

УДК 543.544.5.068.7,543.63

КОЖЕВНИКОВ Александр Юрьевич, кандидат химических наук, заместитель директора ЦКП НО «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 22 публикаций

УЛЬЯНОВСКИЙ Николай Валерьевич, младший научный сотрудник ЦКП НО «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 10 публикаций

БОГОЛИЦЫН Константин Григорьевич, доктор химических наук, профессор, проректор по научной работе Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, директор Института экологических проблем Севера Уральского отделения РАН (г. Архангельск). Автор 481 научной публикаций, в т. ч. 11 монографий и 10 учебных пособий

КОШЕЛЕВА Анна Евгеньевна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник ЦКП НО «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 16 научных публикаций

КОСЯКОВ Дмитрий Сергеевич, кандидат химических наук, доцент, директор ЦКП НО «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 100 научных публикаций и одной монографии

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ В АРКТИЧЕСКИХ И СУБАРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ*

В статье предложен метод мониторинга районов падения отделившихся частей ракет в условиях арктических и субарктических территорий. Рассмотрены способы количественного химического анализа токсичных компонентов ракетного топлива в объектах окружающей среды. Показано распространение диметилгидразина и его производных в торфяных почвах.

Ключевые слова: экологический мониторинг, ракетно-космическая деятельность, ракетное топливо.

* Работа выполнена в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета при финансовой поддержке Минобрнауки РФ. Авторы выражают благодарность за финансовую поддержку Российскому фонду фундаментальных исследований (проект № 12-03-31240-мол_а).

В Архангельской области более 50 лет осуществляет деятельность первый испытательный космодром «Плесецк». В настоящее время это самый северный космодром, который используется для запусков ракет в Российской Федерации. Космодром «Плесецк» имеет важное экономическое и политическое значение для Архангельской области и Российской Федерации. Одновременно с этим при осуществлении запусков ракет происходит негативное воздействие на окружающую среду. Основное воздействие на окружающую среду при осуществлении ракетно-космической деятельности происходит в местах приема отделяющихся частей ракет. Для этого используются специальные районы – районы падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧРН). Особенностью таких районов является их большая площадь, удаленность от населенных пунктов, отсутствие дорожной сети, труднодоступность.

Эксплуатация районов падения сопровождается следующими факторами воздействия на окружающую среду: засорение территории фрагментами отделяющихся частей ракет, техногенная трансформация ландшафтов (например – нарушение слоя почвы), загрязнение атмосферы, водных объектов и почвы компонентами ракетного топлива и продуктами его сгорания и разложения [2, 9]. При оценке воздействия на окружающую среду необходимо учитывать, что природные экосистемы субарктической зоны характеризуются пониженной способностью к самовосстановлению, обладают рядом специфических особенностей по сравнению с другими регионами страны [1]. Основным токсическим компонентом среди используемых компонентов видов ракетного топлива признан несимметричный диметилгидразин (НДМГ) [2, 9].

Работы по контролю загрязненности территорий токсичными компонентами ракетного топлива исследования начались в 90-х годах XX века и были связаны в основном с необходимостью разработки высокоинформативных, селективных, экспрессных методов количественного и качественного анализа на содержание

в объектах окружающей среды компонентов ракетных топлив, стимулируя исследования в области разработки альтернативных методов количественного и качественного анализа [7]. Особенности проведения мониторинговых работ районов падения космодрома «Байконур» подробно описаны [17]. Общие подходы к проведению работ в РП ОЧРН для космодрома «Байконур» и «Плесецк» совпадают, однако для районов расположенных на Севере РФ имеется ряд особенностей. К ним можно отнести иные климатические особенности расположения районов, наличие болотных почв в местах падения ракет, что является причиной принципиально иных механизмов накопления, миграции и трансформации токсичного ракетного топлива.

В настоящее время коллективом авторов ведется планомерная работа по обследованию районов падения отделяющихся частей ракет на наличие загрязняющих веществ согласно разработанного метода обследования экологического состояния районов падения отработанных частей ракет-носителей.

Метод обследования включает в себя ряд основных мероприятий:

1) При проведении мониторинга в различных районах организуются экспедиционные работы, в которых участвуют представители различных заинтересованных ведомств, включая представителей органов местного самоуправления. В ходе работ проводится поиск фрагментов ракет и определение координат найденных в районах падения мест падения отделяющихся частей ракет-носителей, проводится посредством прибора ГЛОНАСС или GPS.

