

М.А.ПАШКЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор, *mpash@spmi.ru*

Ю.Д.СМИРНОВ, канд. техн. наук, доцент, *qwerik84@gmail.com*

Т.А.ПЕТРОВА, канд. техн. наук, доцент, *petrova9@yandex.ru*

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

M.A.PASHKEVICH, Dr. in eng. sc., professor, *mpash@spmi.ru*

Y.D.SMIRNOV, PhD in eng. sc., associate professor, *qwerik84@gmail.com*

T.A.PETROVA, PhD in eng. sc., associate professor, *petrova9@yandex.ru*

National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

В результате теоретических изысканий и экспериментальных исследований в Горном университете проведена разработка и внедрение мониторингового комплекса на базе беспилотных летательных аппаратов с максимально возможной полезной нагрузкой для производственного экологического контроля и автоматической передачи потоковой информации более чем с 10 каналов одновременно на наземную станцию управления, оборудованную специальным программным обеспечением. Использование данного мониторингового комплекса позволит провести зонирование горно-промышленной агломерации в зависимости от степени техногенной нагрузки.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, беспилотный летательный аппарат, горно-промышленная агломерация, зонирование территории.

SYSTEM OF ECOLOGICAL MONITORING OF ATMOSPHERIC AIR OF MINING INDUSTRIAL AGLOMERATION

As a result of theoretical researches and experimental researches in Mining University development and introduction of monitoring complex are conducted on the base of pilotless aircrafts with a maximally possible actual load for productive ecological control and automatic stream information transfer more than from 10 channels simultaneously to the surface station of management, equipped by the special software. Drawing on this monitoring complex will allow to conduct zoning of mining industrial agglomeration taking into account the worked out classification of degree technogenic loading.

Key words: RMON, pilotless aircraft, mining industrial agglomeration, zoning of territory.

Горно-добывающие и горно-перерабатывающие предприятия являются одними из основных источников загрязнения окружающей среды. Несмотря на высокую их экологическую опасность, существующие системы экологического мониторинга не позволяют оперативно и с высокой достоверностью контролировать состояние компонентов окружающей природной среды, что приводит к повышению затрат на ликвидацию экологически неблагоприятных последствий техногенного воздействия объектов минерально-сырьевого комплекса.

Для стабилизации экологической обстановки в России создана Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), главной задачей которой является создание информационной базы об экологической обстановке в различных регионах страны с целью информационной

Для стабилизации экологической обстановки в России создана Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), главной задачей которой является создание информационной базы об экологической обстановке в различных регионах страны с целью информационной

поддержки процедур принятия решений в области природоохранной деятельности и экологической безопасности. Количество постов наблюдения сети ЕГСЭМ в горно-промышленных агломерациях в основном определяется количеством проживающих в них жителей и не превышает двух постов на населенный пункт, несмотря на значительную техногенную нагрузку, которой подвергаются население и компоненты природной среды. Подфакельные посты наблюдения на предприятии фиксируют информацию о выбросах в атмосферный воздух и сбросах в водные объекты.

Таким образом, экологическая информация, имеющаяся в горно-промышленных агломерациях, является крайне ограниченной и не позволяет исследовать формирование техногенных ореолов и потоков загрязнения для оперативного прогнозирования экологической ситуации и чрезвычайных ситуаций.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для мониторинга атмосферного воздуха позволяет минимизировать объемы проводимых наземных обследований, которые заключаются в следующем:

- опробование с проведением анализа проб в лабораторных условиях;
- проведение замеров с помощью газо- и водоанализаторов на месте исследования.

Использование стационарных аналитических лабораторий является неоперативным. Периодичность исследований регламентируется транспортной доступностью лаборатории из района обследования. Время от отбора пробы до получения результата продолжительно, а оперативное включение данных в динамически изменяющуюся картину состояния окружающей среды представляется малоинформативным. Лабораторная сеть наблюдения лишает исследователя возможности постоянно и достоверно предоставлять информацию о качестве атмосферного воздуха на рассматриваемой территории, что не позволяет оперативно управлять техногенной нагрузкой и предотвращать аварийные ситуации.

