



MOVE
GREEN



АССОЦИАЦИЯ
ПРАКТИКУЮЩИХ ЭКОЛОГОВ
ecounion.kz



Аналитический доклад

Анализ методологии мониторинга качества воздуха и стандарты качества воздуха в Республике Казахстан

Данный доклад подготовлен Ассоциацией практикующих экологов в рамках программы «Укрепление потенциала по управлению качеством воздуха в Центральной Азии»

Казахстан, 2021

Содержание

1. Введение	3
2. Регулирование качества воздуха в Казахстане	4
Нормирование выбросов загрязняющих веществ	4
Контроль выбросов на источнике загрязнения промышленными предприятиями	5
Стандарты качества воздуха в Казахстане	6
Компетенции государственных организации по мониторингу качества воздуха	8
Государственный экологический контроль за загрязнением воздуха промышленными предприятиями	9
3. Система мониторинга качества воздуха в Казахстане: нынешнее положение	11
Индикаторы для оценки качества воздуха в Казахстане.	13
Отбор проб воздуха для определения концентрации примесей в атмосфере	15
Оборудование для отбора проб	15
Лаборатория передвижная "Атмосфера-II"	26
Отбор разовых проб воздуха и метеорологические наблюдения на стационарных постах	29
Лабораторный анализ атмосферного воздуха для определения концентраций загрязняющих веществ	36
4. Методы пробоотбора и анализа летучих органических соединений в атмосферном воздухе	39
Оценка ЛОС в воздухе	40
Методы отбора проб воздуха	42
Методы пробоподготовки	44
Методы анализа	47
5. Рекомендации для улучшения системы мониторинга качества воздуха в Казахстане	49
О глобальных рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха	49
Информирование населения и переход на индикатор AQI	51
Моделирование рассеивания выбросов вокруг предприятия и правовые основы	59
Предложение о модернизации сети мониторинга атмосферного воздуха	64
Мониторинг ртути и диоксинов в атмосферном воздухе	76
Мониторинг диоксинов от сжигания отходов	76
Мониторинг ртути в атмосферном воздухе стран ОЭСР	77
Список использованной литературы	80

1. Введение

В 2019 году 99% мирового населения проживало в районах, где уровень загрязнения воздуха превышал значения, установленные в рекомендациях Всемирной Организации Здравоохранения (далее ВОЗ) по качеству воздуха.

По оценкам ВОЗ, в 2016 году во всем мире загрязнение атмосферного воздуха (воздуха вне помещений) как в городах, так и в сельской местности стало причиной 4,2 миллиона случаев преждевременной смерти в год. Эта смертность была обусловлена воздействием мелких взвешенных частиц диаметром до 2.5 мкм (PM2.5), которые вызывают сердечно-сосудистые и респираторные, а также онкологические заболевания.

Население стран с низким и средним уровнем дохода в непропорционально высокой степени подвержено загрязнению воздуха, и из 4,2 млн случаев преждевременной смерти 91% регистрируются в странах с низким и средним уровнем дохода, главным образом в регионах ВОЗ для стран Юго-Восточной Азии и Западной части Тихого океана. Последние оценки бремени болезней указывают на то, что загрязнение воздуха играет очень значительную роль в заболеваемости и смертности, обусловленных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

По оценкам ВОЗ, в 2016 г. около 58% преждевременных смертей, связанных с загрязнением наружного воздуха, были вызваны ишемической болезнью сердца и инсультом, по 18% – хронической обструктивной болезнью легких и острыми инфекциями нижних дыхательных путей, соответственно, и 6% – раком легких. (1)

Особый интерес с точки зрения санитарно-эпидемиологического благополучия населения представляют риски для здоровья, ассоциируемые с мелкодисперсными частицами диаметром менее 10 и 2,5 микрон (мкм) (PM10 и PM2.5, соответственно). Как PM2.5, так и PM10 способны проникать глубоко в легкие, однако частицы PM2.5, могут попадать даже в кровоток, что в первую очередь вредит сердечно-сосудистой и дыхательной системам, а также наносит вред другим органам. Главным источником загрязнения воздуха мелкодисперсными частицами является сжигание топлива в различных секторах экономики, включая транспорт, энергетику, промышленность и сельское хозяйство, а также в быту. В 2013 г. загрязненный атмосферный воздух и мелкодисперсные частицы были классифицированы Международным агентством ВОЗ по изучению рака (МАИР) как канцерогены. (2)

Экологическая безопасность населения зависит от качества воздуха, и в целом от качества окружающей среды. Государство организуют мониторинг качества окружающей среды. Данный доклад подготовлен в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии» и представляет нынешнее положение мониторинга качества воздуха в Казахстане, представляет методологии, индикаторы для оценивания качества воздуха, стандарты качества воздуха, а также включает рекомендации для дальнейшего улучшения системы мониторинга качества воздуха в Казахстане.

2. Регулирование качества воздуха в Казахстане

Нормирование выбросов загрязняющих веществ

В Казахстане согласно Экологического Кодекса от 2 января 2021 года уполномоченный орган в области охраны окружающей среды разрабатывает экологическую политику, утверждает методику определения нормативов эмиссий в окружающую среду. Промышленные предприятия на основе методики определения нормативов эмиссий, утвержденной Приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63 в нормативах допустимых выбросов устанавливают предельно-допустимые нормы выбросов по отдельным стационарным источникам, относящимся к объектам I и II категорий, а для объектов III и IV категорий нормативы эмиссий не устанавливаются. Нормативы эмиссий устанавливаются по видам загрязняющих веществ для которых установлены предельно-допустимые концентрации (ПДК) на уровне государства. В результате государственной экологической экспертизы (ГЭЭ) проектов нормативов допустимых выбросов выдается экологическое разрешение. Экологическое разрешение это документ, удостоверяющий право предприятий на осуществление негативного воздействия на окружающую среду и определяющий экологические условия осуществления деятельности. Предприятия, получившие экологическое разрешение обязаны соблюдать условия такого экологического разрешения, и несут ответственность за их несоблюдение в соответствии с законами Республики Казахстан.

Стоит отметить, что в соответствии с Экологическим Кодексом от 2 января 2021 года крупные 50 предприятия, которые вносят наибольший вклад в загрязнение окружающей среды в Казахстане с 2025 года обязаны разработать технологические нормативы на основе установленных технических удельных нормативов в справочниках наилучших доступных техник (НДТ) и получить комплексное экологическое разрешение. Данные предприятия в течении десятилетнего срока в соответствии с графиком внедрения НДТ обязаны установить на предприятиях зеленые технологии и сократить свои выбросы до уровня технических удельных норм.



Рис. 1 Нормирование выбросов согласно новому Экологическому кодексу Республики Казахстан

Выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, показатели которых превышают нормативы эмиссий, установленные экологическим разрешением, признаются сверхнормативными. При проведении мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера и их последствий в соответствии с законодательством Республики Казахстан о гражданской защите, а также вследствие ликвидации аварийных разливов нефти, выбросы загрязняющих веществ не подлежат нормированию и не считаются сверхнормативными.

Государством приняты экономические меры для стимулирования сокращения предприятиями выбросов загрязняющих веществ. Фактическое количество загрязняющих веществ предприятий I и II категорий, а также III категорий в соответствии со статьей 127 Экологического Кодекса, а также согласно Налоговому Кодексу облагаются налогом. Предприятия обязаны отчитываться перед государством на ежеквартальной основе, и оплачивать налоги в соответствии со ставками, установленными в 576 статье Налогового Кодекса Казахстана. С 2025 года с целью стимулирования внедрения зеленых технологий на предприятиях ожидается увеличение налоговой ставки за загрязнение окружающей среды каждые два года.

Контроль выбросов на источнике загрязнения промышленными предприятиями

Промышленные предприятия проводят ежедневный операционный и производственный экологический мониторинг за соблюдением предельно-допустимых нормативов выбросов и отчитываются перед уполномоченным органом на ежеквартальной основе. Контроль за соблюдением установленных нормативов загрязняющих веществ на источниках проводится на основе программы производственного экологического контроля инструментальными замерами либо расчетным методом. Однако, ежемесячные инструментальные замеры не обеспечивают полноты данных по количеству выбрасываемых загрязняющих веществ. Для устранения данной проблемы в рамках разработки нового Экологического Кодекса РК на основе опыта развитых стран утвердили норму о проведении непрерывного автоматизированного мониторинга выбросов загрязняющих веществ на источнике загрязнения воздуха. С 1 января 2023 года предприятия I категорий обязаны установить непрерывный автоматизированный мониторинг выбросов на стационарных источниках с объемом выброса загрязняющих веществ 500 тонн и более в год.

Установка автоматизированного мониторинга выбросов регулируется Приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 22 июня 2021 года № 208 «Об утверждении Правил ведения автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду при проведении производственного экологического контроля». В соответствии с данными правилами непрерывный мониторинг выбросов на источнике загрязнения должно проводиться по следующим загрязняющим веществам:

- 1) окислы азота (оксид и диоксид азота);
- 2) углерод оксид;

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

- 3) сера диоксид;
- 4) пыль (сажа, взвешенные частицы, РМ-2.5, РМ-10);
- 5) сероводород;
- 6) маркерные вещества производственного процесса.

Полученная информация по усредненной за двадцать минут концентрации загрязняющих веществ передается в информационную систему мониторинга эмиссий.

Стандарты качества воздуха в Казахстане

Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов т.е. в жилой зоне утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 168 «Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах». Устанавливается предельно-допустимая концентрация для 684 загрязняющих веществ в воздухе. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ устанавливается с двадцатиминутным усреднением это максимально-разовая ПДК, а также с усреднением за 24 часа – это среднесуточная ПДК. Предприятия устанавливают свои нормативы допустимых выбросов обеспечивая на границе санитарно-защитной зоны соблюдение установленных предельно-допустимых концентрации загрязняющих веществ (рисунок 2).

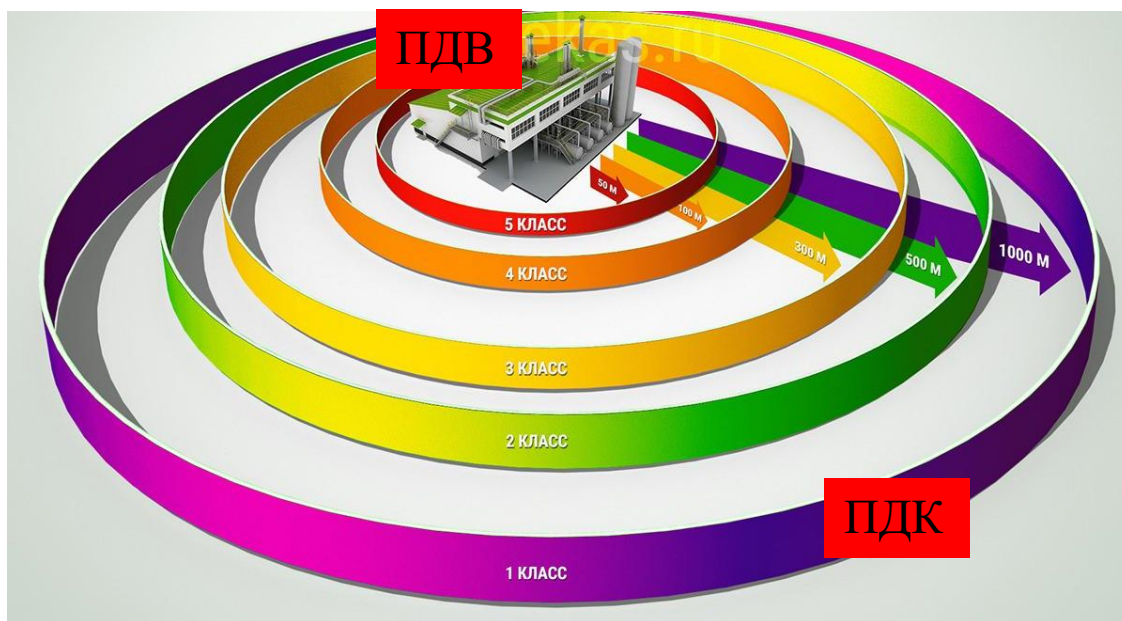


Рис. 2 Санитарно-защитная зона

Однако, в соответствии со статьей 36 Экологического Кодекса РК начиная с 2024 года экологические нормативы качества окружающей среды т.е. стандарты качества воздуха, воды и почвы будут установлены уполномоченным органом в области охраны окружающей среды (рисунок 3). Под экологическими нормативами качества понимается установленная государством в отношении состояния отдельных компонентов окружающей среды совокупность количественных и качественных характеристик,

достижение и поддержание которых являются необходимыми для обеспечения благоприятной окружающей среды. На основании экологических нормативов качества осуществляется оценка текущего состояния окружающей среды и устанавливаются нормативы допустимого антропогенного воздействия на нее. Экологические нормативы качества разрабатываются и устанавливаются в соответствии с настоящим Кодексом отдельно для каждого из следующих компонентов окружающей среды: 1) атмосферного воздуха; 2) поверхностных и подземных вод; 3) почв и земель. К экологическим нормативам качества относятся: 1) нормативы, установленные для химических показателей состояния компонентов окружающей среды; 2) нормативы, установленные для физических факторов окружающей среды; 3) нормативы, установленные для биологических показателей состояния компонентов окружающей среды.

Экологические нормативы качества для химических показателей состояния компонентов окружающей среды устанавливаются в виде предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ. Экологические нормативы качества для химических показателей состояния компонентов окружающей среды устанавливаются отдельно с точки зрения влияния на здоровье человека и природную среду (экосистемы, животный и растительный мир).

Предприятия ранее получившие экологическое разрешение с обязательством обеспечивать соблюдение установленных предельно-допустимых концентрации обязаны подготовить корректирующие документы для достижения экологических нормативов качества воздуха.



Рис. 3 Экологические нормативы качества

Экологические нормативы качества утверждаются уполномоченным органом в области охраны окружающей среды сроком на десять лет и подлежат пересмотру по истечении указанного срока на основании обновленных научных знаний об окружающей среде, природных и антропогенных факторах, влияющих на ее качество, а также с учетом развития методов, техник и технологий мониторинга и контроля. Экологические нормативы качества также подлежат пересмотру не позднее первого года после вступления в силу международных обязательств Республики Казахстан по вопросам

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

охраны окружающей среды, требующих принятия мер по введению более строгих экологических нормативов качества.

Кроме экологических нормативов качества окружающей среды на уровне областей и городов республиканского значения устанавливаются целевые показатели качества окружающей среды, которые обязательны для соблюдения предприятиями на местах.

Компетенции государственных организации по мониторингу качества воздуха

В Казахстане с 2019 года восстановили профильное министерство в сфере экологии Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (далее – Министерство экологии). При Министерстве экологии есть Комитет экологического регулирования и контроля, который несет ответственность за проведение экологической экспертизы крупных промышленных предприятий I категорий и проводит контроль за деятельностью промышленных предприятий по соблюдению установленных нормативов выбросов т.е. проводит контроль за загрязнением воздуха в промышленной зоне. В подчинении Комитета находятся 17 региональных департаментов экологии в каждом областном центре и в городе республиканского значения, и у каждого департамента экологии на балансе есть собственная лаборатория. Деятельность Комитета экологического регулирования и контроля регулируется положением, который утвержден Приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 24 февраля 2021 года № 47-Ө «Об утверждении Положения республиканского государственного учреждения Комитет экологического регулирования и контроля Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан и его территориальных органов».

В жилой зоне за проведение мониторинга качества воздуха несет ответственность подведомственная организация Министерства экологии РГП «Казгидромет», мониторинг за качеством воздуха осуществляется на 140 постах, которые расположены в 45 населенных пунктах Казахстана. Данные о качестве воздуха ежечасно передаются в мобильное приложение AirKz.

По жалобам населения в случае увеличения заболеваемости респираторных путей и других заболеваний, связанных с качеством воздуха Комитет санитарно-эпидемиологического контроля при Министерстве здравоохранения Казахстана, осуществляет отбор проб воздуха с дальнейшим определением качества воздуха ручным методом в своих лабораториях.

Компетенции государственных органов и государственных организации, ответственных за проведение мониторинга качества воздуха представлены на рисунке 4.

Государственные органы в области мониторинга качества воздуха на источниках и в жилой зоне



Рис.4 Государственные органы в области мониторинга качества воздуха

Государственный экологический контроль за загрязнением воздуха промышленными предприятиями

В Казахстане государственный экологический контроль за деятельностью предприятий проводится в соответствии с Кодексом Республики Казахстан от 29 октября 2015 года № 375-V «Предпринимательский кодекс Республики Казахстан». Согласно статье 134 данного Кодекса государственным контролем (далее - контроль) является деятельность органа контроля и надзора по проверке и наблюдению на предмет соответствия деятельности проверяемых субъектов требованиям, установленным законодательством Республики Казахстан, в ходе осуществления и по результатам которой могут применяться меры правоограничительного характера без оперативного реагирования.

Контроль и надзор за деятельностью промышленных предприятий, загрязняющих воздух, осуществляются в форме:

- проверки, порядок организации и проведения которой определяется настоящим Кодексом. Проверки делятся на следующие виды: 1) проверки, проводимые по особому порядку на основе оценки степени риска; 2) внеплановые. Проверкой, проводимой по особому порядку, является проверка, назначаемая органом контроля и надзора на основе оценки степени риска в отношении конкретного субъекта (объекта) контроля и надзора в сферах государственного контроля и надзора, определенных частью четвертой пункта 2 статьи 141 настоящего Кодекса, с целью предупреждения и (или) устранения непосредственной угрозы жизни и здоровью человека, окружающей среде, законным интересам физических и юридических лиц, государства. Внеплановой проверкой является проверка, назначаемая органом контроля и надзора по конкретным фактам и обстоятельствам, послужившим основанием для назначения внеплановой проверки в отношении конкретного субъекта (объекта) контроля и надзора, с целью предупреждения и (или) устранения непосредственной угрозы жизни и здоровью человека,

окружающей среде, законным интересам физических и юридических лиц, государства.

- профилактического контроля и надзора, носящих предупредительно-профилактический характер. Профилактический контроль и надзор подразделяются на: 1) профилактический контроль и надзор с посещением субъекта (объекта) контроля и надзора; 2) профилактический контроль и надзор без посещения субъекта (объекта) контроля и надзора.

В соответствии со статьей 144 Предпринимательского Кодекса основаниями внеплановой проверки субъектов контроля и надзора являются:

1) контроль исполнения предписаний (постановлений, представлений, уведомлений) об устранении выявленных грубых нарушений;

1-1) контроль исполнения предписаний (постановлений, представлений, уведомлений) об устранении выявленных значительных и незначительных нарушений;

2) обращения физических и юридических лиц по конкретным фактам нарушений требований законодательства Республики Казахстан, неустранение которых влечет причинение вреда жизни и здоровью человека;

3) обращения физических и юридических лиц по конкретным фактам о причинении вреда жизни, здоровью человека, окружающей среде и законным интересам физических и юридических лиц, государства;

3-1) информация (экстренное извещение) о наступлении смерти в соответствии с Кодексом Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения»;

4) обращения физических и юридических лиц (потребителей), права которых нарушены;

5) поручения органов прокуратуры по конкретным фактам причинения либо об угрозе причинения вреда жизни, здоровью человека, окружающей среде и законным интересам физических и юридических лиц, государства;

6) обращения государственных органов по конкретным фактам причинения вреда жизни, здоровью человека, окружающей среде и законным интересам физических и юридических лиц, государства, а также по конкретным фактам нарушений требований законодательства Республики Казахстан, неустранение которых влечет причинение вреда жизни и здоровью человека;

7) встречная проверка в отношении третьих лиц, с которыми субъект контроля и надзора имел гражданско-правовые отношения, с целью получения необходимой для осуществления проверки информации;

8) повторная проверка, связанная с обращением субъекта контроля и надзора о несогласии с первоначальной проверкой;

9) поручение органа уголовного преследования по основаниям, предусмотренным Уголовно-процессуальным кодексом Республики Казахстан;

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

10) обращения налогоплательщика, сведения и вопросы, определенные Кодексом Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс);

12) результаты отбора и санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции в случаях выявления нарушений требований законодательства Республики Казахстан в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, гигиенических нормативов и технических регламентов, представляющих опасность для жизни, здоровья человека и среды обитания;

13) информация (экстренное извещение), подаваемая субъектом здравоохранения о возникновении или угрозе возникновения и распространения эпидемии, очагов карантинных объектов и особо опасных вредных организмов, инфекционных, паразитарных заболеваний, отравлений, радиационных аварий.

Комитет экологического регулирования и контроля, в лице его территориальных подразделений т.е. департаментов экологии по результатам проверки могут привлечь предприятия к административной ответственности и выдают предписание со сроками устранения выявленных нарушений. В случае грубых нарушений, которые влекут приостановление действия экологического разрешения это осуществляется через суд.

3. Система мониторинга качества воздуха в Казахстане: нынешнее положение

Мониторинг состояния атмосферного воздуха представляет собой деятельность, включающую наблюдения, сбор, хранение, учет, систематизацию, обобщение, обработку и анализ данных, оценку состояния загрязнения воздуха, производство информации о состоянии загрязнения воздуха, в том числе прогностической информации, и предоставление указанной информации государственным органам, иным физическим и юридическим лицам.

