

Литература

1. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. Пер. с англ. И.Н. Михайловой. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
2. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов верхней части континентальной коры. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 383 с.
3. Катола В.М. Токсичные металлы в окружающей среде Благовещенска: Экология и промышленность России. – Москва: Изд. Калвис, 2010. – 2 с.
4. Корчагина К. В. Оценка загрязнения городских почв тяжелыми металлами с учетом профильного распределения их объемных концентраций: диссертация. – Москва: Изд. МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. – 145 с.
5. Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: диссертация. – Томск: Изд. ТПУ, 2012. – 154 с.
6. Рихванов Л.П. Геохимия почв и здоровье детей Томска: монография / Л.П. Рихванов, С.Б. Нарзулаев, Е.Г. Язиков и др. – Томск: Изд. ТПУ, 1993. – 141 с.
7. Скугорева С.Г. Содержание ртути в компонентах природной среды на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината / С.Г. Скугорева, Т.Я. Ашихмина // Известия Коми научного центра УРО РАН. – Сыктывкар, 2012. – Вып. 3 (11). – С. 39-45.
8. Халбаев В.Л. Содержание тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd, Hg) в почвенном покрове Иркутска и его окрестностей / В.Л. Халбаев, В.И. Гребенщикова // Вестник ИрГТУ. – Иркутск: Изд. НИ ИТУ, 2012. – Т. 66. – № 7. – С. 71-77.
9. Юсупов Д.В. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий / Д.В. Юсупов, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, А.Р. Ялалдинова // Известия ТПУ – Томск: Изд. ТПУ, 2016. Т. 327. № 6. 25–36.
10. Юдович Я. ЭТоксичные элементы-примеси в ископаемых углях: монография / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 648 с.
11. Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 264 с.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЙОНАХ СО СЛОЖНЫМИ
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ**

А.С. Данилов

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрены новые высокоэффективные методы дистанционного мониторинга компонентов природной среды. Приводятся летно-технические характеристики беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), используемых для различных задач. Для проведения мониторинга различных сред предлагается использовать комплексы на базе малогабаритных БПЛА, оснащенные специальным навесным оборудованием. Разработаны системы мониторинга с использованием БЛА для площадных, точечных и линейных источников загрязнения природной среды, позволяющие оперативно и с высокой точностью определять уровни загрязнения атмосферы на различных высотах, строить 3-хмерные модели загрязнения атмосферного воздуха, выделять техногенные ореолы загрязнения в различных средах. Проведённые исследования показали, что использование новых методов дистанционного мониторинга позволит повысить оперативность наблюдений при снижении себестоимости проводимых работ.

Горнодобывающие и перерабатывающие предприятия являются одними из основных источников загрязнения компонентов окружающей среды. Но несмотря на их высокую экологическую опасность, существующие системы мониторинга окружающей среды не позволяют быстро и с высокой степенью достоверности проводить мониторинг состояния компонентов окружающей среды, что в конечном счете приводит к более высоким затратам на ликвидацию экологически негативных последствий антропогенного воздействия объектов минерально-сырьевого комплекса.

Основными источниками загрязнения компонентов окружающей среды в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности являются пылящие пляжи хвостохранилищ обогатительных фабрик, откосы отвалов пустой породы, откосы бортов карьеров, а также залповые выбросы пыли при проведении массовых взрывов на предприятиях, осуществляющих разработку месторождений полезных ископаемых открытым способом. Одной из проблем мониторинга состояния компонентов окружающей среды, в частности атмосферного воздуха, при проведении массовых взрывов является невозможность проводить наблюдения непосредственно во время проведения взрывных работ в достаточной близости от эпицентра взрыва. В ходе мониторинга пыления хвостохранилищ, откосов отвалов и т.п. возникает необходимость контроля пылевыведения с больших площадей.

Для решения данных проблем в Горном университете был разработан комплекс мониторинга окружающей среды, основанный на использовании беспилотных летательных аппаратов, оснащенных аппаратурой целевой нагрузки.

В простейшем приближении, основное отличие беспилотного летательного аппарата от пилотируемого заключается в замене экипажа воздушного судна аппаратурным комплексом, включающим автопилот, управляемый по радиосвязи. Однако в действительности БПЛА – гораздо более сложный аппарат, который должен быть спроектирован надлежащим образом, изначально не содержа на борту экипажа. [1] Самолет является лишь частью, хотя и важной частью, из общей системы. Комплекс мониторинга изначально разрабатывался как

целостная система, состоящая из ряда подсистем, и включает в себя: станцию управления в которой расположено рабочее место оператора и программные приложения, обеспечивающие контроль оператором работы всего комплекса; беспилотный летательный аппарат, несущий аппаратуру полезной нагрузки различного типа; систему связи, обеспечивающую передачу управляющих команд со станции управления на борт БПЛА, а также передачу полезной информации с борта БПЛА на наземную станцию управления в режиме реального времени; дополнительное оборудование, предназначенное для технической поддержки проводимых исследований.