2) После выявления мест нахождения отделявшихся частей ракет необходимо произвести отбор проб почвы, воды и растительности (пробы воздуха отбираются не позднее 24 часов после приема ОЧРН в район падения) в местах нахождения частей ракет-носителей [13, 16].

3) Помимо отбора проб компонентов окружающей среды в местах падения ракет производится отбор проб почвы, воды, раститель-

ности, животных тканей в удалении от мест падения ракет, но в районе падения (фоновые пробы) и в населенных пунктах, граничащих с районами падения ОЧРН (для определения возможной миграции КРТ).

4) Химический анализ проб воды и почвы на содержание компонентов ракетного топлива и других поллютантов при осуществлении мониторинга должен проводиться в Аккредитованной лаборатории. Все пробы, отобранные авторами в ходе экспедиционных работ, анализировались в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» (Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова) [10, 11].

5) В результате проведения мониторинговых работ создается Экологический паспорт района падения отделившихся частей ракет. Экологический паспорт – динамический документ, описывающий экологическое состояние в районе падения отделившихся частей ракет носителей. Обновление паспорта происходит после каждого выполнения тех или иных работ в районе падения, связанных с влиянием РКД на территорию.

Данный метод использовался в том числе для мониторинга района падения отделившихся частей «Мосеево». Район падения ОЧРН «Мосеево» является одним из представительных районов для изучения влияния ракетно-космической деятельности на экологическое состояние региона. Район падения «Мосеево» использовался как для приема ракет с использованием топливной пары несимметричный диметилгидразин – азотная кислота, так и для ракет с использованием пары керосин Т1 – кислород. В районе преобладает торфяной тип почв, наиболее характерный для Европейского Севера РФ.

Авторами с 2008 года проводится периодический мониторинг экологического состояния района падения отделившихся частей ракет «Мосеево», как примера реализации общих подходов к экологическому мониторингу.

Район падения «Мосеево» расположен в восточно-центральной части Мезенского ад-

министративного района. Общая площадь – 2 233 км².

Район падения находится в подзоне притундровой тайги. Эта территория представляет собой заболоченную и заозеренную аккумулятивную равнину. Почвенный покров на склонах и поверхностях моренных холмов и гряд представлен сильноподзолистыми суглинистыми почвами. На участках с камовым и озово-камовым холмисто-грядовым рельефом под сосновыми борами – зеленомошниками и беломошниками, и на озерных дренированных песчаных террасах развиты железистые и иллювиально-гумусово-железистые подзолы. Ложбины и понижения большей частью заболочены и заняты сфагновыми моховыми торфяно-болотными почвами [4].

Почвы на территории РП характеризуются кислой реакцией, низкой минерализацией почвенно-грунтовых вод и преобладанием восстановительных процессов [18].

В ходе работ по экологическому мониторингу нами осуществлены 3 экспедиции, в ходе которых произведен отбор проб воды, почвы и растительности для проведения количественного химического анализа на содержание в них несимметричного диметилгидразина и продуктов его трансформации. Отбор проб произведен около фрагментов ракет, и в удалении от мест падения для определения фонового содержания анализируемых показателей. Кроме того, произведен послойный отбор проб природной среды, для определения глубины распространения токсичных компонентов ракетного топлива.

Отбор проб воды производился в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05. Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 3847-82. Отбор проб почв осуществлялся в соответствии с требованиями к отбору почв при общих и локальных загрязнениях, изложенных в ГОСТ 17.4.3.01–83, ГОСТ 17.4.4.02-84. Отбор проб растительности произведен секатором на площадках 1×1 м методом конверта. Метод заключается в объединении пробы из пяти проб, расположенных в центре пробной площадки и по ее углам.

Количественный химический анализ проб объектов окружающей среды, отобранных в районах падения отделившихся частей ракет «Мосеево», произведен в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» САФУ. Объекты окружающей среды анализировались на содержание несимметричного диметилгидразина и его производных.

Для извлечения подвижных форм гидразинов образцы почвы и растительности подвергали кислотной экстракции одномолярной соляной кислотой из образца в течении суток. После чего 40 мл полученного экстракта фильтровали на бумажном фильтре «синяя лента» и отгоняли с избытком щелочи в раствор 0,1 М серной кислоты [10, 11]. Полученные отгоны доводились до объема 50 мл и после фильтрования через нейлоновый фильтр с размером пор 0,2 мкм вводились в хроматограф.

Образцы воды специальной пробоподготовке не подвергались. Перед вводом в хроматографическую систему пробы воды пропускали через нейлоновый фильтр с размером пор 0,2 мкм [12].