Информацией о состоянии загрязнения воздуха являются первичные данные, полученные в результате мониторинга состояния воздуха, а также информация, являющаяся результатом обработки и анализа таких первичных данных.

Мониторинг состояния воздуха проводится на регулярной и (или) периодической основе в целях сбора данных о состоянии загрязнения воздуха.

В соответствии с новым Экологическим Кодексом Казахстана от 2 января 2021 года мониторинг за качеством воздуха осуществляет Национальная гидрометеорологическая служба, а также юридические лица, индивидуальные предприниматели, передавая свои данные национальной гидрометеорологической службе. Согласно Экологическому Кодексу Республики Казахстан от 2 января 2021 года, мониторингом качества воздуха в Казахстане на государственном уровне занимается Национальная гидрометеорологическая служба Казахстана, которой является РГП «Казгидромет».¹

¹ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОДЕКС РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН - ИПС "Әділет" (zan.kz)

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся Национальной гидрометеорологической службой «Казгидромет» в 45 населенных пунктах на 140 постах наблюдений и с помощью передвижных лабораторий.²

На 55 постах ручного отбора проб 3-4 раза в сутки (07, 13, 19, 01 час) в зависимости от программы проводится отбор проб воздуха с дальнейшим направлением в лабораторию для определения концентраций загрязняющих веществ: в городах Актау (2), Актобе (3), Алматы (5), Нур-Султан (4), Атырау (2), Балхаш (3), Жезказган (2), Караганда (4), Кокшетау (1), Костанай (2), Кызылорда (1), Риддер (2), Павлодар (2), Петропавловск (2), Семей (2), Тараз (4), Темиртау (3), Усть-Каменогорск (5), Шымкент (4), Экибастуз (1), поселок Глубокое (1).

На 85 автоматических постах наблюдения проводятся в непрерывном режиме: Нур-Султан (6), ЩБКЗ (2), СКФМ Боровое (2), Кокшетау (1), Атбасар (1), Степногорск (1), Алматы (11), Талдыкорган (2), Актобе (3), Атырау (3), Кульсары (1), Усть-Каменогорск (2), Риддер (1), Семей (2), п.Глубокое (1), Алтай (1), Тараз (1), Жанатас (1), Каратау (1), Шу (1), Кордай (1), Уральск (3), Аксай (2), п.Январцево (1), Караганда (3), Балхаш (1), Жезказган (1), Темиртау (1), Сарань (1), Костанай (2), Рудный (2), п.Карабалык (1), Кызылорда (2), п.Акай (1), п.Торетам (1), Актау (2), Жанаозен (2), п.Бейнеу (1), Павлодар (5), Аксу (1), Экибастуз (1), Петропавловск (2), Шымкент (2), Кентау (1), Туркестан (1). Схема расположения данных населенных пунктов показана на рисунке 5.

На постах и с помощью передвижных лабораторий определяются следующие показатели: взвешенные частицы (пыль), взвешенные частицы РМ-2,5, взвешенные частицы РМ-10, диоксид серы, растворимые сульфаты, диоксид углерода, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, озон (приземный), сероводород, фенол, фтористый водород, хлор, хлористый водород, углеводороды, аммиак, серная кислота, формальдегид, метан, сумма углеводородов, н/о соединения мышьяка, кадмий, свинец, хром, медь, бензол, этилбензол, бенз(а)пирен, бензин, бериллий, марганец, кобальт, цинк, никель, ртуть.



² Ежемесячный информационный бюллетень о состоянии окружающей среды - Казгидромет (kazhydromet.kz)

Рис. 5 Схема расположения населенных пунктов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на территории Республики Казахстан

Состояние загрязнения воздуха оценивается по результатам анализа и обработки проб воздуха, отобранных на стационарных постах наблюдений. Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха на территории РК проводится по показателям стандартного индекса и наибольшей повторяемости в соответствии с РД 52.04.667-2005 «Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности населения».

Индикаторы для оценки качества воздуха в Казахстане.

Степень загрязнения атмосферного воздуха примесью оценивается при сравнении концентрации примесей с ПДК (в мг/м³, мкг/м³).

ПДК – предельно-допустимая концентрация примеси.

Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха за год используются два показателя качества воздуха:

– стандартный индекс (СИ) – наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого загрязняющего вещества, деленная на ПДК.

– наибольшая повторяемость; (НП), %, превышения ПДК – наибольшая повторяемость превышения ПДК любым загрязняющим веществом в воздухе города;

– индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – показатель загрязнения атмосферы. Для его расчета используются средние значения концентраций различных загрязняющих веществ, деленные на ПДК и приведенные к вредности диоксида серы.

Степень загрязнения атмосферы характеризуется четырьмя стандартными градациями показателей СИ, НП и ИЗА³ (таблица 1). Если ИЗА, СИ и НП попадают в разные градации, то степень загрязнения атмосферы оценивается по ИЗА.

Таблица 1

Степень		Показатели загрязнения атмосферы	Оценки за год
градации	загрязнение атмосферы		
I	Низкое	СИ НП, % ИЗА	0–1 0 0–4

³ РД 52.04.667-2005, Документы состояния загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию

II	Повышенное	СИ НП, % ИЗА	2–4 1–19 5–6
III	Высокое	СИ НП, % ИЗА	5–10 20–49 7–13
IV	Очень высокое	СИ НП, % ИЗА	> 10 > 50 > 14

Общая оценка загрязнения атмосферного воздуха в Казахстане за 2020 год.

Высоким уровнем загрязнения характеризуются: гг. Темиртау, Нур-Султан, Алматы, Актобе, Атырау, Усть-Каменогорск, Караганда, Балхаш, Жезказган, Шымкент; К повышенному уровню загрязнения относятся: гг. Риддер, Семей, Сарань, Талдыкорган, п. Глубокое;

Низким уровнем загрязнения характеризуются: гг. Актау, Туркестан, Тараз, Петропавловск, Уральск, Павлодар, Кокшетау, Степногорск, Атбасар, СКФМ «Боровое», Щучинско-Боровская курортная зона, Костанай, Рудный, Жанаозен, Аксай, Кызылорда, Кульсары, Каратау, Екибастуз, Алтай, Аксу, Шу, Жанатас, Кентау и пп. Акай, Кордай, Торетам, Карабалык, Бейнеу, Январцево.

Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах такими загрязнителями как: диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, формальдегид, сероводород, взвешенные вещества, фенол, аммиак обусловлен:

1) загруженностью автодорог городским транспортом – многокомпонентность выхлопов бензинового и дизельного топлива автотранспорта является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов диоксидом азота, оксидом углерода, органическими веществами и т.д., а высокая загруженность автодорог даже в городах с хорошей проветриваемостью приводит к накоплению вредных примесей в атмосфере воздуха.

2) рассеиванием эмиссий от промышленных предприятий – результатом производственных процессов при сжигании продуктов промышленности является весь перечень вредных веществ, обуславливающих высокий уровень загрязненности воздуха. Рассеивание их в воздушном бассейне над территорией населенных пунктов значительно влияет на качество атмосферного воздуха городов, пригородов и поселков.

3) низкой проветриваемостью атмосферного пространства населенных пунктов – находящиеся в воздухе загрязнители накапливаются в приземном слое атмосферы и их концентрация сохраняется на очень высоком уровне.

Доступ к информации:

На сайте Казгидромета (www.kazhydromet.kz) публикуется, хранится и находится в общем доступе вся информация о мониторинге состояния окружающей среды по всем

компонентам, включая атмосферный воздух. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды включают оценку и мониторинг качества атмосферного воздуха и публикуются каждый месяц, каждый квартал, полугодие и общий за год по 14 областям Казахстана и 3 городам Республиканского значения. С данными бюллетенями можно ознакомиться по ссылке: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayuschey-sredy>. Также еженедельно Казгидромет публикует еженедельную информационную справку о качестве атмосферного воздуха по 13 самым крупным городам Казахстана с указанием случаев превышения предельно-допустимых норм, и районов где воздух города наиболее загрязнен.

Отбор проб воздуха для определения концентрации примесей в атмосфере

1. Режим отбора проб на постах ручного отбора

Отбор проб на постах ручного отбора проводится на основании руководящего документа РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

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

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.).

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 рисунках 6,7,8. 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.

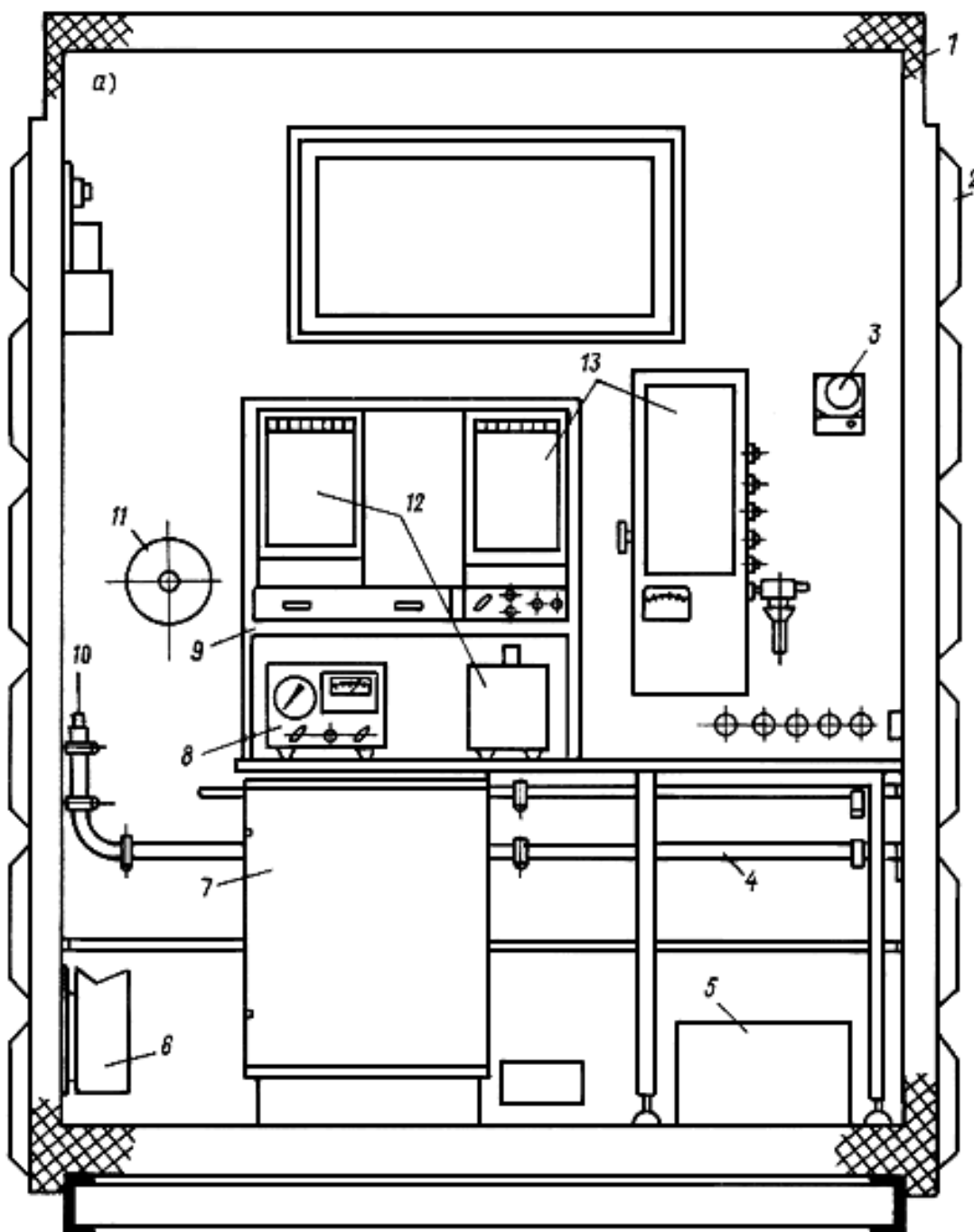


Рис. 6 Размещение оборудования в "Пост-1". Вид слева

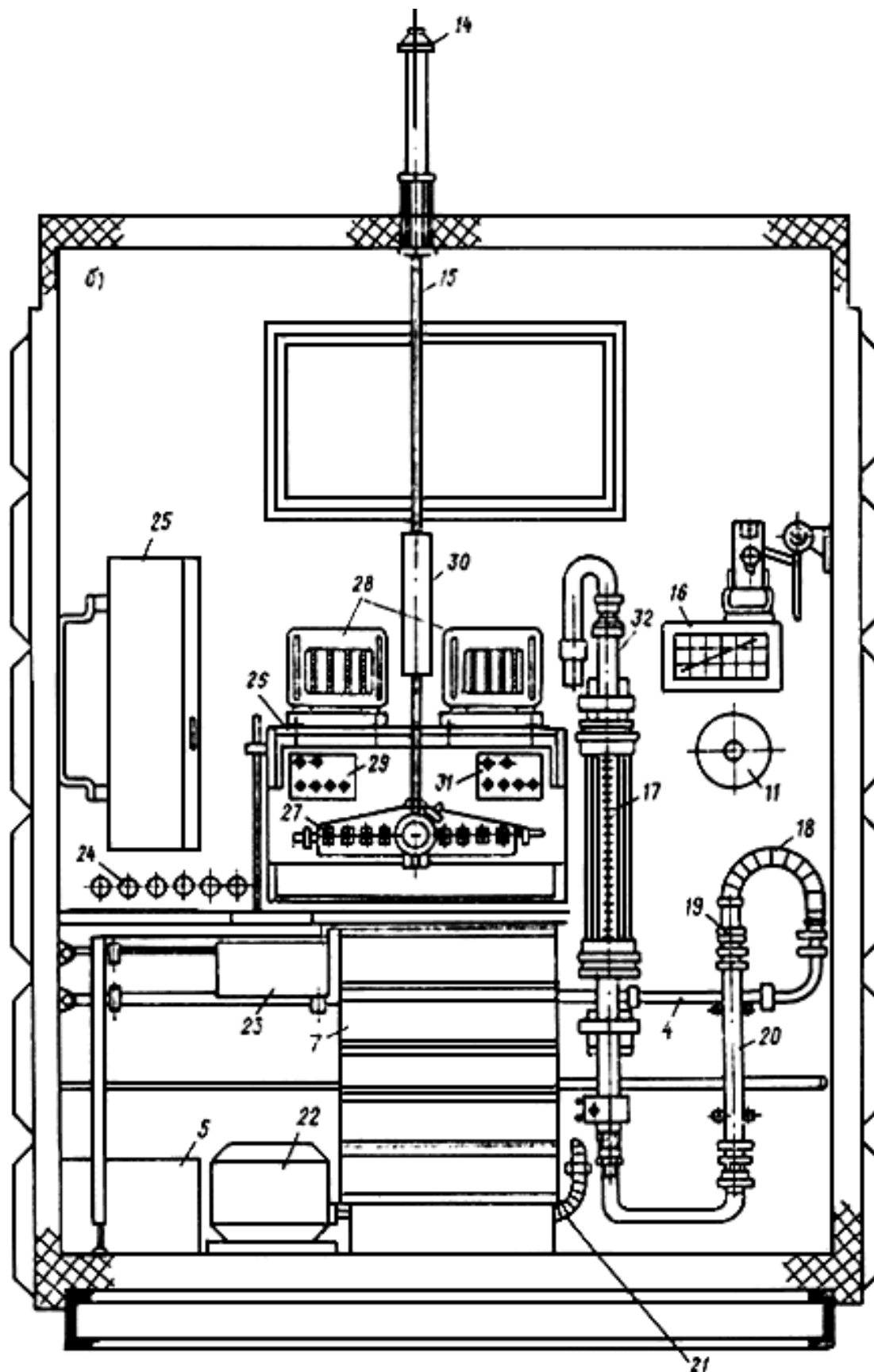


Рис.7 Размещение оборудования в "Пост-1". Вид спереди

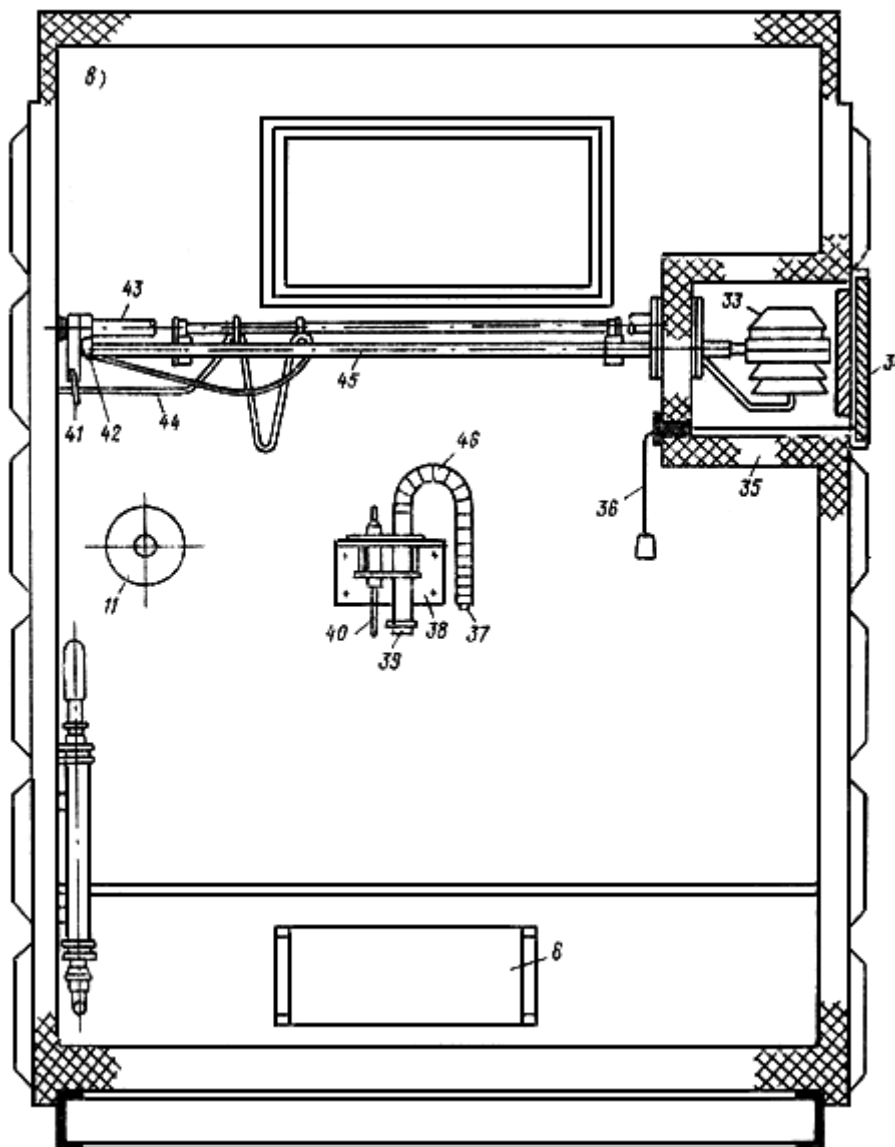


Рис.8 Размещение оборудования в "Пост-1". Вид справа

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 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 ГКП-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 комплексе 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.

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 метеокомплекс. Схема размещения приборов и оборудования представлена на рис.9. 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.

