием диафрагмы 5. Полученная смесь поступает через магистраль транспортировки пробы 7 в газоанализатор 8, где определяется концентрация газовой смеси, соответствующая коэффициенту разбавления диафрагмы 5. Через заданное время, необходимое для измерения концентрации в установившемся режиме (20 мин), устройство управления переводит переключающий пневмоклапан в положение, соответствующее подключению диафрагмы 6 к пробоотборному узлу 2. При этом увеличивается коэффициент разбавления и изменяется концентрация разбавленной газовой пробы в эжекторе 11 и на входе в газоанализатор 8. Газоанализатор 8 измеряет новую концентрацию разбавленной газовой смеси, полученной в эжекторе.

Степень очистки газа η рассчитывают по известным коэффициентам разбавления k_1 и k_2 и соответствующим этим коэффициентам концентрациям ЗВ, измеренным газоанализатором по соотношению

$$\eta = \frac{(1 + k_1 + k_2 + k_1 k_2)(C_{\Sigma 2} - C_{\Sigma 1})}{k_1(1 + k_2)C_{\Sigma 1} - k_2(1 + k_1)C_{\Sigma 2}},$$

где k_1 и k_2 - коэффициенты разбавления; $C_{\Sigma 1}$ и $C_{\Sigma 2}$ - концентрации ЗВ, измеренные газоанализатором, для значения коэффициента разбавления k_1 и k_2 .

Эффективность работы ГОУ во многом определяется количеством подсосываемого воздуха в газоотводящем тракте и в самих газоочистных аппаратах. Большое количество подсосываемого воздуха по газоходу приводит к снижению эффективности улавливания и отвода газов от технологических агрегатов и повышению нагрузки на газоочистной аппарат, а разбавление газов, содержащих горючие компоненты, может создавать условия для образования взрывоопасных концентраций. Подсос воздуха в самом аппарате, особенно при сухих способах очистки, как правило, приводит ко вторичному пылеуносу и снижению степени очистки газов, а также увеличивает энергозатраты на очистку газа. Для учета подсоса газа на участке выбирают две замерные точки в его начале и конце. В этих точках анализируют концентрацию газа и по ее изменению определяют количество воздуха, подсосываемого в газоход на данном участке.

Контроль неорганизованных ИЗА

Эксплуатация ряда объектов в горнодобывающей промышленности, промышленности строительных материалов, нефте- и газодобывающей и перерабатывающей промышленности связана с выделением ЗВ, непосредственно поступающих в атмосферу. Такими объектами являются терриконы и карьеры, буровые установки, узлы погрузки и разгрузки материалов, нефтяные резервуары, пруды-отстойники и т.п. Ввиду многообразия неорганизованных ИЗА и технических трудностей, связанных с их контролем, методология контроля неорганизованных ИЗА в настоящее время разработана недостаточно.

Ниже приведены основные методы контроля неорганизованных ИЗА на примере нефтеперерабатывающей промышленности: инструментально-лабораторные (для определения выбросов из цистерн и открытых площадных ИЗА) и инструментальные (для контроля открытых площадных ИЗА).

МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Для определения концентрации ЗВ в выбросах из железнодорожных и автомобильных цистерн пробу отбирают во время налива нефтепродукта.

Для определения суммарной концентрации алифатических $C_1 - C_8$ и ароматических $C_6 - C_8$ углеводородов в промышленных выбросах с диапазоном концентраций 50-30000 мг/м³ используют газохроматографические методы, основанные на общем детектировании углеводородов пламенно-ионизационным детектором (ПИД).

Пробу исследуемого воздуха вводят без предварительного концентрирования в колонку, заполненную инертным носителем. Количественный анализ основан на том, что чувствительность ПИД пропорциональна числу атомов углерода в молекуле углеводорода.

Суммарную концентрацию углеводородов в газовых выбросах определяют по градуировочным зависимостям высот пиков h (в миллиметрах) от концентрации гексана (в миллиграммах в 1 м³) в пересчете на углерод методом абсолютной калибровки. Градуировочную зависимость строят по МИ 137-77 "Методике по нормированию метрологических характеристик градуировки, поверке хроматографических приборов универсального назначения и суммы точности результатов хроматографических измерений".

Через 2-3 ч приготовленную градуировочную смесь анализируют. Правильность градуировочной зависимости проверяют 1 раз в месяц по МИ 137-77.

Пробу исследуемого воздуха объемом 1 мл вводят в хроматограф шприцем, предварительно промыв шприц исследуемым воздухом. Сигнал ПИД на $\sum C_x H_x$ выходит на хроматограмме одним узким пиком с временем удерживания 13 с. Каждую пробу анализируют 5 раз. Измеряют высоту пиков и за результат принимают среднее арифметическое значение.

Концентрацию гексана или бензола (в миллиграммах в 1 м³) в градуировочной смеси в пересчете на углерод вычисляют по соотношению

$$C = [12mn/(MV)] \cdot 10^3,$$

где m - навеска гексана или бензола, мг;

n - число атомов углерода в молекуле гексана или бензола;

V - объем бутылки, л;

M - относительная молекулярная масса смеси гексана и бензола.

Суммарную концентрацию углеводородов в пересчете на углерод в пробе анализируемого воздуха при нормальных условиях определяют по градуировочной зависимости высот пиков от концентрации гексана или бензола в градуировочной смеси.

Суммарную концентрацию углеводородов в выбросах в пересчете на углерод рассчитывают по соотношению

$$C^1 = C / \alpha,$$

где C - суммарная концентрация углеводородов, определенная по градуировочному графику, мг/м³;

α - коэффициент, рассчитанный по соотношению

$$\alpha = 273p_a / [760(273 + t)],$$

где p_a - атмосферное давление, мм рт. ст.;

t - температура в месте отбора пробы, °С.

Погрешности измерений суммарной концентрации углеводородов оценены при числе измерений $n = 5$ и принятой доверительной вероятности, равной 0,95, в диапазоне измерений 50-30000 мг/м³, доверительные границы случайной погрешности $\pm 5\%$. Относительная суммарная погрешность измерения $\pm 10\%$.

МЕТОД ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДНЫХ ИЗА

Метод основан на определении скорости ветра и концентраций ЗВ в газоздушном потоке по периметру ИЗА с наветренной и подветренной сторон.

Метод предусматривает проведение следующих измерений:

- 1) скоростей и температур газоздушного потока,
- 2) барометрического давления,
- 3) концентраций углеводородов по периметру ИЗА в точках наветренной и подветренной сторон;
- 4) геометрических размеров объекта.

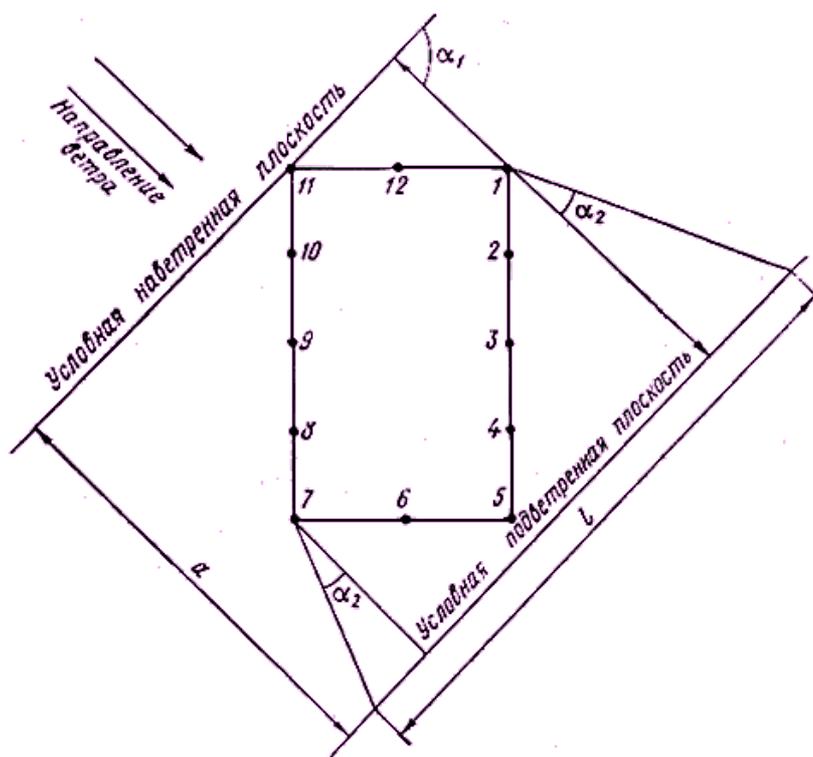
Скорость измеряют анемометром типа АСО-3 по ГОСТ 6376-64 при скорости 1-4 м/с и анемометром типа МС-13 при скорости 4 м/с и больше.

Температуру измеряют ртутным термометром по ГОСТу 18646-68.

Давление измеряют мембранным манометром по ТУ 23696-79.

Концентрацию углеводородов в пробе измеряют газоанализатором на $\sum C_x H_x$ (без метана) с пределом измерения до 500 ppm.

До начала измерения выбирают проекцию условной наветренной плоскости, проходящей через ближний с наветренной стороны угол источника перпендикулярно направлению ветра (рис. 4), подготавливают приборы в соответствии с требованиями НТД и выписывают данные о размерах объекта.



1-12 - точки плоскостей

Рисунок 4 - Расположение условных плоскостей:

Измеряют температуру, атмосферное давление и скорость газоздушного потока на высоте 3 м.

Рассчитывают значения l_i , a и a_i - расстояния от каждой i -й точки до условной наветренной плоскости.

Проводят в пяти-шести точках контроль с наветренной и подветренной сторон источника. Измеряют концентрации во всех выбранных точках.

Массовый выброс рассчитывают по соотношению

$$M_y = 2,31w_y l_y \frac{P_a}{273 + t_y} \cdot \left[\frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{подв}}^i k(a_i)}{n} - \frac{\sum_{i=1}^m C_{\text{нав}}^i k(a_i)}{m} \right] \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где M_y - массовый выброс, г/с;

w_y - скорость ветра на высоте 3 м, м/с;

l_y - длина подветренной условной плоскости;

P_a - атмосферное давление, мм рт. ст.;

t_a - температура воздуха, °С;

$C_{\text{подв}}^i$ и $C_{\text{нав}}^i$ - концентрация ЗВ в i -й точке с подветренной и наветренной сторон соответственно, мг/м³;

n и m - число точек с подветренной и наветренной сторон соответственно;

$k(a)$ - опытный коэффициент, зависящий от a .

Данные нескольких замеров в одной точке осредняют.

МЕТОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ПЛОСКИХ НАЗЕМНЫХ ИЗА

Данный метод основан на отборе и анализе проб ЗВ, поступающих в атмосферу от очистных сооружений: нефтеловушек, бассейнов, нефтеотделителей и других плоских наземных ИЗА.

Система контроля плоских наземных ИЗА (рис. 5) состоит из пробоотборников 5, входы которых размещены по периметру ИЗА; переключающих устройств 6 и 8; электромагнитных клапанов 7 и 9 и включенных параллельно на общий коллектор автоматических преобразователей концентраций 12. Необходимые для контроля точки отбора выбирают с помощью блока выбора точек отбора 2, состоящего из многоуровневого компаратора 3 и преобразователя кодов 4.

Вход блока 2 соединен с выходом автоматического измерителя направления ветра 1. Блок 2 имеет два кодовых выхода, передающих код требуемой точки отбора с подветренной и наветренной сторон источника на переключающие устройства 6 и 8 соответственно. Стабилизирующее устройство 13, состоящее из источника опорных импульсов 14 и делителя частоты 15, соединено с управляющими входами клапанов 7 и 9, установленных на выходах устройств 6 и 8. Один из выходов клапанов 7 и 9 связан с коллектором параллельно включенных автоматических преобразователей концентрации 12, а другой - с входом побудителя расхода газа 18. Выходы автоматических преобразователей концентрации 12 можно подключать к входам вычислительного устройства 10, связанного с измерителем скорости ветра 11.

Система работает следующим образом.

С выхода автоматического измерителя направления ветра 1 поступает электрический сигнал, пропорциональный углу между направлением ветра и направлением на север. Этот сигнал поступает в блок выбора точек отбора 2, где сравнивается с набором установок (заданных напряжений) во многоуровневом компараторе 3. При этом выбирается поддиапазон, верхняя граница (уставка) которого ограничивает сигнал сверху, а нижняя - снизу. После выбора поддиапазона блоки 6 и 8 подключают соответствующие пробоотборники с наветренной и подветренной сторон ИЗА.

Сигналы от автоматических преобразователей концентраций 12 поступают в вычислительное устройство 10, где по концентрациям ЗВ с наветренной и подветренной сторон ИЗА, по информации, поступающей от автоматического измерителя скорости ветра 11, и по размерам ИЗА, введенным в память, вычисляется массовый выброс от ИЗА по соотношению, аналогичному (1).

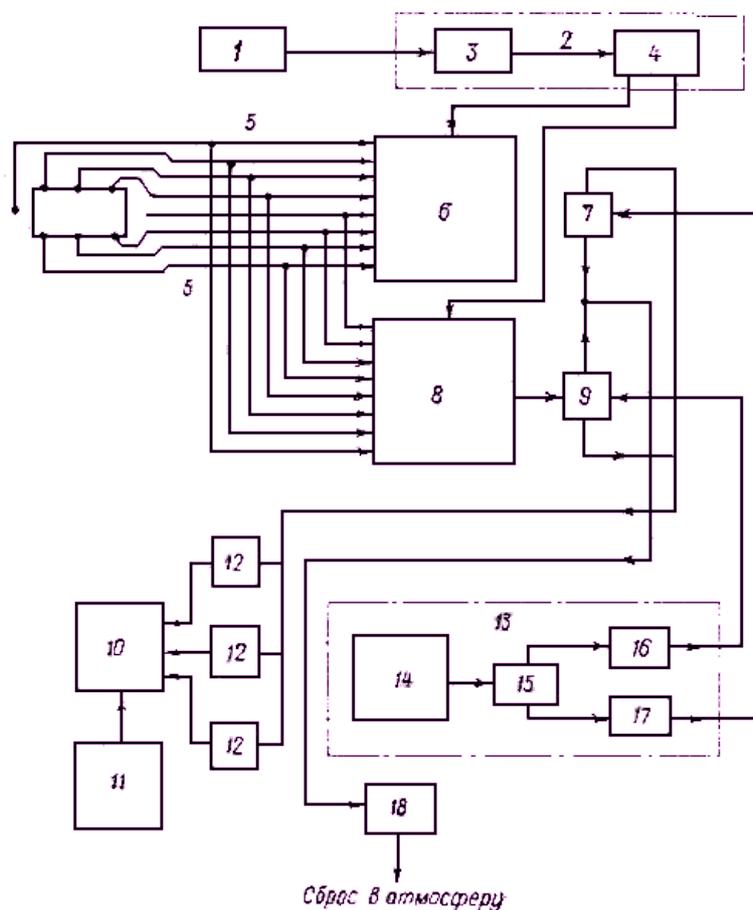


Рисунок 5 - Блок-схема системы отбора и анализа проб воздуха от плоских наземных ИЗА

Тема 8. Методы и средства газового анализа

Основные области применения газоаналитической техники

1. Мониторинг технологических процессов.
2. Мониторинг сред обитания.
 - 2.1. Мониторинг атмосферного воздуха.
 - 2.2. Мониторинг воздуха рабочей зоны.
 - 2.3. Мониторинг состава газовых сред замкнутых искусственных экологических систем.
3. Мониторинг источников загрязнения атмосферы.
 - 3.1. Мониторинг промышленных выбросов от стационарных источников загрязнения атмосферы.
 - 3.2. Мониторинг передвижных источников загрязнения атмосферы.
4. Научные исследования.
5. Метрология (образцовые средства метрологического обеспечения).
6. Медицина.

1. Классификация методов газового анализа

Широкий круг газоаналитических задач явился причиной развития большого числа методов газового анализа.

По принципу действия различают физические и физико-химические методы газового анализа.

Физические методы основаны на измерении некоторого физического свойства, зависимость которого от химического состава точно определена (теплопроводность, плотность газа, поглощение электромагнитных волн и т.п.).

Физико-химические методы основаны на измерении некоторых физических явлений, сопровождающих химическую реакцию, в которой определяемый газ либо участвует сам, либо на которую он оказывает существенное влияние. В некоторых случаях анализируемая газовая смесь сама содержит достаточное количество вещества, необходимого для реакции с определяемым газом, а иногда к анализируемой смеси приходится добавлять вспомогательное вещество в газовой или жидкой фазе.

Классификация физико-химических методов анализа:

1. Хроматографический метод;
2. Эмиссионные методы:
 - 2.1. С использованием теплового эффекта химической реакции;
 - 2.2. С использованием молекулярной люминесценции;
3. Электрохимические методы:
 - 3.1. Кондуктометрический метод;
 - 3.2. Кулонометрический метод;
4. Колориметрические методы:
 - 4.1. Фотоколориметрический метод;
 - 4.2. Линейно-колористический;

Классификация физических методов газового анализа:

1. Оптический метод;
2. Масс – спектральный метод;
3. Акустический метод;
4. Метод, основанный на эффекте сорбции на твёрдых сорбентах;
5. Метод, основанный на парамагнитных свойствах газа;
6. Метод, основанный на измерении теплопроводности;
7. Метод, основанный на измерении плотности.

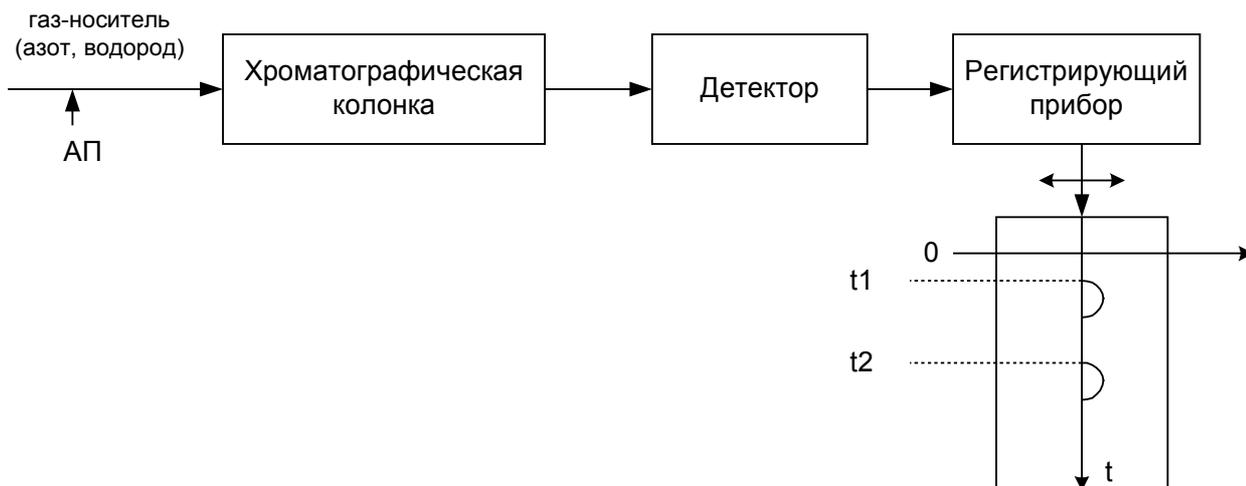
Классификация оптического метода:

1. Абсорбционный метод;
 - 1.1. Недисперсный метод (для реализации метода применяются лазеры, газовые фильтры, твердотельные фильтры (интерференционные, дифракционные и т.п.) и т.п.);
 - 1.2. Дисперсный метод (для реализации метода применяются дифракционные решётки, призмы и т.п.);
2. Флуориметрический метод;
3. Интерферометрический метод;
4. Рефрактометрический метод.

Принципы действия наиболее распространённых методов газового анализа

- 1.1. *Хроматографический метод* состоит в разделении адсорбционным способом газовой смеси при пропускании её совместно с потоком газа-носителя через слой пористого сорбента и последующим поочерёдным измерением содержания каждого выделившегося компонента физическими методами. Физические свойства отдельных компонентов, входящих в состав пробы, неодинаковы, поэтому существует различие в скоростях их передвижения через хроматографическую колонку. По мере продвижения пробы вдоль хроматографической

колонки происходит процесс разделения компонентов на ряд отдельных, представляющих собой бинарные смеси каждого из компонентов с газом-носителем, разделенные между собой зонами чистого газа-носителя. Физические свойства газового потока, выходящего из хроматографической колонки, фиксируются детектором (детекторы используют разные, в зависимости от класса веществ). Выход компонентов фиксируется на хроматограмме в виде пиков, расположенных на нулевой линии, представляющей собой регистрацию сигналов детектора во времени выхода из колонки чистого газа-носителя. Хроматограмма является источником качественной (какой компонент) и количественной (высота или площадь пика) информации. Структурная схема хроматографа приведена на рис. 1.



t_1 – время, через которое появится первый компонент; t_2 – время, через которое появится второй компонент; АП – анализируемая проба

Рисунок 1 - Структурная схема хроматографа

Достоинства метода:

1. Высокая селективность (избирательность) метода;
2. Метод позволяет производить анализ органических веществ, которые нельзя выделить ни одним другим методом.

Недостатки метода:

1. Чувствительность (в основном определяется типом используемого детектора);
2. Тип используемого детектора определяет класс определяемых компонентов (например, для анализа органических соединений используется пламенно-ионизационные детекторы);
3. Для каждого класса определяемых компонентов требуется своя неподвижная фаза;
4. Низкое быстродействие.

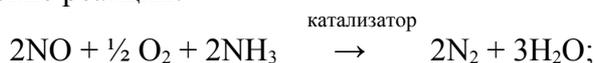
Анализируемые компоненты:

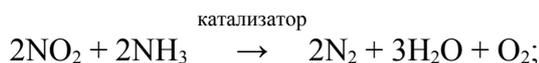
Данный метод позволяет производить анализ как органических, так и неорганических соединений.

- 1.2. *Эмиссионные методы* основаны на измерении интенсивности излучения анализируемой газовой смеси. Для анализа используют как спектры теплового излучения, так и молекулярную люминесценцию.

1.2.1. Использование теплового эффекта химической реакции.

Например, для определения содержания NO_x (NO , NO_2) используют следующие химические реакции:





Данные реакции являются экзотермическими и общее количество тепла, выделившееся в результате этих химических реакций, будет зависеть от концентрации NO_x в анализируемой пробе.

Достоинства метода:

1. Высокая чувствительность метода;
2. Высокое быстродействие;
3. Простота конструкций и низкая стоимость приборов, используемых в данном методе.

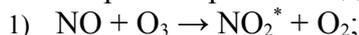
Недостатки метода:

1. Низкая селективность метода;
2. Необходимость строго поддерживать постоянство соотношений расхода реагирующих компонентов;
3. Изменение активности катализатора.

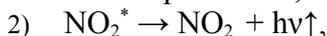
1.2.2. Использование молекулярной люминесценции

Сущность метода состоит в том, что исследуемые молекулы тем или иным способом приводят в состояние оптического возбуждения и затем регистрируют интенсивность люминесценции, возникающей при возвращении их в равновесное состояние.

Данный метод в настоящее время является одним из основных методов измерения, используемый при контроле оксидов азота.



Знак * говорит о том, что молекула NO_2 находится в возбужденном состоянии.



где

h – постоянная Планка;

ν – волновое число (частота), см^{-1} (волновое число связано с длиной волны соотношением

$$\lambda = \frac{10^4}{\nu}, \text{ мкм}).$$

В результате протекания реакции возникает люминесцентное свечение в диапазоне длин волн (600-3000) нм с максимумом свечения при 1200 нм.

Этим методом можно определять и NO_2 , если предварительно с помощью специальных катализаторов восстановить его до NO (температура восстановления (300-600) $^\circ\text{C}$ + NH_3 + катализатор). Структурная схема газоанализатора приведена на рис. 2.