Определение НДМГ, метилгидразина и гидразина проводили методом ионообменной хроматографии с амперометрическим детектированием с использованием ВЭЖХ системы LC-20 «Prominence» (Shimadzu, Япония) с электрохимическим детектором «DECADE II» (Antec Leyden, Нидерланды). Хроматографиче-

ское разделение осуществлялось в катионной форме на колонке с сульфокатионообменным сорбентом высокой емкости Nucleosil 100-5 SA, 125x4,6 мм (Macherey-Nagel, Германия). В качестве элюента использовался водный ацетатный буферный раствор с pH 5,4, содержащий 2 мМоль/л KCl для корректной работы хлор-серебряного электрода сравнения электрохимической ячейки детектора. Скорость потока элюента составляла 1 мл/мин. Колонка термостатировалась при 35 °С. Детектирование проводилось в постоянноточковом режиме на стеклоуглеродном рабочем электроде при потенциале +0,800 В относительно хлорсеребряного электрода сравнения, имеющего потенциал +0,400 В). Пример полученной хроматограммы представлен на *рис. 1*.

Градуировку хроматографической системы проводили с использованием Государственных стандартных образцов раствора 1,1-диметилгидразина (ЭАА «Экоаналитика», Россия), а также коммерчески доступных препаратов метилгидразина и гидрохлорида гидразина (Fluka).

Нижний предел обнаружения НДМГ в соответствии с использованной методикой составлял для образцов природных вод, почв (в пересчете на абсолютно сухой материал) и растений соответственно 0,01 мг/дм³ (0,5 ПДК для водоемов хозяйственно-бытового назначения), 0,01 мг/кг и 0,1 мг/кг.

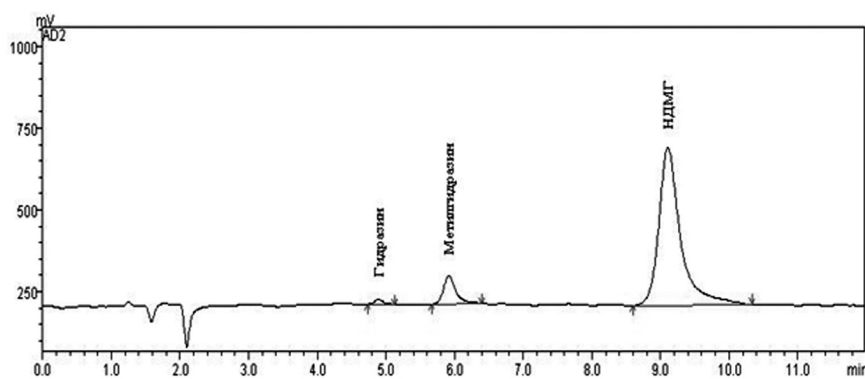


Рис. 1. Хроматограмма определения гидразина, метилгидразина и 1,1 диметилгидразина

Полученные результаты количественного химического анализа говорят о том, что в водных объектах анализируемые компоненты содержатся в незначительных количествах, несопоставимых с предельно-допустимыми концентрациями ПДК. Во всех исследованных пробах вод несимметричный диметилгидразин (НДМГ, 1,1-диметилгидразин) не обнаружен (содержание НДМГ ниже предела обнаружения использованной методики). В настоящее время нельзя исключить присутствия гидразинов в окружающей среде, однако для экспериментального количественного определения

2) В пробах растительности наблюдается незначительное превышение НДМГ по отношению к фону. Данный факт указывает на возможную миграцию токсиканта по пищевым цепям. Одновременно с этим в водах, отобранных в местах падения, НДМГ не обнаружен, что говорит о высокой степени связывания торфяной почвы и растительности.

Для исследования глубины проникновения токсичных компонентов ракетного топлива в торфяную почву нами была использована схема отбора проб почвы представленная на *рис. 2*.



Рис. 2. Схема отбора проб почвы

гидразинов в данном случае требуется использование методик концентрирования.

Полученные данные исследований проб почв и растительности показывают, что:

1) Загрязнение компонентами топлива выявлено в пробах почв и растительности, отобранных во всех местах падения. В большинстве случаев в точках, где анализ почвы показал повышенное содержание 1,1-диметилгидразина, эти же компоненты обнаружены и в растительности. Около одного из фрагментов части ракеты обнаружено превышение НДМГ в почве по сравнению с ПДК в 22 раза непосредственно около фрагмента. По мере удаления от центра концентрация НДМГ измеряется на уровне ПДК. Одновременно с этим токсичных компонентов ракетного топлива и продуктов его разложения вне мест падения в почвах и растительности не обнаружено.