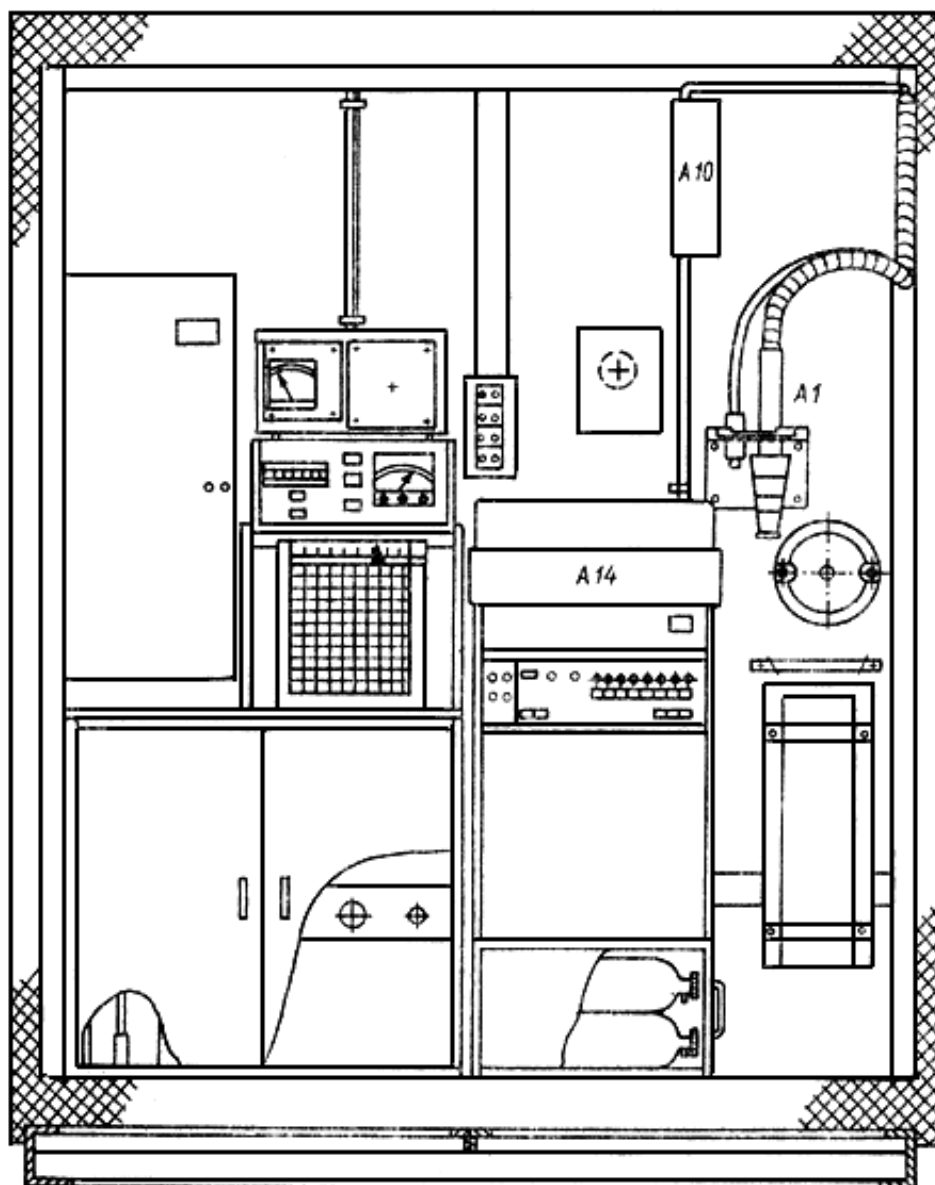


Рис.9 Размещение оборудования в "Пост-2". Вид слева

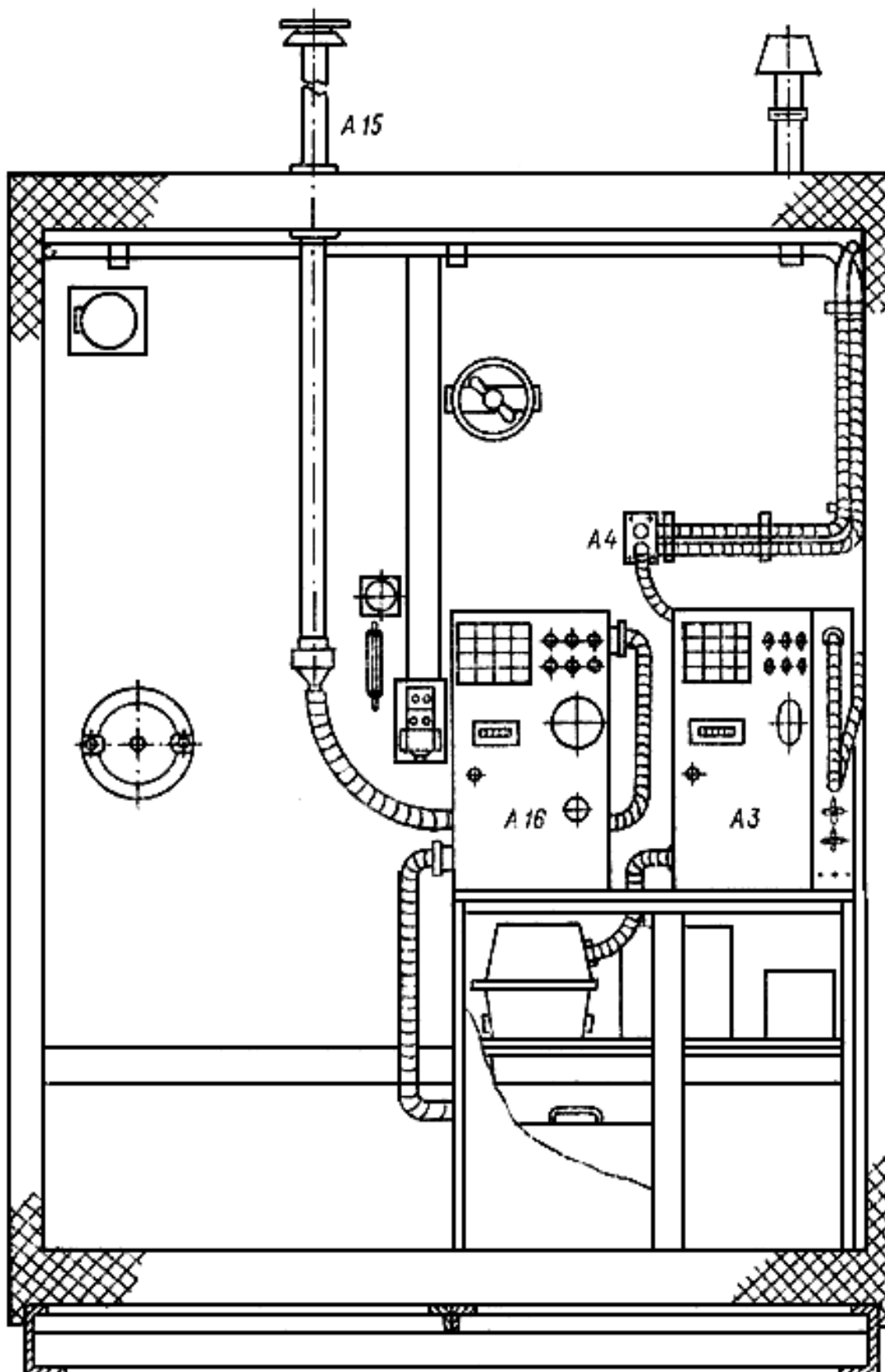


Рис.10 Размещение оборудования в "Пост-2". Вид спереди

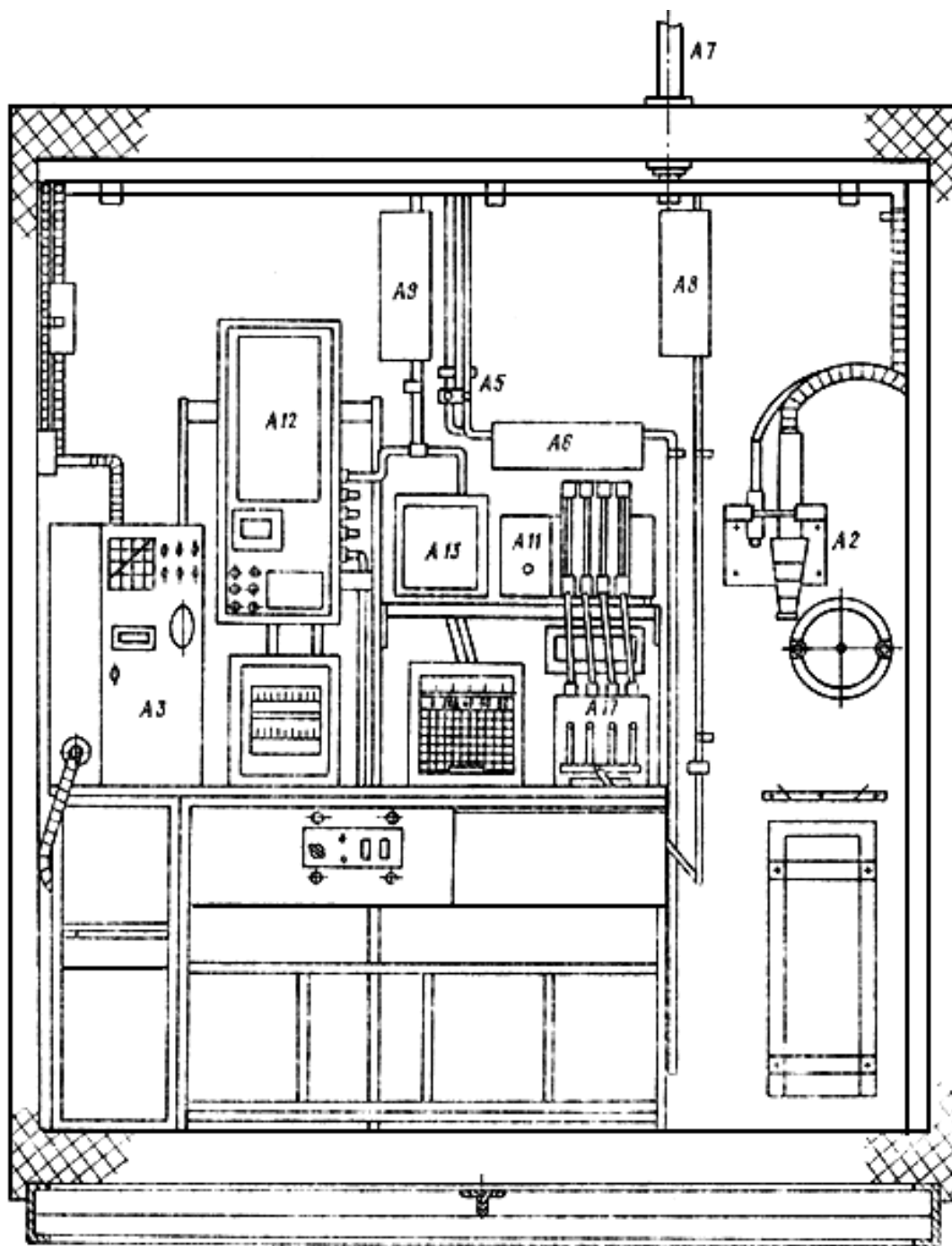


Рис. 11 Размещение оборудования в "Пост-2". Вид справа

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), 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.

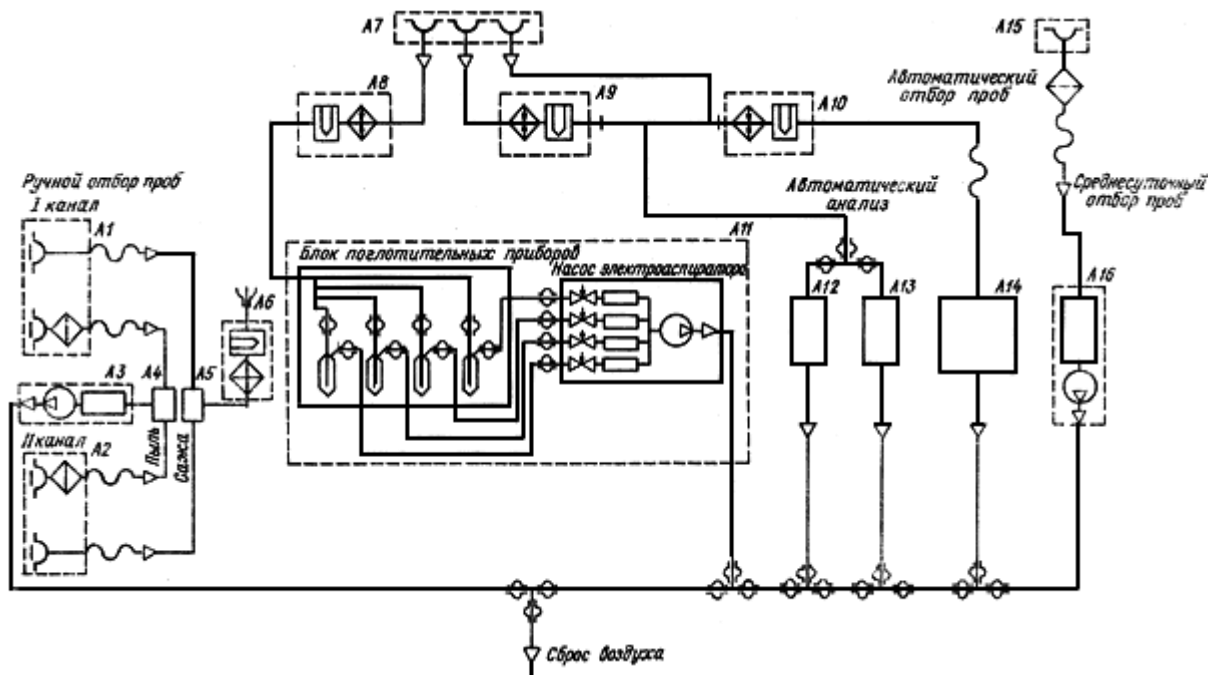


Рис. 12 Схема воздушных магистралей в "Пост-2"

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 воздуха, 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.

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 (электроасpirаторы модели 822, ЭА-1, ЭА-2, ЭА-2С, "Компонент") и газоанализаторы.
- 5) подготовить устройства измерения метеорологических элементов.

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.

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" 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.



Рис.13 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 укреплена 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. 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 укрепляют 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.

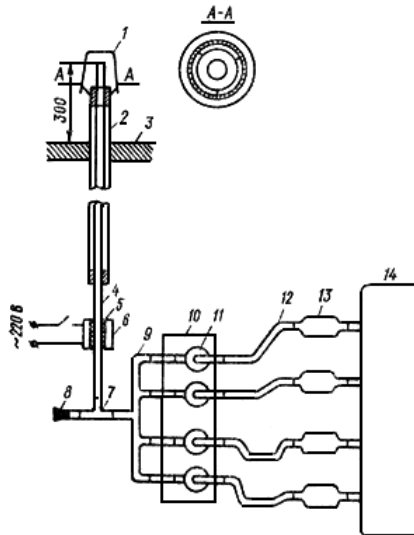
Павильон для стационарных постов

В некоторых населенных пунктах сохранились изготовленные в конце шестидесятых годов стационарные посты, не оборудованные комплектными лабораториями (рис.14). 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.



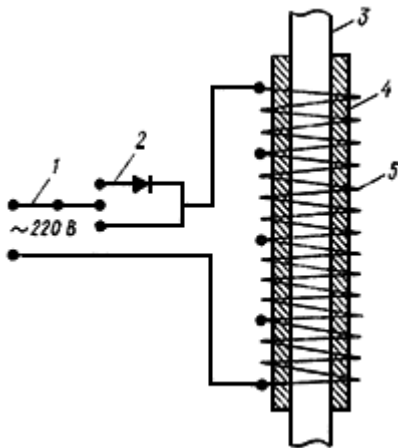
Рис.14 Стационарный пост

Отбор проб воздуха на газопылевые примеси проводится с помощью воздухозаборника, выведенного наружу через потолок и крышу павильона (рис.15). 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 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.

Рис.15 Газовая схема отбора проб воздуха на стационарном посту



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

Рис. 16 Схема обогрева воздухозаборной трубки

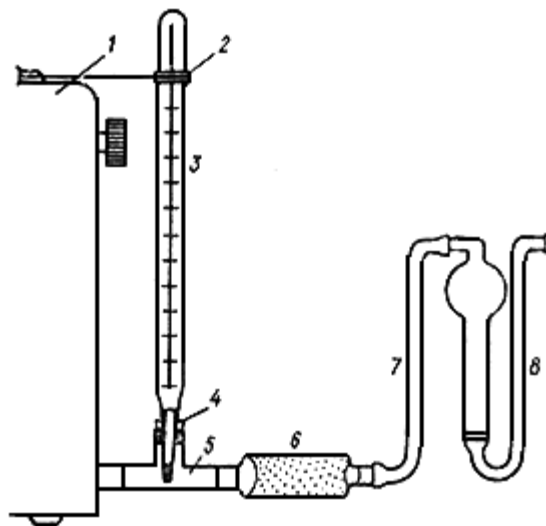
Отбор проб воздуха для определения концентрации аэрозолей (пыль, сажа) осуществляется с помощью автомобильного аспиратора или электроаспиратора М-114 через один из четырех люков в стенках павильона (расположенных на высоте 1,5 м от поверхности земли и на расстоянии 20-30 см от угла павильона) в зависимости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

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 и включают обогрев подводящей трубки. 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,

Рис. 17 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/м .

3. Открыть люк и выдвинуть штангу за рукоятку для измерения температуры наружного воздуха и влажности. Перед выдвиганием 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, скорость 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.2 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 батистовой. 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 электроаспиратора ЭА-2 ("Пост-2") или расход по ротаметру ("Пост-1").

Таблица 2

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

Расход воздуха, дм /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 дм /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 нагрузки 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 вентиля, 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 метеоконкомплекса 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 метеоконкомплекса 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.2. При отсутствии ветра в графе "Направление" записывается "Штиль", в графе "скорость" - "0".

Таблица 3
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.3, и в зашифрованном виде записывается в ТЗА-0. Состояние подстилающей поверхности (влажная, сухая) также записывается в ТЗА-0.

Таблица 4
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

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/м).

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.

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-II" 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 лабораторией; 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 выдвижной 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 тренога (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 условий отбора проб.

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. Режим отбора газовых примесей устанавливается, как описано в условиях отбора проб.. 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 (см. п.3). 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. Правила проведения метеорологических наблюдений см. в п.3.

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

Лабораторный анализ атмосферного воздуха для определения концентраций загрязняющих веществ

Методы и средства измерения

Для наблюдения за загрязнением атмосферы в настоящем руководстве помещены методики, основанные на использовании следующих физико-химических и физических методов: фотоколориметрии, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, рентгенофлуоресцентный, квазилинейчатых спектров люминесценции, потенциометрии, газовой хроматографии (ГХ).

Большая часть приведенных методик определения концентраций неорганических веществ и некоторых органических основана на фотометрическом методе анализа, включающем химическое преобразование определяемого вещества в окрашенное соединение и измерение оптической плотности его раствора. Наличие большого количества достаточно избирательных химических реакций, простота, доступность и надежность требующейся аппаратуры, высокая чувствительность и производительность делают этот метод особенно удобным для широкого использования при проведении серийных анализов проб, отобранных из воздуха.

Практически все приведенные в данном руководстве фотометрические методики разработаны с использованием двухлучевых фотоколориметров ФЭК-56, ФЭК-56М, предусматривающих уравнивание интенсивностей двух световых потоков при помощи переменной диафрагмы. В последнее время широкое распространение получили однолучевые фотоколориметры КФК-2 и КФК-2МП, КФК-3, которые имеют лучшие метрологические характеристики, проще в работе и, как правило, могут заменить ФЭК-56М. Следует отметить, что при использовании фильтрового прибора иной марки, чем это указано в методике, необходимо произвести подбор светофильтра. Способ подбора описан в инструкции к каждому фотоколориметру.

Применение вместо фотоколориметров спектрофотометров в ряде случаев дает возможность улучшить метрологические характеристики методик благодаря более точной настройке на максимум светопоглощения, однако их стоимость обычно существенно

выше. Поэтому для проведения серийных анализов использование спектрофотометров в большинстве случаев не оправдано. Возможность достаточно точной настройки на нужную длину волны света, относительно невысокая стоимость, небольшие масса и габариты удачно сочетаются в фотометре КФК-3. Этот прибор имеет к тому же проточную кювету и предоставляет возможность вывода на встроенный дисплей или печатающее устройство результатов измерения сразу в единицах концентрации. Все это делает КФК-3 особенно удобным для проведения серийных анализов.

Еще большее снижение затрат труда на проведение анализа обеспечивают фотометры с автоматической подачей проб, установленных в специальные кассеты. При их использовании производительность повышается до 100 и более анализов подготовленных проб в час. Однако такие приборы целесообразно применять в лабораториях с большим объемом работ (не менее 35000 анализов в год).

В качестве основного метода определения концентрации металлов в аэрозолях и осадках рекомендуется атомно-абсорбционная спектрофотометрия с пламенной и термической ионизацией пробы. Этот метод, особенно тот вариант, в котором используется термическая атомизация, обладает достаточно высокой чувствительностью и позволяет определять большое число металлов.

Некоторую сложность представляет переход от определения одного металла к определению другого, поскольку при этом обычно требуется смена источника излучения. Поэтому при серийных анализах удобнее использовать несколько приборов, каждый из которых настроен на измерение концентрации одного металла. Атомно-абсорбционные спектрофотометры обеспечивают высокую производительность труда (несколько десятков проб в час), но имеют высокую стоимость. Это обуславливает целесообразность их использования только в специализированных централизованных лабораториях с большим объемом работ или в городах, где ввиду большой вероятности появления загрязняющих веществ в концентрациях выше ПДК необходим оперативный анализ каждой пробы. Организацию централизованного контроля облегчает также простота пересылки проб аэрозолей, отобранных на фильтры, и хорошая сохраняемость проб.

Метод рентгенофлуоресцентный с использованием полупроводникового детектора предназначен только для централизованных лабораторий. Он позволяет существенно увеличить объем информации, получаемой при анализе одной пробы, а также определять концентрацию таких вредных веществ, как мышьяк и селен. Кроме того, метод не требует специальной подготовки проб, они не портятся в процессе измерения и могут анализироваться повторно.

Наряду с атомно-абсорбционным и рентгенофлуоресцентным методами для определения ряда металлов приводятся фотометрические методики, не требующие сложной аппаратуры. Однако применять их следует лишь при невозможности использовать первые два метода.