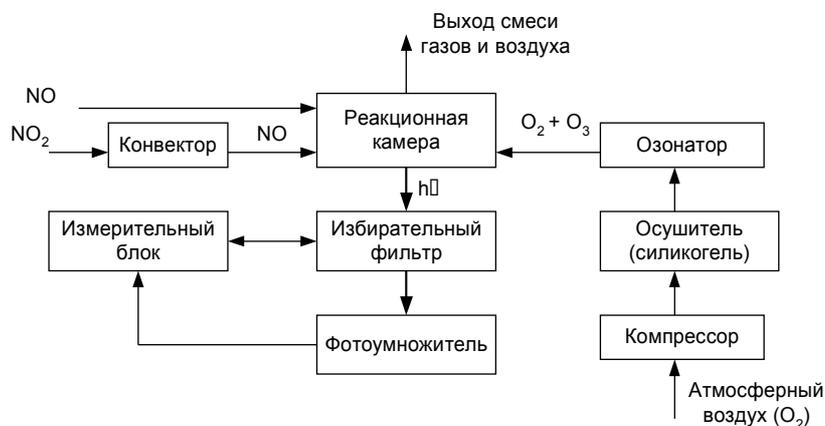


Рисунок 2 - Структурная схема хемилуминесцентного газоанализатора

Достоинства метода:

1. Высокая чувствительность;
2. Высокая селективность;
3. Работоспособность детекторов вплоть до температуры 300 °С;

Недостатки метода:

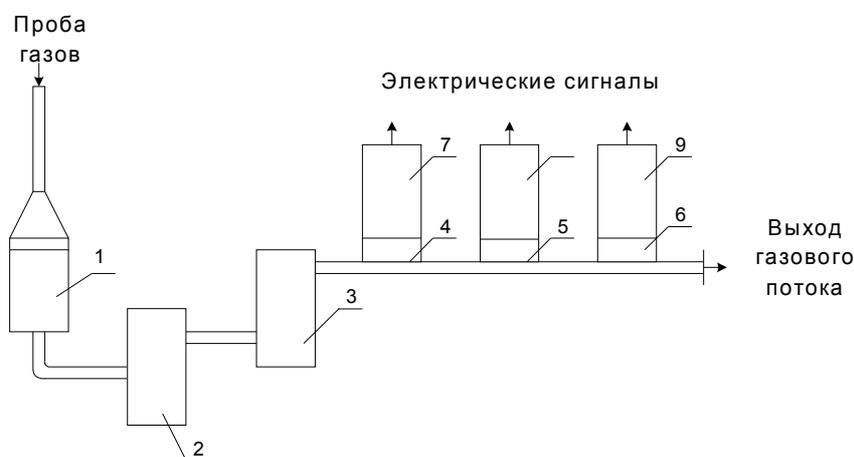
Для работы газоанализатора требуются расходные компоненты. Для определения концентрации углеводородов и оксидов азота необходимо использовать озон, для определения озона - этилен, кроме того для увеличения скорости реакции газовая смесь озон-этилен облучается ультрафиолетом.

Анализируемые компоненты: NO, NO₂, ΣNO_x, O₃, углеводороды.

3.3. Электрохимические методы

3.3.1. Кондуктометрический метод основан на регистрации изменений электропроводности раствора, возникающих в результате поглощения газовой смеси.

3.3.2. Кулонометрический метод заключается в непрерывном автоматическом титровании вещества реагентом, электрохимически генерируемым на одном из электродов в реакционной схеме. При этом ток электродной реакции служит мерой содержания определяемого вещества в реакционной камере. Принципиальная схема электрохимического газоанализатора приведена на рис. 3.



- 1 – пробоотборный зонд; 2 – фильтр; 3 – конденсатуловитель; 4,5,6 – мембраны; 7, 8, 9 – электрохимические ячейки

Рисунок 3 - Принципиальная схема электрохимического газоанализатора

Достоинства метода:

1. Высокая чувствительность;
2. Высокое быстродействие;
3. Простота конструкции, малые габариты.

Недостатки метода:

1. Низкая селективность;
2. Необходимость периодической замены электрохимических ячеек;
3. Необходимость предварительной очистки анализируемой газовой смеси от мешающих примесей.

Анализируемые компоненты: CO₂, H₂S, SO₂, HCl, O₃, NH₃, O₂, галогены, Cl₂, HF и прочие электрохимически активные газы.

3.4. Колориметрический метод

Принцип действия данного метода основан на использовании специфических реакций, сопровождающихся образованием или изменением окраски взаимодействующих веществ.

Достоинства метода:

1. Высокая чувствительность;
2. Высокая селективность.

Недостатки метода:

1. Для анализа используются одноразовые индикаторные трубки;
2. Для каждого определяемого компонента необходим свой колориметрический реагент;
3. Ограниченный срок хранения индикаторных трубок.

Анализируемые компоненты:

NO₂, CO₂, H₂S, NH₃, Cl, пары бензина и другие газы, способные с определённым реагентом давать колориметрическую реакцию.

В зависимости от способа регистрации образования или изменения окраски выделяют:

- фотоколориметрический метод;
- линейно-колористический метод.

Фотоколориметрический метод в зависимости от среды, которая специфически реагирует на определяемый компонент, подразделяется на:

- жидкостный;
- порошковый
- ленточный.

В фотоколориметрическом методе образование или изменение окраски фиксирует фотодатчик, который измеряет прошедший или отражённый поток излучения (см. рис. 4).

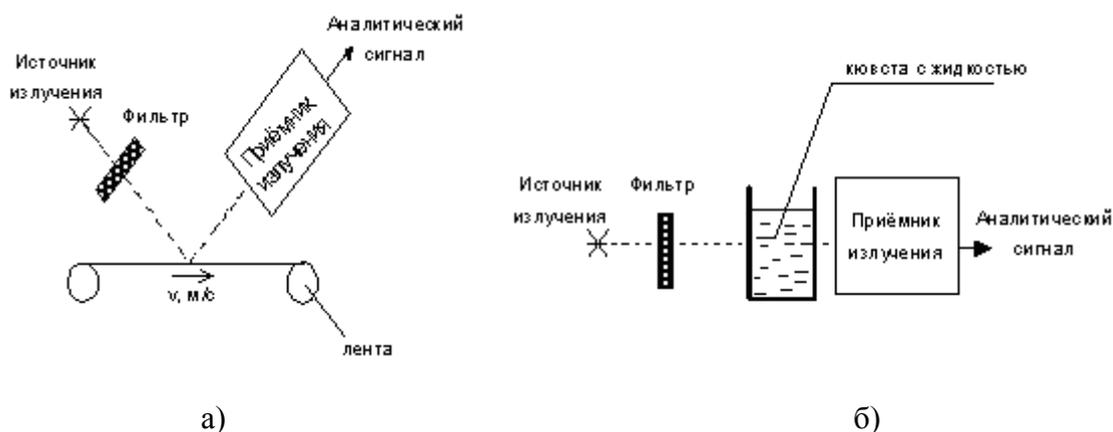


Рисунок 4 – Структурные схемы фотоколориметров

Фильтр выделяет определённый спектральный интервал из спектра, генерируемого источником излучения, по энергии которого можно оценить концентрацию измеряемого компонента. В последнее время для этих целей применяют интерференционные фильтры. Спектральное пропускание интерференционного фильтра приведено на рис. 5.

Спектральное пропускание интерференционного фильтра описывается следующей формулой:

$$\tau = \tau_m \exp\left(-\frac{2 \ln 2 (\lambda - \lambda_0)^2}{\delta \lambda_{0.5}^2}\right),$$

где τ_m - максимальное пропускание интерференционного фильтра, %;

$\delta \lambda_{0.5}$ - полуширина интерференционного фильтра, мкм;

λ - длина волны, мкм.

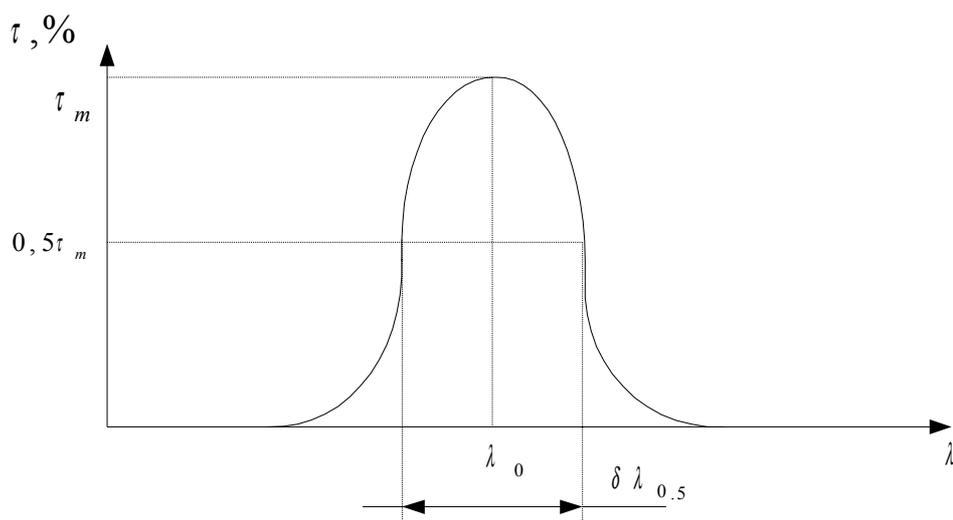


Рисунок 5 – Спектральное пропускание интерференционного фильтра

Достоинства метода:

1. Высокая чувствительность;
2. Высокая селективность.

Недостатки метода:

1. Большая погрешность вследствие неравномерности пропитки ленты и её старения;
2. Зависимость показаний от температуры;
3. Ограниченное количество одновременно определяемых газов.

Анализируемые компоненты: NO₂, SO₂, H₂S, NH₃, C₂H₂, O₃ и другие газы, способные с определённым реагентом давать колориметрическую реакцию.

В *линейно-колористическом методе* изменение окраски и длина окрашенного слоя служат мерой концентрации, которая определяется по специальной шкале.

Достоинства метода:

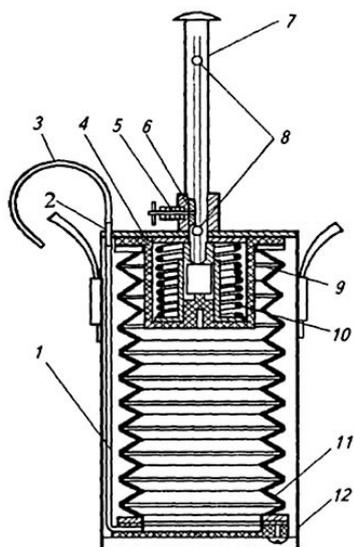
3. Высокая чувствительность;
4. Высокая селективность.

Недостатки метода:

4. Большая погрешность вследствие неравномерности пропитки порошка;
5. Зависимость показаний от температуры;
6. Ограниченное количество одновременно определяемых газов.

Анализируемые компоненты: NO₂, SO₂, H₂S, NH₃, C₂H₂, O₃ и другие газы, способные с определённым реагентом давать колориметрическую реакцию.

Концентрацию газов можно определять широко распространённым экспресс-методом с помощью газоанализаторов типа УГ-2 или газоопределителей, например ГХ-4. Метод основан на цветной реакции между индикаторным порошком, засыпанным в стеклянную трубку, через которую протягивают анализируемый воздух, и исследуемым веществом (*линейно-колористический метод*). Универсальные газоанализаторы применимы для определения многих веществ: аммиака, бензола, ксилола, оксидов азота и углерода, сероводорода, хлора и др. Для разных веществ подбирают различные реагенты, но принцип работы остается неизменным: в зависимости от концентрации вещества при протягивании анализируемого воздуха столбик твердого сорбента в стеклянной трубке окрашивается на большую или меньшую высоту. Преимущество экспресс-метода — получение результатов контроля в течение нескольких минут без участия специально обученного персонала.



1, 3 — трубки резиновые; 2 — штуцер; 4 — плата; 5 — стопор; 6 — втулка; 7 — шток; 8 — углубления канавки; 9 — кольцо распорное; 10 — пружина; 11 — сильфон; 12 — корпус

Рисунок 6 - Универсальный переносной газоанализатор УГ-2

Универсальный газоанализатор УГ-2 служит для количественного определения вредных газов и паров с погрешностью, не превышающей 10 % верхнего предела шкалы, прилагаемой к набору реактивов. В корпусе 12 (рис. 6) воздухозаборного устройства прибора расположена гофрированная резиновая камера — сильфон 11 с двумя фланцами и стакан с пружиной 10. Во внутренних гофрах сильфона установлены распорные кольца 9 для придания ему жесткости и сохранения постоянного объема. На верхней плите 4 корпуса имеется неподвижная втулка 6 для направления штока 7 при сжатии сильфона. На штуцер 2 с внутренней стороны надета резиновая трубка 1, которая через нижний фланец соединяется с внутренней полостью сильфона. К свободному концу резиновой трубки 3 при анализе присоединяют стеклянную трубку, заполненную индикаторным порошком. Исследуемый воздух просасывается через индикаторную трубку после предварительного сжатия сильфона штоком. На гранях (под головкой) штока обозначены объемы просасываемого при анализе воздуха.

На цилиндрической поверхности штока сделаны четыре продольные канавки с двумя углублениями 8, предназначенными для фиксации двух положений штока стопором 5. Расстояние между углублениями на канавках подобрано таким образом, чтобы при ходе штока от одного углубления до другого сильфон забирал заданный объем исследуемого воздуха.

Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна содержанию измеряемого вещества в исследуемом воздухе. Ее определяют по специально градуированным шкалам (рис. 7) для каждого из двух объемов протянутого воздуха. На каждой шкале указано, какой длине окрашенного столбика индикаторного порошка соответствует данная концентрация. Время проведения опыта зависит от объема просасываемого воздуха (хода штока). Его измеряют секундомером. Контрольное время просасывания также указано на шкалах.

Для более точного определения фактической концентрации вредного газа или пара в воздухе рабочей зоны проводят не менее трех опытов, начиная с замеров меньшего объема из указанных на шкалах. Если индикаторный порошок не окрасился или длина его окрашенной части очень мала, то переходят к исследованию большего объема воздуха.

При использовании универсальных газоанализаторов следует учитывать возможное наличие в воздухе паров других веществ или газов, искажающих результаты исследований. Например, при анализе воздуха на содержание паров бензина определению их фактической концентрации мешают оксид углерода и углеводорода, а при анализе содержания в нем хлора — бром и фтор.

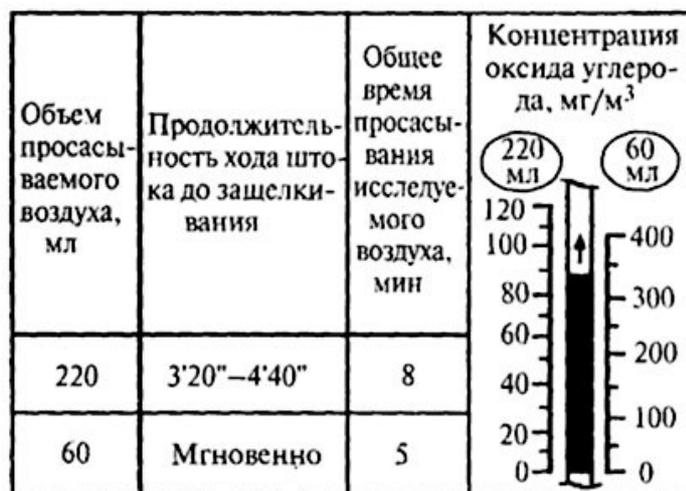


Рисунок 7 - Шкала для определения концентрации оксида углерода

6.5. Масс-спектральный метод

Принцип масс-спектрологии заключается в ионизации молекул веществ под воздействием различных факторов при сохранении основной молекулярной структуры. Образующиеся при распаде возбуждённых молекулярных ионов фрагменты разделяются в масс-анализаторе на пучки, содержащие заряженные частицы определённой массы и энергии, и регистрируются в виде соответствующих масс-спектров.

Достоинства метода:

1. Высокая селективность (с предварительным хроматографическим разделением);
2. Высокая чувствительность.

Недостатки метода:

1. Трудоёмкость и сложность обработки результата измерения. Для идентификации определяемых компонентов в некоторых случаях используют ЭВМ;
2. Сложное, громоздкое и дорогое оборудование;
3. Высокие эксплуатационные требования.

Анализируемые компоненты: Возможно определять практически все вещества.

6.6. Термокондуктометрический метод (по теплопроводности)

Принцип работы основан на зависимости теплопроводности газовой смеси от её состава. Чувствительными элементами анализаторов являются тонкие платиновые нити. В зависимости от состава газа меняется температура чувствительного элемента, возникает ток, сила которого пропорциональна концентрации контролируемого компонента.

Достоинства метода:

1. Простота конструкции;
2. Высокая надёжность и нетребовательность к эксплуатационным условиям.

Недостатки метода:

1. Неселективный анализ бинарных или квазибинарных смесей;
2. Низкая чувствительность;
3. Необходимость иметь в наличии сравнительный газ (сухой воздух, H₂, N₂);
4. Зависимость результата от колебаний температуры и расхода газовой смеси;
5. Большая инерционность.

Анализируемые компоненты: Данный метод используется для определения как органических, так и неорганических газообразных веществ.

3.7. Оптический метод

Оптические методы основаны на поглощении или излучении электромагнитного излучения молекулами газа, а также на изменении оптических свойств газовой среды в зависимости от её состава.

3.7.1. Интерферометрический метод

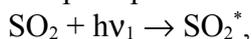
Принцип работы основан на зависимости изменения оптических свойств анализируемой смеси от концентрации определяемого компонента.

Данный метод не нашёл широкого распространения.

3.7.2. Флуорометрический метод

Сущность метода состоит в регистрации флуоресцентного излучения молекул, возникающего под действием возбуждающего ультрафиолетового излучения.

Например:



где h – постоянная Планка.

Для SO_2 возбуждающее ультрафиолетовое излучение находится в диапазоне длин волн от 220 нм до 240 нм.

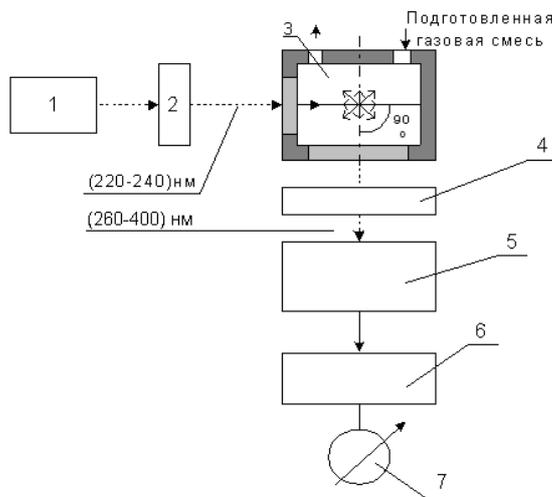
Возбуждённая молекула SO_2^* переходит в основное состояние с излучением кванта света:



Излучение при флуоресценции находится в диапазоне длин волн от 260 нм до 400 нм.

Интенсивность излучения зависит от концентрации диоксида серы.

Структурная схема флуоресцентного газоанализатора приведена на рис. 8.



1 – источник излучения (импульсная ксеноновая лампа); 2 – первичный светофильтр (220-240) нм; 3 – флуоресцентная камера; 4 – вторичный светофильтр (260-370) нм; 5 – фотоэлектронный умножитель (ФЭУ); 6 – блок обработки информации; 7 – показывающий прибор.

Рисунок 8 - Структурная схема флуоресцентного газоанализатора

Газоанализатор работает в циклическом режиме. Периодически (через 30 сек) поджигание лампы не производится. Регистрируется фоновый сигнал. В следующие 30 сек лампа поджигается и регистрируется фоновый сигнал ФЭУ плюс сигнал флуоресценции. Разность сигналов даёт информацию о концентрации SO_2 .

Достоинства метода:

1. Высокая чувствительность;

2. Высокая селективность.

Недостатки метода:

1. Анализ газов, способных к флуоресценции.

Анализируемые компоненты: NO, NO₂, SO₂, CO, органические соединения.

3.7.3. Абсорбционный метод

Абсорбционные методы основаны на способности веществ, избирательно поглощать лучистую энергию характерных участков спектрального диапазона.

Способность поглощать излучение имеют газы, состоящие из двух и более различных атомов.

Поглощение энергии газом толщиной l подчиняется закону Бугера-Ламберта (см. рис. 9):

$$I(\nu) = I_0(\nu) \cdot e^{-K(\nu) \cdot l \cdot C},$$

где $K(\nu)$ – спектральный коэффициент поглощения на частоте ν ;

C – концентрация газа в анализируемой пробе;

$I_0(\nu)$ – интенсивность излучения до прохождения слоя на частоте ν ;

$I(\nu)$ – интенсивность после прохождения слоя на частоте ν .

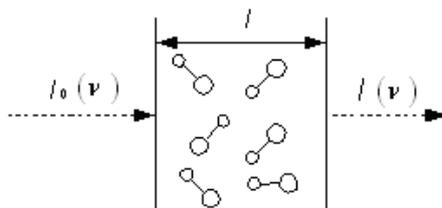


Рисунок 9

Если газовая смесь состоит из n компонентов, то поглощение излучения подчиняется закону Бугера-Ламберта-Беера:

$$I(\nu) = I_{0(\nu)} \cdot e^{-\sum_{j=1}^n C_j \cdot K_j(\nu) \cdot l},$$

где j – номер компоненты в газовой смеси.

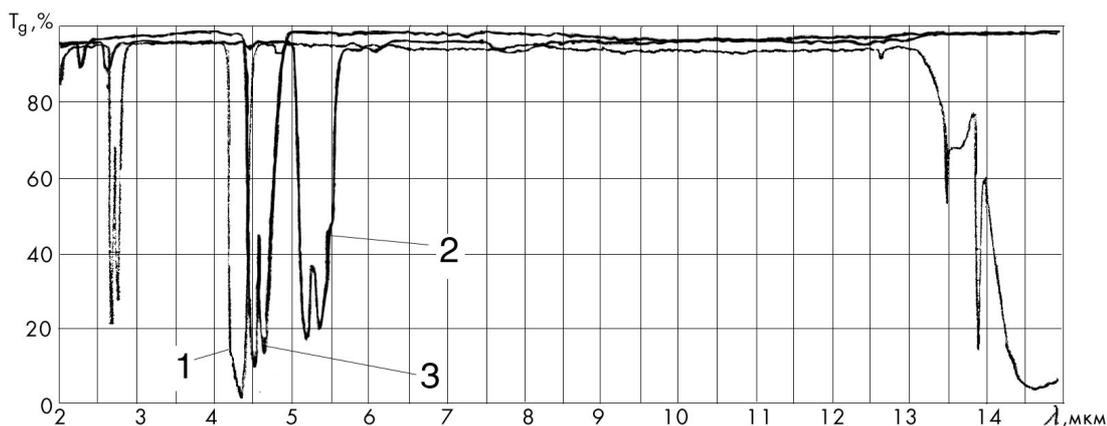
Пропускание газовой смеси равно

$$T(\nu) = \frac{I(\nu)}{I_0(\nu)} = e^{-\kappa(\nu) \cdot l \cdot C},$$

а спектральное поглощение

$$A(\nu) = 1 - T(\nu).$$

Например, на рисунке 10 показано спектральное пропускание для газов CO, CO₂, NO.



1 – CO₂ (0,92 атм); 2 – NO (0,93 атм); 3 – CO (0,94 атм).

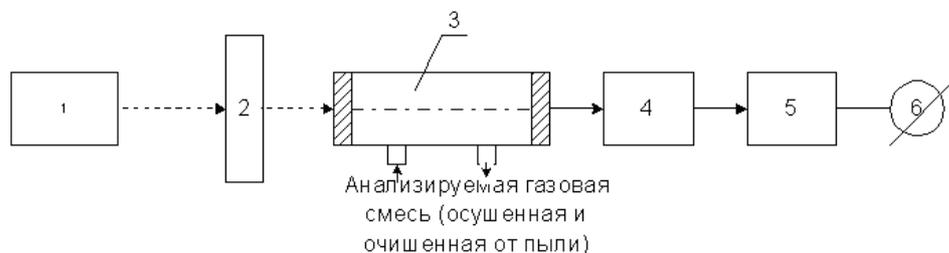
Рисунок 10 - Спектральное пропускание CO, CO₂, NO

В зависимости от способа выделения требуемого спектрального интервала, в котором определяемый газ поглощает излучение, различают следующие методы:

1. Недисперсные методы – анализ основан на выделении нужной спектральной области без разложения излучения в спектр. Для этого используют лазеры, газовые фильтры, интерференционные фильтры и т.п.
2. Дисперсионные методы – основаны на выделении нужной спектральной области в результате разложения излучения в спектр. В качестве диспергирующего элемента используют призмы, решётки, интерферометры и т.п.

Структурная схема абсорбционного недисперсного газоанализатора приведена на рис.

11.



1 – источник излучения; 2 – фильтр; 3 – газовая кювета; 4 – приёмник излучения; 5 – блок обработки информации; 6 – показывающий прибор;

Рисунок 11- Структурная схема абсорбционного недисперсного газоанализатора

Достоинства метода:

1. Высокая чувствительность;
2. Высокая селективность, однако, необходимо учитывать перекрывание полос поглощения определяемого и мешающих компонентов газовой смеси.
3. Высокое быстродействие;
4. Возможность создания многокомпонентных газоанализаторов.

