УДК 504.064.37

Ю.Д.СМИРНОВ, *канд. техн. наук, доцент, qwerik84@gmail.com*
О.С.ДОБРЫНИН, *начальник отдела, d.oleg@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

Y.D.SMIRNOV, *PhD in eng. sc., associate professor, qwerik84@gmail.com*
O.S.DOBRYNIN, *head of department, d.oleg@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» проведены пробные полеты беспилотных летательных аппаратов на базе РДР-2012 «Горный», разрабатываются и готовы к внедрению методики маршрутов облета и измерения, методов преобразования и передачи информации для проведения экологических исследований.

***Ключевые слова*:** беспилотный летательный аппарат, мониторинг, региональные исследования, системы измерения.

OPTIMIZATION OF WORK OF DUST SUPPERESSION SPRAYER WITH USE OF COMPUTING MODELLING

In the Mining University conducted test flights of drones developed on the basis of RDR-2012 «Mining», designed and ready for implementation techniques detour routes and measurement methods for conversion and transmission of information for environmental studies.

***Key words*:** drones, monitoring, calculation area, regional studies, measurements.

В условиях постоянно возрастающей антропогенной нагрузки и роста рисков техногенных катастроф необходима модернизация существующих систем мониторинга окружающей среды, в частности атмосферного воздуха. Для решения данной задачи была разработана система экологического мониторинга загрязнения атмосферы с помощью малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (рис.1) вертолетного (мБЛА-ВТ) или самолетного (мБЛА-С) типов, оснащенных навесным оборудованием, управляемым с наземной станции управления (рис.2).

Недостатками существующих в настоящее время систем мониторинга является невозможность определения уровня загрязнения на различной высоте от источника, ограниченность данных, недостаточное количество точек замеров для определений опасных полей концентраций и получения информации об уровнях загрязнений, небольшая скорость реагирования наземных систем при появлении чрезвычайной ситуации [2].

Разработанная измерительная система – мониторинговый комплекс (МК) может выполнять задачи экологического мониторинга в районах расположения предприятий минерально-сырьевого комплекса, выявлять нарушения санитарно-защитной зоны и границ земельного отвода промышленными предприятиями. Комплект включает в себя беспилотные летательные аппараты с полезной нагрузкой в виде встроенных аппаратов полезной нагрузки, включающих в себя детектор метана, газоанализатор, радиометр-дозиметр, тепловизор, пылемер, курсовую

а



б



Рис.1. Мониторинговый комплекс: *а* – вертолетного; *б* – самолетного типа



Рис.2. Наземная станция управления на базе автомобиля-фургона

видеокамеру и фотоаппарат для аэрофотосъемки. Комплекс выполняет все полетные задания в автоматическом и полуавтоматическом режимах с использованием дублированных систем передачи данных. Данный продукт является наиболее привлекательным и отличается от аналогов тем, что в одном корпусе собрано максимально возможное оборудование для экспресс-оценки загрязнения атмосферного воздуха [3].

По перечню аппаратуры аналогичных комплексов в настоящий момент в мире не существует. Данная разработка уже получила мировое признание на международных выставках в Германии, Китае, Южной Корее в 2012 г. Важной проблемой, решаемой в данном проекте, является создание новых систем измерений (приборов, способных выдержать предполагаемые аэродинамические нагрузки), оптимизация размеров и форм самолетных и вертолетных комплексов, разработка методики определения уровня загрязнения атмосферного воздуха.

В результате проведенных исследований был разработан аппаратный комплекс мониторинга воздушного пространства, технология обработки радиолокационных сигналов и приема данных с аппаратного комплекса. Были проведены натурные испытания разработанной системы мониторинга воздушного пространства с использованием аппаратуры полезной нагрузки. Получены выводы об универсальности работы комплекса в широком диапазоне параметров окружающей среды.

Мониторинговый комплекс с малогабаритным беспилотным летательным аппаратом вертолетного или самолетного типов применяется в интересах решения образовательных, научно-исследовательских и прикладных задач. Комплекс обеспечивает проведение дистанционного воздушного мониторинга, видеосъемки и аэрофотосъемки местности и объектов с высоты от 50 до 600 м, тепловизионного мониторинга, измерение 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, функционирование при взаимном удалении мБЛА и наземной станции управления (НСУ) до 20 км при условии радиовидимости между ними.

В состав МК входят один мБЛА-ВТ, комплект сменной аппаратуры полезной нагрузки для мБЛА-ВТ, два мБЛА-С, комплект сменной аппаратуры полезной нагрузки для мБЛА-С, наземная станция управления на базе автомобиля-фургона и вспомогательное оборудование в составе катапульты для запуска мБЛА-С.

Мониторинговый комплекс должен сохранять свою работоспособность в следующих условиях: при освещенности на объекте мониторинга не менее 4 лк (в сумерки), при скорости ветра не более 10 м/с, при температуре окружающего воздуха от минус 20 до плюс 35 °С, при наличии атмосферных осадков в виде дождя и снега с интенсивностью не более 2 мм/ч.

Конструктивное исполнение модулей аппаратуры целевой нагрузки обеспечивает во время выполнения полетного задания одновременное размещение и функционирование в отсеке мБЛА-С не менее двух любых модулей из комплекта сменной аппаратуры целевой нагрузки.