На *рис. 3* представлена зависимость содержания НДМГ от глубины почвы в эпицентре падения.

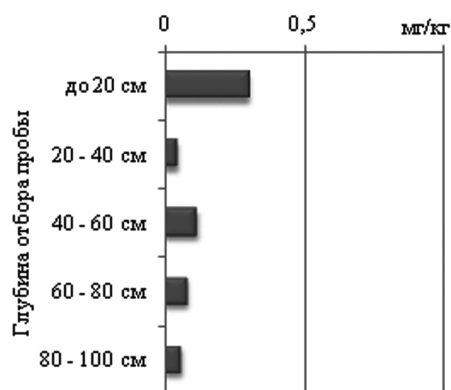


Рис. 3. Содержание несимметричного диметилгидразина в зависимости от глубины почвенного покрова

Представленные данные подтверждают сделанный нами ранее вывод об аккумуляции НДМГ – его концентрация достигает максимума в почве на глубине 60–80 см. Анализ данных по содержанию НДМГ на глубине 1 м (рис. 4) в зависимости от расстояния указывает

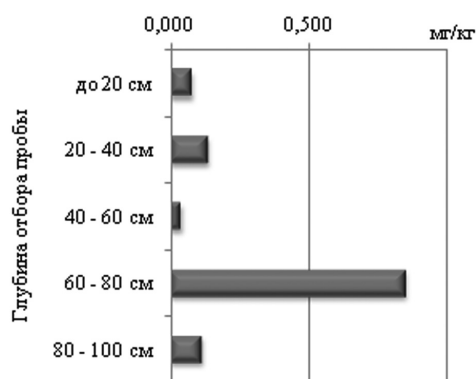


Рис. 4. Содержанию НДМГ на глубине 1 м в зависимости от расстояния

на то, что ракетное топливо не распространяется в горизонтальных глубинных слоях почвенного покрова, что доказывает локальный характер загрязнения. Исходя из полученных данных, можно утверждать, что глубина проникновения НДМГ составляет порядка 1 м, в то время, как при удалении 10 метров на глубине один метр наличия НДМГ и его производных не выявлено.

Учитывая сильную заболоченность мест падения, можно предположить, что НДМГ прочно связывается лигногуминовыми компонентами торфа в эпицентре падения и не распространяется далее 10–50 м по поверхностным слоям почв. На глубине 1 м распространение и вовсе отсутствует. При этом мак-

симум концентрации в эпицентре меняется в зависимости от заболоченности почвы. Это может быть объяснено, тем, что максимальное количество лигнина и лигнинных компонентов в торфе наблюдается начиная с глубины 50 см [15]. При этом лигнин и его компоненты в торфе выступают в качестве основного связующего агента НДМГ.

Таким образом, можно заключить, что загрязнение почвы, грунта, прилегающих объектов имеет строго локальный фрагментарный характер, распространяется на ограниченную глубину. При этом загрязнение почв несимметричным диметилгидразином стабильно [3, 6, 14].

Точный характер загрязнения подтверждается тем, что торфяные почвы обладают свойствами накопления загрязнителей, а также препятствуют их миграции за пределы мест падения. Накопление загрязнителя в почве и растительности зависит от концентрации КРТ и продуктов его разложения в почве, а также типа почв, сезона года, геохимических и гидрологических условий местности и ряда других причин [1].

Заключение. Авторами предложен метод экологического обследования районов падения ракет включающий несколько основных мероприятий.

Загрязнение компонентами ракетного топлива районов падения носит точечный характер. Токсичные компоненты ракетного топлива локализованы на небольших площадках непосредственно на местах падения отработанных частей ракетополетителей в диаметре не более 100 м от места падения.

Наиболее высокая концентрация НДМГ и его производных в местах падения наблюдается на глубине 60–80 см от поверхности.