Недостатки метода:

1. Некоторые типы газоанализаторов имеют сложную конструкцию, значительны по массе, габаритам и имеют жёсткие эксплуатационные требования.

2.2. Мониторинг гидросферы

Тема 9. Мониторинг загрязнения вод суши

Для водной среды установлены следующие показатели качества:

- ПДК_в - предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л. Эта концентрация не должна оказывать прямого или косвенного влияния на органы человека в течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования;

- ПДК_{в.р.} - предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей, мг/л;

- Интегральные показатели для воды:

- БПК - биологическая потребность в кислороде - количество кислорода, использованного при биохимических процессах окисления органических веществ (исключая процессы нитрификации) за определенное время инкубации пробы (2, 5, 20, 120 суток), мг O₂/л воды (БПК_п - за 20 суток, БПК₅ - за 5 суток);

- ХПК - химическая потребность в кислороде, определенная бихроматным методом, т. е. количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде, мг O₂/л воды.

По отношению БПК_п /ХПК судят об эффективности биохимического окисления веществ.

Мониторинг загрязнения вод суши

Для проведения мониторинга вод суши организуют:

1. Стационарную сеть пунктов наблюдения за естественным составом и загрязнением поверхностных вод;
2. Специализированную сеть пунктов для решения научно-исследовательских задач;
3. Временная экспедиционная сеть пунктов.

В любом пункте может быть организовано несколько створов наблюдений (например, выше источника загрязнения на 1 км, ниже источника загрязнения на 0,5 км).

При определении положения пунктов наблюдений обращается внимание на места сброса сточных, подогретых, коллекторно-дренажных вод, нерестилища и зимовья рыб и т.п.

В настоящий момент в России сеть пунктов системы мониторинга загрязнения вод суши охватывает около 100 природных объектов (р. Амур, о. Байкал и т.д.).

Для *стационарной сети* пункты наблюдения подразделяются на 4 категории:

1 категория:

пункты расположены на водных объектах или участках, имеющих особо важное значение:

- а) места нерестилищ и зимовий ценных пород рыб;
- б) устьевые участки и замыкающие створы основных крупных речных бассейнов.

2 категория:

пункты, расположенные на водных объектах:

а) в районе промышленных городов и посёлков, население которых использует воду для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд и на участке массового отдыха людей;

б) имеющие большое рыбо-хозяйственное значение;

в) в местах сброса коллекторно-дренажных вод, отводимых с с/х угодий;

г) на пограничных створах, втекающих на территории России из-за рубежа или вытекающие за пределы страны;

д) на замыкающих створах больших и средних рек, впадающих в моря и внутренние водоёмы, имеющие большое экономическое значение;

е) на замыкающих створах рек, по которым составляются водохозяйственные балансы с характеристикой качества водных ресурсов;

ж) в приустьевой зоне больших притоков крупных рек, озёр, водохранилищ.

3 категория:

пункты, расположенные на водных объектах, где воздействие качества воды носит умеренный или слабый характер (места отдыха, турбазы, и т.д.)

4 категория:

пункты стационарной сети гидрохимических наблюдений на водных объектах, неподверженных прямому воздействию (т.е. фоновые участки).

В системе мониторинга сточных вод суши определяются следующие показатели:

а) *обязательны*:

- температура воды;
- взвешенные вещества;
- минерализация;
- цветность;
- кислотность;
- концентрация растворённого кислорода;
- биологическое потребление кислорода;
- химическое потребление кислорода;
- биогенные компоненты;
- широко распространённые загрязняющие вещества (нефтепродукты, фенолы пестициды, соединения, тяжёлые металлы);

б) *специфические*:

вещества, которые характерны для сточных вод, поступающих в наблюдаемые водные объекты.

Программы наблюдения в системе мониторинга загрязнения вод суши

Данные программы зависят от:

- а) категории пункта стационарной сети наблюдений;
- б) объёма наблюдаемых показателей;
- в) сроков наблюдения.

Программы наблюдения бывают:

- полные;
- сокращённые.

По полной программе наблюдения проводятся за обязательным перечнем показателей, а так же за специфическими загрязняющими веществами, характерными для сточных вод, поступающих в наблюдаемый объект.

Пункты 1 категории.

Ведутся наблюдения по сокращённой программе ежедневно и по полной – еженедельно (1 раз в 10 дней).

Пункты 2 категории.

Наблюдения по полной программе проводятся ежемесячно, ежедневно проводятся только визуальные наблюдения.

Пункты 3 категории.

По полной программе - только наблюдения за гидрологическими показателями; по сокращённой программе – 1 раз в месяц.

Пункты 4 категории.

Наблюдение в основном ведётся за гидрологическими показателями.

Тема 10. Мониторинг загрязнения морей

Мониторинг загрязнения морей

В зависимости от назначения водного объекта, его значимости, морские станции наблюдения за уровнем загрязнения разделяются на 3 категории:

- 1 категория;
- 2 категория;

3 категория.

Все эти станции охватывают как внутренние, так и омывающие моря.

Станции 1 категории:

предназначены для оперативного контроля и выявления уровней загрязнения в зонах непосредственного воздействия. Станции 1 категории располагаются:

- а) на замыкающих створах устьевых областей;
- б) в зонах влияния сброса сточных вод с с/х угодий;
- в) в зонах нефтеналивных баз;
- г) в зонах действующих нефтепромыслов;
- д) в районах, имеющих важное рыбо-хозяйственное или культурно-оздоровительное значение.

Станции 2 категории:

служат для определения уровней загрязнений и тенденций их изменений в:

- районах городов и портов;
- прибрежных водах морей и устьях рек;
- бухтах и заливах;
- районах, расположения промышленных комплексов;
- местах добычи полезных ископаемых;
- районах интенсивного судоходства;
- районах, имеющих культурно-оздоровительное и рыбохозяйственное значение.

Станции 3 категории:

организуются для прослеживания фоновых уровней загрязнения и их сезонной и годовой изменчивости.

В системе мониторинга загрязнения морей определяются следующие показатели:

а) *обязательные загрязняющие вещества:*

- нефтепродукты;
- хлорорганические пестициды;
- тяжёлые металлы;
- фенолы;

б) *специфические загрязняющие вещества* (характерные для данного региона).

Программы наблюдения в системе мониторинга загрязнения морей

Программы наблюдения:

- полные;
- сокращённые.

Станции 1 категории

Полные проводятся ежемесячно и определяются следующие показатели:

- нефтепродукты (их содержание в воде);
- хлорорганические пестициды;
- тяжёлые металлы (Hg, Pb);
- фенолы;
- специфические вещества, характерные для данного региона.

Сокращённые проводятся ежедекадно и наблюдения осуществляются за содержанием растворённого в воде кислорода; нефтепродуктами и за одним – двумя загрязняющими веществами, специфичными для данного региона.

Станции 2 категории

По полной программе наблюдения проводятся ежемесячно и она такая же, как, и для станции 1 категории.

Станции 3 категории

Проводятся наблюдения 1 раз в сезон по полной программе (такой же, как и для станций 1 и 2 категории).

Тема 11. Методы и средства мониторинга гидросферы

Для контроля гидросферы применяют инструментально-лабораторный контроль (см. дисциплину “Физико-химические методы анализа”) и системы дистанционного контроля (см. тему 18 данного УМКД).

2.3. Мониторинг загрязнения почв

Тема 12. Мониторинг загрязнения почв

Для почвы установлены следующие нормативы:

ПДК_п - предельно допустимая концентрация вещества в пахотном слое почвы, мг/кг. Эта концентрация не должна вызывать прямого и косвенного отрицательного влияния на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

Почвы делятся на 2 категории:

- почвы с/х угодий;
- почвы вокруг промышленных объектов.

Поэтому мониторинг загрязнения почв подразделяется на 2 категории:

- а) наблюдения за почвами с/х угодий;
- б) наблюдения за почвами вокруг промышленных объектов.

Критерии определения загрязняющих веществ, подлежащих контролю в почвах:

1. токсичность вещества;
2. распространённость загрязняющего вещества;
3. устойчивость вещества в сред;
4. способность накапливаться в с/х продуктах;
5. способность к миграции.

В системе мониторинга загрязнения почв определяются следующие загрязняющие вещества:

- пестициды;
- токсичные металлы (Hg, Pb, Cd, As, Va, Ni, Co, Cr, Cu, Zn, Mn, Mo, Be, селен, сурьма);
- органические вещества промышленного происхождения (бензоперен, полициклические ароматические углеводороды).

Кроме почв в данной системе мониторинга объектами наблюдения так же являются атмосферные осадки (дождь, снежный покров). Их анализ позволяет судить о величине потока загрязняющих веществ на земную поверхность. Эти наблюдения относятся к изучению миграционного цикла в системе “атмосфера - Земля”.

Программы наблюдения в системе мониторинга загрязнения почв

Почвы 1 категории

Отбор проб осуществляется 2 раза в год:

- весной, после таяния снега до применения пестицидов;
- в конце вегетативного сезона в течение 10 дней после сбора урожая.

Пробы должны отбираться на одних и тех же местах.

Почвы 2 категории

Отбор проб производится 1 раз в год после таяния снега весной в 64-х точках, расположенных равномерно по восьми азимутам в радиусе до нескольких десятков километров от объекта. Кроме того, производится дополнительный отбор проб 1 раз в год осенью после уборки урожая в 16-ти точках по 4-м азимутам.

Для контроля гидросферы применяют инструментально-лабораторный контроль (см. дисциплину “Физико-химические методы анализа”).

Раздел 2. Мониторинг энергетических загрязнений

Тема 13. Контроль шума

Допустимые уровни воздействия антропогенных источников шума на человека и окружающую среду приведены в СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 “Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки”.

Контроль шума осуществляется:

- в производственных помещениях и на территориях предприятий на рабочих местах;
- в помещениях жилых и общественных зданий и на селитебной территории;
- транспортных потоков.

Контроль шума в производственных помещениях и на территориях предприятий

Контроль шума в производственных помещениях и на территориях предприятий осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.050-86 и МУ 1844-78.

Измерения шума должны производиться для контроля соответствия фактических уровней шума на рабочих местах допустимым по действующим нормам.

Устанавливаются следующие измеряемые и рассчитываемые величины в зависимости от временных характеристик шума:

- уровень звука, дБА, и октавные уровни звукового давления, дБ - постоянного шума;
- эквивалентный уровень звука и максимальный уровень звука, дБА - для колеблющегося во времени шума;
- эквивалентный уровень звука, дБА, и максимальный уровень звука, дБА_I, - для импульсного шума;
- эквивалентный и максимальный уровни, дБА, - для прерывистого шума.

Допускается определять дозу шума.

Эквивалентные уровни звука должны быть приведены (нормализованы) к 8-часовой рабочей смене (рабочему дню) или 40-часовой рабочей неделе.

Результаты измерений должны характеризовать шумовое воздействие за время рабочей смены (рабочего дня).

При непрерывном мониторинге величины, характеризующие шумовое воздействие, определяют непосредственно по истечении рабочей смены.

При проведении измерений в некоторых опорных временных интервалах их выбирают так, чтобы они охватывали все характерные и повторяющиеся изо дня в день шумовые ситуации [важно выявить все значительные изменения шума на рабочем месте, например на 5 дБ (дБА) и более]. В этом случае результаты измерения, полученные в различных сменах, не будут противоречивы.

Продолжительность измерений в пределах каждого опорного временного интервала выбирают в зависимости от вида шума в этом интервале.

Устанавливают следующую продолжительность измерений:

- для постоянного шума не менее 15 с;
- для непостоянного, в том числе прерывистого, шума она должна быть равна продолжительности по меньшей мере одного повторяющегося рабочего цикла или кратна нескольким рабочим циклам. Продолжительность измерений может также быть равной длительности некоторого характерного вида работы или ее части. Продолжительность измерений считают достаточной, если при дальнейшем ее увеличении эквивалентный уровень звука не изменяется более чем на 0,5 дБА;
- для непостоянного шума, причины колебания которого не могут быть явно связаны с характером выполняемой работы, - 30 мин (три цикла измерений по 10 мин) или менее, если результаты измерений при меньшей продолжительности не расходятся более чем на 0,5 дБ (дБА);
- для импульсного шума - не менее времени прохождения 10 импульсов (рекомендуется 15 - 30 с).

Измерения шума для контроля соответствия фактических уровней шума на рабочих местах допустимым уровням по действующим нормам должны проводиться при работе не менее 2/3 обычно используемых в данном помещении единиц установленного оборудования в наиболее часто реализуемом (характерном) режиме его работы или иным способом, когда

обеспечено типовое шумовое воздействие со стороны источников шума, не находящихся на рабочем месте (в рабочей зоне). Если известно, что далеко расположенное от рабочего места оборудование создает на нем фоновый шум на 15 - 20 дБ ниже, чем шум при работе оборудования, установленного на данном рабочем месте, то его включать не следует.

Измерения не следует проводить при разговорах работающих, а также при подаче различных звуковых сигналов (предупреждающих, информационных, телефонных звонков и т.д.) и при работе громкоговорящей связи.

При проведении измерений шума должно быть учтено воздействие вибрации, магнитных и электрических полей, радиоактивного излучения и других неблагоприятных факторов, влияющих на результаты измерений.

Аппаратура

Уровни звука измеряют шумомерами 1 или 2-го класса точности по ГОСТ 17187-81.

Октавные уровни звукового давления измеряют шумомерами по ГОСТ 17187-81 с подключенными к ним октавными электрическими фильтрами по ГОСТ 17168-82 или комбинированными измерительными системами соответствующего класса точности.

Измерение эквивалентных уровней звука следует проводить интегрирующими шумомерами.

Аппаратуру калибруют до и после проведения измерения шума в соответствии с инструкциями по эксплуатации приборов.

Проведение измерения

Измерения могут проводиться при наличии или отсутствии (последнее предпочтительнее) оператора (работающего) на рабочем месте или в рабочей зоне. Измерения проводят в фиксированных точках или с помощью микрофона, закрепляемого на операторе и перемещающегося вместе с ним, что обеспечивает более высокую точность определения уровня шума и является предпочтительным.

Измерения в фиксированной точке проводят, если положение головы оператора известно точно. При отсутствии оператора микрофон устанавливают в заданную точку измерения, находящуюся на уровне его головы. Если положение головы оператора точно не известно и измерения проводят в отсутствие оператора, то микрофон устанавливают для сидячего рабочего места на высоте $(0,91 \pm 0,05)$ м над центром поверхности сидения при его среднем регулировочном положении по росту оператора, а для стоячего рабочего места - на высоте $(1,550 \pm 0,075)$ м над опорой на вертикали, проходящей через центр головы прямоходящего человека.

Если присутствие оператора необходимо, то микрофон устанавливают на расстоянии приблизительно 0,1 м от уха, воспринимающего больший (эквивалентный) уровень звука, и ориентируют в направлении взгляда оператора, если это возможно, или в соответствии с инструкцией изготовителя.

Если микрофон закрепляют на операторе, то его устанавливают на шлеме или плече с помощью рамки, а также на ошейнике на расстоянии 0,1 - 0,3 м от уха, но так, чтобы не препятствовать работе оператора и не создать ему опасности.

Если оператор располагается очень близко к источнику шума, положение и ориентировка микрофона должны быть точно указаны в протоколе испытаний.

Микрофон должен быть удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения.

Примечания:

1. Вблизи источника шума даже незначительные изменения положения микрофона могут существенно влиять на результаты измерения. Если в точке измерения хорошо раз-

личимы тона, то могут иметь место стоячие волны. Микрофон рекомендуется несколько раз переместить в зоне 0,1 - 0,5 м и в качестве результата измерений принять среднее значение.

2. Когда микрофон располагают вплотную к оператору, то может наблюдаться заметная разница при измерениях в присутствии оператора и без него (обычно результаты измерения в присутствии оператора выше). Особенно это проявляется при измерениях высокочастотного тонального шума или шума малых источников на близком расстоянии от них. Для предотвращения грубых ошибок рекомендуется сравнить результаты измерений в присутствии оператора и без него и в случае их значительного различия рассчитать среднее значение.

3. При использовании индивидуальных дозиметров, если микрофон не расположен вблизи уха, следует с осторожностью относиться к результатам измерений, т.к. они могут быть неточными.

Для оценки шума на постоянных рабочих местах измерения следует проводить в точках, соответствующих установленным постоянным местам.

Для оценки шума при непостоянных рабочих местах оператора измерения проводят на каждом его рабочем месте и определяют эквивалентный уровень звука шума, воздействующего на оператора за рабочую смену.

Для оценки шума в рабочих зонах, где имеется несколько работающих, для сокращения объема измерений выделяют зоны с приблизительно равным шумом. К таковым могут быть отнесены зоны, где на рабочих местах выполняется однотипная или одинаковая работа (например, токарный участок), или зоны, где шум в основном определяется далеко расположенными источниками шума (на расстоянии более 5 - 20 м). Если эквивалентный уровень звука в пределах рабочей зоны не отличается более чем на 5 дБА, то проводят измерения на выборочных типовых рабочих местах, результат измерения усредняют и относят его ко всем рабочим местам данной рабочей зоны. Дополнительно в случае сомнения измеряют шум на конкретном рабочем месте. При отличиях эквивалентного уровня звука в рабочей зоне более чем на 5 дБА измерение шума проводят на каждом рабочем месте.

Примечание. При планировании измерений можно руководствоваться известным наблюдением, что на расстоянии от источника шума 5 - 20 м уровень звукового давления в обычных производственных помещениях (цехах) с низким звукопоглощением снижается на 2 - 4 дБ, а в помещениях со значительным звукопоглощением - на 4 - 6 дБ при каждом удвоении расстояния.

При проведении измерений октавных уровней звукового давления переключатель частотной характеристики прибора устанавливают в положение "фильтр". Октавные уровни звукового давления измеряют в полосах со среднегеометрическими частотами 63-8000 Гц. При проведении измерений уровней звука и эквивалентных уровней звука, дБА, переключатель частотной характеристики прибора устанавливают в положение "А".

При проведении измерений уровней звука и октавных уровней звукового давления постоянного шума переключатель временной характеристики прибора устанавливают в положение "медленно". Значения уровней принимают по показанию прибора в момент отсчета.

Значения уровней звука и октавных уровней звукового давления считывают со шкалы прибора с точностью до 1 дБА, дБ.

Измерения уровней звука и октавных уровней звукового давления постоянного шума должны быть проведены в каждой точке не менее трех раз.

Для измерений эквивалентного уровня звука предпочтительно применять интегрирующий шумомер. Но если показания шумомера (не интегрирующего) при включенной временной характеристике "медленно" (S) изменяются не более чем на 5 дБА, то эквивалентный уровень звука принимают равным среднему арифметическому значению отсчетов на установленной продолжительности измерений. Показания шумомера снимают в момент отсчета.

При проведении измерений максимальных уровней звука колеблющегося во времени шума переключатель временной характеристики прибора устанавливают в положение "медленно". Значения уровней звука снимают в момент максимального показания прибора.

При проведении измерений максимальных уровней звука импульсного шума переключатель временной характеристики прибора устанавливают в положение "импульс". Значения уровней принимают по максимальному показанию прибора.

Интервалы между отсчетами при измерении шумомером (не интегрирующим) составляют (5 – 6) с.

При проведении измерений эквивалентных уровней звука непостоянного шума переключатель временной характеристики прибора устанавливают в положение "медленно", измеряют уровни звука и продолжительность каждой ступени.

Обработка результатов

Результаты измерения представляют в форме протокола в соответствии с приложением 2 по ГОСТ 12.1.050-86.

Средний уровень звука и средние октавные уровни звукового давления постоянного шума в каждой точке определяют в соответствии с приложением 3 по ГОСТ 12.1.050-86.

Средний уровень звука $L_{A, ср}$, дБА, и средние октавные уровни звукового давления $L_{ср}$, дБ, вычисляют по формулам:

$$L_{A, ср} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{A,i}} - 10 \lg n;$$

$$L_{ср} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{i}} - 10 \lg n,$$

где $L_{A,i}$, L_i – измеренные уровни звука, дБА, или октавные уровни звукового давления в точке, дБ;

$i = 1, 2, \dots, n$, где n – количество измерений в точке;

$$10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{A,i}} + 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \quad \text{— суммарный уровень звука (октавный уровень звукового давления) вычисляется по таблице.}$$

дБА, дБ

Разность двух складываемых уровней	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка к более высокому уровню	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Сложение уровней по таблице проводят в следующем порядке:

- 1) вычисляют разность складываемых уровней;
- 2) определяют добавку к более высокому уровню в соответствии с таблицей;
- 3) прибавляют добавку к более высокому уровню;
- 4) аналогичные действия производят с полученной суммой и третьим уровнем и т.д.

Полученная сумма и есть

$$10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{A_i}}$$

Если разность между наибольшим и наименьшим измеренными уровнями не превышает 5 дБ, то среднее значение $L_{A_{ср}}$, $L_{ср}$ равно среднему арифметическому значению всех измеренных уровней.

За максимальный уровень звука при проведении измерений шумомерами принимают наибольшее значение уровня звука за период измерения.

Если измерения проведены в каждом из интервалов T_i , ч, и суммарная продолжительность интервалов равна T , ч, то эквивалентный уровень звука $L_{A_{eq,T}}$, дБА, рассчитывают по формуле

$$L_{A_{eq,T}} = 10 \lg \left(\frac{\sum_{i=1}^m T_i \cdot 10^{L_i/10}}{T} \right),$$

где $L_{A_{eq,T}}$ - эквивалентный уровень звука в интервале T ;

m - номер интервала.

Пример. На рабочей площадке последовательно выполняют операции по сверлению отверстий, разрезанию труб, завинчиванию винтов, маркировке и подготовке с затратами времени T_i и соответствующими эквивалентными уровнями звука, указанными в табл.

Рабочая операция	T_i , мин	$L_{A_{eq,T_i}}$, дБА	$10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m T_i \cdot 10^{L_i/10}}{T}$, дБА
Сверление отверстий	5	107	87,2
Разрезание труб (циркулярной пилой)	285	91	88,7
Завинчивание винтов (электрической отверткой)	70	98	89,6
Маркировка и подготовка	120	89	83

При расчете $L_{Aeq,T} = 94$ дБА.

Допускается эквивалентные уровни звука прерывистого шума при измерениях шумомером определять в соответствии с по ГОСТ 12.1.050-86.

Эквивалентные уровни звука при измерениях шумомером (не интегрирующим) допускается определять в соответствии с приложением 5 по ГОСТ 12.1.050-86. В этом случае число отсчетов должно быть равно 360 с интервалом между отсчетами (5 – 6) с.

Контроль шума в помещениях жилых и общественных зданий и на селитебной территории

Контроль шума транспортных потоков

Методы измерения шумовой характеристики транспортных потоков на улицах, автомобильных и железных дорогах приведены в ГОСТ 20444-85.

Измерения в соответствии с настоящим стандартом должны проводиться для оценки фактического шумового режима и составления карты шума улично-дорожной сети населенных пунктов.

Шумовой характеристикой транспортных потоков является эквивалентный уровень звука $L_{AЭКВ}$, дБА.

АППАРАТУРА

Измерение эквивалентного уровня звука следует проводить интегрирующими шумомерами, комбинированными измерительными системами или автоматическими устройствами, соответствующими ГОСТ 17187-81.

Допускается применение шумомеров со стрелочным индикатором уровней звука, соответствующих ГОСТ 17187-81.

Аппаратура, предназначенная для измерения шумовой характеристики, должна иметь действующие свидетельства о государственной или ведомственной поверке.

Калибровку аппаратуры необходимо проводить до и после проведения измерения шумовой характеристики транспортных потоков.

Предпочтительными являются такие способы калибровки, которые включают поверку всей измерительной системы с измерительным микрофоном.

УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ

Места проведения измерения следует выбирать на участках улиц и дорог с установившейся скоростью движения транспортных средств и на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, транспортных площадей и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта.

Измерения следует проводить при условии, что поверхность проезжей части улиц и автомобильных дорог должна быть чистой и сухой, а балластный слой трамвайных и железнодорожных путей не должен быть мокрым и промерзшим.

Время проведения измерения необходимо устанавливать в периоды максимальной интенсивности движения транспортных потоков.

Измерение не должно проводиться во время выпадения атмосферных осадков и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра свыше 1 до 5 м/с необходимо применять колпак для защиты измерительного микрофона от ветра.