Для некоторых соединений наряду с фотометрическими приведены потенциометрические методики анализа. Поскольку последние являются более простыми в исполнении и надежными, им следует отдать предпочтение при наличии соответствующей аппаратуры.

Для проведения режимных наблюдений за концентрациями 3,4-бензпирена выбран вариант метода квазилинейчатых спектров люминесценции замороженных растворов с использованием единого стандарта. В то же время, для проведения научных исследований и для анализа проб, сильно загрязненных промышленными выбросами, приведен более сложный для серийного анализа вариант с использованием добавок. Для определения концентраций нескольких полиароматических углеводородов из одной пробы приведен метод высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Для определения концентраций большинства органических веществ выбран метод газовой хроматографии. Его основным достоинством по сравнению с фотометрическим методом является возможность определения из одной пробы нескольких веществ, в том

числе принадлежащих к одному гомологическому ряду. Кроме того, чувствительность хроматографического метода при определении концентраций многих веществ выше, чем чувствительность фотометрического. Он позволяет существенно расширить номенклатуру определяемых в атмосфере вредных примесей. Вместе с тем хроматографический метод имеет ряд ограничений, которые должны учитываться при планировании его использования: сложность и высокая стоимость аппаратуры, необходимость высококвалифицированного обслуживания и небольшая производительность (1-3 пробы в час).

Настройка хроматографа на каждую новую методику требует значительного времени и трудозатрат. В связи с этим хроматографы в первую очередь целесообразно применять в специализированных централизованных лабораториях, имеющих достаточное число приборов, чтобы каждый из них использовался для анализа одной группы веществ. Для определения ряда хлорированных углеводородов приведены две хроматографические методики, различающиеся вспомогательными устройствами.

По мере совершенствования приборов и методов в лаборатории периодически возникает необходимость перехода на новую методику. При переходе с одной методики измерения данного вещества или группы веществ на другую необходимо в каждой лаборатории провести параллельные анализы в течение не менее одного месяца для того, чтобы установить, имеются ли различия в результатах. При наличии расхождений необходимо проанализировать их причины и выяснить возможность установления переходного коэффициента для сохранения непрерывности ряда. Параллельные измерения следует производить тщательно, из одного воздуховода, предварительно проверив правильность работы расходомеров. Результаты измерений и их аналитическое обсуждение направляют в головную организацию для получения разрешения на переход к новой методике.

В каждой методике наряду с принципом метода измерения указаны конкретные средства измерения, с применением которых она разработана, однако они могут быть заменены аналогичными с погрешностями, не превышающими погрешность рекомендуемых.

4. Методы пробоотбора и анализа летучих органических соединений в атмосферном воздухе

Существуют две основные группы загрязнителей атмосферного воздуха – органические и неорганические (рисунок 18). К группе неорганических загрязнителей воздуха относятся оксид углерода, сернистый ангидрид, серный ангидрид, сероводород и сероуглерод, оксиды азота, соединения фтора и хлора, а также тяжелые металлы.

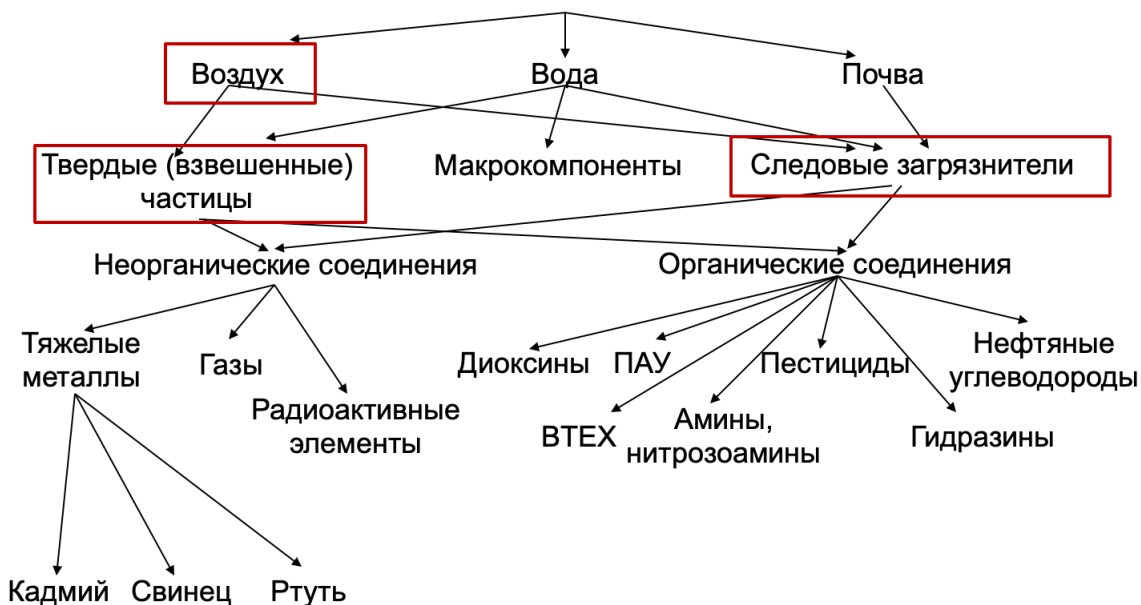


Рис. 18 Классификация загрязнителей в объектах окружающей среды

Одной из наиболее опасных групп загрязнителей воздуха являются летучие органические соединения (ЛОС), такие как ароматические углеводороды (ВТЕХ), метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) и N-метиланилин (ММА), хлорорганические растворители (ХОС), стирол, фенолы, акролеин, толуолдиизоцианат. ЛОС поступают в атмосферный воздух из антропогенных и биогенных источников, а также может образовываться в результате фотохимических реакций и фотолиза [1]. В настоящий момент основными источниками ЛОС в крупных городах являются выбросы автотранспорта, ТЭЦ и промышленных предприятий, а также строительство (отделочные материалы) [2-4]. Краткосрочное воздействие высоких концентраций ЛОС может вызывать, головные боли, сонливость, психические расстройства и другие заболевания центральной нервной системы [5-11]. Многие ЛОС (бензол, стирол, фенол, хлорорганические соединения) проявляют канцерогенные и мутагенные свойства [5]. Хлорорганические соединения, стирол, фенолы и акролеин являются сильными раздражителями печени и почек [8-10].

ЛОС являются частью большого семейства углеводов, представляющего собой широкий спектр алифатических, ароматических углеводов, их галогенированных производных, спиртов, кетонов и альдегидов. ЛОС обладают свойством превращаться в пар или газ без каких-либо химических изменений. Они являются высокореактивными углеводородами и участвуют в атмосферных фотохимических реакциях. ЛОС как первичного, так и вторичного происхождения в окружающем воздухе имеют огромное значение, поскольку они оказывают как прямое, так и косвенное воздействие на изменение климата, экологию и здоровье человека.

В присутствии оксидов азота и солнечного света ЛОС образуют озон и другие продукты. Окисление сложных органических молекул приводит к фрагментации, образованию ряда активных свободных радикалов и более стабильных более мелких молекул, таких как альдегиды. ЛОС вызывают озабоченность, во-первых, из-за их роли в образовании приземного озона и смога, а во-вторых, из-за того, что некоторые из них являются канцерогенными, мутагенными и тератогенными по своей природе. Многие ЛОС обладают низкой реакционной способностью и, следовательно, длительным сроком службы в атмосфере и могут быть классифицированы как стойкие органические загрязнители (СОЗ). Некоторые ЛОС являются опасными загрязнителями воздуха (HAPs) в силу их токсичности.

Международные опасения в отношении ЛОС возникают в связи с их способностью переноситься, распределяться и накапливаться на большие расстояния в различных компонентах окружающей среды, их токсичной природой и значительным вкладом природных источников. Мониторинг ЛОС в атмосферном воздухе направлен на контроль или предотвращение неблагоприятного воздействия на человека и экологию. Это также должно привести к знанию типов и категорий ЛОС с точки зрения фотохимического потенциала создания озона ЛОС, концентраций видов ЛОС, путей их рассеивания и судьбы в окружающей среде. Однако существует множество проблем, связанных с измерением ЛОС окружающей среды, начиная с определений ЛОС и заканчивая протоколами мониторинга и отчетности. В этой главе мы обсудим различные методы, применяемые на практике для определения, отбора проб, анализа и отчетности о ЛОС. В этой главе также подчеркивается необходимость единообразного метода работы с ЛОС для целей сравнения и лучшего понимания.

Оценка ЛОС в воздухе

Любая методика определения концентраций ЛОС в воздухе состоит из следующих этапов:

- методы отбора проб воздуха;
- методы пробоподготовки;
- методы анализа целевых аналитов;
- обработка данных и выдача отчета.

Характеристика современного достоверного количественного анализа являются:

- Определение следовых концентраций;
- Исключение перекрестного загрязнения;
- Эффективный контроль погрешностей;
- Предпочтительны методы прямого определения (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС).

Методы анализа воздуха разделяются на: 1) непрерывные, к которым относятся профессиональные станции мониторинга, газоанализаторы и сенсоры (рисунок 19) и 2) требующие отбора и подготовки проб.

Преимуществами газоанализаторов являются портативность, быстрота получения данных, надежность простота и низкая стоимость. Недостатками газоанализаторов является низкая селективность, чувствительность и точность.

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»



Рис.19 Станции мониторинга для непрерывного методов анализа воздуха

Методы отбора проб воздуха

Первым и важным этапом мониторинга ЛОС в воздухе является пробоотбор. С этой целью во всем мире практикуются различные методы отбора проб ЛОС в воздухе [12]. На данный момент для определения ЛОС в воздухе наиболее широко применяют три основных подхода:

Активный отбор проб проводится путем пропускания образцов воздуха через подходящий сорбент, удерживающий ЛОС, при помощи специального насоса (рисунок 3) с последующим переносом аналитов в устройство для ввода проб газового хроматографа при помощи термодесорбера [13-14]. Активный отбор применяется как для определения разовых концентраций, так и для определения средневзвешенных концентраций (СВК) аналитов.

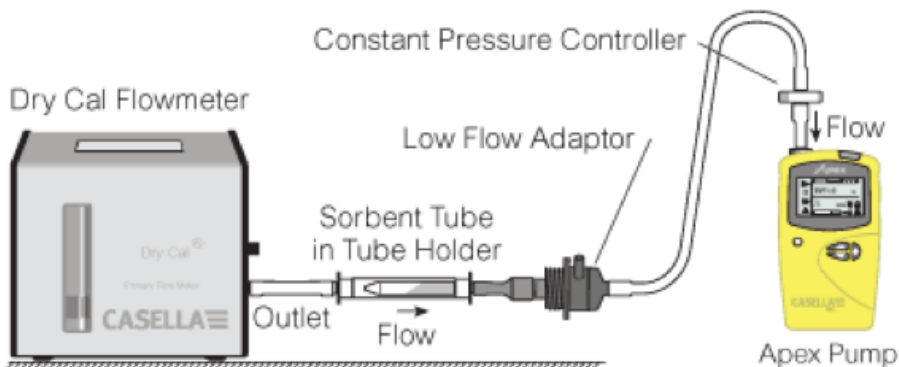


Рис. 20 Схема отбора воздуха для определения ЛОС на сорбционные трубки
<http://www.casellameasurement.com/knowledgebase-introduction-to-air-sampling.htm>

Разовый отбор проб производится в течение очень короткого периода времени (10-30 с), как правило, с использованием вакуумированных полированных канистр из нержавеющей стали или алюминия, в полимерные, стеклянные либо стальные контейнеры [15-17] (рисунок 21). При данном методе пробоотбора необходимо дополнительное оборудование – насос с медленной скоростью прокачки воздуха (20мл/мин) [18] (стоимость до 1000 долларов). После отбора для концентрирования аналитов отобранный воздух пропускают через адсорбционные трубки с последующей термодесорбцией в специальном термодесорбере, присоединенном к устройству для ввода проб газового хроматографа. Меньшая чувствительность этого метода ограничивает его использование, поскольку требуются довольно высокие концентрации.

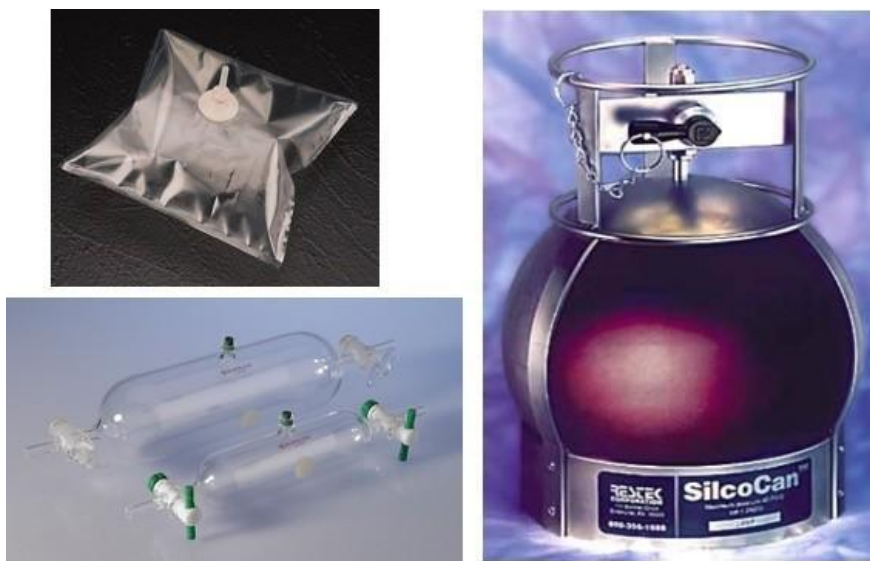


Рис. 21 Контейнеры для отбора воздуха

Альтернативой активного отбора для определения СВК является пассивный метод пробоотбора, основанный на молекулярной диффузии [19]. *Пассивный отбор проб* проводится в основном путем адсорбции аналитов на твердый накопитель (адсорбенты) (рисунок 22) в течение длительного времени. Для мониторинга атмосферного воздуха наибольшую важность представляет определение средневзвешенных концентраций (СВК) загрязнителей. СВК позволяет определить среднюю концентрацию в течение определенного периода времени (1 час, 1 сутки, 1 неделя), а также истинную концентрацию загрязнителей, исключая влияние кратковременных изменений концентрации. Кроме того, концентрации СВК используются для оценки общего поступления загрязняющих веществ, общих рисков для здоровья и тенденций в уровне загрязнения. Подходы определения СВК аналитов заключаются в отборе средневзвешенной пробы методом *активного или пассивного пробоотбора*. Данные методы основаны на пробоотборе в течение определенного времени и последующим анализом, которые требуют только одного измерения (в трех параллелях), тем самым уменьшая использование инструментальных методов.

Непрерывный анализ концентраций ЛОС с использованием передвижных станций мониторинга и портативных устройств [20-22].

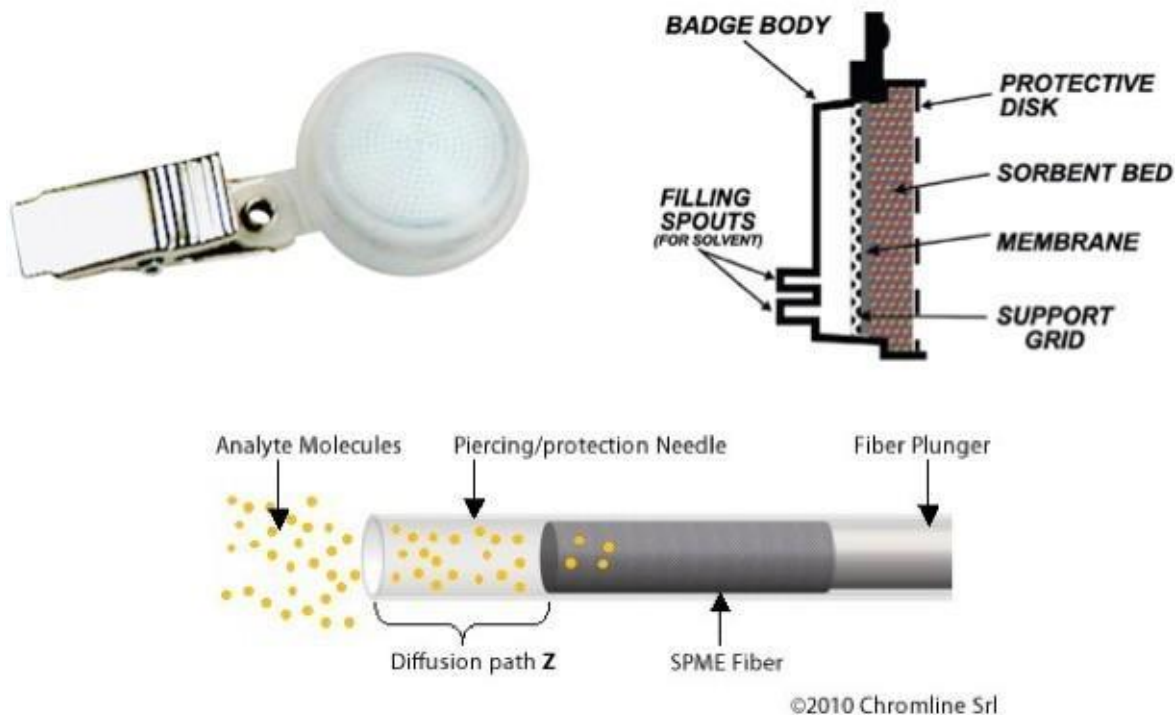


Рис. 22 Пробоотборники для пассивного отбора проб воздуха

Третий метод не обеспечивает приемлемую точность, в то время как первые два имеют следующие недостатки [18]:

- Очистка контейнеров требует высокочистый гелий, для получения которого необходимо пропускать гелий марки «А» через сосуд Дьюара с жидким азотом.
- Для десорбции аналитов обязательно требуется дополнительное устройство - термодесорбер, стоимость которого составляет от 40 до 100 тыс. долларов в зависимости от комплектации и производителя.
- Для уменьшения ширины пиков все аналиты должны быть криофокусированы в устройстве для ввода проб либо в колонке газового хроматографа.
- Для очистки образцов воздуха либо сорбционных трубок от воды необходимо специальное устройство.
- Ряд ЛОС, особенно полярные, могут адсорбироваться в трансферной линии между термодесорбером и газовым хроматографом, что приводит к перекрестному загрязнению образцов и получению неточных результатов.

Все описанные проблемы значительно ограничивают применение стандартных методов, особенно в развивающихся странах. В Казахстане по данной причине мониторинг концентраций ЛОС в воздухе не проводится совсем, несмотря на наличие основного оборудования в ответственных лабораториях.

Методы пробоподготовки

После предварительного концентрирования ЛОС необходимо десорбировать для дальнейшего анализа. В настоящее время на практике существует множество методов экстракции, таких как химическая и термическая десорбция, экстракция растворителем, твердофазная микроэкстракция и т. д.

4.1. Химическая десорбция

После предварительного концентрирования ЛОС на твердом сорбенте, особенно на активированном угле, десорбция выполняется с использованием различных органических растворителей. Для этой цели широко используется сероуглерод (CS₂); Некоторые исследователи также используют метанол и ацетонитрил. Обычно для десорбции целевых ЛОС из твердого сорбента используется 1-2 мл растворителя и выдерживают 45-60 мин при периодическом перемешивании для десорбции.

4.2. Термодесорбция

Очень эффективным методом извлечения из твердого сорбента является термодесорбция. В этом методе пробоотборная трубка с открытым твердым сорбентом подвергается воздействию высоких температур, обычно в диапазоне от 200 °С до 380 °С, в зависимости от характеристик твердого сорбента. Целевые ЛОС десорбируются и собираются для дальнейшего анализа. Часто используют ловушку с криогенным фокусированием с последующей термодесорбцией целевых соединений. В качестве альтернативы их можно использовать непосредственно для последующего анализа.

Особенности сорбционных трубок:

- Высокая эффективность улавливания;
- Дериватизация в трубке;
- Возможно последовательного заполнения сорбентами;
- Ограничения по скорости потока;
- Трудоемкость и сложность десорбции.

Типы сорбционных трубок по методу десорбции различают:

- Для десорбции растворителем;
- Для термодесорбции - для каждого типа термодесорбера свои трубки.

Типы адсорбентов для сорбционных трубок бывают (рисунок 23):

- Активированный уголь;
- Тенax TA, GC;
- Кабопак;
- Карбосив;
- Карбовакс.



Рис. 23 Сорбционные трубки

4.3 Экстракция растворителем

В этом методе предварительное концентрирование ЛОС из воздуха проводят с использованием подходящего жидкого растворителя на импинджеры и денудеры. Реагенты для дериватизации также могут быть добавлены для превращения аналитов в продукты реакции, более подходящие для последующего разделения и/или обнаружения. Этот метод широко используется для анализа карбонильных соединений в воздухе, при этом 2,4-динитрофенилгидразин (DNPH) является наиболее широко используемым дериватирующим агентом, образующим гидразоны, которые можно анализировать с помощью ВЭЖХ и УФ-видимом или флуоресцентном детектировании [23]. После элюирования ацетонитрилом очень низкие пределы обнаружения (LOD) могут быть достигнуты с помощью анализа ВЭЖХ – МС [24]. Хотя чувствительность этих методов в большинстве случаев достаточна, но являются времязатратными и сложными для применения в непрерывных измерений.