Список литературы

1. Боголицын К.Г., Кузнецов В.С. Экологические риски: проблемы, решения. Архангельск, 2003. С. 34–36.
2. Гидразин: основные свойства, правила обращения, хранения, транспортирования и эксплуатации. СПб., 2003. С. 5–24.
3. Динамика связывания 1,1-диметилгидразина торфяной почвой, характерной для Европейского Севера РФ / Н.В. Ульяновский, К.Г. Боголицын, А.Ю. Кожевников, Д.С. Косяков // Экология и промышленность России. 2012. № 4. С. 32–35.
4. Игловский С.А. Формирование пещерно-карстовых льдов юго-востока Беломорско-Кулойского плато (Архангельская область) // География и природные ресурсы. 2012. № 2. С. 56–62.
5. Изучение трансформации 1,1-диметилгидразина в почвенном покрове мест падения первых ступеней ракет-носителей / А.А. Бырька, К.Г. Боголицын, Д.С. Косяков, А.Ю. Кожевников // Экология и промышленность России. 2011. № 9.
6. Исследование процесса сорбции несимметричного диметилгидразина верховым торфом / М.П. Семушина, К.Г. Боголицын, А.Ю. Кожевников, Д.С. Косяков // Экология и промышленность России. 2012. № 7. С. 58–60.
7. Кондратьев А.Д. Обеспечение экологической безопасности эксплуатации районов падения отделяющихся частей ракет-носителей. М., 2006. С. 5–60.
8. Космодром «Байконур» как объект природопользования / А.Д. Кондратьев, П.П. Кречетов, Т.В. Королева, О.В. Черницова. М., 2008.
9. Летучий А.Ю. Экологические проблемы эксплуатации космических средств. СПб.: 2006. С. 99–111.
10. Методика выполнения измерений массовой доли несвязанного НДМГ в образцах мягких частей растений методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием. № 37-02 (Свидетельство ВНИИМС). М., 2002.
11. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм 1,1- диметилгидразина в пробах почвы методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием. № 41-01 (Свидетельство ВНИИМС). М., 2002.
12. Методика выполнения измерений массовой концентрации 1,1-диметилгидразина в образцах природных вод методом ионной хроматографии с вольтамперометрическим детектированием. № 1-99 (Свидетельство ВНИИМС). М., 1999.
13. Методы отбора проб объектов окружающей среды для проведения контрольного химического анализа на космодроме «Плесецк». Мирный, 1998. С. 15–23.
14. Оценка экологического воздействия ракетно-космической деятельности на торфяные слои почв Европейского Севера РФ / К.Г. Боголицын, А.Ю. Кожевников, Д.С. Косяков и др. // Вестн. Московского гос. обл. ун-та. Сер.: Ест. науки. Россия. 2011. № 1. С. 95–101.
15. Селянина С.Б., Парфенова Л.Н., Труфанова М.В. Ресурсный потенциал торфа, сформированного в условиях Субарктики // Проблемы природопользования: итоги и перспективы. Материалы междунар. науч. конфер. Минск, 2012. С. 79–83.
16. Хромато-масс-спектрометрическое определение N,N-диметилгидразина в почве / Самсонов Д.П., Первунина Г.И., Борновалова Г.В., Жирюхина Н.П. // Журн. аналит. химии. 1998. Т. 53. № 2. С. 191–194.
17. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы / под ред. Н.С. Касимова, О.А. Шпигуна. М., 2011.
18. Экологический паспорт района падения отделяющихся частей ракет «Мосеево» / А.Ю. Кожевников, Д.С. Косяков, А.Е. Кошелева, и др. 2012.

References

1. Bogolitsyn K.G., Kuznetsov V.S. *Ekologicheskie riski: problemy, resheniya* [Ecological Risks: Problems and Solutions]. Arkhangelsk, 2003, pp. 34–36.
2. *Gidrazin. Osnovnye svoystva, pravila obrashcheniya, khraneniya, transportirovaniya i ekspluatatsii: rukovodstvo po ekspluatatsii* [Hydrazine. Basic Properties, Handling, Storage, Transportation and Use: Operations Manual]. St. Petersburg, 2003, pp. 5–24.