При проведении измерения шума следует учитывать воздействие вибраций, магнитных и электрических полей, радиоактивного излучения и других неблагоприятных факторов, влияющих на результаты измерения, согласно инструкциям по эксплуатации приборов.

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

При проведении измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого могут входить легковые и грузовые автомобили, автопоезда, автобусы (в дальнейшем - автомобили), мотоциклы, мотороллеры, мопеды и мотовелосипеды (в дальнейшем - мотоциклы), а также троллейбусы и трамваи, измерительный микрофон должен располагаться на тротуаре или обочине на расстоянии $(7,5 \pm 0,2)$ м от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств на высоте $(1,5 \pm 0,1)$ м от уровня покрытия проезжей части или головки рельса. В условиях стесненной застройки измерительный микрофон допускается располагать на расстоянии меньшем $7,5$ м от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств, но не ближе 1 м от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа, отражающих звук.

В случае расположения улицы или дороги в выемке измерительный микрофон следует устанавливать на бортке выемки на высоте $(1,5 \pm 0,1)$ м от уровня земли.

При проведении измерения шумовой характеристики потока железнодорожных поездов измерительный микрофон должен располагаться на расстоянии $(25 \pm 0,5)$ м от оси ближнего к точке измерения магистрального железнодорожного пути на высоте $(1,5 \pm 0,1)$ м от уровня земли.

В условиях стесненной застройки измерительный микрофон допускается располагать на расстоянии меньшем 25 м от оси ближнего к точке измерения железнодорожного пути, но не ближе 1 м от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа, отражающих звук. В случае расположения железнодорожного пути в выемке измерительный микрофон следует устанавливать на бортке выемки на высоте $(1,5 \pm 0,1)$ м от уровня земли.

Измерительный микрофон должен быть направлен в сторону транспортного потока. Оператор, проводящий измерение, должен находиться на расстоянии не менее чем $0,5$ м от измерительного микрофона.

Переключатель частотной характеристики измерительной аппаратуры при проведении измерения уровней звука следует устанавливать в положение «А», а переключатель временной характеристики - в положение согласно требованиям инструкций по эксплуатации приборов.

Период измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого могут входить автомобили, мотоциклы, а также троллейбусы и трамваи, должен охватывать проезд не менее 200 транспортных единиц в обоих направлениях.

Период измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого входят только трамваи, должен охватывать проезд не менее 20 трамваев в обоих направлениях.

Продолжительность периода измерения шумовой характеристики потока железнодорожных поездов должна составлять не менее 1 ч.

При проведении измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого могут входить автомобили, мотоциклы, а также троллейбусы и трамваи, при помощи шумомера со стрелочным индикатором уровней звука интервал между отсчетами уровней звука должен составлять от 2 до 3 с. Отсчет уровней звука необходимо производить как при наличии, так и при отсутствии на участке измерения движущихся транспортных средств. Значения уровней следует принимать по показаниям стрелки прибора в момент отсчета.

При проведении измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого входят только трамваи или железнодорожные поезда, при помощи шумомера со стрелочным индикатором уровней звука следует определять уровень звука L_A , дБА, в период прохождения трамвая или железнодорожного поезда перед измерительным микрофоном по среднему показанию при колебании стрелки прибора.

Значения уровней звука следует считывать со шкалы шумомера с точностью 1 дБА.

Уровни звука помех, создаваемых посторонними источниками шума в период измерения шумовых характеристик транспортных средств, должны быть не менее чем на 20 дБА

ниже уровней при прохождении перед измерительным микрофоном транспортных средств, включая помехи.

Одновременно с измерением шумовой характеристики транспортного потока следует определять его состав и интенсивность движения. При проведении измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого входят только трамваи или железнодорожные поезда, при помощи шумомера со стрелочным индикатором уровней звука следует определять также скорость их движения.

ОБРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ

Результаты измерения шумовой характеристики транспортного потока и данные по его составу, интенсивности и скорости движения должны представляться в форме протокола в соответствии с приложением 1 по ГОСТ 20444-85.

Эквивалентный уровень звука транспортного потока, в состав которого могут входить автомобили, мотоциклы, а также троллейбусы и трамваи при проведении измерения шумомером со стрелочным индикатором уровней звука следует определять в соответствии с приложением 2 по ГОСТ 20444-85.

Эквивалентный уровень звука транспортного потока, в состав которого входят только трамваи, при проведении измерения шумомером со стрелочным индикатором уровней звука следует определять в соответствии с приложением 3 по ГОСТ 20444-85.

Эквивалентный уровень звука потока железнодорожных поездов при проведении измерения шумомером со стрелочным индикатором уровней звука следует определять в соответствии с приложением 4 по ГОСТ 20444-85.

Тема 14. Контроль вибрации

Методы измерения и гигиенической оценки вибрации

Методики измерения вибрации изложены в “Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценке производственных вибраций” (от 10.07.1985 г. № 3911-85).

В соответствии с действующими санитарными нормами оценка вибрации производится следующими методами:

- частотным (спектральным) анализом нормируемых параметров;
- интегральной оценкой по частоте нормируемых параметров;
- дозной оценкой.

Основным методом, характеризующим вибрационное воздействие на человека, является частотный анализ; характеристики - средние квадратические значения виброскорости или виброускорения (или их логарифмические уровни) в октавных полосах частот. Спектр вибрации (низко-, средне и высокочастотный) определяет специфику неблагоприятного действия.

Для ориентировочной оценки следует использовать: для постоянной вибрации - метод интегральной оценки по частоте нормируемых параметров; характеристика - скорректированное значение (или уровень) виброскорости (или виброускорения);

для непостоянной вибрации - метод дозной оценки; характеристика - эквивалентное скорректированное значение (или уровень) виброскорости (или виброускорения).

Методы интегральной оценки по частоте или дозной оценки позволяют получить одночисловые характеристики следующим образом:

- расчетом скорректированного значения по измеренному спектру вибрации;
- расчетом эквивалентного скорректированного значения по измеренному (или рассчитанному) скорректированному значению и данным хронометража;
- инструментальным измерением эквивалентного скорректированного значения или дозы.

Гигиеническая оценка вибрации проводится сопоставлением величин, определенных одним из указанных методов, с допустимыми значениями по действующим санитарным нормам.

Аппаратура для измерения вибрации

Измерение вибрации производится с использованием виброметров по ГОСТ 12.4.012-83 и полосовых фильтров по ГОСТ 17168-81, а также вспомогательных приборов (самописцев уровня, магнитографов и т. п.).

Основная погрешность для средств измерений с отсчетными устройствами, градуированными в абсолютных единицах (или в дБ) должна удовлетворять классу точности не хуже 20 (или 2 дБ) соответственно.

Вибропреобразователи (вибродатчики) должны обеспечивать измерения вибрации в необходимом диапазоне частот и уровней. Для измерения общей вибрации рекомендуются следующие датчики: ДН-7, ДН-13, ДН-19 («Виброприбор», г. Таганрог); 4366, 4368, 4370 и 4381 («Брюль и Кьер», Дания). Для измерения локальной вибрации - ДН-3 и ДН-4 («Виброприбор», г. Таганрог); 4363, 4369, 4371 и др. («Брюль и Кьер», Дания).

Для калибровки всего измерительного тракта, в частности, для проверки чувствительности вибродатчиков, рекомендуется использовать калибровочные устройства типа КУ-3 или КУ-4 («Виброприбор», г. Таганрог), а также малогабаритные вибраторы ГМК.-1. Можно использовать калибраторы 4291 фирмы «Брюль и Кьер» Дания.

Виброизмерительные тракты должны проходить либо государственную поверку (приборы, прошедшие государственные приемочные испытания), либо государственную метрологическую аттестацию. Представляемые на поверку приборы должны быть в исправном состоянии и в полном комплекте.

Эксплуатация и хранение приборов осуществляются в соответствии с заводской инструкцией.

Точки контроля и подготовка к измерениям

Точки контроля, т. е. места установки вибродатчиков, должны располагаться на поверхностях в местах, предназначенных для контакта с телом человека-оператора:

- на сидении, рабочей площадке, педалях и полу рабочей зоны оператора и обслуживающего персонала;
- в местах контакта рук оператора с рукоятками, рычагами управления и т. п.

Для непостоянных рабочих мест или рабочих зон выбирается не менее 3 точек контроля в местах наибольших колебаний.

При выборе вибродатчика рекомендуется применять для измерения локальной вибрации малогабаритные датчики, обладающие большей прочностью, а при измерении общей вибрации - датчики, имеющие более высокую чувствительность.

В каждой точке контроля вибродатчик устанавливается на ровной, гладкой посадочной площадке последовательно по трем взаимно перпендикулярным направлениям:

- для общей вибрации - вертикальная перпендикулярная опорной поверхности (ось Z); горизонтальная от спины к груди (ось X); горизонтальная от правого плеча к левому (ось Y);
- для локальной вибрации - направление подачи или приложения силы нажатия (ось Z); ось рукоятки (ось X); перпендикулярно первым двум направлениям (ось Y).

Ось вибродатчика должна быть ориентирована по выбранному направлению измерения. Если вибрация в направлении одной из осей, для которых установлены одинаковые допустимые величины, превышает вибрацию по двум другим осям более чем на 12 дБ (более чем в 4 раза), то допускается проводить измерение только в направлении максимальной вибрации и характеризовать ее именно этим направлением.

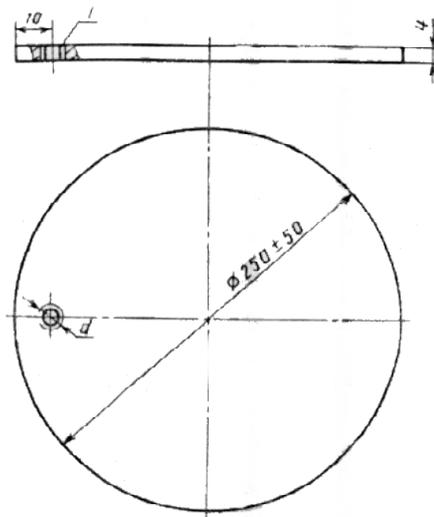
Вибродатчик должен крепиться способом, указанным в заводской инструкции.

Большинство вибродатчиков предназначено для крепления на резьбе (с помощью винта или шпильки, т. е. винта без головки) и имеют посадочное гнездо с резьбой М5. Крепление вибродатчика на винте рекомендуется при малой толщине изделия в точке контроля, а на шпильке - при большой его толщине.

В случае крепления на винте М5 отверстие под винт должно иметь диаметр 5,2 мм, а для крепления шпилькой сверлиться отверстие диаметром 4,6 мм и метчиком выполняется резьба М5. Длина винта или шпильки выбирается так, чтобы вибродатчик при навинчивании его руками плотно соприкасался с посадочной площадкой в точке контроля.

При измерении общей вибрации вибродатчик крепится на резьбе к жесткому стальному диску диаметром [250 мм] и толщиной 4 мм (см. рис. 1), который размещается между полом и ногами стоящего человека или сидением и корпусом сидящего человека. Диск не должен иметь контакта с металлическими элементами сидения. Допускается крепление вибродатчика с помощью магнита так, чтобы их общая масса не превышала 200 г.

При измерении на площадках с твердым покрытием (асфальт, бетон, металлические плиты и т. п.) или сидениях без упругих облицовок диск не применяется, а вибродатчик должен крепиться непосредственно к этим поверхностям на резьбе, магните, мастиках и т. п.



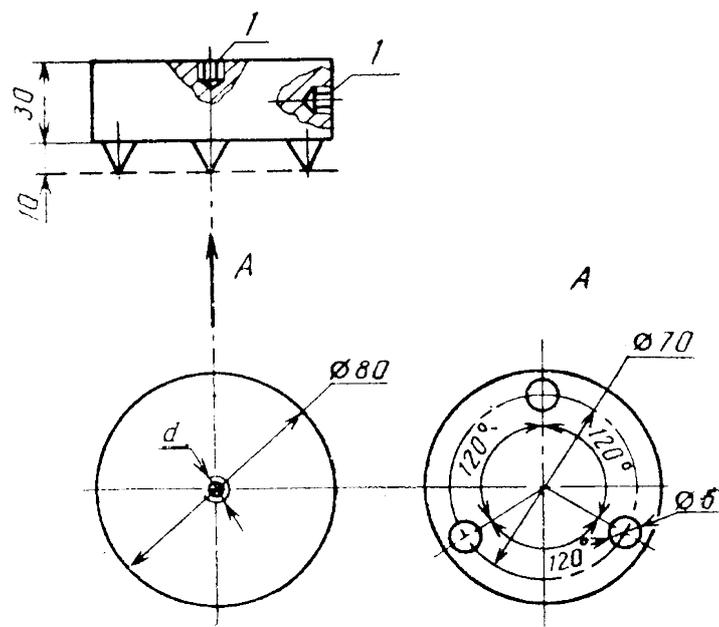
1 - резьбовое отверстие для крепления вибропреобразователя или кубика под вибропреобразователь

Рисунок 1- Рекомендуемая конструкция и размеры промежуточного жесткого диска для измерения общей вибрации на сиденье оператора

При измерении локальной вибрации предпочтительно крепление датчика в точках контроля на резьбе. Допускается крепление вибродатчика с помощью переходного металлического элемента в виде зажима, хомута, струбцины и т. п., при этом их масса не должна превышать 10% массы инструмента или обрабатываемой детали, а масса вибродатчика не должна превышать 65 г.

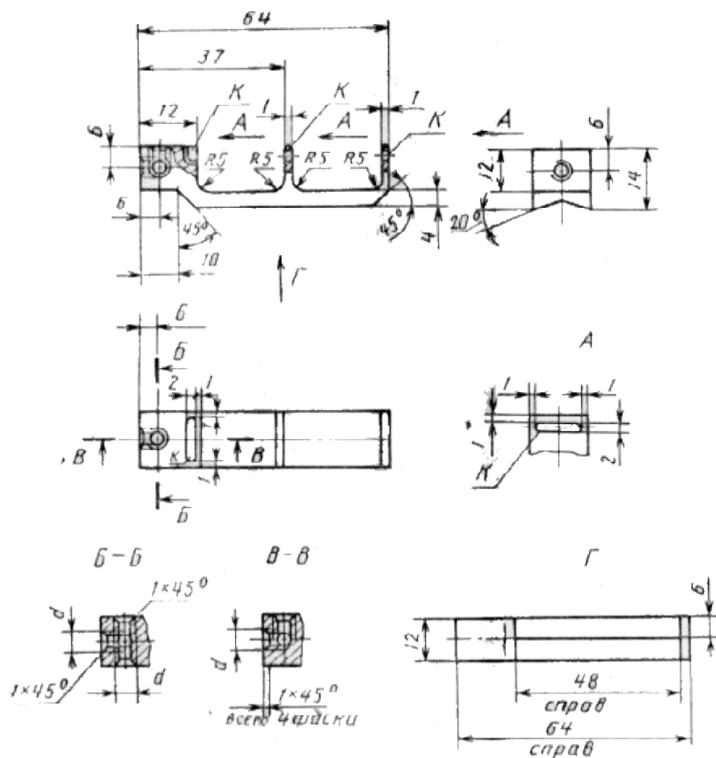
Если человек выполняет работу стоя, то при измерении общей вибрации вибропреобразователь устанавливают на промежуточной платформе около ног оператора (см. рис. 2).

Если места контакта с руками покрыты эластичным виброизолирующим материалом или рукоятки не имеют жесткой основы, то вибродатчик крепят на резьбе к виброадаптеру или к металлической пластине размером 50x25x0,8 мм соответствующей форме места контакта. Виброадаптер (см. рис. 3, 4) или пластина должна прижиматься рукой оператора с силой, необходимой для нормальной работы машины. Масса их с вибродатчиком не должна превышать 240 г. Замеры следует проводить как на правой, так и на левой руках с оценкой по большому показанию прибора.



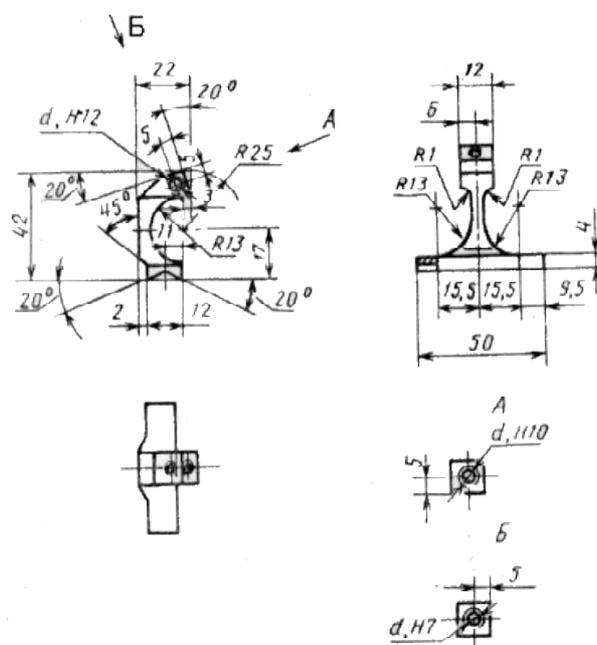
1 - резьбовое отверстие для крепления вибропреобразователя или кубика под вибропреобразователь

Рисунок 2 - Рекомендуемая конструкция и размеры промежуточной платформы для измерения общей вибрации у ног стоящего оператора



d - диаметр резьбового отверстия для крепления вибропреобразователя; К - отверстия, через которые могут быть пропущены резинки или ленты для охвата пальцев сверху

Рисунок 3 - Рекомендуемая конструкция и размеры адаптера-планки для измерения локальной вибрации



d - диаметр резьбового отверстия для крепления вибропреобразователя

Рисунок 4 - Рекомендуемая конструкция и основные размеры адаптера-рожка для измерения локальной вибрации

Следует обращать особое внимание на надежность установки и крепления вибродатчика, а также соединительного кабеля. Кабели не должны испытывать резких изгибов и натяжений, для чего необходимо оставлять короткую свободную петлю кабеля.

Измерение вибрации должно проводиться на исправных машинах, отвечающих правилам проведения работ. Машины или оборудование должны работать в паспортном или типовом технологическом режиме и при проведении реальных технологических операций.

При контроле общей вибрации должны быть включены все источники, передающие вибрации на рабочее место.

При измерении вибрации машина или оборудование должны работать в установившемся режиме. Рекомендуется по возможности выбирать постоянный продолжительный режим работы без лишних рывков, ударов для получения устойчивого показания прибора и надежного их отсчета.

Виброизмерительные приборы должны быть размещены так, чтобы обеспечить защиту от помех: электрических, электромагнитных акустических полей и др.

Виброизмерительный тракт должен быть откалиброван в соответствии с заводской инструкцией до и после измерений. Предпочтительна вибрационная калибровка всего тракта, включая вибродатчик на калибровочном устройстве, создающем механические колебания известной амплитуды и частоты. Калибровка должна проводиться также в случае сомнения в исправности вибродатчика или соединительного кабеля.

Проведение измерений

При выборе измеряемого параметра следует иметь в виду, что при измерении ускорения погрешность измерения сильно зависит от жесткости крепления вибродатчика, тогда как при измерении скорости влияние способа крепления уменьшается. С другой стороны измерение ускорения предпочтительно для вибрации ударного характера, а виброскорости - для постоянных или прерывистых вибраций.

При измерениях используют большую постоянную времени стрелочного прибора («медленно», 1,3, 10 или 30 с), а отсчет производят по среднему положению стрелки.

Общую вибрацию рекомендуется измерять с постоянной времени не менее 10 с, а локальную - не менее 1 с.

Время измерения вибрации должно быть не менее величин, указанных в табл. 1. Для машин циклического характера действия, например, экскаватора, время измерения вибрации выбирают равным одному или нескольким циклам работы.

Таблица 1 - Минимальное время измерения вибрации

Полосы частот, Гц	Время измерения, с	
	вибрация общая	вибрация локальная
от 0,7 до 5,6	30	-
от 5,6 до 22,4	3	3
от 22,4 и выше	2	2

Примечание: Практически целесообразно проводить измерения в течение времени, превышающего в 3-10 раз, минимально необходимое:

- а) для локальной вибрации - 10 с;
- б) для общей технологической вибрации - 60 с;
- в) для общей транспортной и транспортно-технологической вибрации (во время движения) 300 с.

Показания прибора, т. е. значения параметра вибрации в полосе частот или скорректированное значение снимают через равные промежутки времени порядка постоянной времени виброметра.

Общее количество отсчетов должно быть не менее 3 для локальной вибрации, не менее 6 для общей технологической вибрации и не менее 30 для общей транспортной и транспортно-технологической (во время движения) с последующей обработкой (Определение среднего значения уровней).

Определение среднего значения уровней

Для определения среднего значения уровней по замерам необходимо просуммировать их с использованием табл. 2 и вычесть из этой суммы 10_{lg} , определяемое по табл. 3:

$$L_{CP} = L_{СУМ} - 10_{lg}$$

Таблица 2 – К суммированию логарифмических уровней

Разность слагаемых уровней $L_2 - L_1$, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка ΔL , прибавляемая к большому уровню, дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

Таблица 3 - 10_{lg} в зависимости от n

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

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.2 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 $L_{СУ}$ округляют до целого числа.

При равных слагаемых уровнях, т. е. при $L_1 = L_2 = \dots, L_n$, $L_{СУМ}$ можно определять по формуле $L_{СУМ} = L + 10_{lg}$.

Пример. Необходимо определить среднее значение для измеренных уровней 84, 90, 92 дБ. Складываем первые два уровня - 84 и 90 дБ; их разности 6 дБ соответствует добавка по табл. 2, равная 1 дБ, т. е. их сумма равна $90+1=91$ дБ. Затем складываем полученный уровень 91 дБ с оставшимся уровнем 92 дБ; их разности 1 дБ соответствует добавка 2,5 дБ, т. е. суммарный уровень равен $92+2,5=94,5$ дБ или округленно получаем 95 дБ.

По табл. 3 величина 10_{lg} для трех уровней равна 5 дБ, поэтому получаем окончательный результат для среднего значения, равный $95-5=90$ дБ.

Порядок проведения измерений

Вибродатчик устанавливают в выбранной точке контроля в одном из данных направлений (оси X, Y, Z).

Виброметр включают на:

- «скорость» или «ускорение»;
- октавные фильтры или скорректированное значение;
- выбирают соответствующую постоянную времени (см. выше);
- необходимый диапазон измерения для получения отсчетов без перегрузки прибора.

Обработка результатов измерений, их оформление и гигиеническая оценка

Результаты измерения обрабатывают в соответствии с «Определение среднего значения уровней» и оформляют протоколом установленной формы N 334/у, утвержденной Минздравом СССР 04.10.80 N 1030 (Приложение 1).

В заключение протокола дается анализ вибрационного фактора с указанием величины превышения нормы, а также условий, определяющих повышенные уровни вибрации. Отмечаются факторы условий труда, усугубляющие неблагоприятное влияние вибрации (общее или местное охлаждение, смачивание рук, длительная работа в вынужденной позе, большие статические и динамические нагрузки, интенсивный шум). Дается предписание о необходимости проведения мероприятий по снижению неблагоприятного влияния вибрации на работающих.

Тема 15. Контроль ионизирующих излучений

Допустимые дозы облучения персонала и населения см. дисциплину «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности».

Радиационный контроль осуществляется согласно требований Закона "О радиационной безопасности населения" N 3-ФЗ от 09.01.96 "Норм радиационной безопасности (НРБ-99)"

Радиационный контроль является важнейшей частью обеспечения радиационной безопасности, начиная со стадии проектирования радиационно-опасных объектов. Его цель:

- определение степени соблюдения принципов радиационной безопасности и требований нормативов, не превышение установленных основных пределов доз и допустимых уровней при нормальной работе;

- получение необходимой информации для оптимизации защиты и принятия решений о вмешательстве в случае радиационных аварий, загрязнения местности и зданий радионуклидами, а также на территориях и в зданиях с повышенным уровнем природного облучения.

Радиационный контроль осуществляется за всеми источниками излучения, кроме приведенных в п. 1.4 НРБ-99:

- индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв;
- индивидуальную годовую эквивалентную дозу в коже не более 50 мЗв и в хрусталике не более 15 мЗв;
- коллективную эффективную годовую дозу не более 1 чел.-Зв, либо когда при коллективной дозе более 1 чел.-Зв оценка по принципу оптимизации показывает целесообразность снижения коллективной дозы.

Требования Норм и Правил не распространяются также на космическое излучение на поверхности Земли и внутреннее облучение человека, создаваемое природным калием, на которые практически невозможно влиять.