БПЛА нашли широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, на службе ведомственных организаций, они используются для решения широкого спектра задач.

Беспилотная авиационная система - это всего лишь система и она всегда должна рассматриваться как таковая. Система включает в себя ряд подсистем: летательный аппарат, его полезная нагрузка, станция управления (и, часто, другие удаленные станции), система запуска воздушного судна и вспомогательные подсистемы, если это необходимо (система технической поддержки, система связи, транспортная система и т.д.).

Она также должна рассматриваться как часть локальной или глобальной авиатранспортной / авиационной среды со своими нормами, правилами и требованиями. Беспилотная авиационная система, как правило, содержит те же, что и системы, основанные на использовании пилотируемых летательных аппаратов, однако такая подсистема как «экипаж» в данных системах заменен на электронную аппаратуру, обеспечивающую дистанционное управление беспилотным летательным аппаратом.

Другие элементы, то есть запуск, посадка, поддержка и т.д. имеют свои эквиваленты как в пилотируемых, так и в беспилотных системах. Беспилотный летательный аппарат не следует путать с авиамodelью или с «дроном», как это часто делается в средствах массовой информации.

БПЛА имеют большую степень автоматизации искусственного интеллекта. Они имеют возможность «общения» с оператором, находящимся на наземной станции управления и могут передавать на нее данные, такие как оптические или тепловизионные изображения местности, вместе с первичной информацией о положении БПЛА – высота, курс, скорость, крен и т.д. Также БПЛА имеют возможность передачи на наземную станцию управления пакета служебных данных, охватывающий такие аспекты, как количество топлива, температура компонентов, например, двигателя или электроники. При возникновении неисправности в любой из подсистем или компонентов, БПЛА могут быть разработаны автоматически принимаемые корректирующие меры или предупреждение оператора. В случае, например, нарушения радиосвязи между БПЛА и наземной станцией управления, БПЛА может быть запрограммирован на поиск радиолуча и повторное установление контакта или переключиться на другую частотную полосу [2]

Более автоматизированный БПЛА может иметь дополнительные программы, которые позволяют ему реагировать на изменение состояния по схеме: «если это произойдет, то реализовать данную операцию». Для некоторых систем, предпринимаются попытки реализовать возможность принятия решений на борту с использованием искусственного интеллекта для того, чтобы предоставить ей автономию работы, в отличие от автоматического принятия решений. Развитие и эксплуатация беспилотных авиационных систем как технология, получило широкое распространение в последние 20 лет и, как и многие новые технологии, используемая терминология часто менялась в течение этого периода.

Аббревиатура ДПА (дистанционно пилотируемый аппарат) первоначально использовалась для беспилотных летательных аппаратов, но с появлением систем, внедряющих наземные или подводные аппараты были приняты другие определения, чтобы уточнить ссылку на бортовые системы транспортных средств. «Беспилотный летательный аппарат» - является наиболее подходящим термином для определения летательных аппаратов, управляемых не экипажем.

В области экологического мониторинга с использованием БЛА решается следующий спектр проблем: оценка состояния воздуха в приземном слое атмосферы (на территории городов и промагломераций, производственный мониторинг промышленных объектов, фоновый мониторинг); оценка загрязнения водных объектов нефтепродуктами и взвешенными веществами; оценка состояния растительного покрова (в зонах техногенеза и на фоновых участках); оценка радиационного загрязнения окружающей среды (также и в чрезвычайных ситуациях – при авариях на атомных электростанциях); обнаружение и наблюдение при спасательных операциях; ведение разведки лесопожарной обстановки; наблюдение при проведении культурно-массовых мероприятий, мониторинг транспортных потоков и дорожной ситуации.

В настоящее время дистанционные методы (лидарное зондирование, аэрокосмические методы и др.) широко применяются для контроля состояния окружающей среды. Тем не менее рассмотренные методы не позволяют проводить трехмерной оценки состояния атмосферного воздуха и оперативно проводить контроль миграции загрязняющих компонентов в зонах техногенеза. Для решения задач экологического мониторинга наиболее перспективными оказываются аппараты вертолетного типа, однако конструктивная сложность таких аппаратов, сложность систем управления при высокой сложности пилотирования определяют необходимость совместного использования беспилотных летательных аппаратов вертолетного и самолетного типов.[3]

Разработанные беспилотные летательные аппараты РДР-2015 «Горный» предназначены для использования в качестве носителя для выполнения аэрофото- и видеосъемки местности, как панорамной так и плановой, для проведения мониторинга теплового загрязнения среды, определения концентрации загрязняющих веществ (таких как диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, сероводород, метан) в атмосферном воздухе, определения уровня радиационного загрязнения окружающей природной среды, мониторинга пыления. Конструктивное исполнение позволяет проводить вышеперечисленные мониторинговые мероприятия одновременно. Герметическое исполнение модуля бортовой электронной аппаратуры продлевает срок службы дорогостоящего оборудования при

регулярной эксплуатации в неблагоприятных условиях. Оперативность проведения мероприятий экологического мониторинга обеспечивается наличием системы двуканальной радиосвязи в режиме реального времени между беспилотными летательными аппаратами и наземной станцией управления, на которой проводится ввод, контроль и, при необходимости, редактирование маршрута полета, а также обработка полученных результатов.

