УДК 504.064.37

М.А.ПАШКЕВИЧ, *д-р техн. наук, профессор, mpash@spmi.ru*
Ю.Д.СМИРНОВ, *канд. техн. наук, доцент, qwerik84@gmail.com*
А.С.ДАНИЛОВ, *студент, twixsek@mail.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*
A.S.DANILOV, *student, twixsek@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАЛОГАБАРИТНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В результате проведенных исследований разработана инновационная система мониторинга атмосферного воздуха, основанная на использовании современных систем измерения, установленных на беспилотные летающие аппараты, что позволяет решать актуальные задачи по быстроразворачиваемым системам экологического мониторинга за состоянием окружающей среды. Произведен выбор эффективных способов проведения мониторинговых исследований на территориях горно-промышленных агломераций.

Использование беспилотных летательных аппаратов дает уникальную возможность совмещения дистанционных и контактных методов мониторинговых исследований, что позволяет работать с материалами, разнообразными по масштабам, разрешению, геометрическим и спектральным свойствам, и при этом получать количественные и качественные характеристики состояния компонентов окружающей природной среды с полным перечнем контролируемых параметров для детального анализа экологической ситуации в районах горно-промышленных агломераций.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, беспилотный летательный аппарат, экспресс-анализ, аэрофотосъемка.

ESTIMATION OF QUALITY OF ENVIRONMENT WITH THE USE OF SMALL PILOTLESS AIRCRAFTS

As a result of undertaken studies the innovative system of monitoring of atmospheric air, based on the use of the modern systems of measuring, set on pilotless flying vehicles, is worked out, allow to decide actual tasks on the quickly deployed systems of the ecological monitoring after the state of environment. The choice of effective methods of realization of monitoring researches is produced on territories of mining agglomerations.

The use of pilotless aircrafts gives an unique opportunity of combination of the controlled from distance and pin methods of monitoring researches, that allows to work with materials various on scales, permission, geometrical and spectral properties and here to get quantitative and quality descriptions of the state of components of natural environment with the complete list of the controlled parameters for the detailed analysis of ecological situation in the districts of mining agglomerations.

Key words: RMON, pilotless aircraft, express-analysis, aerial photography.

В настоящее время мониторинг состояния природной среды в зоне воздействия производственных объектов минерально-сырьевого комплекса проводится контактными и неконтактными (дистанционными) методами. К контактным методам относится мониторинг, который выполняется на стационарных постах наблюдения и маршрутными исследованиями. Дистанционные методы представлены аэро- и космомониторингом, лидарным зондированием и др.

Мониторинг с использованием беспилотных летательных аппаратов (БЛА) позволяет исследовать следующие нарушения природной среды: 1) заболачивание; 2) провалы; 3) вырубки леса; 3) подтопление и затопление; 5) объекты строительства.

Наиболее важным аспектом аэромониторинга является оценка загрязнения атмосферы и поверхностных вод.

По результатам мониторинга с использованием БЛА строится комплект карт ореолов загрязнений компонентов окружающей среды, которые в дальнейшем используются при оценке и прогнозе экологической ситуации района исследований. В Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» разработаны научно-методические основы проведения экологического мониторинга окружающей среды с помощью малогабаритных беспилотных летательных аппаратов, оснащенных навесным аналитическим оборудованием, на территориях горно-промышленных агломераций. В процессе исследований определялись оптимальные методы контроля и оценки качества компонентов окружающей среды; составлялись программа дистанционного контроля качества состояния компонентов окружающей среды на территориях горно-промышленных агломераций; выбирались измерительные средства для поведения экологического мониторинга.

Разработанный мониторинговый комплекс (МК) с использованием малогабаритного беспилотного летательного аппарата вертолетного типа (мБЛА-ВТ) и малогабаритного беспилотного летательного аппарата самолетного типа (мБЛА-С) применяется для решения следующих задач:

- проведение дистанционного воздушного мониторинга, видеосъемки и аэрофотосъемки местности и объектов с высоты от 50 до 1000 м;
- выполнение тепловизионного мониторинга;
- проведение измерений радиационного загрязнения атмосферы;
- обнаружение утечек метана;
- количественное определение концентрации кислорода, оксида углерода, диоксида углерода, оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, сероводорода, а также измерение температуры и давления (разрежения) в зоне отбора пробы;
- количественное определение запыленности атмосферы в заданной точке.