Перечень и порядок освобождения источников ионизирующего излучения от радиационного контроля устанавливается санитарными правилами.

Радиационному контролю подлежат:

- радиационные характеристики источников излучения, выбросов в атмосферу, жидких и твердых радиоактивных отходов;
- радиационные факторы, создаваемые технологическим процессом на рабочих местах и в окружающей среде;
- радиационные факторы на загрязненных территориях и в зданиях с повышенным уровнем природного облучения;
- уровни облучения персонала и населения от всех источников излучения, на которые распространяется действие НРБ-99.

Основными контролируруемыми параметрами являются:

- годовая эффективная и эквивалентная дозы;
- поступление радионуклидов в организм и их содержание в организме для оценки годового поступления;
- объемная или удельная активность радионуклидов в воздухе, воде, продуктах питания, строительных материалах и др.;
- радиоактивное загрязнение кожных покровов, одежды, обуви, рабочих поверхностей;
- доза и мощность дозы внешнего излучения;
- плотность потока частиц и фотонов.

Переход от измеряемых величин внешнего излучения к нормируемым определяется специальными методическими указаниями.

С целью оперативного контроля для всех контролируемых параметров устанавливаются контрольные уровни. Значение этих уровней устанавливается таким образом, чтобы было гарантировано не превышение основных пределов доз и реализация принципа снижения уровней облучения до возможно низкого уровня. При этом учитывается облучение от всех подлежащих контролю источников излучения, достигнутый уровень защищенности, возможность его дальнейшего снижения с учетом требований принципа оптимизации. Обнаруженное превышение контрольных уровней является основанием для выяснения причин этого превышения.

Администрация организации может вводить дополнительные, более жесткие числовые значения контролируемых параметров - административные уровни.

Осуществление радиационного контроля

- со стороны государства возлагается на органы Роспотребнадзора и другие органы, уполномоченные Правительством Российской Федерации в соответствии с действующими нормативными актами.
- контроль за соблюдением Норм в организациях, независимо от форм собственности, возлагается на администрацию этой организации.
- контроль за облучением населения возлагается на органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

При возникновении радиационной аварии контроль за:

- ее развитием, защитой персонала в организации и аварийных бригад осуществляется администрацией этой организации;
- облучением населения осуществляется местными органами власти и государственного надзора за радиационной безопасностью.

Контроль за медицинским облучением пациентов возлагается на администрацию

органов и учреждений здравоохранения.

Методы проведения радиационного контроля

Рассмотрим на примере проведения радиационно - гигиенического обследования жилых и общественных зданий (МУ 2.6.1.715-98).

Целью такого обследования является контроль за соблюдением гигиенических нормативов по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения в жилых домах и зданиях социально - бытового назначения как при приемке их в эксплуатацию после завершения строительства (реконструкции или капитального ремонта), так и при их эксплуатации.

Обследование зданий проводится органами Роспотребнадзора в порядке предупредительного или текущего надзора либо по специальному решению компетентных органов исполнительной власти в порядке, установленном действующим законодательством, либо по заказу (просьбе) юридических лиц или отдельных граждан (жильцов, домовладельцев, сотрудников организаций и т.д.).

В соответствии с "Нормами радиационной безопасности (НРБ-99)" в помещениях зданий (далее - помещениях) регламентируется мощность дозы γ -излучения (МЭД), обусловленного природными радионуклидами, и среднегодовая эквивалентная-равновесная объемная активность изотопов радона (ЭРОA_{Ra}).

Измерения радиационных факторов в помещениях проводятся лабораториями радиационного контроля (ЛРК), аккредитованными в установленном порядке в данной области измерений.

Средства измерений

Для проведения радиационного контроля применяются средства, внесенные в государственный регистр. Средства измерения, предназначенные для контроля радиационной обстановки в жилых и других помещениях, должны иметь действующие свидетельства о государственной метрологической поверке.

Контроль мощности эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения

Контролируемой величиной в зданиях и сооружениях по п.1.1 является мощность эквивалентной дозы (МЭД) H (мкЗв/ч) внешнего γ -излучения. Допускается измерять и представлять результаты в единицах мощности экспозиционной дозы γ -излучения X (мкР/ч), связанной с H (мкЗв/ч) приближенным соотношением:

$$H = 0.009X. \quad (1)$$

Согласно НРБ-99 значение МЭД внешнего гамма - излучения в проектируемых новых зданиях жилищного и общественного назначения не должно превышать среднее значение-мощности дозы на открытой местности (в районе расположения здания) более чем на 0.3 мкЗв/ч .

Измерения МЭД_0 внешнего гамма - излучения на открытой местности

Измерения производятся вблизи обследуемого здания не менее чем в 5 точках (пунктах), расположенных на расстоянии от 30 до 100 м от существующих зданий и сооружений и не ближе 20 м друг от друга. Точки измерений следует выбирать на участках местности с естественным грунтом, не имеющим локальных техногенных изменений (щебень, песок, асфальт) и радиоактивных загрязнений.

При измерениях блок детектирования располагают на высоте 1 м над поверхностью земли.

Обеспечение точности измерений

В каждой точке число измерений при использовании дозиметров типа ДРГ-01Т (ДБГ-06Т) должно быть не менее десяти.

За результаты измерений в каждой i -ой точке на открытой местности принимается среднее арифметическое H_{oi} полученных в ней измерений, а случайную составляющую погрешности результата измерения Δ_{oi} для доверительной вероятности $P = 0.95$ рассчитывают по формуле:

$$\Delta_{oi} = t_{0.95} * S_i, \quad (2)$$

где $t_{0.95}$ - значение коэффициента Стьюдента для доверительной 0.95 вероятности $P = 0.95$ (принимают по Приложению 5 в зависимости от числа повторных измерений N в данной точке);

S - среднееквадратичное отклонение результата измерения от i среднего, которое рассчитывается по результатам всех N повторных измерений в i -ой точке по формуле:

$$S_i^2 = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^n (H_{oi} - H_{oin})^2 \quad (3)$$

где H_{oin} - n -ое измерение МЭД γ - излучения в i -ой точке.

При использовании дозиметров интегрального типа EL-1101 (EL-1119) время измерения должно выбираться таким, чтобы случайная составляющая погрешности оценки значения результата измерения не превышала 20%. В этом случае значение H_{oi} считывается со шкалы приборов, а Δ_{oi} определяется как произведение H_{oi} на статистическую погрешность измерений, считываемую со шкалы прибора.

В качестве оценки измеренного значения МЭД γ -излучения на открытой местности за H_o принимают наименьшее из полученных результатов измерений H_{oi} в i -ой точке, а за случайную составляющую погрешности этого результата Δ_o – соответствующую величину для результата измерений в этой точке.

Результат измерения МЭД γ - излучения на открытой местности вблизи обследуемого здания представляют в форме:

$$H_o \pm \Delta_o, \text{ мкЗв/ч.}$$

Примечание: Значения H_o могут различаться для различных типов и экземпляров приборов, потому они должны быть получены для всех экземпляров приборов, используемых при обследовании здания.

Измерение внешнего γ -излучения в помещениях

Объем контроля МЭД внешнего гамма-излучения должен быть достаточным для выполнения контроля всех помещений, где значения H могут превышать установленный предел, а также для оценки максимальных значений МЭД в типичных помещениях (по функциональному назначению, занимаемой площади, на этаже, в подъезде, а также по типу использованных стройматериалов).

Измерения МЭД γ -излучения в помещениях сдаваемого в эксплуатацию здания проводятся, как правило, выборочно. Для проведения измерений выбирают типичные помещения, ограждающие конструкции которых изготовлены из различных строительных материалов. При этом в многоэтажных зданиях выбирают помещения, подлежащие обследованию, на каждом этаже.

Число обследуемых помещений выбирается в зависимости от этажности здания, числа помещений (квартир) и других характеристик здания, при этом:

- в односемейных домах, коттеджах (в том числе многоэтажных), школьных и дошкольных учреждениях измерения должны проводиться в каждом помещении;
- в многоквартирных домах при числе квартир до 10 и зданиях социально-бытового назначения при числе помещений до 30 измерения проводятся в каждой квартире для жилых зданий и в каждом помещении для других зданий;

- многоквартирных домах при числе квартир до 100 и зданиях социально-бытового назначения при числе помещений до 300 измерения проводятся не менее чем в 50% квартир (помещений) в каждом подъезде;

- при числе квартир в жилом здании свыше 100 и числе помещений в здании социально-бытового назначения свыше 300 число обследуемых квартир (помещений) должно быть не менее 25% от их общего числа в каждом из подъездов здания.

При обследовании многоквартирных жилых домов измерения в каждой обследуемой квартире следует проводить не менее чем в двух помещениях, которые должны быть различными по функциональному назначению.

Конкретные помещения (квартиры), подлежащие обследованию выбираются с учетом результатов проведенного предварительного обследования. При этом обязательно должны обследоваться те из них, в которых зафиксированы максимальные показания поисковых радиометров (дозиметров), а также обнаруженные точки локальных максимумов.

Для предварительной оценки радиационной обстановки в помещениях с целью выявления возможных локальных источников γ -излучения проводят предварительное обследование, для проведения которого следует использовать поисковые высокочувствительные γ -радиометры (индикаторы) типа СРП-68, СРП-88 или высокочувствительные γ -дозиметры, имеющие поисковый режим работы, типа EL-1101.

С поисковым радиометром (дозиметром) производят обход всех помещений обследуемого здания по периметру каждой комнаты, производят замеры на высоте 1 м от пола на расстоянии 5 - 10 см от стен, и по оси каждой комнаты, производя замеры на высоте 5 - 10 см над полом. При обнаружении локальных повышений показаний используемого прибора производят поиск максимума и фиксируют в журнале его положение и показания прибора в точке максимума. Кроме того, в журнал заносят максимальные показания прибора в каждом помещении.

Измерения МЭД внешнего γ -излучения в каждом обследуемом помещении выполняют в точке, расположенной в его центре на высоте 1 м от пола, а также в выявленных участках с максимальным значением МЭД γ -излучения.

Обеспечение точности измерений

Число повторных измерений N выбирают из условия, чтобы случайная составляющая относительной погрешности оценки среднего значения результата измерения не превышала 20%:

$$100 \cdot \Delta / N \leq 20 \%. \quad (5)$$

Здесь: N - оценка среднего значения результата измерения в помещении, а случайную составляющую погрешности результата измерения Δ для доверительной вероятности $P = 0.95$ рассчитывают по формуле:

$$\Delta = t_{0,95} S, \text{ мкЗв/ч}, \quad (6)$$

в которой приняты такие же обозначения, как и в выражении (2).

Результат измерения МЭД γ -излучения в данном помещении представляют в форме:

$$N \pm \Delta, \text{ мкЗв/ч} \quad (7)$$

Результаты всех измерений заносятся в рабочий журнал.

Анализ и оценка результатов радиационного контроля

В зависимости от результатов оценки максимального значения измеренной мощности дозы в помещении принимаются следующие варианты решений:

1. Помещение считается удовлетворяющим нормативу, приведенному в НРБ-96, если измеренное значение МЭД в этом помещении (H , мкЗв/ч) с учетом погрешности (Δ_{Σ} , мкЗв/ч) удовлетворяет условию:

$$H - H_0 + \Delta_{\Sigma} \leq 0.3 \text{ мкЗв/ч}, \quad (8)$$

где: H_0 - измеренное по п.п. 2.3 - 2.4 значение МЭД гамма-излучения на открытой местности, мкЗв/ч;

Δ_{Σ} - суммарная погрешность оценки разности двух величин - H и H_0 (мкЗв/ч), определяемая из выражения

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta (H + H_0) + t_{0.95}(v) \sqrt{(S_o^2 + S^2)}, \quad (9)$$

Δ - предел основной относительной погрешности дозиметра, значение которого принимают по паспорту или свидетельству о поверке;

$t_{0.95}(v)$ - значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности $P = 0.95$ при числе наблюдений v ;

v - число степеней свободы, рассчитываемое по формуле:

$$v = (S_o^2 + S^2)^2 / [S_o^4 / (n+1) + S^4 / (m+1)] - 2, \quad (10)$$

в которой n - число повторных наблюдений при измерении H_0 и S_o , а m - то же для H и S , соответственно. При использовании дозиметров типа EL-1101 суммарная погрешность Δ_{Σ} определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta (H + H_0) + \sqrt{(S_o^2 + S^2)}, \quad (11)$$

где: S_o и S - случайные составляющие погрешности результатов измерения H_0 и H , соответственно, для доверительной вероятности $P = 0.95$, рассчитываемые дозиметрами EL-1101 и EL-1119.

2. Если условие (8) не выполняется из-за большой погрешности оценки значения МЭД, то проводят дополнительные измерения с целью снижения суммарной погрешности измерения Δ_{Σ} , делая большее количество повторных измерений или используя дозиметры, имеющие меньшее значение основной погрешности.

3. Если по результатам измерений условие (8) не выполняется, то принимаются меры по выявлению причин повышенного значения мощности дозы гамма-излучения и решается вопрос о возможности их устранения, после чего измерения в данном помещении повторяют.

4. Если проведенные мероприятия не дали необходимого результата, то решается вопрос о перепрофилировании сдаваемых в эксплуатацию зданий (или их отдельных помещений).

5. В случае реконструкции или капитального ремонта существующих зданий перед началом проектно - изыскательских работ необходимо провести в них радиационное обследование с целью выяснения необходимости проведения защитных мероприятий и внесения их в план работ.

6. При проведении обследования в эксплуатируемых зданиях выбор помещений для обследования зависит от конкретной ситуации, требований заказчика (домовладельца, администрации и т.п.) и должен согласовываться с территориальными органами Роспотребнадзора. При отсутствии каких-либо чрезвычайных ситуаций (наличие информации о локальных источниках, прогнозируемом превышении норматива и т.п.) и требований заказчика обследовать конкретные помещения их выбор (при обследовании здания) и обследование проводится так же, как и при приемке в эксплуатацию.

7. Для эксплуатируемого здания вопрос о его перепрофилировании или отдельных его помещений решается в установленном законом порядке (с согласия жильцов или домовладельца и т.п.) местными органами власти по согласованию с территориальным центром госсанэпиднадзора, если максимальное значение измеренной мощности дозы превышает мощность дозы на открытой местности более чем на 0,6 мкЗв/ч (п. 7.3.4. НРБ-99).

Контроль эквивалентной равновесной объемной активности изотопа радона

Контролируемой величиной в зданиях и сооружениях, согласно НРБ-99, является среднегодовое значение эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона (^{222}Rn - радона и ^{220}Rn - торона) в воздухе помещений, равное:

$$C_{\text{cr}} = \text{ЭРОА}_{\text{Rn}} + 4.6 \text{ ЭРОА}_{\text{Th}}, \quad (12)$$

где:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} = 0.104 A_{\text{RaA}} + 0.514 A_{\text{RaB}} + 0.382 A_{\text{RaC}}, \quad (13)$$

$$\text{ЭРОА}_{\text{Th}} = 0.913 A_{\text{ThB}} + 0.087 A_{\text{ThC}}, \quad (14)$$

где: A_{RaA} , A_{RaB} , A_{RaC} , A_{ThB} , A_{ThC} - объемная активность в воздухе RaA (^{218}Po), RaB (^{214}Pb), RaC (^{214}Bi), ThB (^{212}Pb) и ThC (^{212}Bi), соответственно, в Бк/м³.

Допускается проводить оценку ЭРОА_{Rn} по результатам измерений объемной активности радона (A_{Rn}). В этом случае для пересчета измеренных значений A_{Rn} в значение ЭРОА_{Rn} используется коэффициент F_{Rn} , характеризующий сдвиг радиоактивного равновесия между радонам и его дочерними продуктами в воздухе:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} = F_{\text{Rn}} A_{\text{Rn}}. \quad (15)$$

Значения F_{Rn} определяют экспериментальным путем по результатам одновременных измерений A_{Rn} и ЭРОА_{Rn} . В расчетах по формуле (15) используют средние значения F_{Rn} , характерные для данного региона, периода года и типа здания. При отсутствии экспериментальных данных о значении F_{Rn} его принимают равным 0,5.

Оценка результатов

В соответствии с НРБ-99 среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений проектируемых и сдаваемых в эксплуатацию зданий жилищного и общественного назначения не должно превышать 200 Бк/м³:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} + 4.6 \times \text{ЭРОА}_{\text{Th}} \leq 100 \text{ Бк/м}^3, \quad (16)$$

а в эксплуатируемых зданиях критерием необходимости проведения защитных мероприятий является невыполнение условия:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} + 4.6 \text{ ЭРОА}_{\text{Th}} \leq 200 \text{ Бк/куб. м.} \quad (17)$$

При приемке в эксплуатацию зданий, как правило, не имеется возможности проводить измерения среднегодового значения ЭРОА изотопов радона, поэтому проводят оценку его верхней границы по результатам измерений за период до 1 - 2 недель с учетом коэффициента вариации во времени значения ЭРОА радона $V(t)$ и основных погрешностей применяемых средств измерений:

$$(\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} + \Delta_{\text{Rn}}) V(t) + 4.6 (\text{ЭРОА}_{\text{Th}} + \Delta_{\text{Th}}) \leq 100 \text{ Бк/куб. м.}, \quad (18)$$

где: Δ_{Rn} и Δ_{Th} - погрешности определения ЭРОА радона и торона в воздухе соответственно, значения которых рассчитываются по формуле:

$$\Delta_i = \Delta_o \text{ ЭРОА}_i / 100, \quad \text{Бк/куб. м.}, \quad (19)$$

где ЭРОА_i - измеренное значение ЭРОА радона (торона) в воздухе, а Δ_o - основная погрешность измерения, принимаемая по свидетельству о поверке (метрологической аттестации) средства измерения.

Значение коэффициента вариации зависит от геолого-геофизических характеристик грунта под зданием, климатических особенностей региона, типа здания, сезона года, в течение которого проводились измерения, а также от продолжительности измерения (продолжительность пробоотбора) в используемой методике контроля.

В качестве расчетных значений коэффициента вариации при проверке выполнения соотношения (18) принимают среднее значение $V_{\text{Rn}}(t)$, определенное в процессе специальных исследований в данном регионе в зданиях различного типа, выполненных в разные сезоны года. При отсутствии данных о фактических значениях $V_{\text{Rn}}(t)$ их принимают по таблице 1 в зависимости от продолжительности измерения.

Таблица 1

Продолжительность измерений		Менее 1 часа	1-3 суток	1-2 недели	1-3 месяца
Значение коэффициента $V_{Rn}(t)$	Теплый сезон	2,0	2,3	1,8	1,5
	Холодный сезон	1,5	1,1	0,95	0,75

Измерения ЭРОА торона проводятся не менее чем в 30% обследуемых помещений. Если по результатам этих измерений выполняется условие:

$$\text{ЭРОА}_{Tn} / \text{ЭРОА}_{Rn} \leq 0.02, \quad (20)$$

то в остальных выбранных для обследования помещениях измерения ЭРОА_{Tn} не проводятся, а проверка выполнения условия (18) осуществляется с использованием среднего значения ЭРОА торона, вычисленного из сделанных измерений. Если условие (20) не выполняется, то во всех выбранных для обследования помещениях следует проводить измерения ЭРОА торона, а результаты этих измерений использовать при проверке выполнения условия (18).

Средства измерений

В качестве средств контроля ЭРОА радона и торона принимаются инспекционные и интегральные радиометры α -активных аэрозолей. Для контроля ЭРОА радона по величине объемной активности радона используются интегральные радиометры радона или мониторы объемной активности радона. При этом следует применять методы и средства измерений, позволяющие определять средние значения объемной активности радона за периоды времени не менее 3 суток. Технические и метрологические характеристики рекомендуемых типов приборов приведены в Приложении 3.

Определение расположения и числа измерительных точек

Общий объем контроля ЭРОА радона и торона должен быть достаточным. Число и расположение подлежащих обследованию помещений выбирают с учетом категории потенциальной радоноопасности территории застройки вблизи обследуемого здания, удельной активности радия-226 в использованных строительных материалах и засыпке под зданием, конструкции и назначения здания.

Число и расположение подлежащих обследованию помещений выбирают исходя из того, что обследоваться должны, во-первых, все типы помещений, имеющие различное функциональное назначение, и, во-вторых, помещения, расположенные на каждом этаже многоэтажного здания, включая подвал, а при двух и более подъездах - и в каждом подъезде. При этом наибольшую долю от всех выбранных для обследования помещений должны составлять те, в которых люди проводят наибольшее количество времени. В жилых помещениях, если нет на то особых оснований, не обследуются ваннные и туалетные комнаты, кухни, кладовые. Объем контроля должен быть согласован с территориальными органами Роспотребнадзора.

В случае затруднений при выборе объема радиационного контроля рекомендуется использовать категории, приведенные в Приложении 4.

Измерения в выбранных для обследования помещениях вновь строящихся и реконструируемых зданий проводятся после их предварительной выдержки (не менее 12 - 24 часов) при закрытых окнах и дверях (как в помещениях, так и в подъездах) и штатном режиме принудительной вентиляции (при ее наличии). Измерения рекомендуется проводить при наиболее высоком для данной местности барометрическом давлении и слабом ветре.

Измерения с использованием интегральных средств измерений и мониторов радона допускается начинать одновременно с закрытием окон и дверей и запуском вентиляции в штатном режиме.

Установку пассивных интегральных средств измерений ОА радона, мониторов радона и отбор проб воздуха при инспекционных измерениях следует производить в местах с минимальной скоростью воздухообмена, чтобы полученные результаты, по возможности, характеризовали максимальные значения ОА или ЭРОА радона и торона в данном помещении. При измерениях приборы следует располагать: не ниже 50 см от пола, не ближе 25 см от стен и 50 см от нагревательных элементов, кондиционеров, окон и дверей.

В каждом обследуемом помещении (квартире) проводится, как правило, одно измерение ЭРОА изотопов радона. При больших размерах обследуемого помещения количество измерений увеличивается из расчета: одно измерение на каждые 50 квадратных метров.

Использование результатов оценки

В зависимости от результатов измерений и основанной на них оценке верхней границы среднегодового значения ЭРОА изотопов радона принимаются следующие решения:

- помещения отвечают требованиям НРБ-96;
- необходимо провести дополнительные исследования (при этом указывается, какие и в каком количестве);
- необходимо проведение защитных мероприятий (по снижению γ -фона, по снижению ЭРОА радона или оба мероприятия одновременно);
- здание (часть помещений здания) следует перепрофилировать (или снести).

Если во всех обследованных помещениях (не считая подвальных помещений) выполняется условие (18), то здание можно считать радонобезопасным и удовлетворяющим нормативу, приведенному в НРБ-99.

Если в некоторых обследованных помещениях (исключая подвальные) не выполняется условие (18), но при этом во всех них выполняется соотношение:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Tn}} + 4.6 \times \text{ЭРОА}_{\text{Rn}} < 100 \text{ Бк/куб. м}, \quad (21)$$

то в этих помещениях проводят повторные измерения ОА радона с использованием интегральных средств при большем времени экспозиции (не менее 2 недель) для уменьшения коэффициента вариации $V_{\text{Rn}}(t)$ и ЭРОА торона (при заметном его вкладе) с использованием приборов, имеющих меньшее значение основной погрешности, или многократно повторяя измерения (желательно в разное время суток) с последующим усреднением результатов измерений. При этом объем измерений для каждого помещения, как минимум, утраивается.

Если в результате повторного обследования оказалось, что в данных помещениях выполнено условие (18), то здание считается радонобезопасным.

В тех помещениях, в которых нарушается условие (18), проводят дополнительные исследования по поиску источников поступления в них радона, разработку и осуществление мер по снижению ЭРОА радона и торона, а во всех необследованных помещениях осуществляют измерения ОА радона с использованием интегральных средств при времени экспозиции не менее двух недель и, при необходимости, измерения ЭРОА торона с последующей проверкой выполнения для них условия (18).

Если в результате первичного обследования выбранных помещений оказалось, что в ряде из них (исключая подвальные помещения) не выполняются одновременно условия (18) и (21), то проводятся мероприятия по указанным выше.

После реализации защитных мероприятий в помещениях, где они проводились, осуществляется повторная серия измерений, оценивается верхняя граница среднего значения ЭРОА изотопов радона в данных помещениях (квартирах) и проверяется выполнение для них условия (18).

Если в качестве одной из защитных мер принято дополнительное оборудование здания специальными вентиляторами или устройствами, то повторная серия измерений проводится при включенных дополнительных устройствах, работающих в штатном режиме.