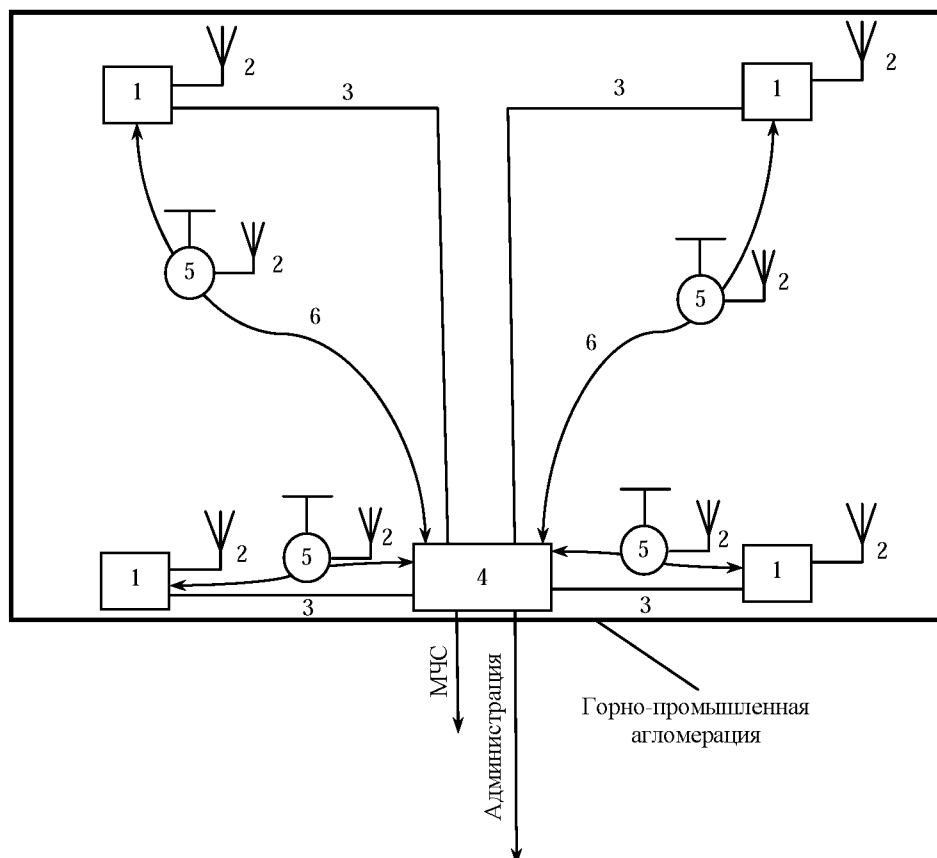
Проведение инструментального контроля непосредственно на месте имеет не-

сравненные преимущества перед рассмотренным методом, но в труднодоступных местах: на территориях отвалов, хвостохранилищ, горных выработок, застроек – использование БЛА при проведении мониторинга атмосферного воздуха выходит на лидирующие позиции.

Структурная схема предлагаемой системы экологического мониторинга атмосферного воздуха горно-промышленной агломерации, представленная на рисунке, содержит датчики первой группы 1 замеров концентраций загрязняющих веществ, пыли, уровня радиоактивности непосредственно на наземном уровне. Датчики установлены на стационарных постах фоновой мониторинга, подключенных посредством радиосвязи 2 и аппаратуры городской (региональной) телефонной сети 3 к центру обработки и сравнения данных на центральном диспетчерском пункте 4. Датчики второй группы 5 устанавливаются на борту БЛА, совершающих облет территорий по заданной программе 6. Они соединены с центральным постом наблюдения 4 через радиоканал 2.

Система экологического мониторинга атмосферного воздуха работает следующим образом. Полученные значения с датчиков концентраций химического загрязнения и уровней физического загрязнения атмосферного воздуха первой группы в центральном диспетчерском пульте сравниваются со значениями предельно допустимых концентраций (ПДК) и уровней (ППУ), что позволяет составить представление об общем уровне загрязнения горно-промышленной агломерации в реальный момент времени.

С помощью специального программно-технического комплекса строятся карты полей концентрации загрязняющих веществ. В места превышения нормативных значений уровня загрязнения направляются БЛА с установленными специальными анализаторами концентраций химического загрязнения и уровней физического загрязнения атмосферного воздуха для более детального изучения процессов загрязнения и выявления направлений миграции загрязнений в зависимости от параметров источников выбросов и метеопараметров.



Система экологического мониторинга атмосферного воздуха горно-промышленной агломерации

Установка в диспетчерском пункте соответствующего программно-технического комплекса позволяет сформировать карту пространственного и временного распределения загрязнений атмосферы в соответствии с полученными данными от групп датчиков, установленных непосредственно на БЛА.