4.4. Методы твердофазной микроэкстракции (ТФМЭ)

Наиболее перспективным методом определения ЛОС в воздухе является твердофазная микроэкстракция (ТФМЭ), разработанный Артуром и Павлишиным из Университета Ватерлоо (Канада) в 1989 году [25-27]. Метод ТФМЭ основан на сорбции ЛОС микрополимерным покрытием с последующей десорбцией аналитов непосредственно в устройстве для ввода проб газового хроматографа (рисунок 25).

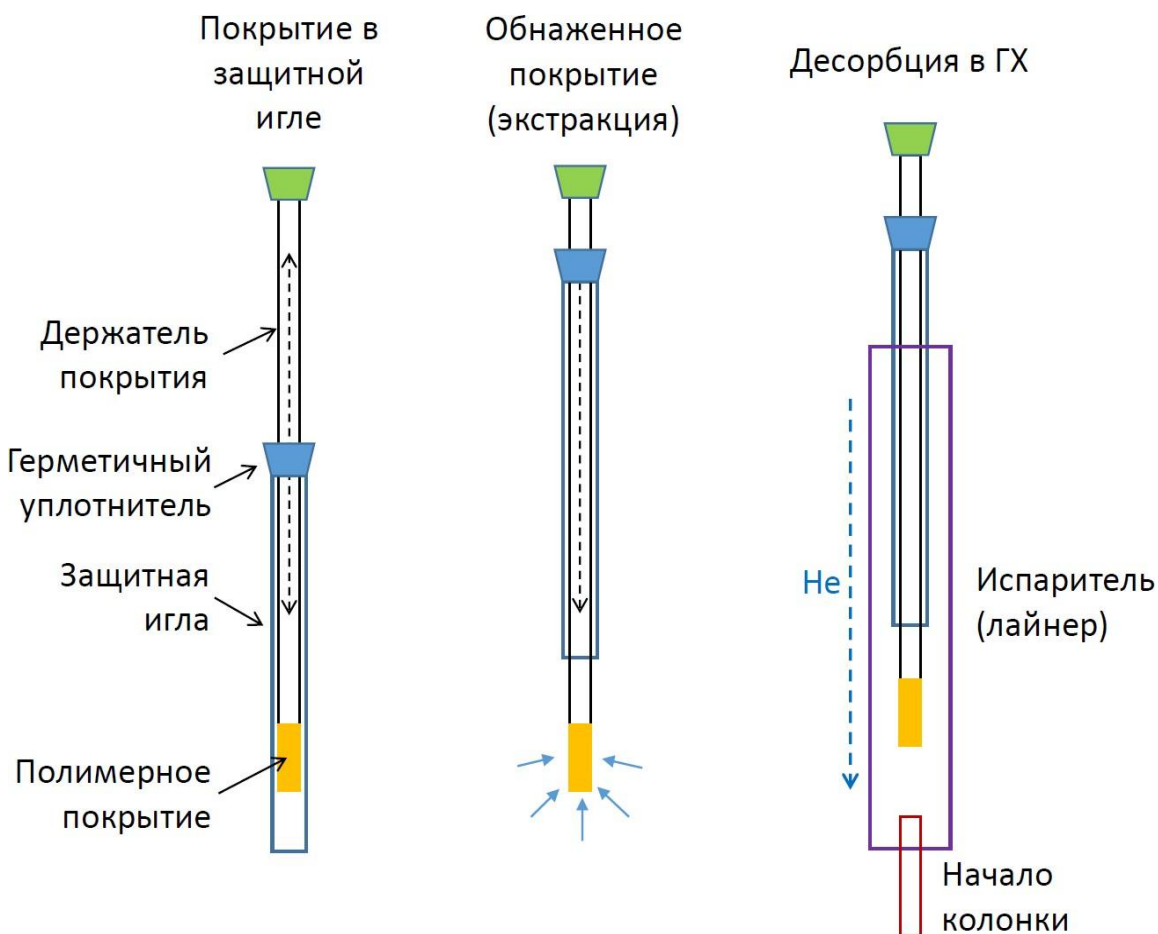


Рис. 25 Схема твердофазной микроэкстракции

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

Метод твердофазной микроэкстракции получил широкое развитие в аналитической практике благодаря таким его особенностям, как [28-29115]:

- отсутствие необходимости в токсичных органических растворителях;
- высокая степень концентрирования неполярных соединений на микропокрытии;
- высокая конечная чувствительность метода;
- при экстракции из газовой фазы на волокне концентрируются лишь летучие и полунлетучие соединения [30];
- полная автоматизируемость;
- простая регенерация микропокрытия;
- низкая стоимость в пересчете на 1 анализ;
- возможность интеграции процессов пробоотбора, пробоподготовки и анализа [31-32].

При использовании ТФМЭ не требуется термодесорбционное устройство, а десорбция аналитов происходит практически мгновенно и не требует криофокусирования. Очистка покрытия перед отбором происходит в устройстве для ввода проб газового хроматографа либо не требуется после анализа предыдущего образца. Лишь небольшая порция анализируемого аналита извлекается из исследуемой матрицы, что является уникальным преимуществом метода ТФМЭ.

4.5. Мембранная экстракция

В этом методе аналиты переносятся от донорной к акцепторной фазе через одно- или многопористые мембраны, где можно различать непористые и (пропитанные растворителем) пористые мембраны. Методы мембранной экстракции подходят для пассивного отбора проб в течение продолжительных периодов времени, например, для мониторинга качества воздуха в помещениях. Однако препятствием является необходимость индивидуальной калибровки каждого соединения.

Методы анализа

Для анализа химических ЛОС после отбора проб и экстракции используется ряд передовых аналитических методов (рисунок 26). Среди них газовая хроматография (ГХ) является наиболее широко используемым методом разделения, при котором целевые соединения разделяются внутри колонки, содержащей жидкую неподвижную фазу, адсорбированную на поверхности инертного твердого материала насадки с помощью инертной газообразной подвижной фазы. Температура колонки контролируется для получения хорошего разделения и разрешения аналитов. Аналиты разделяются в зависимости от их различных физических свойств, таких как полярность, молекулярная масса, структура и т. д.

Существует множество детекторов, которые обычно используются, например, пламенно-ионизационный детектор, детектор теплопроводности, электронозахватный детектор, азотно-фосфорный детектор, пламенно-фотометрический детектор и масс-спектрометрический детектор. Все детекторы имеют определенную целевую группу загрязняющих веществ, но наиболее точным и универсальным детектором является масс-спектрометрический детектор. Этот детектор имеет одно особое преимущество перед другими, так как он также может идентифицировать неизвестные соединения. Другие хроматографические методы также используются для определенной группы ЛОС, например, для анализа карбониллов используется высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) с последующей экстракцией растворителем.

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»



Рис. 26 Современные инструментальные методы анализа

Определение летучих органических соединений в атмосферном воздухе с использованием активного отбора на сорбционные трубки широко применяется согласно методу US EPA TO-17.

Основные аналиты:

Ароматические углеводороды

Галогенуглеводороды

В Казахстане стандартным методом определения ЛОС в воздухе является ГОСТ Р ИСО 16017-1-2007 «Воздух атмосферный, рабочей зоны и замкнутых помещений. Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. Часть 1. Отбор проб методом прокачки».

5. Рекомендации для улучшения системы мониторинга качества воздуха в Казахстане

О глобальных рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха

В обновленных Глобальных рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха (ГРКВ) представлены рекомендованные ВОЗ предельные допустимые параметры загрязнения воздуха, а также промежуточные целевые показатели по шести основным загрязняющим веществам. В тексте также приводятся примеры передовой практики в сфере регулирования концентрации некоторых классов мелкодисперсных частиц (PM), таких как сажа/углерод, ультратонкие частицы, и частицы, образующиеся в результате песчаных и пыльных бурь, объем имеющихся данных о которых в настоящее время недостаточен для установления количественных рекомендованных значений концентрации.

Со времени последнего обновления глобальных рекомендаций ВОЗ в 2005 г. заметно выросли качество и количество научных данных о негативном влиянии загрязнения воздуха на различные аспекты здоровья человека. По этой причине и по итогам систематического анализа накопленных данных некоторые из обновленных показателей качества воздуха были изменены в сторону уменьшения по сравнению с рекомендованными 15 лет назад. Кроме того, к настоящему времени сформировалось более четкое представление об источниках выбросов и влиянии загрязняющих воздух веществ на глобальное бремя болезни.⁴

Таблица 5

Сравнение рекомендованных значений концентрации загрязняющих веществ в воздухе, представленных в рекомендациях от 2021 и 2005 г.

Загрязняющее вещество	Время замера средней концентрации	Рекомендации 2005 г.	Рекомендации 2021 г.
PM _{2.5} , мкг/м ³	Год	10	5
	Сутки ^a	25	15
PM ₁₀ , мкг/м ³	Год	20	15
	Сутки ^a	50	45
O ₃ , мкг/м ³	Пиковый сезон ^b	–	60
	8 часов ^a	100	100
NO ₂ , мкг/м ³	Год	40	10
	Сутки ^a	–	25
SO ₂ , мкг/м ³	Сутки ^a	20	40
CO, мкг/м ³	Сутки ^a	–	4

мкг = микрограмм

⁴ [Глобальные рекомендации ВОЗ по качеству воздуха \(who.int\)](http://who.int)

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

^a 99-й перцентиль (т.е. 3–4 дня превышения фонового уровня год).

^b Суточная 8-часовая средняя максимальная концентрация O₃ в течение шести последовательных месяцев с наибольшим средним шестимесячным значением концентрации O₃.

Примечание: годовое и пиковое сезонное значения описывают долгосрочное воздействие; суточное и 8-часовое значения – краткосрочное воздействие.

По сравнению с прошлой редакцией новые рекомендации ВОЗ по качеству воздуха:

- основаны на новых методах обобщения данных и разработки руководств и рекомендаций;
- содержат больше фактических данных о влиянии на здоровье;
- содержат данные, с большей степенью достоверности указывающие на наличие негативного воздействия загрязнения на здоровье при концентрациях более низких, чем считалось ранее;
- содержат дополнительные рекомендованные максимально допустимые значения концентрации загрязняющих веществ, например, пиковые сезонные значения концентрации O₃ и среднесуточные значения концентрации NO₂ и CO, а также ряд новых промежуточных целевых показателей;
- содержат информацию о передовых методах регулирования концентрации некоторых классов мелкодисперсных частиц (таких как сажа/углерод, ультратонкие частицы, и частицы, образующиеся в результате песчаных и пыльных бурь).⁵

В обновленных Глобальных рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха (2021 г.) установлены рекомендуемые предельные значения концентрации опасных для здоровья загрязняющих веществ, в том числе для PM₁₀ и PM_{2.5}.

Руководящие принципы ВОЗ по загрязнению воздуха на 2021 год по PM_{2.5} и PM₁₀, также сравнение с руководящими принципами ВОЗ 2005 года представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Загрязнитель	Время усреднения	2005 г.	2021 г.
PM _{2.5}	среднегодовое	10	5
	среднесуточное	25	15
PM ₁₀	среднегодовое	20	15
	среднесуточное	50	45

Сознавая, что для многих стран и регионов, в которых отмечаются высокие уровни загрязнения воздуха, это будет трудной задачей, в дополнение к предельным допустимым значениям концентрации в Глобальных рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха содержатся

⁵ [Глобальные рекомендации ВОЗ по качеству воздуха \(who.int\)](http://who.int)

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

промежуточные целевые показатели концентрации частиц PM10 и PM2.5 (таблица 7) для поэтапного снижения их концентрации.

В случае достижения этих промежуточных целевых показателей можно ожидать значительного снижения риска острых и хронических негативных последствий для здоровья. При этом, конечной целью должно быть достижение рекомендованных предельных значений концентрации.

Таблица 7.

Загрязнитель (мг/м ³)	Время усреднения	Промежуточные целевые показатели				Уровень руководящих принципов по качеству воздуха
		1	2	3	4	
PM2.5	среднегодовое	35	25	15	10	5
	среднесуточное	75	50	37,5	25	15
PM10	среднегодовое	70	50	30	20	15
	среднесуточное	150	100	75	50	45

Информирование населения и переход на индикатор AQI

В Казахстане для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха за год используются три показателя качества воздуха:

- стандартный индекс (СИ) – наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого загрязняющего вещества, деленная на ПДК.
- наибольшая повторяемость (НП), %, превышения ПДК – наибольшая повторяемость превышения ПДК любым загрязняющим веществом в воздухе города.
- индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – рассчитывается по пяти веществам с наибольшими значениями.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА5) – рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными значениями ПДК с учетом их класса опасности. В Казахстане вычисляется ИЗА по пяти выбранным загрязняющим веществам – диоксиду серы, оксиду углерода, диоксиду азота, фенолу и формальдегиду.

Результаты данных индикаторов сложно прочитать широкому кругу людей и оценить качество воздуха. В связи с этим, с целью облегчения информации для широкой общественности в Казахстане предлагается переход на индекс качества воздуха по опыту развитых стран.

В развитых странах мира для информирования общественности про уровень загрязнения воздуха, а также прогнозирование загрязнения воздуха используется AQI – air quality index – индекс качества воздуха. Индекс рассчитывается по пяти основным загрязняющим

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

веществам, регулируемых Европейским законодательством: O₃ (озон), NO₂ (диоксид азота), SO₂ (диоксид серы), PM_{2,5} и PM₁₀ (взвешенные частицы диаметром меньше 2,5 микрометров и 10 микрометров соответственно). Для каждого загрязняющего вещества, значение индекса варьируется от 1 (хорошо) до 5 (очень плохо). Европейский индекс качества воздуха рассчитывается по разным загрязняющим веществам отдельно в соответствии с концентрациями (моментально или в среднем за день, в зависимости от загрязняющего вещества): чем выше концентрация, тем выше индекс.

Модель AQI в США

Агентство по охране окружающей среды США (The United States Environmental Protection Agency (EPA)) разработало индекс качества воздуха, который используется для оценки качества воздуха. Цель создания: привлечь внимание общественности к проблеме загрязнения воздуха и косвенно подтолкнуть ответственных местных государственных должностных лиц к принятию мер по контролю за источниками загрязнения и улучшению качества воздуха в пределах их юрисдикции. Этот AQI разделен на шесть категорий, указывающих на растущий уровень беспокойства о здоровье. Значение AQI выше 300 означает опасное качество воздуха, а значение ниже 50 означает хорошее качество воздуха.

Таблица 8.

Индекс качества воздуха (AQI)	Уровень загрязненности воздуха	Что это значит?
Хороший	0 to 50	Качество воздуха считается удовлетворительным, а загрязнение воздуха представляет незначительный или нулевой риск
Средний	51 to 100	Качество воздуха считается приемлемым; Однако, некоторые загрязняющие вещества могут вызывать умеренное беспокойство у небольшого числа людей, которые необычайно чувствительны к загрязнению воздуха.
Нездоровый для людей с повышенной чувствительностью к проблемам здоровья	101 to 150	Представители чувствительных групп могут испытывать последствия для здоровья. Широкую общественность, скорее всего, это не затронет.
Нездоровый	151 to 200	Все люди могут начать ощущать воздействие на здоровье; чувствительные люди могут быть подвержены большему воздействию.
Очень нездоровый	201 to 300	Предупреждения о чрезвычайной опасности для здоровья. Скорее всего, будет затронуто все население.
Опасный для жизни	301 to 500	Предупреждения об опасности для здоровья; испытывать более серьезные последствия для здоровья может каждый.

AQI основан на пяти "критериях" загрязняющих веществ, регулируемых Законом о чистом воздухе: приземный озон, твердые частицы, монооксид углерода, диоксид серы и диоксид азота. EPA установило Национальные стандарты качества окружающего воздуха (NAAQS)

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

для каждого из этих загрязнителей в целях защиты здоровья населения. Закон о чистом воздухе (США) (1990) требует, чтобы ЕРА пересматривало свои Национальные стандарты качества окружающего воздуха каждые пять лет, чтобы отразить меняющуюся информацию о воздействии на здоровье. Индекс качества воздуха периодически корректируется с учетом этих изменений.

Таблица 9.

Индекс качества воздуха (AQI) США



Индекс качества воздуха	Озон (ppm)		Взвешенные частицы PM2,5 и PM10 (мкг/м3)		Оксид углерода (ppm), 8 часов	Диоксид серы, 1 час, ppb	Диоксид азота, 1 час, ppb
	8 часов	1 час	PM2,5 (24 часа)	PM10 (24 часа)			
до 50	0-0,054		0-12,0	0-54	0-4,4	0-35	0-53
51-100	0,055-0,070		12,1-35,4	55-154	4,5-9,4	36-75	54-100
101-150	0,071-0,085	0,125-0,164	35,5-55,4	155-254	9,5-12,4	76-185	101-360
151-200	0,086-0,105	0,165-0,204	55,5-150,4	255-354	12,5-15,4	186-304	361-649
201-300	0,106-0,200	0,205-0,404	150,5-250,4	355-424	15,5-30,4	305-604 (24 часа)	650-1249
301-500		0,405-0,604	250,5-500,4	425-604	30,5-50,4	605-1004 (24 часа)	1250-2049

Таблица 10.⁶

O₃ (ppb)	O₃ (ppb)	PM_{2.5} (µg/m³)	PM₁₀ (µg/m³)	CO (ppm)	SO₂ (ppb)	NO₂ (ppb)	AQI	AQI
<i>C_{low}</i> – <i>C_{high}</i> (avg)	<i>C_{low}</i> – <i>C_{high}</i> (avg)	<i>C_{low}</i> – <i>C_{high}</i> (avg)	<i>C_{low}</i> – <i>C_{high}</i> (avg)	<i>C_{low}</i> – <i>C_{high}</i> (avg)	<i>C_{low}</i> – <i>C_{high}</i> (avg)	<i>C_{low}</i> – <i>C_{high}</i> (avg)	<i>I_{low}</i> – <i>I_{high}</i>	Category
0–54 (8-hr)	—	0.0–12.0 (24-hr)	0–54 (24-hr)	0.0–4.4 (8-hr)	0–35 (1-hr)	0–53 (1-hr)	0–50	Good
55–70 (8-hr)	—	12.1–35.4 (24-hr)	55–154 (24-hr)	4.5–9.4 (8-hr)	36–75 (1-hr)	54–100 (1-hr)	51–100	Moderate
71–85 (8-hr)	125–164 (1-hr)	35.5–55.4 (24-hr)	155–254 (24-hr)	9.5–12.4 (8-hr)	76–185 (1-hr)	101–360 (1-hr)	101–150	Unhealthy for Sensitive Groups
86–105 (8-hr)	165–204 (1-hr)	55.5–150.4 (24-hr)	255–354 (24-hr)	12.5–15.4 (8-hr)	186–304 (1-hr)	361–649 (1-hr)	151–200	Unhealthy
106–200 (8-hr)	205–404 (1-hr)	150.5–250.4 (24-hr)	355–424 (24-hr)	15.5–30.4 (8-hr)	305–604 (24-hr)	650–1249 (1-hr)	201–300	Very Unhealthy
—	405–504 (1-hr)	250.5–350.4 (24-hr)	425–504 (24-hr)	30.5–40.4 (8-hr)	605–804 (24-hr)	1250–1649 (1-hr)	301–400	Hazardous
—	505–604 (1-hr)	350.5–500.4 (24-hr)	505–604 (24-hr)	40.5–50.4 (8-hr)	805–1004 (24-hr)	1650–2049 (1-hr)	401–500	Hazardous

Данные мониторинга в реальном времени с непрерывных мониторов обычно доступны в виде средних значений за 1 час. Однако для расчета AQI для некоторых загрязнителей требуется усреднение данных за несколько часов. (Например, для расчета AQI озона требуется вычисление среднего значения за 8 часов, а для вычисления AQI PM_{2.5} или PM₁₀ требуется среднее значение за 24 часа.) Чтобы точно отразить текущее качество воздуха, многочасовое среднее значение, используемое для расчета AQI, должно быть сосредоточено на текущем времени, но поскольку концентрации будущих часов неизвестны и их трудно точно оценить, ЕРА использует суррогатные концентрации для оценки этих многочасовых средних значений. Для представления показателей качества

⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Air_quality_index

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

воздуха PM2.5, PM10 и озона эта суррогатная концентрация называется NOWCAST. Nowcast - это особый тип средневзвешенного значения, который придает больший вес самым последним данным о качестве воздуха при изменении уровней загрязнения воздуха. Для жителей Нью-Йорка существует бесплатная услуга подписки на электронную почту - AirNYC. Абоненты получают уведомления об изменениях значений AQI для выбранного местоположения (например, домашнего адреса) в зависимости от условий качества воздуха.

Таблица 11.