Если после реализации защитных мероприятий в сдаваемом в эксплуатацию здании условие (18) не выполняется в ряде помещений (квартир), то решается вопрос о перепрофилировании или реконструкции в целом здания или отдельных его помещений (квартир).

При проведении обследования в эксплуатируемых зданиях выбор помещений (квартир) для проведения измерений зависит от конкретной ситуации, требований заказчика (домовладельца, администрации и т.п.) и должен согласовываться с территориальным центром госсанэпиднадзора. При отсутствии каких-либо чрезвычайных ситуаций (наличие информации о локальных источниках радона, прогнозируемом превышении норматива и т.п.) и требований заказчика обследовать конкретные помещения выбор (в случае обследования здания) подлежащих обследованию помещений (квартир) проводится так же, как и при приемке их в эксплуатацию.

В эксплуатируемых зданиях, как правило, определение среднегодового значения ЭРОА изотопов радона в выбранных помещениях (квартирах) производится на основе двукратных измерений ОА радона в холодный и теплый сезоны года общей продолжительностью 4-6 месяцев с использованием интегральных (трековых или электретных) средств. Учет дочерних продуктов торона производится в том случае, если не выполняется условие (20), в данных помещениях проводят многократные измерения ЭРОА торона в разное время суток и время года и оценивают среднее арифметическое значение, которое в дальнейшем используют в качестве оценки среднего значения. При этом измерения проводятся при обычном режиме функционирования обследуемых помещений, а при наличии принудительной вентиляции - при штатном режиме ее работы.

При двукратных измерениях ОА радона среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона вычисляется как среднее арифметическое. При этом должно соблюдаться условие:

$$\text{ЭРОА}_{Rn} + \Delta_{Rn} + 4.6 \times (\text{ЭРОА}_{Tn} + \Delta_{Tn}) \leq 200 \text{ Бк/куб. м}, \quad (22)$$

где: Δ_{Rn} и Δ_{Tn} - погрешности определения среднегодовых значений ЭРОА радона и торона, соответственно, учитывающие основную погрешность использованных средств измерений.

В случае однократных измерений ОА (ЭРОА) радона и ЭРОА торона производят, как и при приемке зданий в эксплуатацию, оценку верхней границы среднегодового значения ЭРОА изотопов радона, используя соотношение (18), правая часть которого заменена на 200 Бк/куб. м.

Результаты проведенных измерений оформляются двумя протоколами организации, проводившей измерения (см. МУК 2.6.1.715-98). Один экземпляр протокола передается Центру Роспотребнадзора для получения гигиенического заключения. Другой - прилагается к документам по приемке здания в эксплуатацию, либо при обследовании эксплуатируемых зданий передается заказчику.

Дозиметрия ионизирующих излучений

В настоящее время существуют следующие методы регистрации ионизирующих излучений: ионизационный, сцинтилляционный, люминесцентный, фотографический, химический, метод регистрации нейтронов.

Ионизационный метод

Ионизационный метод дозиметрии основан на измерении ионизации в газе, заполняющем регистрационный прибор. Ионизация газа вызывается электронами, освобождающимися под действием фотонного излучения.

В ионизационной бесстеночной камере объемом V образуется q -пар ионов на единицу объема, и, если они все достигнут измерительных электродов, на которые падала разность потенциалов, то возникнет ток насыщения i :

$$i = qeV,$$

где e – заряд иона.

Мощность экспозиционной дозы измеряют с помощью ионизационной камеры, ионизационный объем которой окружен твердой стенкой.

Существенным недостатком ионизационных камер является их низкая чувствительность. В камере объемом 100 см^3 , при мощности экспозиционной дозы, равной 30 мкР/ч , создается ток 10^{-13} А , который трудно зарегистрировать. Поэтому для повышения чувствительности камеры увеличивают ее объем, подбирают специальные материалы стенок и т.д.

Сцинтилляционные методы

Сцинтилляционный метод дозиметрии фотонного излучения основан на регистрации фотоэлектронным умножителем (ФЭУ) вспышек света, возникающего в сцинтилляторе (LiF , CaF_2 и т.д.) под действием излучения. Измеряемые анодный ток ($i_{\text{Ф}}$) ФЭУ и скорость счета ($n_{\text{С}}$) пропорциональны мощности экспозиционной дозы.

Люминисцентный метод

Люминисцентный метод основан на накапливании части энергии поглощенного ионизирующего излучения и отдачи его в виде светового свечения после дополнительного воздействия ультрафиолетовым излучением (РФЛД) (или видимым светом) или нагревом (ТЛД).

Под действием излучения в люминофоре (щелочно-галоидных соединенных типов LiF , NaI , фосфатных стекол, активированных серебром) создаются центры фотолюминесценции, содержащие атомы и ионы серебра. Последующее освещение люминофоров ультрафиолетовым светом вызывает видимую люминесценцию, интенсивность которой в диапазоне от $(10^{-1}$ до $10)$ Гр пропорциональна дозе, затем достигает максимума (при $3,5 \cdot 10^2$ Гр) и при дальнейшем увеличении дозы падает. Фоновая доза вследствие собственной люминесценции составляет $(10^{-3} \text{—} 10^{-1})$ Гр.

В термолюминисцентных дозиметрах преобразование поглощенной энергии ионизирующего излучения в люминесценцию осуществляется под действием теплового нагрева. Интенсивность высвечивания пропорциональна дозе излучения.

Фотографический метод

Фотоэмульсия представляет собой совокупность мелких кристаллов брома серебра, взвешенного в слое желатина.

В результате поглощения излучения в кристаллах образуются центры проявления, состоящие из групп атомов металлического серебра. Совокупность этих центров создает скрытое изображение. В дальнейшем под действием проявителя они способствуют восстановлению металлического серебра из зерен AgBr . После фиксации и промывки фотопленки на ней отмечается почернение. Метод фотодозиметрии основан на том, что степень почернения дозиметрической пленки зависит от экспозиционной дозы.

Химический метод

Химический метод дозиметрии основан на измерении числа молекул или ионов (радиационно-химический выход), образующихся или претерпевших изменение при поглощении веществом (раствором) излучения.

Метод регистрации нейтронов

Для регистрации нейтронов используют процессы взаимодействия нейтронов с ядрами атомов. Захват нейтрона приводит к образованию возбужденного ядра, которое либо расщепляется с испусканием заряженной частицы, либо возвращается в основное состояние с испусканием фотонов.

Поток нейтронов регистрируют и сцинтилляционными методами, с использованием LiF, стильбена и антрацена и др. Быстрые нейтроны после ряда столкновений с ядрами водорода или бора теряют свою скорость и становятся тепловыми.

Тема 16. Контроль электромагнитных излучений

Характеристики электромагнитных, электростатических и магнитостатических полей см. дисциплину «Медико-биологические основы БЖД».

Общие требования к проведению контроля

Контроль за соблюдением требований СанПиН 2.2.4.1191-03 на рабочих местах должен осуществляться:

- при проектировании, приемке в эксплуатацию, изменении конструкции источников ЭМП и технологического оборудования, их включающего;
- при организации новых рабочих мест;
- при аттестации рабочих мест;
- в порядке текущего надзора за действующими источниками ЭМП.

Контроль уровней ЭМП может осуществляться путем использования расчетных методов и/или проведения измерений на рабочих местах.

Расчетные методы используются преимущественно при проектировании новых или реконструкции действующих объектов, являющихся источниками ЭМП.

Для действующих объектов контроль ЭМП осуществляется преимущественно посредством инструментальных измерений, позволяющих с достаточной степенью точности оценивать напряженности ЭП и МП или ППЭ. Для оценки уровней ЭМП используются приборы направленного приема (однокоординатные) и приборы ненаправленного приема, оснащенные изотропными (трехкоординатными) датчиками.

Измерения выполняются при работе источника с максимальной мощностью.

Измерения уровней ЭМП на рабочих местах должны осуществляться после выведения работника из зоны контроля.

Инструментальный контроль должен осуществляться приборами, прошедшими государственную аттестацию и имеющими свидетельство о поверке. Пределы основной погрешности измерения должны соответствовать требованиям, установленным настоящими Санитарными правилами.

Гигиеническая оценка результатов измерений должна осуществляться с учетом погрешности используемого средства метрологического контроля.

Не допускается проведение измерений при наличии атмосферных осадков, а также при температуре и влажности воздуха, выходящих за предельные рабочие параметры средств измерений.

Результаты измерений следует оформлять в виде протокола и (или) карты распределения уровней электрических, магнитных или электромагнитных полей, совмещенной с планом размещения оборудования или помещения, где производились измерения.

Периодичность контроля - 1 раз в 3 года.

Требования к проведению контроля степени ослабления геомагнитного поля ГМП

Контроль за соблюдением требований СанПиН 2.2.4.1191-03 должен осуществляться на рабочих местах, размещенных:

- в экранированных помещениях (объектах) специального назначения;
- в помещениях (объектах) гражданского и военного назначения, расположенных под землей (в том числе в метро, шахтах и др.);
- в помещениях (объектах), в конструкции которых используется большое количество металлических (железосодержащих) элементов;
- в наземных, водных, подводных и воздушных передвижных технических средствах гражданского и военного назначения.

Гигиеническая оценка изменения интенсивности геомагнитного поля в помещении производится на основании расчета коэффициента ослабления ГМП $K_{o}^{ГМП}$ для каждого рабочего места и его сопоставления с гигиеническим нормативом (ВДУ).

Расчет $K_{o}^{ГМП}$ производится по результатам измерений интенсивности геомагнитного поля внутри помещения и на открытой территории, прилегающей к месту его расположения. Определяющим при расчете коэффициента является минимальное из всех зарегистрированных на рабочем месте значений интенсивности ГМП.

Измерения интенсивности геомагнитного поля внутри помещения на каждом рабочем месте производятся на 3-х уровнях от поверхности пола с учетом рабочей позы: 0,5 м, 1,0 м и 1,4 м - при рабочей позе сидя; 0,5 м, 1,0 м и 1,7 м - при рабочей позе стоя.

Измерения интенсивности ГМП в открытом пространстве на территории, где размещается обследуемый объект, выполняются на уровнях 1,5 - 1,7 м от поверхности Земли.

До начала проведения измерений ГМП в помещениях должны быть отключены технические средства, которые могут создавать постоянные магнитные поля.

Измерения должны проводиться на расстоянии не ближе 0,5 м от железосодержащих предметов, конструкций, оборудования.

Для измерений следует использовать приборы ненаправленного и направленного приема, предназначенные для определения величины индукции или напряженности постоянного магнитного поля, с допустимой относительной погрешностью измерения не более +/- 10%.

При использовании прибора направленного приема в каждой точке распределяются три взаимно перпендикулярные компоненты вектора индукции (B_x , B_y , B_z) или вектора напряженности (H_x , H_y , H_z) постоянного магнитного поля.

Измеренные значения используются для расчета значения модуля вектора магнитной индукции $|B|$ или модуля вектора напряженности магнитного поля $|H|$.

Расчеты проводят по следующим формулам:

$$|B| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad \text{или}$$

$$|H| = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}.$$

Требования к проведению контроля уровней электростатического поля

Контроль за соблюдением требований СанПиН 2.2.4.1191-03 должен осуществляться на рабочих местах персонала:

- обслуживающего оборудование для электростатической сепарации руд и материалов, электрогазоочистки, электростатического нанесения лакокрасочных и полимерных материалов и др.;

- обеспечивающего производство, обработку и транспортировку диэлектрических материалов в текстильной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, химической и др. отраслях промышленности;

- эксплуатирующего энергосистемы постоянного тока высокого напряжения.

Контроль напряженности ЭСП в пространстве на рабочих местах должен производиться путем покомпонентного измерения полного вектора напряженности в пространстве или измерения модуля этого вектора.

Контроль напряженности ЭСП должен осуществляться на постоянных рабочих местах персонала или, в случае отсутствия постоянного рабочего места, в нескольких точках рабочей зоны, расположенных на разных расстояниях от источника в отсутствие работающего.

Измерения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза "стоя") и 0,5; 0,8 и 1,4 м (рабочая поза "сидя") от опорной поверхности. При гигиенической оценке напряженности ЭСП на рабочем месте определяющим является наибольшее из всех зарегистрированных значений.

Контроль напряженности ЭСП осуществляется посредством средств измерения, позволяющих определять величину E в свободном пространстве с допустимой относительной погрешностью не более $\pm 10\%$.

Требования к проведению контроля уровней постоянного магнитного поля

Контроль за соблюдением требований СанПиН 2.2.4.1191-03 должен осуществляться на рабочих местах персонала, обслуживающего линии передачи постоянного тока, электролитные ванны, при производстве и эксплуатации постоянных магнитов и электромагнитов, МГД-генераторов, установок ядерного магнитного резонанса, магнитных сепараторов, при использовании магнитных материалов в приборостроении и физиотерапии и пр.

Расчет уровней ПМП производится с помощью современных вычислительных методов с учетом технических характеристик источника ПМП (силы тока, характера токопроводящих контуров и т.д.).

Контроль уровней ПМП должен производиться путем измерения значений B или H на постоянных рабочих местах персонала или в случае отсутствия постоянного рабочего места в нескольких точках рабочей зоны, расположенных на разных расстояниях от источника ПМП при всех режимах работы источника или только при максимальном режиме. При гигиенической оценке уровней ПМП на рабочем месте определяющим является наибольшее из всех зарегистрированных значений.

Контроль уровней ПМП на рабочих местах не осуществляется при значении B на поверхности магнитных изделий ниже ПДУ, при максимальном значении тока в одиночном проводе не более $I_{\max} = 2\pi r * H$, где r - расстояние до рабочего места, $H = H_{\text{пду}}$, при максимальном значении тока в круговом витке не более $I_{\max} = 2R * H$, где R - радиус витка; при максимальном значении тока в соленоиде не более $I_{\max} = 2H * n$, где n - число витков на единицу длины.

Измерения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза "стоя") и 0,5; 0,8 и 1,4 м (рабочая поза "сидя") от опорной поверхности.

Контроль уровней ПМП для условий локального воздействия должен производиться на уровне конечных фаланг пальцев кистей, середины предплечья, середины плеча. Определяющим является наибольшее значение измеренной напряженности.

В случае непосредственного контакта рук человека измерения магнитной индукции ПМП производятся путем непосредственного контакта датчика средства измерения с поверхностью магнита.

Требования к проведению контроля уровней электромагнитного поля частотой 50 Гц

Контроль за соблюдением требований СанПиН 2.2.4.1191-03 должен осуществляться на рабочих местах персонала, обслуживающего электроустановки переменного тока (линии электропередачи, распределительные устройства и др.), электросварочное оборудование, высоковольтное электрооборудование промышленного, научного и медицинского назначения и др.

Контроль уровней ЭМП частотой 50 Гц осуществляется отдельно для электрического поля (ЭП) и магнитного поля (МП).

В электроустановках с однофазными источниками ЭМП контролируются действующие (эффективные) значения ЭП и МП

$$E = E_m / \sqrt{2} \text{ и } H = H_m / \sqrt{2},$$

где E_m и H_m - амплитудные значения изменения во времени напряженностей ЭП и МП.

В электроустановках с двух- и более фазными источниками ЭМП контролируются действующие (эффективные) значения напряженностей E_{max} и H_{max} , где E_{max} и H_{max} - действующие значения напряженностей по большей полуоси эллипса или эллипсоида.

На стадии проектирования допускается определение уровней ЭП и МП расчетным способом с учетом технических характеристик источника ЭМП по методикам (программам), обеспечивающим получение результатов с погрешностью не более 10%, а также по результатам измерений уровней электромагнитных полей, создаваемых аналогичным оборудованием.

Для случая воздушных линий электропередачи (ВЛ) при расчетах на основании учета технических характеристик проектируемых ВЛ (номинальное напряжение, ток, мощность, пропускная способность, высота подвеса и габарит проводов, тип опор, длина пролетов на трассе ВЛ и др.) строят общие (усредненные) вертикальные или горизонтальные профили напряженности E и H вдоль трассы ВЛ. При этом используют ряд усовершенствованных программ, учитывающих для отдельных участков трассы ВЛ рельеф местности и некоторые характеристики грунта, что позволяет повысить точность расчета.

При проведении контроля за уровнями ЭМП частотой 50 Гц на рабочих местах должны соблюдаться установленные требованиями безопасности при эксплуатации электроустановок предельно допустимые расстояния от оператора, проводящего измерения, и измерительного прибора до токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Контроль уровней ЭП и МП частотой 50 Гц должен осуществляться во всех зонах возможного нахождения человека при выполнении им работ, связанных с эксплуатацией и ремонтом электроустановок.

Измерения напряженности ЭП и МП частотой 50 Гц должны проводиться на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м от поверхности земли, пола помещения или площадки обслуживания оборудования и на расстоянии 0,5 м от оборудования и конструкций, стен зданий и сооружений.

На рабочих местах, расположенных на уровне земли и вне зоны действия экранирующих устройств, в соответствии с государственным стандартом на устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты, напряженность ЭП частотой 50 Гц допускается измерять лишь на высоте 1,8 м.

При расположении нового рабочего места над источником МП напряженность (индукция) МП частотой 50 Гц должна измеряться на уровне земли, пола помещения, кабельного канала или лотка.

Измерения и расчет напряженности ЭП частотой 50 Гц должны производиться при наибольшем рабочем напряжении электроустановки, или измеренные значения должны пересчитываться на это напряжение путем умножения измеренного значения на отношение U_{max}/U , где U_{max} - наибольшее рабочее напряжение электроустановки, U - напряжение электроустановки при измерениях.

Измерения уровней ЭП частотой 50 Гц следует проводить приборами, не искажающими ЭП, в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора при обеспечении необходимых расстояний от датчика до земли, тела оператора, проводящего измерения, и объектов, имеющих фиксированный потенциал.

Измерения ЭП 50 Гц рекомендуется производить приборами ненаправленного приема с трехкоординатным емкостным датчиком, автоматически определяющим максимальный модуль напряженности ЭП при любом положении в пространстве. Допускается применение приборов направленного приема с датчиком в виде диполя, требующих ориентации датчика, обеспечивающей совпадение направления оси диполя и максимального вектора напряженности с допустимой относительной погрешностью $\pm 20\%$.

Измерения и расчет напряженности (индукции) МП частотой 50 Гц должны производиться при максимальном рабочем токе электроустановки, или измеренные значения должны пересчитываться на максимальный рабочий ток (I_{\max}) путем умножения измеренных значений на отношение I_{\max}/I , где I - ток электроустановки при измерениях.

Измеряется напряженность (индукция) МП при обеспечении отсутствия его искажения находящимися вблизи рабочего места железосодержащими предметами.

Измерения рекомендуется производить приборами с трехкоординатным индукционным датчиком, обеспечивающим автоматическое измерение модуля напряженности МП при любой ориентации датчика в пространстве с допустимой относительной погрешностью $\pm 10\%$.

При использовании средств измерения приборов направленного приема (преобразователем Холла и т.п.) необходимо осуществлять поиск максимального регистрируемого значения путем ориентации датчика в каждой точке в разных плоскостях.

Требования к проведению контроля уровней электромагнитного поля диапазона радиочастот ≥ 10 кГц - 300 ГГц

Контроль за соблюдением требований СанПиН 2.2.4.1191-03 должен осуществляться на рабочих местах персонала, обслуживающего производственные установки, генерирующее, передающее и излучающее оборудование, радио- и телевизионных центров, радиолокационных станций, физиотерапевтические аппараты и пр.

Контроль уровней ЭМП диапазона радиочастот (≥ 10 кГц - 300 ГГц) при использовании расчетных методов (преимущественно на стадии проектирования передающих радиотехнических объектов) должен осуществляться с учетом технических параметров радиопередающих устройств: мощность передатчика, режим излучения, коэффициент усиления антенны, потери энергии в антенно-фидерном тракте, значения нормированной диаграммы направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях (кроме антенн НЧ, СЧ и ВЧ диапазонов), сектор обзора антенны, ее высота над поверхностью земли и т.д.

Расчет производится в соответствии с методическими указаниями, утвержденными в установленном порядке.

Измерения уровней ЭМП должны проводиться для всех рабочих режимов установок при максимальной используемой мощности. В случае измерений при неполной излучаемой мощности делается перерасчет до уровней максимального значения путем умножения измеренных значений на соотношение W_{\max}/W , где W_{\max} - максимальное значение мощности, W - мощность при проведении измерений.

Не подлежат контролю используемые в условиях производства источники ЭМП, если они не работают на открытый волновод, антенну или другой элемент, предназначенный для излучения в пространство, и их максимальная мощность, согласно паспортным данным, не превышает:

5,0 Вт - в диапазоне частот ≥ 30 кГц - 3 МГц;

2,0 Вт - в диапазоне частот ≥ 3 МГц - 30 МГц;

0,2 Вт - в диапазоне частот ≥ 30 МГц - 300 ГГц.

Измерения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза "стоя") и 0,5; 0,8 и 1,4 м (рабочая поза "сидя") от опорной поверхности с определением максимального значения E и H или ППЭ для каждого рабочего места.

Контроль интенсивности ЭМП в случае локального облучения рук персонала следует дополнительно проводить на уровне кистей, середины предплечья.

Контроль интенсивности ЭМП, создаваемых вращающимися или сканирующими антеннами, осуществляется на рабочих местах и местах временного пребывания персонала при всех рабочих значениях угла наклона антенн.

В диапазонах частот ≥ 30 кГц - 3 МГц и ≥ 30 - 50 МГц учитываются энергетическая экспозиция (ЭЭ), создаваемые как электрическим (ЭЭе), так и магнитным полями (ЭЭн),

$$\text{ЭЭе} / \text{ЭЭепду} + \text{ЭЭн} / \text{ЭЭнпду} \leq 1$$

При облучении работающего от нескольких источников ЭМП радиочастотного диапазона, для которых установлены единые ПДУ, ЭЭ за рабочий день определяется путем суммирования ЭЭ, создаваемых каждым источником.

При облучении от нескольких источников ЭМП, работающих в частотных диапазонах, для которых установлены разные ПДУ, должны соблюдаться следующие условия:

$$\text{ЭЭе1}/\text{ЭЭепду1} + \text{ЭЭе2}/\text{ЭЭепду2} + \dots + \text{ЭЭен}/\text{ЭЭепдун} \leq 1;$$

$$\text{ЭЭе}/\text{ЭЭепду} + \text{ЭЭпэ}/\text{ЭЭпэпду} \leq 1.$$

При одновременном или последовательном облучении персонала от источников, работающих в непрерывном режиме, и от антенн, излучающих в режиме кругового обзора и сканирования, суммарная ЭЭ рассчитывается по формуле:

$$\text{ЭЭпэсум.} = \text{ЭЭпэн} + \text{ЭЭпэпр}, \text{ где}$$

ЭЭпэсум. - суммарная ЭЭ, которая не должна превышать $200 \text{ мкВт/см}^2 \cdot \text{ч}$;

ЭЭпэн - ЭЭ, создаваемая непрерывным излучением;

ЭЭпэпр - ЭЭ, создаваемая прерывистым излучением вращающихся или сканирующих антенн, равная $0,1 \text{ ППЭпр} \times \text{Тпр}$.

Для измерения интенсивности ЭМП в диапазоне частот до 300 МГц используются приборы, предназначенные для определения среднеквадратического значения напряженности электрического и/или магнитного полей с допустимой относительной погрешностью не более $\pm 30\%$.

Для измерений уровней ЭМП в диапазоне частот ≥ 300 МГц - 300 ГГц используются приборы, предназначенные для оценки средних значений плотности потока энергии с допустимой относительной погрешностью не более $\pm 40\%$ в диапазоне ≥ 300 МГц - 2 ГГц и не более $\pm 30\%$ в диапазоне свыше 2 ГГц.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ С ПЭВМ

Общие положения

Инструментальный контроль электромагнитной обстановки на рабочих местах пользователей ПЭВМ производится:

- при вводе ПЭВМ в эксплуатацию и организации новых и реорганизации рабочих мест;
- после проведения организационно-технических мероприятий, направленных на нормализацию электромагнитной обстановки;
- при аттестации рабочих мест по условиям труда;
- по заявкам предприятий и организаций.

Инструментальный контроль осуществляется органами ГСЭН и (или) испытательными лабораториями (центрами), аккредитованными в установленном порядке.

Требования к средствам измерений

Инструментальный контроль уровней ЭМП должен осуществляться приборами с допускаемой основной относительной погрешностью измерений $\pm 20\%$, включенными в Государственный реестр средств измерения и имеющими действующие свидетельства о прохождении Государственной поверки.