Центральный диспетчерский пункт получает информацию об экологическом состоянии горно-промышленной агломерации, регистрирует ее и представляет как в автоматическом, так и в диалоговом режимах, а также передает информацию об экологическом состоянии горно-промышленной агломерации в районные и региональные органы экологического контроля.

Конструкция датчиков первой и второй групп предложенной системы экологического мониторинга атмосферного воздуха горно-промышленной агломерации основана на использовании известных элементов и технических трудностей для реализации не представляет.

Мониторинг с использованием БЛА определяется как многопараметрический и относится к новому типу дистанционно-контактного мониторинга, который дает возможность экспрессно получать объективную информацию о состоянии компонентов природной среды в режиме реального времени. Смена датчиков контроля позволяет повысить чувствительность метода при решении специфических экологических задач. Перечень определяемых загрязняющих веществ и требуемого оборудования, устанавливаемого на БЛА, зависит от поставленной задачи. Одной из основных задач, решаемых с помощью БЛА, является отнесение исследуемой территории к определенной зоне по уровню техногенного воздействия.

Гигиеническое зонирование территорий является способом ранжирования рассматриваемых площадей по степени влияния антропогенных факторов на окружающую среду и здоровье населения. При зонировании территорий учитываются:

Критерии оценки степени техногенной нагрузки на территориях горно-промышленных агломераций

Степень техногенной нагрузки	Характеристика качества окружающей среды	Характеристика состояния здоровья населения
1. Удовлетворительная	Единичные (случайные) превышения уровня ПДК или ПДУ	Отдельные отклонения, часто не связанные с качеством окружающей среды
2. Слабая	Стабильное превышение в 1,1-2 раза ПДК (ПДУ) по одному показателю	Отдельные отклонения, связанные с качеством окружающей среды
3. Умеренная	Превышение в 1,1-2 раза ПДК (ПДУ) по нескольким показателям	Отдельные отклонения, связанные с качеством окружающей среды. Наблюдаются изменения демографических показателей
4. Сильная	Многократное превышение в 2,1-5 раз ПДК (ПДУ) по нескольким показателям	Отклонения по общим показателям здоровья, связанные с загрязнением окружающей среды
5. Критическая	Многократное превышение в 5 и более раз ПДК (ПДУ) по всем показателям	Появление врожденных отклонений в показателях здоровья, непосредственно связанные с факторами загрязнения среды

- характеристика природно-климатических условий;
- коэффициент суммарного загрязнения атмосферы;
- показатели состояния здоровья населения.

Зонирование территории должно проводиться в зависимости от суммы баллов по числу учтенных показателей. Зонирование следует проводить с учетом следующей классификации степени техногенной нагрузки: удовлетворительная, слабая, умеренная, сильная, критическая.

Оценка степени техногенной нагрузки на окружающую среду и здоровье человека территорий горно-промышленных агломераций производится в соответствии с признаками, приведенными в таблице.

В соответствии с параметрами, приведенными в таблице, можно выделить следующие направления социально-экономического развития горно-промышленных агломераций:

- I – удовлетворительная зона (первая степень нагрузки) – возможно размещение или развитие любых промышленных и гражданских объектов, но при этом следует учитывать климатические, орогидрографические и экологические факторы;

- II – слабая зоны (вторая степень нагрузки) – при выборе направления социально-экономического развития зоны необходимо провести ряд мероприятий, направ-

ленных на оздоровление территории и улучшение качества окружающей среды. Экономическое развитие возможно только в случае разработки долгосрочных планов по охране окружающей среды;

- III, IV, V – умеренная, сильная, критическая зоны (третья, четвертая, пятая степени нагрузки) исключают территории из рассматриваемых в качестве развивающихся в социально-экономическом аспекте. Необходима разработка планов по оптимизации функционирования данных территорий с учетом экологических и экономических аспектов.

Таким образом, дистанционно-контактный мониторинг с применением малогабаритных беспилотных летательных аппаратов, оснащенных аналитическим навесным оборудованием, позволяет оперативно, в режиме реального времени оценить экологическую ситуацию в районе исследований, отнести рассматриваемую территорию к определенной зоне по уровню техногенного воздействия для разработки плана средоохранительных мероприятий.

Проведенная работа выполнена в рамках государственного контракта № 14.515.11.0006 «Разработка методов дистанционного контроля качества состояния компонентов окружающей среды на территориях горно-промышленных агломераций» и при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.