Индекс качества воздуха	Кто должен быть обеспокоен?	Что нужно делать?
Хороший 0-50		Отличный день для активного отдыха на свежем воздухе.
Умеренный 51-100	Некоторые люди, кто может быть чувствителен к загрязнению мелкодисперсными частицами.	Чувствительные люди: Подумайте о снижении длительных или тяжелых напряжений. Следите за такими симптомами, как кашель или одышка. Все остальные: Хороший день, чтоб быть на улице.
Вредно для чувствительной группы людей 101-105	Чувствительный группы с болезнями сердца, легких, пожилые люди, дети и подростки.	Чувствительные группы: уменьшите длительную или тяжелую нагрузку. Можно быть активным на улице, но нужно делать перерывы и заниматься менее интенсивной деятельностью. Следите за такими симптомами, как кашель или одышка. Люди, страдающие астмой должны следовать своим планам по борьбе с астмой. Если у вас болезнь сердца: такие симптомы, как учащенное сердцебиение, одышка, затрудненное дыхание или необычная усталость могут указывать на серьезную проблему. Если у вас есть эти симптомы, необходимо обратиться к врачу.
Нездоровый 151-200		Чувствительные группы: избегайте длительных или тяжелых нагрузок. Перенесите занятия в закрытое помещение или перенесите на время, когда качество воздуха улучшится.

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

	Все	Всем остальным: уменьшите длительную или тяжелую нагрузку. Делайте больше перерывов во время мероприятий на свежем воздухе.
Очень вредно для здоровья 201-300		Чувствительные группы: избегайте любой физической активности на открытом воздухе. Перенесите занятия в закрытое помещение или перенесите на время, когда качество воздуха улучшится.
Опасный 301-500		Всем: избегайте любых физических нагрузок на открытом воздухе. Чувствительные группы: оставайтесь в помещении и поддерживайте низкий уровень активности. Следуйте советам по поддержанию низкого уровня частиц в помещении.

АQI в Европе

Общий индекс качества воздуха (САQI) - это индекс качества воздуха, используемый в Европе с 2006 года. В ноябре 2017 года Европейское агентство по окружающей среде объявило о Европейском индексе качества воздуха (ЕАQI) и начало поощрять его использование на веб-сайтах и для других способов информирования общественности о качестве воздуха.

Основная цель САQI состояла в том, чтобы создать индекс, который способствовал бы широкому сравнению по всему ЕС, не заменяя местные индексы. Главная цель САQI состоит не в том, чтобы предупредить людей о возможных неблагоприятных последствиях плохого качества воздуха для здоровья, а в том, чтобы привлечь их внимание к загрязнению городского воздуха и его основному источнику (дорожному движению) и помочь им снизить их воздействие".

САQI - это число по шкале от 1 до 100, где низкое значение означает хорошее качество воздуха, а высокое значение означает плохое качество воздуха. Индекс определяется как в почасовой, так и в ежедневной версиях, а также отдельно вблизи дорог (индекс "обочина" или "трафик") или вдали от дорог (индекс "фон"). По состоянию на 2012 год САQ содержит два обязательных компонента для индекса придорожных, NO₂ и PM₁₀, и три обязательных компонента для индекса фона, NO₂, PM₁₀ и O₃. Он также включал дополнительные загрязнители PM_{2.5}, CO и SO₂. "Субиндекс" рассчитывается для каждого из обязательных (и необязательных, если таковые имеются) компонентов. САQI определяется как субиндекс, который представляет худшее качество среди этих компонентов.

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

Таблица 12.⁷

Qualitative name	Index or sub-index	Pollutant (hourly) concentration			
		NO ₂ PPB	PM ₁₀ µg/m ³	O ₃ PPB	PM _{2.5} (optional) µg/m ³
Very low	0–25	0–50	0–25	0–60	0–15
Low	25–50	50–100	25–50	60–120	15–30
Medium	50–75	100–200	50–90	120–180	30–55
High	75–100	200–400	90–180	180–240	55–110
Very high	>100	>400	>180	>240	>110

⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Air_quality_index

Сравнение индикаторов AQI и ИЗА

Загрязняющее вещество	Мощность (МВт)	Казахстан	ЕС
		Предельные нормы выбросов (мг/м ³)	Предельные значения выбросов (мг/м ³)
Твердые частицы	100–1 180 и более	100-1600	10-20
SO ₂	100 – 300 и более	700 - 3 400	150 -400
NO _x	100 – 300 и более	250 -1 050	100 -300

Шкала AQI градуирована относительно влияния на здоровье населения

Шкала ИЗА градуирована относительно уровня загрязнения

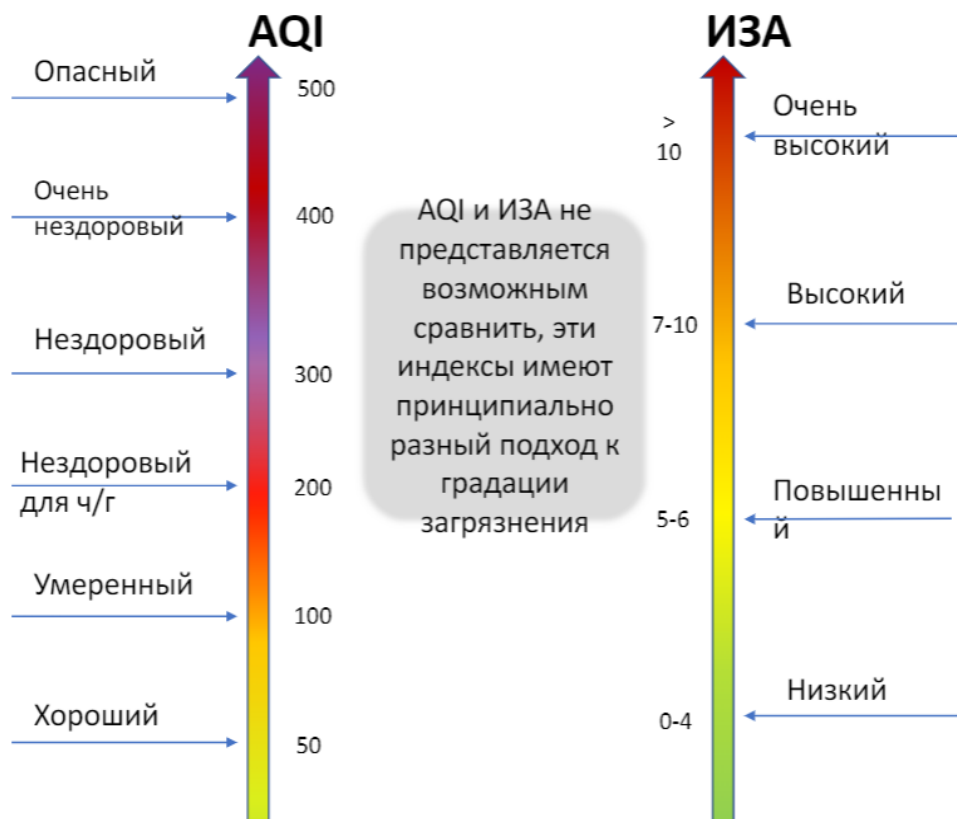


Рис.27 Сравнение AQI и ИЗА

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

В странах, информирующих своих жителей об уровне загрязнения на более частой основе, приоритетом является именно информирование. Информирование об уровне загрязнения воздуха и его влиянии на здоровье населения дает возможность предупредить многие заболевания и существенно увеличить продолжительность жизни. ИЗА в Казахстане – а конкретнее комплексный ИЗА по 5-ти веществам – выполняет иную роль. Он, прежде всего, является показателем длительного (хронического) загрязнения атмосферы города, и величина его сигнализирует о вреде, наносимом здоровью населения в целом. Всемирный банк критикует такой подход: ведь информации, собираемой раз в год, недостаточно для принятия взвешенных решений по улучшению среды, а также она не сильно помогает жителям ориентироваться в текущей обстановке.

Необходимые меры для внедрения AQI в Казахстане

Национальные стандарты Казахстана значительно мягче, чем в ЕС и США, при внедрении индикатора без изменения ПДК уровень загрязнения воздуха будет характеризоваться как “нездоровый”, но при этом фактически концентрации загрязнителя не превысят ПДК Казахстана и гос.орган не сможет принимать меры (по нормам РК воздух будет чистым). Стоит проблема разницы пороговых значений ПДК в Казахстане и ЕС. Для внедрения AQI в Казахстане необходимо пересмотреть требования ПДК для загрязняющих веществ в воздухе в соответствии с опытом стран ОЭСР.

Моделирование рассеивания выбросов вокруг предприятия и правовые основы

В Казахстане согласно Экологического Кодекса от 2 января 2021 года предприятия устанавливают нормативы выбросов с обязательным соблюдением установленных предельно-допустимых концентраций. При этом рассеивание выбросов вокруг предприятия считают на основе ОНД-86. Данный метод моделирования концентраций загрязняющих веществ был разработан еще во время Советского Союза, в России в 2017 года приняли новый метод расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ, который учитывает рельеф местности, высоту, гравитационное осаждение частиц.

В Казахстане также необходимо адаптировать опыт России по расчёту рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ. Краткое сравнение между двумя методами расчета рассеивания выбросов представлены ниже.

Краткий перечень новшеств, которых не было в ОНД-86:

- добавлена возможность учёта источников, температура которых более 3000 градусов Цельсия;
- добавлена возможность учёта загрязняющих веществ при скорости более скорости звука;
- изменён расчёт рассеивания по коэффициенты А (стратификация атмосферы);

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

- изменён расчёт по коэффициенту F, который учитывает гравитационное осаждение частиц;
- изменён расчёт, связанный с учётом рельефа местности;
- изменён подход к расчёту границ максимально разовых концентраций на разных высотах;
- добавлен новый термин «долгопериодные средние концентрации загрязняющих веществ» (имеется в виду период осреднения - сезон или год).⁸

Таблица 14.⁹

№ пункта	МРР-2017	ОНД-86
1.1	Настоящие Методы расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (далее - Методы) предназначены для расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных (загрязняющих) веществ (далее - ЗВ) (за исключением радиоактивных веществ), в том числе, включённых в Перечень ЗВ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, утверждённый распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.07.2015 № 1316-р	Настоящие нормы устанавливают методику расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Нормы должны соблюдаться при проектировании предприятий, а также при нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий.
1.2.	Настоящие Методы применяются юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями для выполнения расчётов рассеивания выбросов ЗВ в атмосферном воздухе в двухметровом слое над поверхностью Земли на расстоянии не более 100 км от источника выброса, а также вертикального распределения концентраций ЗВ при:	Нормы предназначены для расчёта приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций. Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости

⁸<https://www.systemaeco.ru/news/17-utverzhdenny-novye-metody-raschetov-rasseivaniya-vybrosov-vzamen-starogo-ond-86/>

⁹ <https://www.systemaeco.ru/news/33-sravnenie-ond-86-i-mrr-2017/>

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

	<ul style="list-style-type: none"> - определении нормативов выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух; - разработке перечня мероприятий по охране окружающей среды в составе разделов проектной документации; - обосновании ориентировочных размеров санитарно-защитных зон; - разработке и обосновании организационно-технических мероприятий, оказывающих влияние на уровень загрязнения атмосферного воздуха, при оценке их результатов; - оценке воздействия намечаемой хозяйственной или иной деятельности на качество атмосферного воздуха - оценке краткосрочных и долгосрочных уровней загрязнения атмосферного воздуха и соответствующих концентраций загрязняющих атмосферу веществ, создаваемых всеми источниками выброса, исключая рассматриваемые (непосредственно учитываемые в расчёте рассеивания выбросов) (далее - фоновые концентрации ЗВ). 	<p>ветра. Нормы не распространяются на расчёт концентраций на дальних (более 100 км) расстояниях от источников выброса.</p>
4.1.	<p>Настоящие Методы позволяют рассчитать поля:</p> <ul style="list-style-type: none"> - максимальных разовых концентраций ЗВ сш соответствующих сочетанию неблагоприятных метеорологических условий, в том числе, опасной скорости ветра и неблагоприятных условий выброса ЗВ в атмосферный воздух, то есть такого сочетания мощностей и других параметров выброса ЗВ в атмосферный воздух (высота, диаметр устья, расход ГВС, температура ГВС, скорость выхода ГВС из устья, мощность выброса), 	

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

	при котором в условиях соблюдения промышленным предприятием установленного режима работы достигаются максимальные значения максимальных приземных концентраций (далее - неблагоприятные условия выброса).	
4.2.	<p>При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммацией действия, для всех расчётных точек на местности по формуле определяется безразмерная концентрация ЗВ в атмосферном воздухе q_k рассматриваемого ЗВ</p> $q_k = \sum_{i=1}^{n_{з.в.}} \frac{c_i}{ПДК_{м.р.i}}$ <p>где $n_{з.в.}$ - число ЗВ, входящих в группу комбинированного вредного действия;</p> <p>c_i - рассчитанная в соответствии с требованиями настоящих Методов (относящаяся ко времени осреднения 20-30 мин) концентрация i-того ЗВ, входящего в рассматриваемую группу ЗВ комбинированного вредного действия, мг/м³</p>	<p>При одновременном совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких (n) веществ, обладающих в соответствии с перечнем, утверждённым Минздравом СССР, суммацией вредного действия, для каждой группы указанных веществ однонаправленного вредного действия рассчитывается безразмерная суммарная концентрация q или значения концентраций n вредных веществ, обладающих суммацией вредного действия, приводятся условно к значению концентрации c одного из них.</p> <p>Безразмерная концентрация q определяется по формуле:</p> $q = C1/ПДК + C2/ПДК + Cn/ПДК.$
4.3.	<p>Расчёт максимальных разовых и среднегодовых концентраций ЗВ, претерпевающих в атмосферном воздухе химические превращения (трансформацию) в более вредные ЗВ, должен проводиться по каждому исходному и образующемуся веществу отдельно. При этом коэффициенты трансформации, используемые при расчёте максимальных разовых и среднегодовых концентраций ЗВ, могут различаться. При расчётах максимальных разовых концентраций</p>	<p>Расчёт концентрации вредных веществ, претерпевающих полностью или частично химические превращения (трансформацию) в более вредные вещества, проводится по каждому исходному и образующемуся веществу отдельно. При этом мощность источников для каждого вещества устанавливается с учётом максимально возможной трансформации исходных веществ в более токсичные. Степень указанной трансформации устанавливается по согласованию с Госкомгидрометом и Минздравом СССР.</p>

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

	коэффициент трансформации для каждого вещества устанавливается с учётом максимально возможной трансформации исходных веществ в более токсичные.	
4.4.	<p>В зависимости от высоты H установленного отверстия, через которое содержащая ЗВ пылегазовоздушная смесь поступает в атмосферный воздух (далее - устье источника выброса), источники выбросов относятся к наземным (при H до 2 м включительно), низким (от 2 до 10 м включительно), средней высоты (от 10 до 50 м включительно), высоким (свыше 50 м).</p> <p>Для наземных источников выбросов высота H при расчётах по формулам, приведённым в настоящих Методах, принимается равной 2 м.</p>	<p>В зависимости от высоты H устья источника выброса вредного вещества над уровнем земной поверхности указанный источник относится к одному из следующих четырёх классов: а) высокие источники, $H \geq 50$ м; б) источники средней высоты, $H = 10 \dots 50$ м; в) низкие источники, $H = 2 \dots 10$ м; г) наземные источники, $H \leq 2$ м.</p> <p>Для источников всех указанных классов в расчётных формулах длина (высота) выражена в метрах, время - в секундах, масса вредных веществ - в граммах, их концентрация в атмосферном воздухе - в миллиграммах на кубический метр, концентрация на выходе из источника - в граммах на кубический метр.</p>
4.5.	<p>В формулах, приведённых в настоящих Методах, используются следующие единицы величин: единицы длины - в метрах (м), время - в секундах (с), мощность выброса ЗВ - в граммах в секунду (г/с), его концентрация в атмосферном воздухе - в миллиграммах на кубический метр (мг/м).</p>	-
4.6.	<p>Климатические параметры, необходимые для реализации расчётов по данным Методам, устанавливаются по климатическим данным, опубликованным для всеобщего доступа...</p>	-
Метод расчёта максимальных разовых концентраций от выбросов одиночного точечного источника		
5.1.	<p>Положения данной главы используются при расчётах рассеивания выбросов от дымовых труб, вентиляционных шахт, а также от источников организованного</p>	-

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

	<p>выброса загрязняющих атмосферный воздух веществ из установленных отверстий (далее - от точечных источников выброса) при условии, что скорость w_0 выхода газовой смеси (далее - ГВС) из устья источника выброса не превосходит скорости звука в атмосферном воздухе (в целях данных Методов принимается равной 330 м/с), а температура T_g ГВС не превышает 3000°C. В случаях несоблюдения этих условий расчет производится на основе главы XII настоящих Методов.</p>	
5.2.	<p>Максимальная приземная разовая концентрация ZB см, мг/м, при выбросе ГВС из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при опасной скорости ветра uM на расстоянии xM от источника выброса и определяется по формуле:</p> $C = A * M * F * m * n * n / H^2 * \text{Логарифм } V * T$	<p>Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c (мг/м³) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии от источника и определяется по формуле:</p> $C = A * M * F / H^2 * \text{Логарифм } V * T$

Предложение о модернизации сети мониторинга атмосферного воздуха



Рис. 28 План мероприятий по модернизации Национальной сети мониторинга качества воздуха и управленческой деятельности

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

Первый этап включает в себя создание 31 полностью оборудованных стационарных и 3 мобильных станций. Хотя это количество первоначально и кажется маленьким для 11 городов, следует понимать, что это минимальное число станций в соответствии с критериями ЕС, для наблюдения которых потребуется трехлетний период. По истечении данного срока должно быть добавлено большее количество станций для того, чтобы охватить все специфические требования в отношении загрязнения области. Полный состав соединений, подвергаемых мониторингу, должен включать SO₂, H₂S, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO, ЛОС, Hg, ПАУ, As, Cd, Ni и Pb. Особое внимание должно быть уделено мониторингу высоко приоритетных загрязняющих веществ PM₁₀, PM_{2.5} из-за их сильного негативного воздействия на здоровье. Другие соединения дополняют картину в отношении к широко развитому в Казахстане промышленному производству и отражают передовую практику мониторинга в ЕС. Полевая измерительная аппаратура должна состоять из быстродействующих и высокоточных анализаторов от известных поставщиков (характеристики приведены в главе 5). Химические лаборатории необходимо обновить новыми элементами, присутствующими в малом количестве, использовать ПАУ при анализе. Все мероприятия должны проводиться согласно Системе обеспечения и контроля качества (система ОКК), которая приведена в соответствии с лучшей международной практикой. Должна быть создана национальная референтная лаборатория для обеспечения равного и неизменно высококачественного мониторинга воздуха по всей Республике Казахстан. Комплексная программа обучения должна также следовать задачам данных инициатив в эксплуатации и техобслуживании нового и современного оборудования.

На последней стадии осуществления первого этапа необходимо создать национальный центр обработки данных по качеству воздуха. Данные, получаемые в режиме реального времени от автоматических анализаторов, должны собираться ежечасно и вводиться в базы данных, обрабатываться в удобном для пользователя формате и легко доводиться до сведения населения и других пользователей посредством Интернета. Для этих целей необходимо создать национальный портал о качестве воздуха с открытым доступом. Подтвержденные данные должны быть переданы в центральную базу данных, где они могут быть загружены для проведения ежегодной оценки качества воздуха и других целей.

Второй этап модернизации включает в себя законодательную реформу, наращивание институционального потенциала и предварительную оценку загрязнения воздуха. Развитие на законодательном уровне и реализация инициатив по наращиванию потенциала может происходить одновременно с первым этапом, но проводить предварительную оценку качества воздуха необходимо только после учреждения соответствующей инфраструктуры и установления функциональных обязанностей, касающихся ОКК. Законодательная реформа рассматривается более подробно в следующем разделе и будет включать переоценку, а при необходимости и перераспределение обязанностей, связанных с системой управления качеством воздуха. В реформе также будут рассмотрены стандарты качества воздуха для загрязнителей, режимы проведения оценки, методы измерения, контроля качества, планы, программы по

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

осуществлению мероприятий, направленных на улучшение качества воздуха, доступность информации и отчетность. Нарращивание институционального потенциала также будет необходимо на данном этапе, так как для перехода к новому режиму регулирования требуется опыт в его осуществлении, и для этого опыт других стран, которые модернизировали свои системы мониторинга воздуха, будет иметь неопределимое значение (например, Польша, Чехия, Македония, Латвия и др.)

Заключительный этап включает использование накопленной информации в процессе планирования и составления программ. Собранная информация будет служить основой для принятия решений о том, как уменьшить уровень загрязнения и реализации планов мероприятий, таких как тот, который дополняет Концепцию по переходу к зеленой экономике; в плане можно определить конкретные инициативы в ключевых областях. Например, даже судя по результатам предварительной оценки, анализ показывает, что сосредоточие на применении усилий по снижению уровня концентрации мелких твердых частиц в таких городах, как Алматы, Темиртау, Жезказган и Павлодар, привело бы к значительным экономическим преимуществам, выражающимся в сокращении расходов на здравоохранение.