Следует отдавать предпочтение измерителям с изотропными антеннами-преобразователями.

Подготовка к проведению инструментального контроля

Составить план (эскиз) размещения рабочих мест пользователей ПЭВМ в помещении.

Занести в протокол сведения об оборудовании рабочего места - наименования устройств ПЭВМ, фирм-производителей, моделей и заводские (серийные) номера.

Занести в протокол сведения о наличии санитарно-эпидемиологического заключения на ПЭВМ и приэкранные фильтры (при их наличии).

Установить на экране ВДТ типичное для данного вида работы изображение (текст, графики и др.).

При проведении измерений должна быть включена вся вычислительная техника, ВДТ и другое используемое для работы электрооборудование, размещенное в данном помещении.

Измерения параметров электростатического поля проводить не ранее чем через 20 минут после включения ПЭВМ.

Проведение измерений

Измерение уровней переменных электрических и магнитных полей, статических электрических полей на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, производится на расстоянии 50 см от экрана на трех уровнях на высоте 0,5 м, 1,0 м и 1,5 м.

Гигиеническая оценка уровней ЭМП на рабочих местах

Гигиеническая оценка результатов измерений должна осуществляться с учетом погрешности используемого средства метрологического контроля.

Если на обследуемом рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, интенсивность электрического и/или магнитного поля в диапазоне 5 - 2000 Гц превышает значения, приведенные в таблице 5, следует проводить измерения фоновых уровней ЭМП промышленной частоты (при выключенном оборудовании). Фоновый уровень электрического поля частотой 50 Гц не должен превышать 500 В/м. Фоновые уровни индукции магнитного поля не должны превышать значений, вызывающих нарушения требований к визуальным параметрам ВДТ (см. таблицу ниже).

Таблица - Визуальные параметры ВДТ, контролируемые на рабочих местах

№ п/п	Параметры	Допустимые значения
1	Яркость белого поля	Не менее 35 кд/кв. м
2	Неравномерность яркости рабочего поля	Не более $\pm 20\%$
3	Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3:1

4	Временная нестабильность изображения (мелькание)	Не должна фиксироваться
5	Пространственная нестабильность изображения (дрожание)	Не более $2 \times 1E(-4L)$, где L - проектное расстояние наблюдения, мм

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ, СОЗДАВАЕМОГО ВЛЭП

Оценка уровней ЭМП промышленной частоты производится по величине напряженности электрической составляющей этого поля;

Измерения уровней электрического поля производятся:

- на этапе предупредительного санитарного надзора - при приемке ВЛЭП в эксплуатацию;
- на этапе текущего надзора – при изменении ситуационных условий в местах размещения ВЛЭП (появление новых зданий, мест пребывания людей и т.п.);
- после проведения защитных мероприятий, направленных на снижение уровней электрического поля;
- в порядке плановых контрольных измерений (не реже одного раза в год).

Предельно допустимые уровни напряженности электрического поля

В качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности электрического поля:

внутри жилых зданий – 0,5 кВ/м;

на территории зоны жилой застройки – 1 кВ/м;

в населенной местности, вне зоны жилой застройки (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа, в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов, в пределах черты этих пунктов), а также на территории огородов и садов – 5кВ/м;

на участках пересечения ВЛ с автомобильными дорогами I-IV категории – 10 кВ/м;

в ненаселенной местности (незастроенные местности хотя бы и часто посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья) – 15 кВ/м;

в труднодоступной местности (не доступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения – 20кВ/м.

Выбор трассы (маршрута) измерений

Измерения должны проводиться, прежде всего, в местах возможного нахождения людей и проезда транспорта. Выбранные трассы должны располагаться перпендикулярно к ВЛЭП. Число трасс зависит от того, насколько активно используется человеком земля под линией и вблизи ее. В обязательном порядке одна из трасс должна начинаться из точки проекции наибольшего провисания провода (от среднего провода в середине пролета), а также маршруты измерений должны проходить по дорогам и пешеходным тропам. При наличии вблизи ВЛЭП жилой застройки или часто посещаемых мест (дач, огородов и т.п.) маршруты измерений должны проходить через эти места. Кроме того измерения проводятся на всех возвышениях, находящихся под линией или в пределах санитарно-защитной зоны.

Санитарно-защитной зоной ВЛ является территория вдоль трассы ВЛ, в которой напряженность электрического поля превышает 1 кВ/м.

Для вновь проектируемых ВЛ, а также зданий и сооружений допускается принимать границы санитарно-защитных зон вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны отнесена

следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ВЛ:

- 20 м – для ВЛ напряжением 330 кВ;
- 30 м - для ВЛ напряжением 500 кВ;
- 40 м - для ВЛ напряжением 750 кВ;
- 55 м - для ВЛ напряжением 1150 кВ.

Определение протяженности трассы

Длина трассы зависит от напряжения в линии и должна составлять не менее величины, определяемой по формуле:

$$L_{тр} = (1,5 \div 2) L_{сзз},$$

где: $L_{тр}$ - длина трассы, отсчитываемая от проекции крайнего провода, м;

$L_{сзз}$ - удаление границы санитарно-защитной зоны от проекции крайнего провода, м.

Интервалы между точками измерения должны составлять непосредственно под проводами и на возвышениях 1 м, в пределах $0,5L_{сзз}$ - не более 5 м, в остальных случаях - не более 10 м.

Выбор площадки для измерений

Площадка на которой проводятся измерения, должна быть свободной от местных предметов, радиус площадки должен быть не менее 1 м. При измерениях под кронами деревьев измерительная антенна должна размещаться в (1,5-2) м от проекции кроны на землю.

При измерениях в многоэтажной застройке, измерения необходимо проводить на всех этажах со стороны здания, обращенной к линии.

Подготовка прибора, измерение

Подготовка прибора и сами измерения проводятся в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

Отсчет напряженности электрического поля производится в положении измерительной антенны на высоте 1,8 м над уровнем земли, а для помещений — от уровня пола.

В местах пересечения автомобильных дорог с ВЛ измерения проводятся на высоте 1,8 м и на высоте 3 м от поверхности земли.

Измерения непосредственно под проводами ВЛЭП и в пределах санитарно-защитной зоны, если эта территория занята под сельскохозяйственным угодьям, или эксплуатируется с другим назначением, проводится в присутствии представителя организации, которая эксплуатирует земли.

Усреднение результатов

На каждой площадке (в каждой точке) проводится не менее трех измерений. В качестве результата принимается среднее арифметическое значение.

По результатам измерений составляется протокол и ситуационный план с указанием мест измерений, ближайшей застройки и других характерных местных предметов, обеспечивающих привязку плана на местности. Форма протокола 333-У, утвержденная Минздравом СССР от 04.10.80 г. № 1030.

Методы и средства измерения параметров ЭМП

В приборах для измерения напряженности электрической и магнитной составляющей ЭМП (с частотой до 300 МГц) используют дипольную и рамочную антенны соответственно.

Дипольная антенна представляет собой симметричный диполь из 2-х параллельных металлических пластин. Электрическое поле создает электродвижущую силу (ЭДС) в антенне. Зарегистрированный сигнал после предварительного усиления обрабатывается и индикатор измерителя регистрирует напряженность измеряемого электрического поля.

Рамочная антенна – представляет собой латунную рамку с латунным держателем, прикрепленную к ручке из текстолита. Внутри рамки проведены витки. Магнитное поле создает в витках обмотки ток. Зарегистрированный сигнал после предварительного усиления обрабатывается и индикатор измерителя регистрирует напряженность измеряемого магнитного поля.

В диапазоне частот от 300 МГц до 300 ГГц характеристикой ЭМП является плотность потока энергии (Вт/м^2). Измерение мощности ЭМП в СВЧ-диапазоне осуществляется следующими методами: измерение мощности с помощью резистивных элементов (терморезисторов); измерение мощности термодарами; калориметрический метод измерения мощности; измерение мощности преобразователями Холла и т.п. Ниже приведены принципы действия двух из перечисленных методов.

Измерение мощности с помощью резистивных элементов (терморезисторов) является наиболее распространенным и основан на рассеивании в нем электромагнитной энергии. В качестве резистивных термочувствительных элементов используют болометры, сопротивление которых растет с повышением температуры (положительный температурный коэффициент сопротивления), и термисторы, сопротивление которых с ростом температуры падает. Термистор или болометр помещает внутрь измерительной головки, состоящей из отрезка волновода или коаксиальной линии. Изменение сопротивления терморезистора при рассеивании в нем электромагнитной энергии измеряется обычно с помощью мостовых схем.

Измерение мощности термодарами основан на регистрации значения термоЭДС, возникающей при нагревании термопары энергией СВЧ.

Принцип действия измерителей электростатического поля заключается в модуляции электростатического поля посредством вращающейся крыльчатки (модулятора), расположенной на валу электродвигателя и наведении переменного сигнала на измерительном электроде при внесении датчика прибора в электростатическое поле наэлектризованного объекта.

Раздел 3. Мониторинг чрезвычайных ситуаций

Тема 17. Мониторинг чрезвычайных ситуаций (ЧС)

Основные положения по составу системы мониторинга и прогнозирования ЧС

Система мониторинга и прогнозирования ЧС состоит из следующих основных элементов:

1. Организационной структуры. Организационная структура в общем случае включает в себя:

- орган управления системы мониторинга соответствующего уровня (по 4.2);
- службу наблюдения и контроля (совокупность постов, станций наблюдения и контроля);
- службу сбора и обработки информации и выработки рекомендаций по комплексу мероприятий, направленных на предупреждение возникновения ЧС или уменьшения их вредного воздействия на окружающую среду и человека;
- службу технического обеспечения деятельности системы.

2. Общей модели системы, включая объекты мониторинга. Общая модель системы мониторинга отражает возможность развития следующих ЧС:

- природных чрезвычайных ситуаций, источником которых являются природные процессы и явления, установленные ГОСТ Р 22.0.03 и ГОСТ Р 22.0.06;
- биолого-социальных чрезвычайных ситуаций, установленных в ГОСТ Р 22.0.04;
- техногенных чрезвычайных ситуаций, установленных в ГОСТ Р 22.0.05;
- чрезвычайных ситуаций в результате применения современных средств поражения: ядерного, бактериологического, химического оружия и других специальных средств поражения.

3. Комплекса технических средств. Комплекс технических средств должен удовлетворять целям наблюдения и контроля:

- обеспечивать осуществление измерения требуемых параметров;
- обладать необходимой для оценки состояния окружающей среды точностью, достоверностью, оперативностью, уровнем автоматизации (в соответствии с моделью ЧС).

4. Моделей ситуации (моделей развития ситуаций). Модели ЧС (модели развития ситуаций) должны содержать:

- общее описание ситуаций в зависимости от процесса его проявления;
- комплекс характеристик, входных измеряемых параметров состояния окружающей среды, позволяющих идентифицировать ситуацию в целом и отдельные этапы ее развития;
- критерии принятия решений.

Примечание – При наличии взаимосвязанных источников ЧС модель должна содержать также перечень источников ЧС и механизм их взаимодействия.

5. Методов наблюдений, обработки данных, анализа ситуаций и прогнозирования. Методы наблюдения и контроля должны содержать:

- описание наблюдаемых процессов, явлений и перечень наблюдаемых параметров;
- значения наблюдаемых параметров, принятых в качестве нормальных, допустимых и критических;
- режим наблюдений- непрерывный или периодический;
- точность измерений наблюдаемых параметров;
- правила (алгоритм) обработки результатов наблюдений и форму их представления.

Методы прогнозирования ЧС включают:

- описание прогнозируемых процессов, явлений;
- перечень исходных данных для прогнозирования;
- правила оценки репрезентативности исходных данных;
- алгоритм прогноза (включая оценку достоверности результатов) и требования к программному и техническому обеспечению;
- перечень выходных данных.

6. Информационной системы. Информационная система мониторинга представляет собой распределенную автоматизированную систему оперативного обмена информацией и содержит сеть центров коммутации и абонентских пунктов, обеспечивающую обмен данными, подготовку, сбор, хранение, обработку, анализ и рассылку информации.

Система должна строиться в соответствии с базовой эталонной моделью взаимодействия открытых систем по ГОСТ 28906 и иметь унифицированный интерфейс для связи с различными прикладными задачами.

Система должна обеспечивать безопасность и конфиденциальность информации, а также свободный доступ абонентам.

Информационная система мониторинга должна иметь организационное, программное, техническое, математическое, методическое, лингвистическое, метрологическое и правовое обеспечение.

В зависимости от масштаба ЧС, установленного в ГОСТ Р 22.0.02, различают пять уровней (степеней) мониторинга:

- глобальный;
- национальный;
- региональный;

- местный;
- локальный.

Каждый нижеследующий уровень мониторинга входит составной частью в вышеперечисленный уровень.

Требования к нормативному обеспечению

Нормативное обеспечение мониторинга окружающей среды и прогнозирования ЧС включает:

- законодательные акты;
- нормативные документы по стандартизации: государственные и межгосударственные стандарты;
- нормативные документы, положения и правила, утверждаемые уполномоченным органом государственного управления.

Объектами нормативного обеспечения являются элементы системы мониторинга и прогнозирования ЧС, установленные в разделе 3.

В состав комплекса нормативных документов мониторинга включают документы, действие которых распространяется на аналогичные объекты в других областях деятельности, а также специально разрабатываемые документы. Специальные документы разрабатывают при отсутствии нормативных документов на аналогичные объекты или при необходимости установить специфические требования.

Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение мониторинга и прогнозирования ЧС осуществляется в целях получения результатов измерений и контроля, использование которых исключает или сводит к допустимому уровню риск принять неправильное решение или получить неверный управляющий сигнал в системах управления.

Метрологическое обеспечение мониторинга и прогнозирования ЧС должно быть основано на положениях Закона Российской Федерации "Об обеспечении единства измерений", законодательных актах, стандартах и других нормативных документах Государственной системы обеспечения единства измерений.

Номенклатура измеряемых величин должна обеспечить оценку и анализ параметров, полно и адекватно отражающих развитие процессов и явлений, их прогноз, и устанавливать на основе создания моделей ситуации (моделей развития ситуации).

Требования к точности изменений устанавливаются, исходя из необходимости исключения или снижения до допустимого уровня риска принять неправильное решение о развитии ситуации и на основе значений параметров, принятых в качестве нормальных (фоновых), допустимых и критических.

Раздел 4. Системы дистанционного контроля среды обитания

Тема 18. Системы дистанционного контроля среды обитания

Оптические системы, применяемые для контроля загрязнений природной среды, разделяют на пассивные, регистрирующие прямопрошедшее (рассеянное) солнечное или тепловое излучение исследуемого объекта, и активные, использующие искусственную подсветку.

1. Пассивные методы дистанционного контроля

1.1. Основные положения пассивных методов дистанционного контроля

Дистанционный контроль окружающей среды представляет собой совокупность методов и средств измерения параметров физического состояния атмосферы, земной поверхности, морей и внутренних водоемов с помощью приборов, расположенных на некотором расстоянии от объекта исследования. Дистанционные исследования проводятся с различных из-

мерительных платформ - искусственных спутников Земли (ИСЗ), летательных аппаратов, судов, а также с поверхности Земли.

Использование в качестве носителя измерительной аппаратуры ИСЗ обеспечивает осуществление глобальных наблюдений, в том числе и над труднодоступными регионами Земли. Для проведения дистанционных наблюдений применяют устройства, регистрирующие излучение системы "Земля-атмосфера" в диапазоне длин волн от 0,3 мкм до 1 м. Этот широкий участок спектра принято подразделять на ряд диапазонов: 0,25...0,4 мкм - УФ; 0,4...0,7 мкм - видимый; 0,7...2,5 мкм - ближний ИК; 2,5...25 мкм - средний ИК; 25... 500 мкм - дальний ИК; 500 мкм. ..1м - миллиметровый и микроволновый диапазоны. Последний диапазон используют в пассивных сверхвысокочастотных (СВЧ) системах дистанционного контроля, остальные - в пассивных оптико-электронных системах.

С помощью ИСЗ можно реализовать три метода пассивного дистанционного контроля, основанные на измерениях:

- 1) отраженного земной поверхностью или морем и рассеянного системой "Земля-атмосфера" солнечного излучения;
- 2) собственного теплового излучения системы "Земля-атмосфера";
- 3) прозрачности атмосферы по естественным источникам излучения (Солнца, Луны, звезд).

Возможности пассивного дистанционного контроля системы "Земля- атмосфера" во многом зависят от используемого диапазона длин волн.

АТМОСФЕРА. Физической основой спутникового мониторинга малых газовых компонент (МГК) атмосферы является наличие у них спектрально локализованных полос поглощения, имеющих различную физическую природу. В ультрафиолетовой и видимой областях спектра расположен ряд электронных полос поглощения, а в ИК-областях спектра находятся многочисленные колебательно-вращательные и вращательные полосы поглощения. Значительная зависимость показателя поглощения спектральных линий газов от давления (с уменьшением давления уменьшается ширина линий, обусловленная столкновением молекул) способствует разделению вкладов поглощения различных МГК для верхней атмосферы.

Использование длин волн оптического диапазона в системах пассивного дистанционного контроля дает возможность изучать не только газовый, но и аэрозольный состав атмосферы.

Возможность получения информации о свойствах подстилающей поверхности (морской поверхности или материковых покровов) прямо зависит от глубины проникновения электромагнитной волны в среду.

ГИДРОСФЕРА. Только волны видимого диапазона способны глубоко проникать внутрь водной толщи и после рассеяния на имеющихся в ней оптических неоднородностях частично выходить обратно в атмосферу, принося информацию о гидрооптическом состоянии исследуемого водного бассейна. В радиодиапазоне излучение проникает под поверхность океана фактически только на глубину "скин-слоя", составляющего малые доли длины волны.

Тепловое состояние поверхности и приповерхностного слоя моря характеризуется прежде всего температурой. В ИК-диапазоне собственное излучение моря как нагретого тела формируется в тонком приповерхностном слое воды толщиной в доли миллиметра. Поэтому восстановленная из данных ИК-измерений температура является температурой поверхности моря.

МАТЕРИКОВЫЙ ПОКРОВ. Что касается материковых покровов, то в оптическом диапазоне индикатором их физического состояния являются только отражательные и излучательные свойства их поверхностей. Для изучения глубинных свойств почв, горных пород, ледяного и снежного покровов необходимо переходить в СВЧ-диапазон, где, например, для волн сантиметрового диапазона глубина проникновения составляет от долей метра до десятков метров.

Для получения конечных результатов дистанционного контроля необходимо не только провести радиационные измерения на ИСЗ, но и выполнить переход от радиационных измерений к интересующим нас физическим величинам. Такая процедура "обращения" данных измерений требует решения обратных задач атмосферной оптики. Математической основой для решения обратных задач атмосферной оптики является уравнение переноса в среде с поглощением, излучением и рассеянием.

1.2. Принципы построения пассивных оптико-электронных приборов дистанционного контроля окружающей среды

Приборы, используемые в дистанционном контроле окружающей среды, делятся на две обширные группы:

1) **системы получения спектральных данных** - не формируют изображения, а дают детальную спектральную информацию об объекте. Системы спектральных данных получают информацию путем спектрального сканирования;

2) **системы, формирующие изображение** - дают информацию о пространственной структуре объекта и некоторую спектральную информацию. При пространственном сканировании формируется изображение.

Системы, формирующие изображение, бывают двух типов:

2.1) **кадровые**. В кадровых системах элементы изображения, или пикселы (pixels), получают одновременно в основной единице изображения – кадре;

2.2) **сканирующие**. В сканирующих системах элементы изображения получают последовательно и после получения могут быть переведены в формат кадра.

Оба типа таких систем дают спектральную информацию, создавая многоспектральные элементы изображения, состоящие из набора измерений в выбранных диапазонах длин волн спектра.

Спектральные приборы дистанционного контроля

К числу часто встречающихся особенностей спектральных измерений для задачи исследования природных ресурсов с борта ЛА и вытекающих из них требований к аппаратуре для этих измерений относятся:

1) необходимость практически одновременного получения информации о спектре излучения исследуемого объекта в нескольких спектральных диапазонах с высоким спектральным разрешением;

2) измерение спектральной интенсивности излучения в средней и длинноволновой частях ИК-области спектра, где абсолютные величины сигналов очень малы;

3) жесткие эксплуатационные требования - стабильность и жесткость конструкции, уменьшение габаритов, массы и потребляемой мощности, особенности установки прибора на борту ЛА и др.

Структурная схема типового бортового автоматического спектрометра приведена на рис. 1.

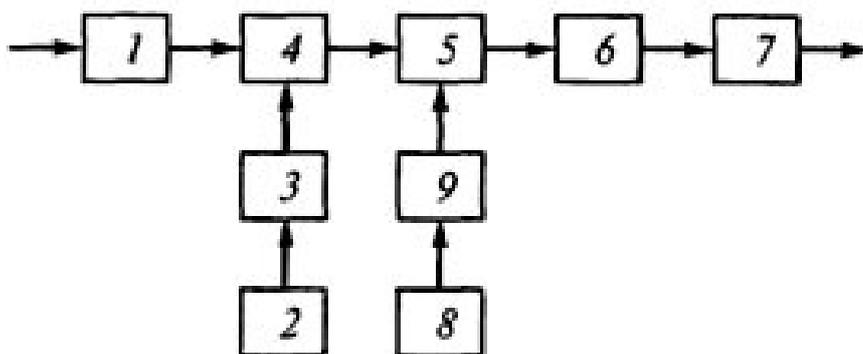


Рис. 1. Структурная схема бортового автоматического спектро радиометра

Поток (например, от исследуемой земной или морской подстилающей поверхности) проходит через оптическую систему 1 измерительного канала и поступает на модулятор 4. Поток от опорного излучателя 2 проходит через оптическую систему 3 опорного канала и поступает также на модулятор 4. Выходящий из модулятора 4 промодулированный поток попадает на входную щель монохроматора 5, расположенную в фокальной плоскости оптических систем 1 и 3. Монохроматор разлагает поступающий на него поток в спектр. С помощью программного устройства 8 и привода 9 осуществляется сканирование этого спектра. Проходящее через выходную щель монохроматора излучение попадает на чувствительную площадку приемника излучения 6. Затем электрический сигнал поступает на вход электронного канала 7, где происходит его усиление, предварительная и тематическая обработка.

В настоящее время разработано большое число бортовых спектральных приборов, в которых разложение в спектр регистрируемого полихроматического потока излучения может осуществляться интерферометром, диспергирующей призмой, дифракционной решеткой или набором переключающихся узкополосных интерференционных фильтров. Рассмотрим некоторые из них.

Приборы с интерференционными фильтрами. В таких приборах в качестве основных диспергирующих элементов используются интерференционные фильтры. Интерференционный фильтр - это многослойная диэлектрическая структура, через которую проходит излучение. В результате многократных отражений и пропусканий возникает явление интерференции. Только одна спектральная полоса, соответствующая определенной длине волны, интерферирует с усилением и поэтому проходит эту многослойную структуру без существенного ослабления. Схематически этот процесс изображен на рис. 2.

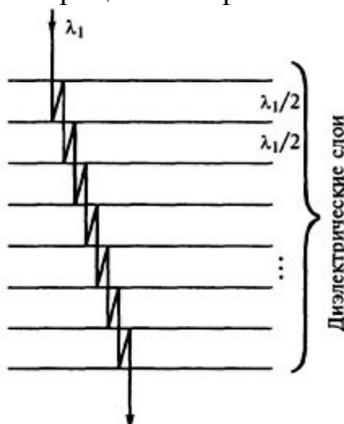


Рис. 2. Интерференция в многослойном диэлектрическом интерференционном фильтре



Рис. 3. Конический интерференционный фильтр

Длина волны, способной пройти через интерференционный фильтр, зависит от толщины диэлектрических слоев. Поэтому, чтобы сделать регулируемый диспергирующий элемент, удобно использовать конический интерференционный фильтр, как показано на рис. 3. Вместо того чтобы применять щели, определяющие кратные длины волн, как показано на рисунке, можно поставить перед входной щелью детектора прибора такой фильтр и изменять его положение относительно щели, чтобы выделить из приходящего потока излучения спектральную компоненту.