Мониторинговый комплекс сохраняет свою работоспособность в условиях воздействия следующих внешних факторов: освещенность на объекте мониторинга от 4 лк, скорость ветра не более 10 м/с, температура окружающей среды от минус 20 до плюс 35 °С, атмосферные осадки в виде дождя и снега с интенсивностью до 2 мм/ч, атмосферное давление – пониженное (600 мм рт.ст.).

Разработанный мониторинговый комплекс позволяет оперативно оценивать воздействие источников загрязнения на атмосферный воздух и поверхностные воды с большей информативностью, чем существующие методы мониторинга с применением наземных постов наблюдения.

Основными преимуществами рассматриваемого мониторинга являются возможность ведения наблюдений в труднодоступных местах (территориях застройки, хранилищ отходов, горных выработках) и получение трехмерного изображения загрязнения атмосферного воздуха.

Мониторинг с использованием БЛА проводится по стадиям:

1. *Рекогносцировка территории.* На данном этапе проводятся камеральные исследования имеющихся фондовых материалов и выполняются выезды специалистов для маршрутных исследований в район предполагаемого проведения мониторинговых исследований.

2. *Выбор объекта исследования.* По результатам данного этапа разрабатывается наряд-задание на проведение мониторинговых исследований, включающих направления исследования атмосферного воздуха с применением БЛА и конечный перечень измеряемых параметров. На основании указанных данных разрабатывается рациональное полетное задание для мБЛА.

При проведении мониторинговых исследований в качестве объективных показателей контроля принимаются концентрации загрязняющих веществ, у которых по результатам предварительных исследований максимальные приземные концентрации на

границе санитарно-защитной зоны составляли более 0,1 доли ПДК. При получении результатов концентраций загрязняющих веществ ниже 0,1 доли ПДК при численном моделировании данные параметры не учитываются.

3. *Численное моделирование экспериментальных данных*. Моделирование проводится с применением данных дистанционного мониторинга, полученных с помощью малогабаритных беспилотных летательных аппаратов, оснащенных навесным аналитическим оборудованием, и анализа рассеивания загрязняющих веществ с применением сертифицированных Госстандартом России и Министерством природных ресурсов России программ «Эколог» и «НДС-Эколог», геоинформационных лицензионных программ ArcGIS, MapInfo и Surfer.

4. *Оценка и прогноз экологической ситуации района обследования*. Результаты численного моделирования распространения загрязняющих веществ в атмосфере и поверхностных водах сравниваются с результатами архивных данных и делается вывод об изменении экологической ситуации в горно-промышленной агломерации. Далее осуществляется зонирование территории по степени ее загрязнения.

Благодаря установке быстродействующих датчиков экологического контроля состояния атмосферы, системы GPS, проведение мониторинга с использованием БЛА расширяет функциональные возможности системы наблюдения за изменением состояния атмосферы региона в любой точке горно-промышленной агломерации в большом интервале высот от источника загрязнения. Дополнительная возможность поступления информации в Интернет позволяет отслеживать изменение состояния атмосферы из любой точки региона. Данные могут контролироваться подразделениями Гидрометеоцентра, Комитета по охране природы, Центра по санэпиднадзору при направляющей и координирующей роли администрации региона.

Таким образом, предлагаемые научно-методические основы экологического мониторинга атмосферного воздуха горно-промышленной агломерации позволяют минимизировать количество наземных станций наблюдения и лабораторных исследований, проводить сбор информации различными типами датчиков на различной высоте и удалении от источника выброса, осуществлять сравнительный анализ полученных данных, а также решать задачи по определению вклада отдельных предприятий в загрязнение атмосферного воздуха в режиме реального времени.

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.