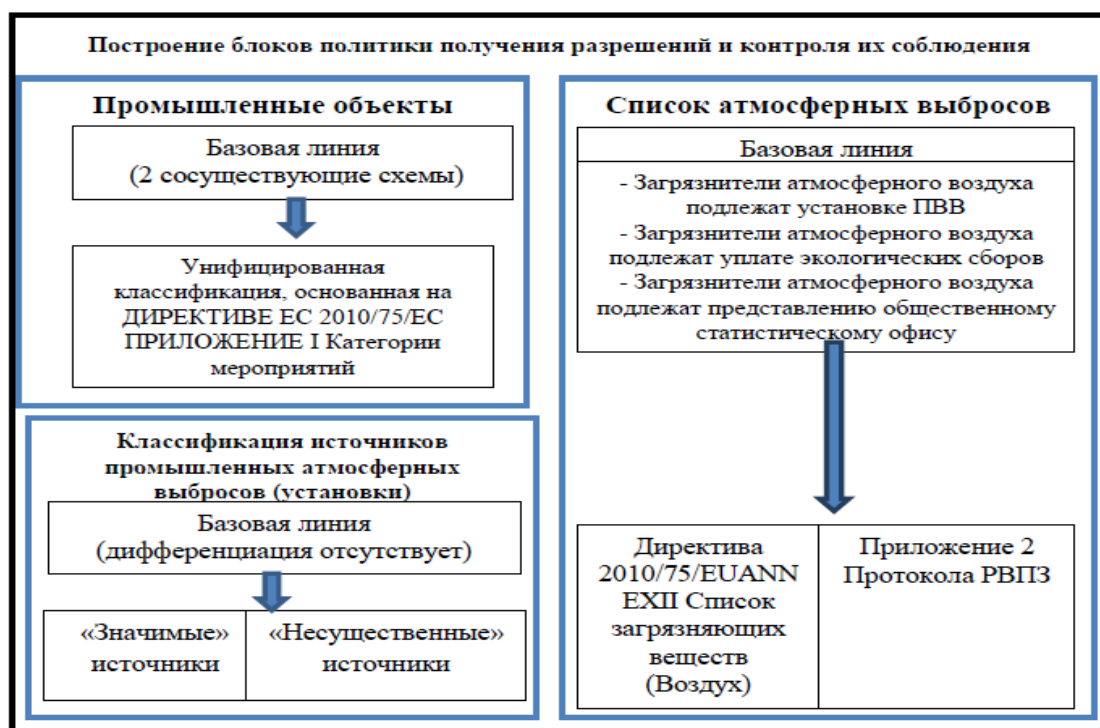
- 1. После реализации инвестиций для мониторинговой сети лабораторий и системы управления данными, рекомендовано осуществить проект укрепления потенциала. Этот проект должен включать, например, следующие приоритетные вопросы:**
 1. Поддержка в развитии эксплуатационной мониторинговой сети качества воздуха и обучении персонала в обслуживании и калибровке;
 2. Поддержка в развитии эксплуатационной калибровочной оборудованной лаборатории и обучении персонала;
 3. Поддержка в развитии эксплуатационной химической лаборатории и обучении персонала;
 4. Введение качественных процедур управления по полевым действиям, калибровочной лаборатории и химической лаборатории;
 5. Развитие и внедрение приоритетной документации для контроля качества и гарантии. Обучение персонала в качественном управлении;
 6. Обучение персонала использованию различных методологий оценки качества воздуха;
 7. Разработка платформы для обеспечения открытого доступа к данным о качестве воздуха (веб-приложения, программные средства и т.д.);
 8. поддержка разработки законодательства, связанного с качеством воздуха.
- 2. «Отраслевая стратегия».** Отраслевые стратегии разрабатываются совместно правительством и соответствующими профессиональными ассоциациями и включают в себя ряд политических инструментов, созданных специально для устранения отраслевых барьеров на пути к соблюдению регуляторных требований. Разработка стратегии состоит из четырех этапов: (i) обязательство правительства по разработке стратегии промышленного сектора и выбор секторов; (ii) консультации и координирование; (iii) сбор и анализ данных, а также (iv) введение инструментов

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

отраслевой политики. сбор и анализ данных, а также (iv) введение инструментов отраслевой политики.

3. Необходимо **обновить некоторые классификации в реформах** по экологическому регулированию и контролю промышленных выбросов в целях обеспечения последовательности процедур и прояснения требований к отчетности, в том числе:
 - Классификация промышленных объектов, которым необходимо получить разрешение на осуществление выбросов и контролировать их соблюдение;
 - Классификация источников выбросов (установки),⁵ которым необходимо получить разрешение на осуществление выбросов и контролировать их соблюдение;
 - Классификация загрязняющих веществ, подлежащих обязательному экологическому контролю их соблюдения.

На рисунке ниже приведен анализ существующей системы промышленной классификации и предлагаемых изменений.



Построение блоков и предлагаемых изменений к процессу получения разрешений на выбросы и политики их соблюдения (стрелки ведут от текущей системы к предлагаемым изменениям)

Рис. 29 Построение блоков и предлагаемых изменений



Предлагаемые дополнения к системе получения разрешений на выбросы и осуществления отчетности
(Выделенные цветом области – предлагаемые изменения)

Рис. 30 Предлагаемые дополнения к системе получения разрешений на выбросы и осуществления отчетности

4. Третье широкое направление реформ относится к **интеграции нескольких процессов в единый документ** (как для приложений, так и отчетности) и согласованию текущей практики с международно-признанными методами. Одной из самых срочных мер относительно политики является обновление методологии для проведения самомониторинга и ее упорядочение в одном документе. Это позволит повысить качество фактических измерений и уменьшить потребность для перекрестной проверки измеренных значений с теоретическими методами. Короткий список мероприятий, необходимых к проведению, должен включать:
- разработку технологических стандартов для выбросов на основе НДТ;
 - разработку национальных справочных материалов для внедрения НДТ;
 - разработку и утверждение методологии для определения «значительного воздействия на окружающую среду» и «крупных источников загрязнения»;
 - разработку руководства для проведения самомониторинга окружающей среды;

Существующая система получения разрешений:

Действующая система предоставления

экологической отчетности:

Крупнейшие промышленные объекты-загрязнители

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

Другие промышленные объекты
Отдельные разрешения на выбросы
Предоставление отчетности о мониторинге окружающей среды в соответствии
С Приложением I Протокола РВПЗВ промышленные объекты класса I-III – отчет о
мониторинге качества окружающей среды
Все промышленные объекты –
Отчет 2-ТП (воздух)
Комплексные разрешения на выбросы
Комплексные разрешения на выбросы
ПДВ установлены согласно расходу, в г/сек
ПДВ установлены в соответствии с концентрацией, мг/м³

Незначимые источники выбросов (установки) не нуждаются в получении разрешений

5. Обеспечение общественного доступа к самомониторингу и контролю соблюдения

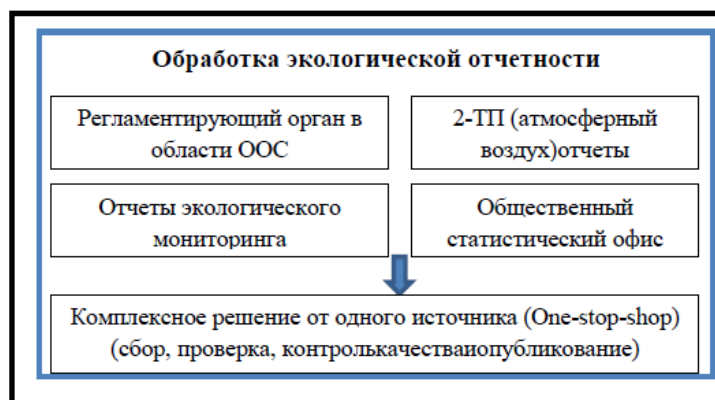


Рис. 31 Обработка экологической отчетности

- В дополнение к 31 стационарным объектам мониторинга мы **рекомендуем приобрести три полностью оборудованные мобильные станции мониторинга**. Мобильные станции мониторинга являются экономически эффективными в анализе потенциальных проблемных областей для того, чтобы определить, будет ли необходимость в создании стационарного объекта мониторинга или нет. Они также могут быть использованы, например, для измерения воздействия отдельных источников выбросов на качество воздуха и контроля мероприятий, осуществленных в целях сокращения выбросов. Периоды осуществления контрольно-измерительных мероприятий на мобильных станциях может варьироваться, например, от трех месяцев до одного года. Мобильные станции должны быть использованы и в других областях помимо одиннадцати целевых городов, исследованных в данном отчете. В Казахстане использование мобильных станций будет очень полезно, так как обзор уровней концентрации загрязнения воздуха в такой огромной стране только начинается.
- В дополнение к этим городским/промышленным объектам мониторинга, в Казахстане также **необходимо создать базовую сеть мониторинга качества воздуха**. Информация об уровнях концентрации в сельских и удаленных районах

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

необходима для выявления возможных случаях дальних переносов загрязняющих веществ и как материал для сравнения загрязненных объектов. Базовую сеть мониторинга качества воздуха необходимо спроектировать на основе информации по всей стране и, следовательно, здесь никаких рекомендаций по этому поводу не дается.

Таблица 15.

Предложения по сети мониторинга качества воздуха

Область	Город/село	Население	Число объектов	Автоматическое измерение (одночасовое временное разрешение)									Ручное измерение (временное разрешение варьируется)				
				SO ₂	H ₂ S	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	CO	ЛОС ¹	Hg	РАHs ²	As	Cd	Ni	Pb
Алматы	Алматы	1 500 000	6	6		6	6	6	3	6	3	-	3	2	2	2	2
Караганда	Караганда	500 000	3	3		3	3	3	1	3	1		1	1	1	1	1
	Темиртау	170 000	3	3		3	3	3	1	3	2	1	2	2	2	2	2
	Балхаш	70 000	2	2	1	2	2	2	1	2	2		2	2	2	2	2
Восточно-Казахстанская	Жезказган	90 000	2	2	1	2	2	2	1	2	2		2	2	2	2	2
	Усть-Каменогорск	300 000	4	4		4	4	4	1	4	2		2	2	2	2	2
	Риддер	60 000	2	2		2	2	2	1	2	2		2	2	2	2	2
Павлодарская	Семей	300 000	3	3		3	2	2	1	3	2		2	2	2	2	2
	с.Глубокое	70 000	2	2		2	2	2	1	2	2		2	2	2	2	2
	Павлодар	340 000	2	2		2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
Мобильная станция	Экибастуз	150 000	2	2		2	2	2	1	2	2		2	2	2	2	2
			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

¹ включая бензол С₆Н₆

² включая бенз(а)пирен В(а)Р

8. **Создание референтной лаборатории** является одним из главных приоритетов для обеспечения репрезентативности и прослеживаемости собранных данных. Главная цель Национальной референтной лаборатории - обеспечение равного качества данных от различных станций мониторинга в Республике Казахстан, а также их сопоставимости друг с другом. Для выполнения общих целей НРЛ будет отвечать за разработку, администрирование и обслуживание системы обеспечения и контроля качества (система АКК) для оперирования сетью мониторинга качества воздуха в Республике Казахстан. Это включает в себя подготовку стандартных рабочих процедур (СРП) для всех видов деятельности, которые необходимы для функционирования средств калибровки, приборов, обслуживания референтных стандартов, процедур ОКК в НРЛ и сетях.
9. Все данные по мониторингу качества воздуха должны быть собраны в одном **центре обработки данных**. Автоматические анализаторы в режиме реального времени применяют процедуру прямого контроля первого порядка качества данных онлайн, так что информация должна собираться ежечасно, конвертироваться в удобный формат и легко доводиться до сведения населения и других пользователей через Интернет. Для этого необходимо создать национальный портал о качестве воздуха с открытым доступом. Из этого центра обработки данных могут быть организованы и другие формы распространения информации в режиме реального времени (демонстрационное табло, SMS-сообщения, сотрудничество со СМИ и т.д.). Центр обработки данных также несет ответственность за ежегодную оценку качества воздуха (превышение предельных значений на основании подтвержденных данных) и распространение информации для общественности и МОСВР для

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

дальнейших действий. Местные офисы должны иметь свободный доступ к центральной базе данных, чтобы сделать исследования локальной значимости.



Рис. 32 Основные потоки данных и процессы, связанные с эксплуатационным мониторингом качества воздуха

10. При установлении данной центральной базы данных о качестве воздуха необходимо тщательно изучить возможности для **интеграции с потоками и базами информации о погоде**. Центральная система сбора данных играет ключевую роль в обеспечении онлайн передачи различных данных эффективно, своевременно и надежно.

Несколько коммерческих программных средств доступно для управления данными о качестве воздуха. Например, Envivas для Windows, торговая марка Envitech Ltd включает в себя набор программ, предназначенных для сбора данных и контроля приложений мониторинга защиты окружающей среды и процессов. Включена возможность представления локальной отчетности и графического отображения данных о мониторинге воздуха на дисплее

11. **Действующее законодательство** относительно качества воздуха и принятых методов, связанных с ним, **должно быть обновлено в соответствии с технической модернизацией**. Разработка законодательства должна включать переоценку и, если необходимо, пересмотр обязанностей, имеющих отношение к управлению качеством воздуха, стандартам качества воздуха для загрязняющих веществ, режимов оценки, методов измерения и обеспечения качества, планов мероприятий по улучшению качества воздуха, программ, информационной доступности и отчетности.

12. **Необходимо разработать планы и программы по обеспечению качества воздуха**, чтобы гарантировать, что уровень концентрации загрязняющих веществ не будут превышать предельно допустимый уровень. Планы и программы должны развиваться с учётом мер, которые будут производиться в ближайшей перспективе или на протяжении длительного срока, чтобы уменьшить количество выбросов и улучшить качество воздуха для приведения в соответствие со

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

стандартами. Планы и программы должны развиваться на национальном уровне, чтобы включать меры, которые будут осуществляться на центральном уровне, например, меры, связанные с качеством топлива или национальных ограничений по эмиссии из определенных секторов. Местные планы качества воздуха и программы должны развиваться для тех городов или областей, где качество воздуха превышает национальный набор стандартов, чтобы защитить здоровье человека. Главная ответственность развития и внедрения местных планов должна лежать на местных властях, поддерживаемых национальным управлением мониторинга качества воздуха.

13. Как только надёжные данные о качестве воздуха станут доступны из периода 2-3 лет, **рекомендуется развивать первые планы мониторинга качества воздуха и программы для городов, где загрязнение воздуха наиболее тяжёлое.**
14. Двойная система классификации также неудобна для членов Европарламента или производственных объектов. Она не облегчает перехода к интегрированному разрешению, главная цель которого состоит в том, чтобы предотвратить загрязнение и минимизировать отходы в интегрированной манере и защищать окружающую среду в целом. Рисунок 18 ниже **показывает упрощенную блок-схему для обработки экологических заявок на разрешение природопользования.** Большинство производственных объектов, принадлежащих классу 1 обычно, просят разрешение и представляет отчеты непосредственно министерству, в то время как производственные объекты класса II-IV должны отчитываться перед региональным департаментом по защите окружающей среды. Выбросы CO₂ теперь регулируются отдельным разрешением.

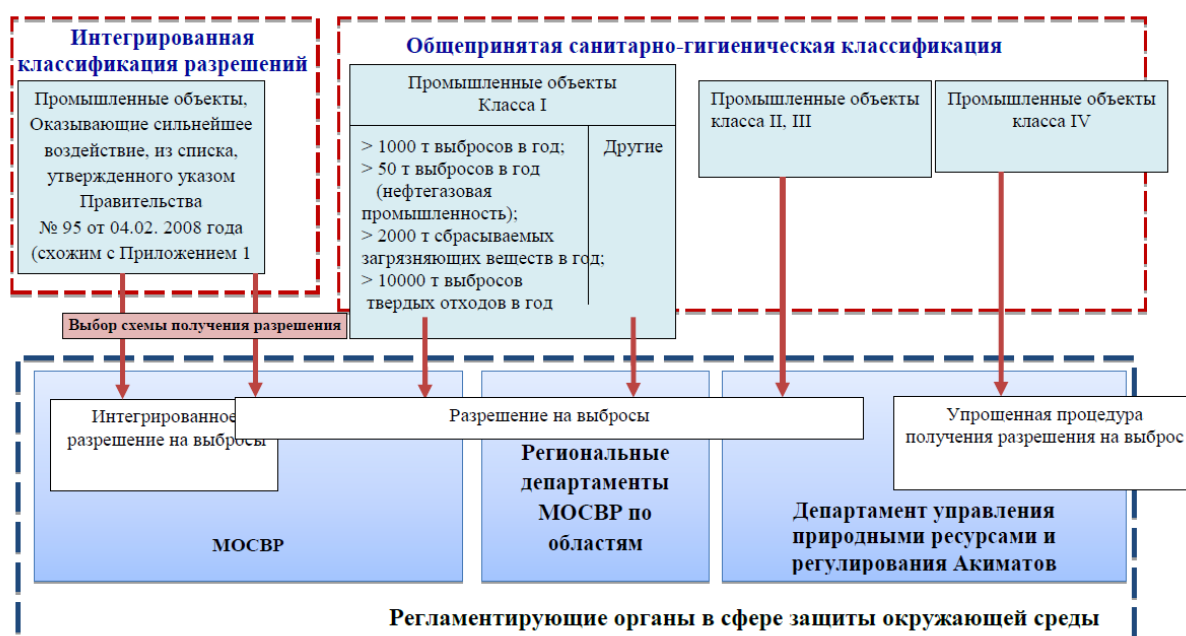


Рис. 33 Рекомендации по усовершенствованию системы выдачи разрешений

- Унификация схем выдачи разрешений и распределение по категориям крупных источников загрязнения

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

- *Направление основного внимания плана по охране окружающей среды на снижение уровня выбросов и применение наилучших доступных технологий*
- *Оптимизация срока действия экологического разрешения*
- *Упрощение действующих процедур по получению комплексных экологических разрешений*
- *Содействие предотвращению загрязнения и использованию наилучших доступных технологий*
- *Оптимизация процедуры получения разрешений*
- *Оптимизация процесса установления предельных значений выбросов:*
 - Направить основное внимание на значительные по объему выбросы и крупные источники загрязнения
 - Более широкое применение технологического подхода в процессе установления предельных значений выбросов
 - Определение предельных величин выбросов в атмосферу с учетом концентрации
 - Приведение в соответствие списков загрязняющих веществ (атмосферный воздух)

15. Рекомендации по усовершенствованию системы мониторинга промышленных выбросов

➤ Экологический самомониторинг является обязательным для промышленных предприятий I-III категории воздействия на окружающую среду. Однако требования к содержанию и методике мониторинга качества окружающей среды, включая пробоотбор, усреднение, анализ и управление данными, точно не определены.

Рекомендуется внести поправки и объединить в один документ методику определения содержания программы проведения самомониторинга выбросов в атмосферу. Общая методика должны описывать следующие параметры:45

- контролируемые параметры, точки пробоотбора и места измерения, доступ к точкам пробоотбора;
- сроки (период, продолжительность и периодичность) проведения мониторинга и измерений;
- методы мониторинга, в том числе точность результатов имеющихся методов измерений к предельным величинам выбросов, указанным в разрешении;
- методы и периодичность ведения учета, анализа данных и представления отчетности;
- процедуры оценки соблюдения требований и внутренний порядок самокоррекции (в том числе внутренние инструменты устранения несоответствий);
- механизмы обеспечения и контроля качества, в том числе подробная информация об аккредитации или сертификации анализа;
- действия в случае чрезвычайных ситуациях, например, инциденты и / или несчастные случаи;
- внутренние меры для обеспечения соблюдения экологических стандартов, в том числе распределение экологической ответственности между персоналом предприятия на всех уровнях, система внутренних аудитов (самоконтроль), корректирующие действия, а также обучение персонала;
- институциональные механизмы, внедренные для реализации программы.

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

➤ Рекомендуется объединить списки загрязняющих веществ, используемые в целях представления отчетности, и, возможно унифицировать национальный список загрязняющих веществ, используемый для представления отчетности по форме 2-ТП (воздух) в службу государственной статистики, со списком загрязняющих веществ Приложения II к Киевскому протоколу.

➤ В шаблон отчета по экологическому самомониторингу рекомендуется включить специальный раздел, который будет содержать информацию об эксплуатации оборудования и объеме производства. Данные о производстве и режиме эксплуатации оборудования должны быть напрямую связаны с точкой и временем измерения. Шаблон отчета по экологическому самомониторингу можно привести в соответствие с рекомендациями ОЭСР (см. ОЭСР. Техническое руководство по экологическому самомониторингу в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, 2007 год).

➤ Рекомендуется разработать методику, чтобы:

- определять «значительные» источники выбросов, подробная информация о которых должна включаться в экологическую отчетность;
- определять те промышленные объекты, которые представляют экологические отчеты меньшего объема ввиду их размера или по причине незначительных выбросов в атмосферу;
- разработать шаблон укороченного экологического отчета.