На рис. 4 представлена упрощенная функциональная блок-схема прибора МСУ-СК (многоканальное сканирующее устройство среднего разрешения с конической разверткой), в котором в качестве диспергирующих элементов используются интерференционные фильтры. МСУ-СК является оптико-механическим сканером среднего разрешения с конической разверткой. Излучение от подстилающей поверхности под углом 39° к вертикали собирается сферическим зеркалом 7 и направляется в одну из четырех оптических ветвей 2, расположенных на вращающемся вокруг вертикальной оси сканирующем устройстве 3. В оптической ветви поток излучения с помощью ряда оптических узлов фокусируется, затем из него выделяется поток, соответствующий одному телевизионному элементу, и направляется к оси вращения сканирующего устройства, преломляется и далее расщепляется в спектроделительной системе 4. Фотоприемник 5 преобразует поток излучения в видеосигнал, который после формирования в усилителях 6 поступает на выход прибора. Спектральная чувствительность I - IV каналов МСУ-СК приведена на рис. 5.

Прибор МСУ-СК входит в состав бортовой аппаратуры космического аппарата "Ресурс-01". Приборы МСУ-Э (многоканальное сканирующее устройство высокого разрешения), МСУ-С (многоканальное сканирующее устройство среднего разрешения), МСУ-М (многоканальное сканирующее устройство малого разрешения), также использующие в качестве диспергирующих элементов интерференционные фильтры, входят в состав бортовой аппаратуры космических аппаратов "Ресурс-02", "Оке-ан-01", "Океан-0".

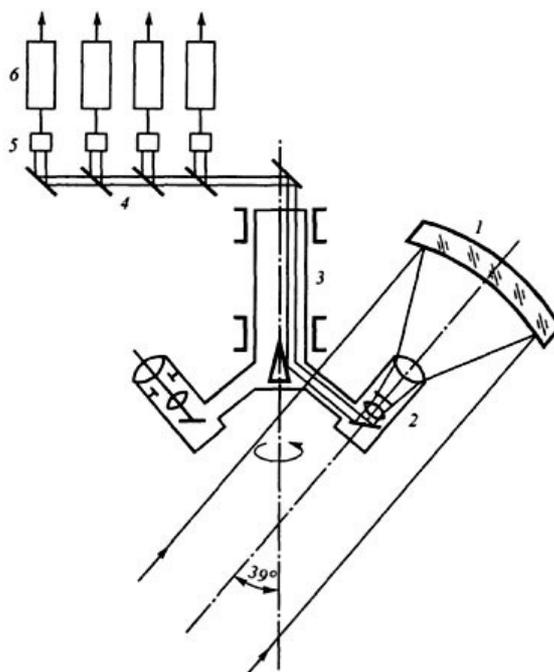


Рис. 4. Функциональная блок-схема МСУ-СК

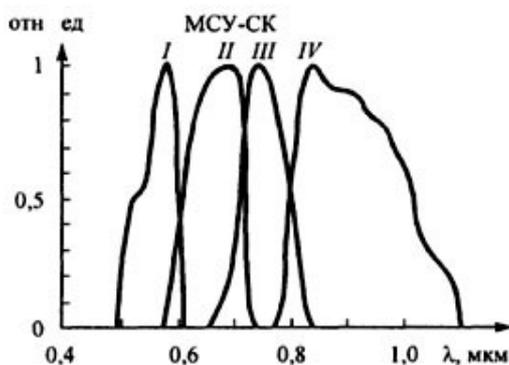


Рис. 5. Спектральные характеристики каналов МСУ-СК

В табл. 1 приведена краткая характеристика приборов с различными диспергирующими элементами.

Таблица 1. Краткая характеристика приборов с различными диспергирующими элементами

Тип прибора	Диспергирующий элемент	Скорость спектрального сканирования	Спектральное разрешение	Механическая прочность	Чувствительность	Особенности
Прибор с интерферометром	Структура пластины интерферометра	Средняя	Очень высокое	Очень хрупкая	Средняя	Необходимо преобразование Фурье
Прибор с диспергирующей призмой	Призма, изготовленная из пропускающего материала	Высокая	Среднее	Средняя	Средняя	Неудобство: много диспергирующих элементов
Прибор с дифракционной решеткой	Отражательная или про-	Низкая	Высокое	Хрупкая	Высокая	Необходима сорти-

Тип прибора	Диспергирующий элемент	Скорость спектрального сканирования	Спектральное разрешение	Механическая прочность	Чувствительность	Особенности
	пускающая дифракционная решетка					ровка порядков
Прибор с интерференционным фильтром	Изменяющаяся интерференция	Высокая	Низкое	Прочная	Высокая	Тоже

Тепловизионные приборы дистанционного контроля

Примером систем дистанционного контроля, формирующих изображение, являются тепловизионные системы. Тепловизионные системы предназначены для создания видимого аналога теплового изображения. В них происходит преобразование оптического изображения, полученного в ИК-области спектра, в адекватное изображение в видимой области.

Отметим особенности тепловых изображений, т. е. изображений, полученных в ИК-области спектра. Распределение контрастов в тепловом изображении (в ИК-области спектра) может существенно отличаться от соответствующего распределения в видимом изображении. Если в видимой области спектра распределение контрастов обусловлено различиями в отражательной способности природных образований, то в ИК-области это распределение обусловлено также (или главным образом) различиями в их излучательной способности. Поэтому тепловое изображение не имеет теней. Поскольку в тепловом изображении фиксируется различие в излучательных способностях, то возможно обнаружение объектов, имеющих одинаковую температуру, но различные коэффициенты излучения.

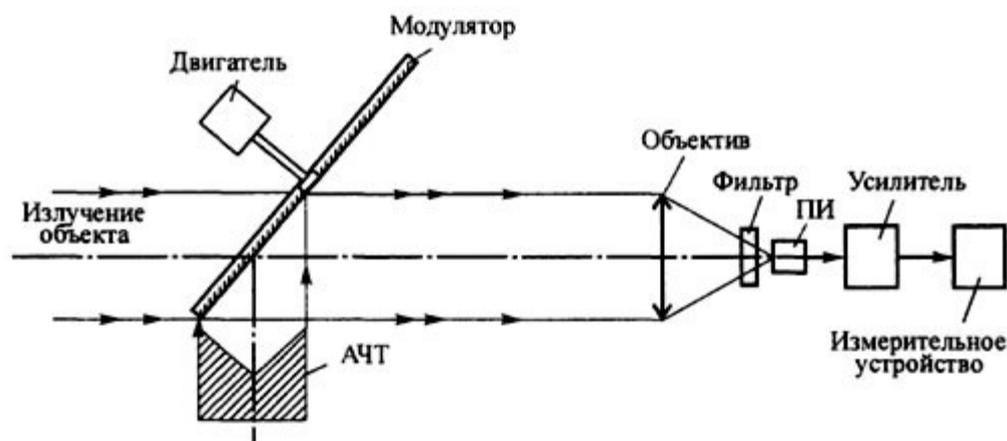


Рис. 6. Принципиальная схема ИК-радиометра

Принципиальная схема ИК-радиометра приведена на рис. 6. В состав радиометра входят следующие основные элементы:

- приемник излучения (ПИ);
- эталонный источник излучения (абсолютно черное тело (АЧТ));
- модулятор, осуществляющий (с помощью двигателя) попеременное облучение чувствительной площадки приемника внешним или эталонным источниками;
- электронная схема (усилитель на рис. 6), преобразующая и усиливающая электрический сигнал с выхода приемника;
- измерительное устройство.

Различают тепловизионные системы:

- 1) без сканирования, системы с фотоэлектронным сканированием;

2) системы с оптико-механическим сканированием.

Современные тепловизионные системы с оптико-механическим сканированием имеют частоту сканирования, соизмеримую с частотой сканирования в телевизионных системах.

Функциональная схема тепловизионной системы с оптико-механическим сканированием представлена на рис. 7.

Из тепловизионных систем наиболее известны пятиканальный радиометр AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), устанавливаемый на американских метеорологических спутниках "NOAA"; датчик ATSR (Along Track Scanning Radiometer) спутников "ERS", а также многоканальный сканер с конической разверткой МСУ-СК, используемый на российских спутниках "Ресурс" и "Океан-0".

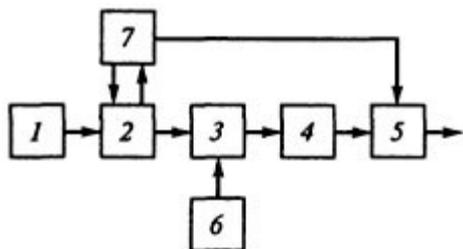


Рис. 7. Функциональная схема тепловизионной системы:

1 - оптическая система; 2 - сканирующая система; 3 - приемник излучения; 4 - предусилитель; 5 - устройство для обработки и формирования сигналов; 6 - система охлаждения приемника излучения; 7 - устройство синхронизации

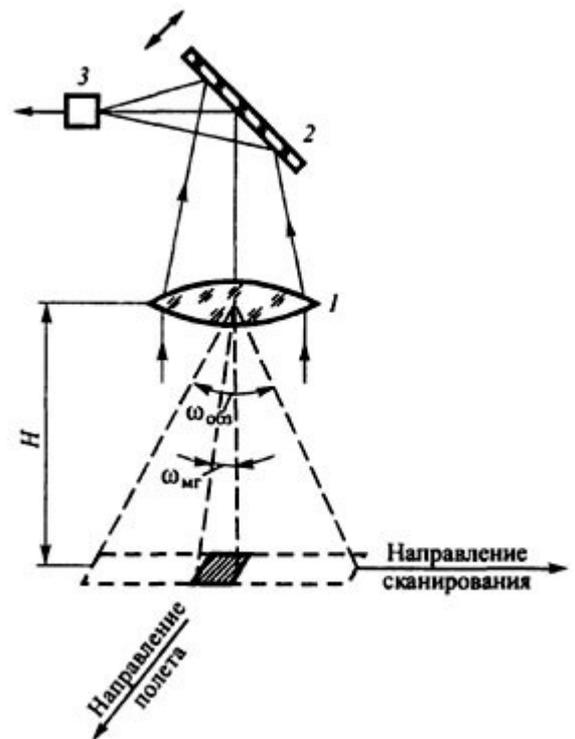


Рис. 8. Схема тепловизионной системы с одноэлементным сканированием:
 $\omega_{обз}$, $\omega_{мг}$ - угловое поле обзора и мгновенное угловое поле по направлению сканирования

В тепловизионных системах для исследования природных ресурсов с одноэлементным сканированием наиболее часто применяется построчно-прямолинейная траектория сканирования, причем для развертки вдоль траектории полета (по кадру) используется собственное движение ЛА, а развертка в перпендикулярном направлении (по строке) осуществляется с помощью оптико-механических дефлекторов. Такие системы по принципу построения аналогичны однострочным телевизионным системам. В схеме тепловизионной системы с одноэлементным сканированием, приведенной на рис. 8, в качестве дефлектора использовано плоское качающееся зеркало 2, расположенное в сходящемся пучке лучей за объективом 1.3 - приемник излучений. Примером такой тепловизионной системы является радиометр AVHRR, в котором используется линейное сканирование (рис. 9).

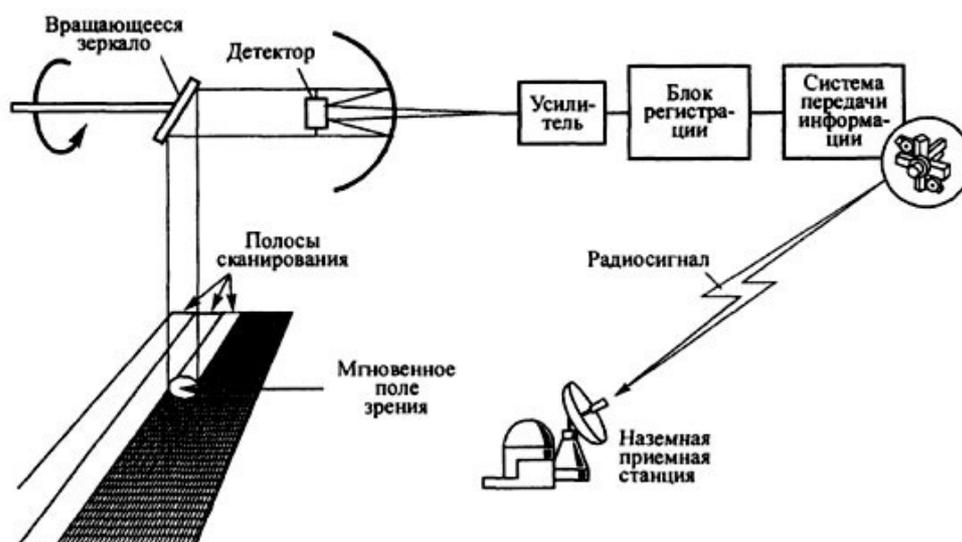


Рис. 9. Сканирующий ИК-радиометр AVHRR с линейной механической разверткой

Приведем основные технические характеристики датчика ATSR, который имеет наилучшие метрологические характеристики из всех упомянутых ИК-радиометров. Датчик ATSR состоит из двух приборов: ИК-радиометра (Infra-Red Radiometer - IRR) и микроволнового радиометра (Microwave Sounder - MWR).

Радиометр IRR разработан и создан консорциумом из нескольких лабораторий: Резерфордской лабораторией прикладной физики, Оксфордским университетом, Метеорологической службой Великобритании, CSIRO из Австралии. Главной целью создания IRR является прецизионное измерение глобальной температуры морской поверхности. Абсолютная точность измерения температуры составляет 0,5 К при усреднении по пространству в 50x50 км и при условии, что хотя бы 20 % наблюдаемой территории свободны от облаков. Для свободных от облачности участков относительная точность составляет 0,1 К при элементе разрешения 1x1 км.

Для достижения таких показателей IRR был сконструирован как радиометр получения изображений с четырьмя параллельными спектральными каналами, имеющими длины волн 1,6; 3,7; 10,8 и 12 мкм, формируемыми отдельными лучами и многослойными интерференционными фильтрами.

Мгновенное поле зрения прибора, при обзоре в надир, имеет размеры 1 x 1 км и формируется как изображение на детекторах после параболического зеркала. Для уменьшения собственных шумов детекторы, размещенные в фокальной плоскости, охлаждены до 80 К охладителем Стирлинга.

Область одновременного обзора перемещается по поверхности Земли через поворот плоскости зеркала таким образом, что это дает два направления обзора: надирное с углом падения 0° и переднее с углом падения 55°. Такой угол выбран не случайно, поскольку при нем расстояние визирования в надир и вперед по полету отличается ровно в два раза

Сканирующее зеркало отклоняется на максимальный угол 23,45° от вертикали. Номинальная ширина полосы обзора составляет 500 км, при этом передний и надирный сканы разнесены на 900 км вдоль трассы. Подобная геометрия обеспечивает просмотр одного и того же элемента на подстилающей поверхности под двумя различными углами, что позволяет одновременно использовать и многоканальную и многоугловую методики восстановления температуры поверхности моря. Период сканирования составляет 150 мс, а каждый скан состоит из 2000 пикселей. Для калибровки каналов в течение каждого периода сканирования в IRR формируются сигналы, соответствующие температурам двух бортовых черных тел (одного холодного и одного горячего). После сжатия данных на борту пакет из 960 пикселей передается на Землю вместе со служебными данными.

Только 3 канала из 4-х могут работать одновременно (каналы 12 мкм и 10,8 мкм работают постоянно). Переключение между каналами 1,6 мкм и 3,7 мкм происходит автоматически по уровню отраженного ИК-излучения.

Основной задачей микроволнового датчика MWR является измерение влагосодержания в атмосфере (как испарений, так и в жидком виде) для использования в расчетах наиболее неизученной части задержки сигналов спутникового альтиметра. MWR имеет два канала, работающих на частотах 23,8 и 36,5 ГГц, каждый с шириной полосы 400 МГц.

В ИК-радиометре датчика ATSR-2, установленного на борту спутника ERS-2, дополнительно добавлены 3 канала видимого диапазона с длинами волн 0,555; 0,669 и 0,865 мкм. Эти каналы калибруются с использованием новой системы по рассеянному солнечному свету один раз за виток. Точность радиометрической калибровки видимых каналов составляет 2 % и отношение сигнал-шум равно 20 для 20 % альbedo.

2. Активные методы дистанционного контроля

2.1. Основные положения активных методов дистанционного контроля

Активные методы контроля стали интенсивно развиваться лишь с появлением лазеров. По типу активной среды лазеры, используемые для зондирования природной среды, делятся на несколько классов:

- 1) твердотельные;
- 2) газовые;
- 3) жидкостные;
- 4) полупроводниковые.

Газовые оптические квантовые генераторы (ОКГ) по сравнению с остальными лазерами обладают рядом преимуществ, основными из которых являются:

- возможность длительной работы при комнатной температуре без специальных охлаждающих устройств;
- высокая степень монохроматичности (например, спектральная ширина излучения гелий-неонового ОКГ может достигать до единиц герц);
- высокая стабильность и воспроизводимость частоты, а также высокая степень пространственной и временной когерентности;
- малый угол расходимости луча (около одной угловой минуты);
- малая чувствительность к изменениям температуры окружающей среды, что особенно важно в случае неконтролируемых изменений температуры в пределах 3...5 °С;
- широкий диапазон рабочих частот, от ультрафиолетовой области до далекой инфракрасной области.

Лазерные источники, обладающие:

- 1) малой расходимостью излучения;
- 2) большой импульсной мощностью;
- 3) высокой степенью монохроматичности

обеспечили методам аэрозольного (гидрозольного) рассеяния и резонансного поглощения широкие возможности.

Импульсное отраженное атмосферой (морем) лазерное излучение несет информацию о распределении концентрации аэрозольного (гидрозольного) загрязнителя по всей трассе зондирования. При этом пространственное разрешение, определяемое длительностью зондирующего импульса, составляет единицы метров. Измерение газовых загрязнителей может проводиться в приземном слое атмосферы на трассе с отражением от естественных топографических поверхностей или аэрозольных образований.

Методы аэрозольного рассеяния и резонансного поглощения находят широкое применение в лазерных системах контроля загрязнений приземного слоя атмосферы аэрозолями и газами промышленного происхождения.

В океанологии лазерный метод обратного гидрозольного рассеяния лежит в основе лазерной диагностики замутненности прибрежных вод и контроля биологической активности морской среды по индексу цвета.

Метод лазерной батиметрии (измерения глубины моря) используют для контроля состояния рельефа дна шельфа, который постоянно изменяется под действием волн, течений, выносов рек, сброса земляных пород при строительстве портовых сооружений и т.п. По характеристикам лазерного сигнала, отраженного от взволнованной морской поверхности, судят о наличии нефтяной пленки на поверхности моря. Из лазерных альтиметрических измерений уровня океана определяют границы и скорость течений, являющихся главными распространителями загрязнений в океане.

2.2. Лазерные системы дистанционного зондирования природной среды (активные методы)

Лидары - лазерные локаторы, используемые для зондирования атмосферы, толщи моря, морской и земной поверхности. Все они имеют много общего в своих структурных схемах. Основные блоки лидара следующие:

- лазер-передатчик;
- передающая оптическая система;
- приемная оптическая система;
- спектроанализатор и фотоприемное устройство;
- блок обработки сигнала;
- блок управления;
- поворотное устройство;
- система отображения полученной информации.

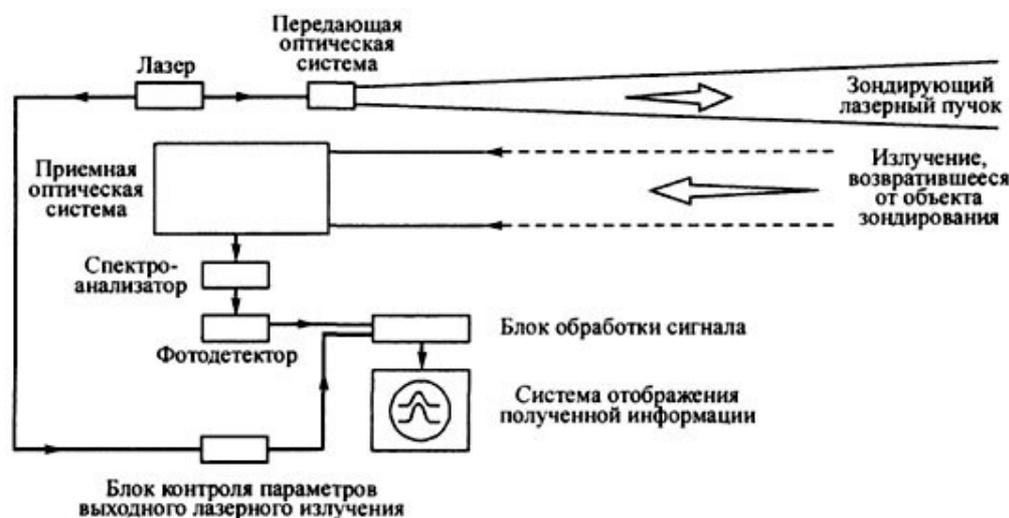


Рис. 10. Структурная схема лидара

На рис. 10 показана структурная схема лидара (кроме поворотного устройства, на котором обычно при наземном варианте устанавливают передатчик и приемник, и блока управления, синхронизирующего работу остальных блоков и управляющего их параметрами). В зависимости от конкретных задач изменяют конструкцию лидара, отдельные узлы и блоки - особенно лазерный источник и приемник.

Например, при дистанционном зондировании атмосферы молекулы газов и аэрозоли вызывают ослабление проходящего через нее лазерного излучения. Часть зондирующего лазерного излучения рассеивается в обратном направлении (в сторону приемника лидара) на аэрозольных частицах, либо отражается от топографических объектов (деревья, дома, холмы и т.п.) или от специально установленных экранов и отражателей. Это излучение с помощью прием-

ной оптики (пропускающей или отражательной) собирается и направляется на фотодетектор, который преобразует его в электрический сигнал, пропорциональный интенсивности принятого оптического излучения. Значение принятого сигнала определяется свойством атмосферы рассеивать излучение в обратном направлении, отражающими характеристиками топографических объектов или отражателей, ослаблением излучения на трассе зондирования "лидар - объект зондирования - лидар". Поэтому электрический сигнал, снимаемый с фотодетектора, содержит информацию о присутствии в атмосфере газов и аэрозолей, их концентрации и расстоянии до объектов зондирования. Однако чтобы извлечь эту информацию, необходимы специальные методы измерения и алгоритмы обработки, так как величина регистрируемого лидаром сигнала зависит от длины волны лазерного излучения, числа, размера, формы и оптических свойств аэрозольных частиц и молекул газов, находящихся на трассе зондирования.

Раздел 5. Обработка информации мониторинга и контроля

Тема 19. Обработка информации мониторинга и контроля

См. дисциплину "Метрология стандартизация и сертификация."

6. Методические указания по выполнению домашних заданий, контрольных работ (самостоятельная работа студентов)

Для подготовке к лабораторным работам, перечисленным в п. 2.4 рабочей программы дисциплины, студентам выдаются в электронном виде нормативные документы. При этом студент должен при самостоятельной подготовке к лабораторным работам ознакомиться с методикой проведения измерений параметров фактора среды обитания, средствами измерения параметров фактора среды обитания, методикой обработки результатов наблюдения за параметрами факторов среды обитания

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы приведены в п. 2.5 рабочей программы дисциплины.

Методические рекомендации по самостоятельной работе студента приведены в п. 2.6 рабочей программы дисциплины.

7. Перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности выпускников.

Студенты в специализированной аудитории по подготовке курсовых и дипломных работ имеют доступ к информационным программам Гарант, Кодекс, Консультант.

8. Методические указания профессорско-преподавательскому составу по организации межсессионного и экзаменационного контроля знаний студентов изложены в рабочей программе дисциплины и материалах данного УМКД.

9. Комплекты заданий для лабораторных работ, контрольных работ, домашних заданий изложены в рабочей программе дисциплин.

10. Фонд контрольных заданий для оценки качества знаний по дисциплине "Мониторинг среды обитания" изложены в рабочей программе дисциплины.

11. Вопросы к зачету и экзамену по дисциплине "Мониторинг среды обитания" приведены в рабочей программе дисциплины.

12. Карта обеспеченности дисциплины "Мониторинг среды обитания" кадрами профессорско-преподавательского состава.

1. Лекции по дисциплине "Мониторинг среды обитания" читает доцент, кандидат технических наук Булгаков Андрей Борисович.

2. Лабораторные занятия по дисциплине **“Мониторинг среды обитания”** проводит доцент, кандидат технических наук Булгаков Андрей Борисович.

Андрей Борисович Булгаков,
доцент кафедры БЖД АмГУ, канд. техн. наук

Мониторинг среды обитания: УМКД

Изд-во АмГУ. Подписано к печати _____ Формат _____. Усл. печ. л.
_____, уч. изд. л. _____. Тираж 100. Заказ _____.
Отпечатано в типографии АмГУ.