Методика проведения мониторинга с использованием БЛА разрабатывается в зависимости от объекта исследований, его площади, протяженности, уровня и номенклатуры загрязняющих компонентов окружающей среды. Программа мониторинга включает контроль концентрации загрязняющих веществ в верхних слоях атмосферы и суммарного вклада источника загрязнения в нижних слоях атмосферы, траектория облета определяется площадью источника загрязнения, а также техническими возможностями беспилотных летательных аппаратов, определяющими максимальную длину возможного полета беспилотного летательного аппарата.

Новизна проводимых исследований заключается в проведении объемного мониторинга воздушной среды с высокой точностью прямыми методами измерения в отличие от всех существующих способов контроля атмосферного воздуха. Экологический мониторинг окружающей природной среды при использовании беспилотных летательных аппаратов предпочтителен в дневное время суток при скоростях ветра до 12 м/с.

В результате проведенных исследований выявлено, что наземные методы мониторинга не позволяют получить все необходимые данные о состоянии поверхностных вод, атмосферного воздуха, почвенно-растительного покрова, поскольку территории расположения горнопромышленных агломераций отличаются сложным рельефом, что не позволяет обследовать труднодоступные места – территории хранилищ отходов производства, карьерных выемок и др.

Литература

1. Reg A., Unmanned Aircraft System, Aptara Inc. New Delhi, 2010, p.34.
2. Peter W. Merlin, Unmanned aircraft systems. Western state fire missions. Greenwood Press., 2009, pp. 50-52.
3. Danilov A.S., Pashkevich M.A. The system of the ecological monitoring of environment which is based on the usage of UAV // Russian Journal of Ecology, Pleiades Publishing Ltd., Vol. 46, No. 1, 2015, pp. 14–19

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА Г. НОРИЛЬСКА ПО ДАННЫМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА

М. А. Дериглазова

Научный руководитель профессор Л. П. Рихванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

В последнее время все большую популярность приобретает новое смежное направление современной науки – медицинская геология. В широком смысле медицинская геология изучает воздействие геологических процессов, явлений и объектов естественного и техногенного происхождения на здоровье людей и животных. Данная область охватывает большое количество исследований в области горных пород, воды, почв и их взаимосвязи с организмом человека. В свете развития вышеуказанного направления науки нами проводится исследование зольного остатка организма человека (ЗООЧ). В предыдущих исследованиях нами был установлен элементный и минеральный состав ЗООЧ следующих городов России: Новокузнецка, Новосибирска, Екатеринбурга, Ростова-на-Дону и Санкт-Петербурга. В настоящей статье будет рассмотрен элементный состав зольного остатка организма человека г. Норильска по данным инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА).

Нейтронно-активационный анализ является современным и точным методом анализа, который позволяет определить концентрации 28 химических элементов в широком диапазоне содержаний. По результатам анализа была проведена статистическая обработка данных, построены диаграммы коэффициентов концентраций, кластерного анализа, подсчитаны коэффициенты парной корреляции, а также проведен факторный анализ. Полученные результаты представлены ниже.

В ходе статистической обработки данных было выявлено, что с помощью выбранного метода анализа достоверно определены концентрации 22 химических элементов, а концентрации таких элементов, как As, Tl, Yb, Lu, Au, Nd, были определены ниже предела обнаружения в 50 и более % случаев. Для всех элементов были подсчитаны статистические параметры, в том числе коэффициент вариации, позволяющий оценить степень разброса значений. Наименьшим коэффициентом вариации (<30%) характеризуются такие элементы как Na и Ca, остальные элементы характеризуются средним значением коэффициента от 30 до 60% (Fe, Co, Zn, Sm, Yb,) и высоким, со значениями от 60 и более % (Sc, Cr, As, Br, Rb, Sr, Ag, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Eu, Tl, Lu, Hf, Ta, Au, U, Th). Примечательно, что низкие и средние значения коэффициента присущи элементам, которые по общепринятой классификации элементов в организме человека относятся к макро- и микроэлементам (кроме самария и иттербия), что подтверждает необходимость человеческого организма поддерживать гомеостаз данных элементов.

Полученные данные позволили построить диаграмму коэффициентов концентраций (рис. 1) относительно среднего содержания элементов по всем ранее изученным городам, которая наглядно показывает специфику изучаемого города.

Диаграмма (рис. 1) показывает, что в большем количестве в ЗООЧ г. Норильска концентрируются такие элементы как Ca, Sc, Rb, Sr, Cs, Ce, Sm, Tl, Yb, Lu, Hf, U, Nd. Безусловный интерес вызывает высокая