16. Разработку национального РВПЗ необходимо дополнить нормативной базой казахстанского законодательства, которая четко определяет полномочия и обязанности органов, ответственных за ведение РВПЗ, и обязательства отраслей промышленности / объектов, которые представляют отчеты. Отдельные элементы системы мониторинга и учета выбросов загрязняющих веществ потребует внесения изменений и дополнений в соответствии с обязательствами в рамках Протокола.

17. Рекомендации по улучшению системы регистрации промышленных выбросов

➤ Электронная отчетность по выбросам

Поэтому рекомендуется построить базу данных на платформе, которая дает возможность отрасли промышленности войти в базу данных и представить все данные в соответствии с требованиями.

➤ Периодичность представления отчетности и количество схем представления отчетности

Рекомендуется уменьшить количество отчетных обязательств до одного раза в год. Более частое представление отчетов возможно компетентным органам и не требуется, и снижение периодичности представления отчетов может снизить рабочую нагрузку на министерство и персонал отрасли, и позволит повысить качество отчетов и их прозрачность. Обязательство по представлению отчетности один раз в год требует от компетентных органов разработки вопросника, охватывающего всю информацию, необходимую нескольким агентствам/министерствам. Для составления подобного вопросника необходимо тесное сотрудничество между министерствами и ведомствами. Объедините две

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

параллельно действующие схемы по представлению экологической отчетности, с учетом положений протокола РВПЗ, как показано ниже:

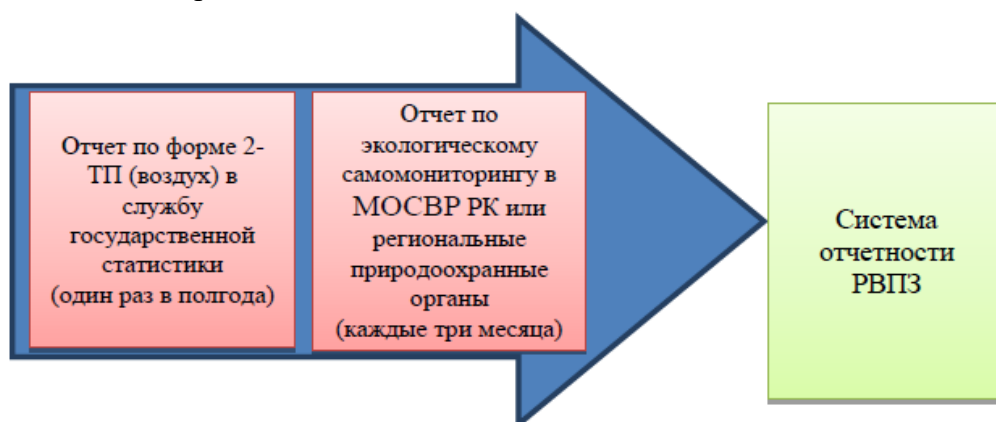


Рис. 34 Предлагаемый переход к системе отчетности РВПЗ

- Обмен информацией между персоналом региональных и центральных природоохранных органов

Рекомендуется укрепить связь и сотрудничество специалистов МОСВР РК и специалистов в области. Самый лучший вариант - через общую базу данных, в которую можно войти из разных мест, но первым шагом может стать создание общего сервера, на котором будут храниться все соответствующие данные и что позволит значительно увеличить обмен информацией.

- Доступ общественности к информации о выбросах

Рекомендуется разработать нормативные правила обеспечения открытой публикации отчетов по экологическому самомониторингу. Публиковать данные бесплатно в Интернете. Идеальный вариант – на веб-странице, где данные о выбросах могут быть распределены по классификациям на уровне объекта, но для начала ежегодные отчеты можно публиковать с возможностью скачивания отчета.

18. Основная задача – обеспечить плавное проведение реформ. Сюда входит рационализация, предотвращение дублирования, устранение устаревших элементов системы, а также развитие потенциала. В связи с этим в исследовании **обозначены следующие основные направления усовершенствования нормативно-правовой базы:**

- Уточнение сферы применения получения разрешений и контроля их соблюдения;
- Оптимизация требований к выдаче разрешений и контролю их соблюдения;
- Обеспечение методологической целостности условий получения разрешений и мониторинга промышленных выбросов;
- Обеспечение открытого доступа к самомониторингу и контролю над его соблюдением.

19. Предлагается распределить все промышленные объекты на три класса.

- Класс I воздействия на окружающую среду – все промышленные объекты, отвечающие критериям Приложения I «Категории видов деятельности» к

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

директиве ЕС 2010/75/EU. После определенного переходного периода данный класс промышленных объектов должен принять на себя обязательство соблюдать НДТ и получать комплексные разрешения. К промышленным объектам, отнесенным к Классу I, должны применяться наиболее строгие требования в части получения разрешений, самомониторинга и отчетности.

- Класс II воздействия на окружающую среду – все промышленные объекты, не относящиеся к первому классу воздействия на окружающую среду, но обязаны проводить самомониторинг и отчитываться. Целесообразно отнести к данному классу воздействия на окружающую среду все промышленные объекты, которые отвечают критериям Приложения I Протокола РВПЗ.
- Класс III воздействия на окружающую среду – предприятия МСБ, которые не могут быть отнесены к предыдущим классам воздействия на окружающую среду.

Мониторинг ртути и диоксинов в атмосферном воздухе

В Казахстане при разработке концепции нового Экологического Кодекса особое внимание уделялось мониторингу ртути в окружающей среде, а также в связи с планами по строительству мусоросжигательных заводов появляется необходимость в мониторинге концентрации диоксина на источнике выбросов, а также в воздухе населенного пункта.

Мониторинг диоксинов от сжигания отходов

В Экологическом Кодексе РК предусмотрена термическая утилизация отходов, в 2021 году активно рассматривалось строительство 6 мусоросжигательных заводов с выработкой электричества. На данные планы Министерства экологии активисты выразили свое возражение из-за выбросов диоксина, который выделяется при сжигании отходов. В связи с этим, в данном докладе представлена информация по опыту других стран по проведению мониторинга и контроля на источниках выбросов диоксина.

Выработка электричества и тепла в результате сжигания отходов широко применяется в Швеции. Для уменьшения концентрации диоксинов в самой технологии сжигания предусматривается сжигание отходящих газов. В зоне горения мусоросжигательного завода температура сжигания достигает 1260 °C: высокая температура необходима, чтобы обеспечить нейтрализацию токсичных диоксиновых соединений (диоксинов). Нейтрализация диоксинов - это химическая реакция разложения сложных полимерных диоксиновых соединений на простые: кислород (O₂), углерод (C₂) и хлор (Cl). Образовавшиеся дымовые газы проходят 3-ступенчатую систему сухой очистки дымовых газов, которая начинается еще в котле: более 2 секунд они выдерживаются при температуре выше 850 °C - что обеспечивает окончательное разложение диоксинов и нейтрализацию оксидов азота. Затем в реакторе дымовые газы очищаются от органических веществ, тяжелых металлов и кислотных составляющих с помощью активированного угля и гашеной извести (адсорбция). На этой же стадии разрушаются вторичные диоксины, которые образуются при охлаждении газов - газы охлаждаются на выходе из котла. Последний этап проходит в рукавном фильтре, в котором дымовые газы очищаются от

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

самых мелких частиц: пыли, золы и прочих продуктов горения (например, углекислого газа (CO₂)).

Отходящие выбросы выходят из трубы, на выходе из которой их ждет интерактивная система мониторинга вредных веществ. Данные мониторинга доступны в режиме реального времени 24 часа в сутки.

Непосредственно перед трубой установлены измеряющие приборы, которые круглые сутки регистрируют данные для каждого котла в отдельности, оценивают их и сохраняют. Данные других веществ, содержащихся в отработанном газе, которые нельзя зарегистрировать непрерывным наблюдением, проверяются регулярными однократными измерениями. Обо всех результатах пишутся отчеты, которые предоставляются контролирующим органам — правительству.

Мониторинг ртути в атмосферном воздухе стран ОЭСР

Ртуть присутствует в атмосфере либо в виде газообразной элементарной ртути (GEM), газообразной окисленной ртути (GOM, также известной как реактивная газообразная ртуть), либо связанной с частицами ртути (PBM).

Хотя мониторинг уровней ртути в воздухе (сухое осаждение) имеет важное значение для понимания ее судьбы и переноса в атмосфере, именно информация о влажном осаждении ртути является ключевым вкладом. Влажное осаждение может отслеживать поступление ртути в чувствительные экосистемы, где она может быть дополнительно преобразована в биодоступный MeHg, который накапливается в пищевой цепи и приводит к значительному воздействию ртути среди частых потребителей морепродуктов (AMAP/UNEP, 2013). Таким образом, мониторинг ртути в осадках, океане и море (на границе раздела воздух-вода) имеет особое значение в связи с преобразованием ртути, происходящим в водной среде. Кроме того, данные, касающиеся вертикального распределения ртути в атмосфере, особенно важны для проверки моделей переноса химических веществ и преобразования ртути, например, окисления GEM до GOM. Сети мониторинга, представленные ниже, сосредоточены, по крайней мере, на один (или комбинация) типов измерений ртути в атмосфере. Конкретная информация представлена в разделах, описывающих каждую сеть мониторинга.

Выбросы ртути в атмосферу происходят из двух основных источников: природных источников и антропогенных источников. Природные источники включают выбросы ртути в результате выветривания земной коры. Это составляет примерно от пяти до тридцати процентов от общего объема выбросов ртути (Корбитт и др., 2011; Пирроне и др., 2009).

Остальные выбросы в атмосферу поступают из антропогенных источников, которые можно разделить на два категории: (i) выбросы побочных продуктов и (ii) выбросы в результате преднамеренного использования ртути. Крупнейшим побочным источником выбросов ртути является сжигание ископаемого топлива. Уголь содержит примеси ртути, и в

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

процессе сжигания ртуть выделяется в воздух (АМАР/UNEP, 2013). Вторая категория, выбросы в результате преднамеренного использования, включает использование ртути в кустарной и мелкомасштабной добыче золота, или ASGM (с самым высоким уровнем выбросов среди всех антропогенных источников), использование в промышленных и химических процессах и производство продуктов с добавлением ртути.

Первоначальный обзор атмосферных сетей

В различных регионах мира были созданы скоординированные сети мониторинга для измерения концентраций ртути в окружающем воздухе и мокрого осаждения. В Европе и Северной Америке поддерживаются многочисленные объекты в рамках национальных сетей мониторинга, которые непрерывно осуществляют мониторинг ртути с момента 1970-е годы (АМАР/ЮНЕП, 2013). Основываясь на результатах первоначального и вторичного скрининга (более подробную информацию см. в разделе "Методология"), этот обзор охватывает несколько национальных и 6 глобальных сетей, активно участвующих в мониторинг атмосферной ртути.

Национальные сети, обсуждаемые ниже, включают:

Канадскую воздушную и Сеть мониторинга осадков (САРМоN) совместно с Environment Canada управляется Канадой по окружающей среде и изменению климата, Канадской программой по загрязнению Севера, Австралийским национальным загрязнителем Инвентаризация (NPI), японские агентства, включая Национальный институт болезни Минамата (NIMD), Национальный институт экологических исследований (NIES) и Министерство окружающей среды, Корейский национальный институт экологических исследований (NIER) и бразильский, Китайский (Тайвань), Вьетнамский, Британский, венгерский, Национальные проекты Польши, Андорры, Австрии и Румынии, а также инициатива Европейского Союза.

Региональные и глобальные сети мониторинга, описанные ниже, включают:

Глобальную систему наблюдения за ртутью (GMOS), Европейская программа мониторинга и оценки (EMEP), Национальное атмосферное осаждение Программа (NADP), Азиатско-Тихоокеанская сеть мониторинга ртути (APMMN), Арктический мониторинг и Программа оценки (АМАР) и Европейский регистр выбросов и переноса загрязнителей (E-PRTR).

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

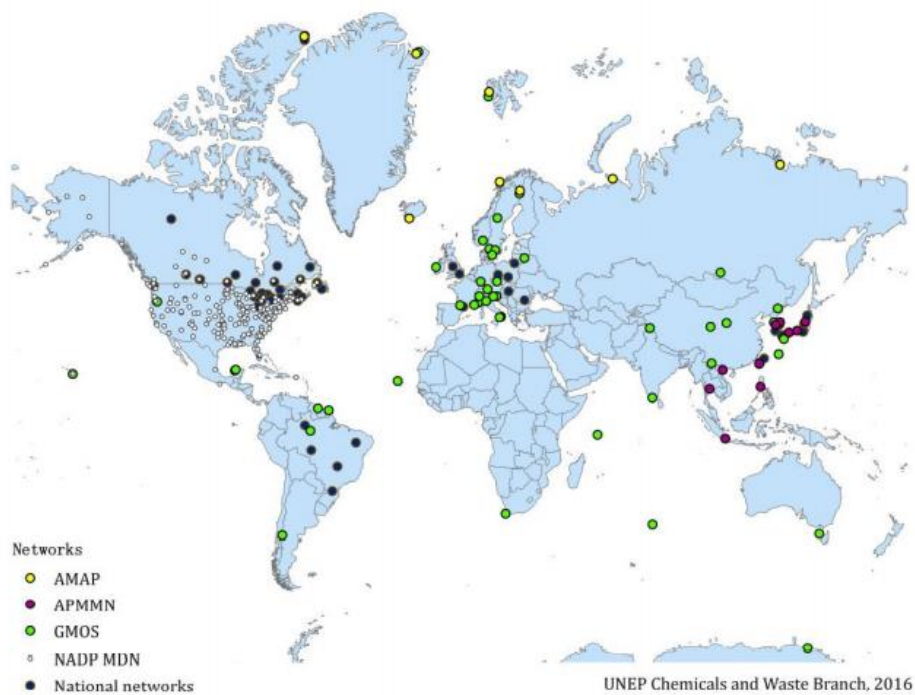


Figure 3. Location of atmospheric mercury monitoring stations from the networks identified in this report

Рис. 35 Станции мониторинга ртути по миру

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

Список использованной литературы

- 1 Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК «Экологический кодекс Республики Казахстан»
- 2 Кодекс Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс)
- 3 Кодекс Республики Казахстан от 29 октября 2015 года № 375-V «Предпринимательский кодекс Республики Казахстан»
- 4 Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 22 июня 2021 года № 208 «Об утверждении Правил ведения автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду при проведении производственного экологического контроля»
- 5 Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 168 «Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах»
- 6 Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 24 февраля 2021 года № 47-Ө «Об утверждении Положения республиканского государственного учреждения Комитет экологического регулирования и контроля Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан и его территориальных органов»
- 7 РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы
- 8 Глобальные рекомендации Всемирной организации здравоохранения по качеству воздуха 2021 г.
- 9 ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ содержащихся в выбросах предприятий»
- 10 Глобальный обзор сетей мониторинга ртути. Ноябрь, 2016. Окружающая среда Организации Объединенных Наций, Отдел экономики, Сектор химических веществ и отходов СН-1219 Шатлен, Женева, Швейцария
- 11 A Wasted Opportunity? EU environmental standards for waste incineration plants under review. Published April 2018, Brussels, Belgium. Text April 2018, EEB by authors Aliko Kriekouki, Anton Lazarus and Christian Schaible
- 12 Atkinson R., Arey J., 2003. Atmospheric degradation of volatile organic compounds. Chemical Review 103, 4605-4638.
- 13 Gelencsér A., Kiss G., Hlavay J., 1994. The evaluation of a tenax GR diffusive sampler for the determination of benzene and other volatile aromatics in outdoor air. Talanta 41, 1095-1100.
- 14 Thompson H.D, Evans C.R., 2014. Highly elevated atmospheric levels of volatile organic compounds in the Uintah Basin, Utah. Environmental science & technology 48, 4707 – 4715.
- 15 Lerner J.E., Colman K., Tibor A., 2014. Improvement of health risk factors after reduction of VOC concentrations in industrial and urban areas. Environmental science and pollution research international 21, 9676 -9688.
- 16 Thijsse T.R., van Oss R.F., Lenschow P., 1999. Determination of source contributions to ambient volatile organic compound concentrations in Berlin. Journal of Air Waste Management Association 49, 1394–1404.
- 17 Toxicological Profile for Benzene (Update). Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, Department of Health and Human Services, 2007. Atlanta, GA, 438.

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

18 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Methyl T-Butyl Ether. U.S. Department of Health & Human Services, 1996. Atlanta, GA, 108.

19 Potential Health Effects of Occupational Chlorinated Solvent Exposure AVIMA M. RUDER. National Institute for Occupational Safety and Health, Centers for Disease. Control and Prevention, Cincinnati, Ohio 45226, USA.

20 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Phenol. U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA, 2008

21 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for 1,2-dichloroethane. U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA, 2001.

22 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for acrolein. U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA, 2007.

23 Demeestere, K.; Dewulf, J.; Witte, B. D.; Langenhove, H. V. (2007) Sample preparation for the analysis of volatile organic compounds in air and water matrices. Journal of Chromatography A, Vol. 1153, pp. 130–144.

24 Compendium Method TO-17. Determination of Volatile Organic Compounds in Ambient Air Using Active Sampling Onto Sorbent Tubes. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1999.

25 ГОСТ Р ISO 16017-2-2007. Воздух атмосферный, рабочей зоны и замкнутых помещений. Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. – Москва, Россия, 2007.

26 Compendium Method TO-14A. Determination Of Volatile Organic Compounds (VOCs) In Ambient Air Using Specially Prepared Canisters With Subsequent Analysis By Gas Chromatography. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1999.

27 Compendium Method TO-15. Determination Of Volatile Organic Compounds (VOCs) In Air Collected In Specially-Prepared Canisters And Analyzed By Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1999.

28 Batterman S., Zhang G.Z., Baumann M., 1998. Analysis and stability of aldehydes and terpenes in electropolished canisters. Atmospheric Environment 32, 1647-1655.

29 Krol S., Zabiegała B., Namiesnik J. Monitoring VOCs in atmospheric air II . Sample collection and preparation // Trends in Analytical Chemistry. – 2010. – Vol. 29, Is. 9. - P. 1101–1112.

30 Palmes E. Personal monitoring device for gaseous contaminants // American Industrial Hygiene Association journal. – 1973. – Vol. 34. - P. 78–81.

31 Sanchez J.M., Sacks R.D., 2003. Performance characteristics of a new prototype for a portable GC using ambient air as carrier gas for on-site analysis. Analytical Chemistry 75, 978-985.

32 Feng C.H., Mitra S., 2000. Breakthrough and desorption characteristics of a microtrap. Journal of Microcolumn Separations 12, 267-275.

33 Helmig D., 2005. Development and Application of Needle Trap Device. Journal of Chromatography A 732, 414-417.

34 Dutta, C.; Som, D.; Chatterjee, A.; Mukherjee, A. K.; Jana, T. K.; Sen S. (2009) Mixing ratios of carbonyls and BTEX in ambient air of Kolkata, India and their associated health

Данный доклад подготовлен СРО «Ассоциация практикующих экологов» в рамках проекта «Укрепление потенциала по мониторингу качества воздуха в Центральной Азии»

risk. *Environ Monit Assess* Vol. 148, pp. 97–107.

35 Hell'en, H.; Hakola, H.; Pirjola, L.; Laurila, T.; Pystynen, K.H. (2006). Ambient air concentrations, source profiles, and source apportionment of 71 different C2-C10 volatile organic compounds in urban and residential areas of Finland, *Environ. Sci. Technol.*, Vol. 40, No. 1, pp. 103-8.

36 K. Elke, E. Jermann, J. Begerow, L. Dunemann. Determination of benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes in indoor air at environmental levels using diffusive samplers in combination with headspace solid-phase microextraction and high-resolution gas chromatography-flame ionization detection // *Journal of Chromatography A.* – 1998. – Vol. 826. – P. 191-200.

37 Khaled A., Pawliszyn J. Time-weighted average sampling of volatile and semi-volatile airborne organic compounds by a solid-phase microextraction device // *Journal of Chromatography A.* – 2000. – Vol. 892. – P. 455-467.

38 Pawliszyn J. Solid phase microextraction: Theory and practice. // Wiley-VCH, Inc., New York, NY, – 1997. – P. 247.

39 Zhang Zh., Jang M.J., Pawliszyn J. Solid-phase microextraction: a solvent free alternative for sample preparation // *Analytical Chemistry.* – 1994. – Vol. 66(17). – P. 844A-853A.

40 Llompart M., Li K., Fingas M. Headspace solid phase microextraction (HS SPME) for the determination of volatile and semivolatile pollutants in soils // *Talanta.* – 1999. - Vol. 48. – P. 451-459.

41 Koziel J.A., Jia M., Khaled A., Noah J., Pawliszyn J. Field air analysis with SPME device // *Analitica Chimica Acta.* - 1999. – Vol. 400 (1-3). – P.153-162.

42 Koziel J.A., Jia M., Pawliszyn J. Air sampling with porous solid-phase microextraction fibers // *Analytical Chemistry.* – 2000. – Vol. 72 (21). – P.5178-5186.

43 P.A. Martos, J. Pawliszyn. Time-Weighted Average Sampling with Solid Phase Microextraction // *Analytical Chemistry.* – 1999. – Vol. 71. – P.1513-1520.