Наземная станция управления выполнена на базе автомобиля-фургона (рис.2). В грузовом отсеке автомобиля оборудован операторский салон, отделанный износостойкими материалами (пластиком, искусственной кожей) с металлическими элементами. Все оборудование НСУ установлено в задней свободной части операторского салона.

Одним из конечных продуктов МК является определение в режиме реального времени текущего значения концентрации опасных веществ на нескольких горизонтальных уровнях от 0 до 1000 м с шагом 50-100 м, а на каждом горизонтальном уровне в заданных точках по спирали Архимеда получение большого количества точек измерения, использование которых позволит мгновенно создавать трехмерные модели переноса загрязняющих веществ от источника и эффективно определять основные зоны загрязнения на различном расстоянии от источника [1].

Максимальная длина полета БЛА – 10-20 км от источника загрязнения, обеспечивает выявление всех возможных зон накопления загрязнений от изучаемого источника и вклад его в фоновый уровень загрязнений за пределами санитарно-защитной зоны. По итогам мониторинга осуществляют контроль концентрации загрязняющих веществ в верхних слоях атмосферы и суммарного вклада источника загрязнения (котельная, склад, отвал и т.п.) в нижних слоях атмосферы, а мониторинг атмосферного воздуха осуществляют в зависимости от технических возможностей БЛА (скоростных характеристик, мощности аккумуляторной батареи или емкости бака с топливом).

Использование разработанного комплекса открывает уникальные возможности для организаций, занимающихся проведением экологического мониторинга, поскольку беспилотные летательные аппараты могут обеспечить объемный мониторинг воздушной среды с высокой точностью прямыми методами измерения в отличие от всех существующих способов контроля атмосферного воздуха. В настоящее время ни одна система мониторинга не может решать такие прикладные задачи.

Научная новизна заключается в разработке инновационной системы мониторинга атмосферного воздуха, основанной на использовании современных систем измерения, установленных на беспилотные летающие аппараты самолетного и вертолетного типов. Данные устройства решают актуальные задачи по быстроразворачиваемым системам мониторинга за состоянием природной и техносферной среды. Данный инновационный проект уникален, так как теоретические изыскания и практический опыт команды разработчиков позволил создать малогабаритные аппараты с максимально возможной полезной нагрузкой и автоматической передачей потоковой информации более чем с 10 каналов одновременно на НСУ. Длина радиоканала превышает 20 км, что является рекордным для такого объема данных.

Разработанное специальное программное обеспечение позволяет модерировать карты облета и забора проб в реальном времени. Проработан алгоритм «принятия решений» в автоматическом режиме. Создается нормативная база и нормируются мето-

дики для систем измерений, установленных на мБЛА.

Использование данного способа мониторинга атмосферного воздуха позволит повысить точность и скорость определения преобладающих зон загрязнения на различных горизонтальных и вертикальных уровнях от источника загрязнения, определить реальную дальность переноса загрязняющих веществ.

Целевой аудиторией данной разработки являются научные организации, а также крупные предприятия топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплекса (компании ОАО «Газпром», ОАО «ФосАгро», ООО «УренгойГазпром», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Норильский никель»), государственные ведомства по надзору за состоянием окружающей среды (правительство Санкт-Петербурга, правительство приграничных территорий (Финляндия)), а также экологические компании.

Проведенная работа выполнена при поддержке государственного контракта № 14.515.11.0006 «Разработка методов дистанционного контроля качества состояния компонентов окружающей среды на территориях горнопромышленных промагломераций».

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 2471209 РФ. МПК G01W1/00. Способ мониторинга атмосферного воздуха / М.А.Пашкевич, Ю.Д.Смирнов, Э.А.Кремчеев, Д.С.Корельский. Опубл. 27.12.2012. Бюл. № 36.

2. *Смирнов Ю.Д.* Мониторинг техногенных катастроф на экологически опасных производственных объектах ТЭК с использованием МБЛА // Наука XXI века: новый подход: Материалы II молодежной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 28 сентября 2012 года, Санкт-Петербург. Петрозаводск: Петропресс, 2012. С.45-52.

3. *Смирнов Ю.Д.* Современные способы экологического мониторинга атмосферного воздуха // География: история, современность, перспективы: Сб. науч. тр. / Под ред. Г.С.Гужина. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного университета, 2012. С.444-451.

REFERENCES

1. RF Patent № 2471209. G01W1/00. Method of air monitoring / M.A.Pashkevich, Y.D.Smirnov, E.A.Kremcheev, D.S.Korelskii. Publ. 27.12.2012. Bull. N 36.

2. *Smirnov Y.D.* Monitoring of man-made disasters to environmentally hazardous facilities FEC using drones // Science of the XXI century: a new approach: Materials II Youth International Scientific Conference of Students and Young Scientists, September 28, 2012, Saint Petersburg. Petrozavodsk: Petropress, 2012. P.45-52.

3. *Smirnov Y.D.* Modern methods of environmental monitoring of air Geography: Past, Present, Prospects: Sat. scientific. mp. / Ed. G.S.Guzhin. Krasnodar: Publishing house of the Kuban State University, 2012. P. 444-451.