3. Ul'yanovskiy N.V., Bogolitsyn K.G., Kozhevnikov A.Yu., Kosyakov D.S. Dinamika svyazyvaniya 1,1-dimetilgidrazina torfyanoy pochvoy, kharakternoy dlya Evropeyskogo Severa RF [The Dynamics of Binding of 1,1-Dimethylhydrazine by Peaty Soil Typical for the European North of Russia]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2012, no. 4, pp. 32–35.
4. Iglovskiy S.A. Formirovanie peshcherno-karstovykh l'dov yugo-vostoka Belomorsko-Kuloyskogo plato (Arkhangel'skaya oblast') [Cave and Karst Ice Formation in the South-East of the Belomor-Kuloy Plateau (Arkhangelsk Region)]. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2012, № 2, pp. 56–62.
5. Byr'ka A.A., Bogolitsyn K.G., Kosyakov D.S., Kozhevnikov A.Yu. Izuchenie transformatsii 1,1-dimetilgidrazina v pochvennom pokrove mest padeniya pervykh stupeney raket-nositeley [Studying Transformation of 1,1-Dimethylhydrazine in Soil Cover of the Places of Boosters' First Stages Falls]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2011, no. 9.
6. Semushina M.P., Bogolitsyn K.G., Kozhevnikov A.Yu., Kosyakov D.S. Issledovanie protsessa sorbtсии nesimmetrichnogo dimetilgidrazina verkhovym torfom [Investigation of the Process of Asymmetric Dimethyl Hydrazine Sorption by Upper Peat]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2012, no. 7, pp. 58–60.
7. Kondrat'ev A.D. Obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti ekspluatatsii rayonov padeniya otdelyayushchikhsya chastey raket-nositeley [Environmental Safety of Impact Areas of Launch Vehicle Stages]. Moscow, 2006, pp. 5–60.
8. Konrat'ev A.D., Krechetov P.P., Koroleva T.V., Chernitsova O.V. *Kosmodrom "Baikonur" kak ob"ekt prirodopol'zovaniya* [Baikonur Cosmodrome as an Object of Nature Management]. Moscow, 2008.
9. Letuchiy A.Yu. *Ekologicheskie problemy ekspluatatsii kosmicheskikh sredstv* [Ecological Problems of Space Craft Operation]. St. Petersburg, 2006, pp. 99–111.
10. *Metodika vypolneniya izmereniy massovoy doli nesvyazannogo NDMG v obraztsakh myagkikh chastey rasteniy metodom ionnoy khromatografii s amperometricheskim detektirovaniem* [Methods for Measuring Mass Fraction of Unbound UDMH in Samples of Soft Parts of Plants Using Ion Chromatography with Amperometric Detection]. Measuring Method no. 3702. Moscow, 2002.
11. *Metodika vypolneniya izmereniy massovoy doli podvizhnykh form 1,1- dimetilgidrazina v probakh pochvy metodom ionnoy khromatografii s amperometricheskim detektirovaniem* [Methods for Measuring Mass Fraction of Mobile Forms of 1,1-Dimethylhydrazine in Soil Samples Using Ion Chromatography with Amperometric Detection]. Measuring Method no. 41-01. Moscow, 2002.
12. *Metodika vypolneniya izmereniy massovoy kontsentratsii 1,1-dimetilgidrazina v obraztsakh prirodnykh vod metodom ionnoy khromatografii s vol'tamperometricheskim detektirovaniem* [Methods for Measuring Mass Concentration of 1,1-Dimethylhydrazine in Natural Water Samples Using Ion Chromatography with Voltammetric Detection]. Measuring Method no. 1-99. Moscow, 1999.
13. *Metody otbora prob ob"ektov okruzhayushchey sredy dlya provedeniya kontrol'nogo khimicheskogo analiza na kosmodrome "Plesetsk"* [Methods of Environment Sampling for Control Chemical Analysis at Plesetsk Cosmodrome]. Mirny, 1998, pp. 15–23.
14. Bogolitsyn K.G., Kozhevnikov A.Yu., Kosyakov D.S., Byr'ka A.A., Kopytov A.A. Otsenka ekologicheskogo vozdeystviya raketno-kosmicheskoy deyatel'nosti na torfyanye sloi pochv Evropeyskogo Severa RF [The Assessment of an Ecological Impact of a Rocket-Cosmic Activity on the Peat Strata of Soils in the European North of the RF]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki*, 2011, no.1, pp. 95–101.
15. Selyanina S.B., Parfenova L.N., Trufanova M.V. Resursnyy potentsial torfa, sformirovannogo v usloviyakh Subarktiki [Resource Potential of the Peat Formed in Subarctic]. *Problemy prirodopol'zovaniya: itogi i perspektivy. Materialy Mezhdunar. nauch. konf.* [Problems of Nature Management: Results and Prospects. Proc. Int. Conf.]. Minsk, 2012, pp. 79–83.
16. Samsonov D.P., Pervunina G.I., Bornovalova G.V., Zhiryukhina N.P. Khromato- mass- spektrometricheskoe opredelenie N,N-dimetilgidrazina v pochve [Determination of N,N-Dimethylhydrazine in Soil by Chromatography-Mass Spectrometry]. *Zhurnal analiticheskoy khimii*, 1998, vol. 53, no. 2, pp. 191–194.
17. *Ekologicheskiy monitoring raketno-kosmicheskoy deyatel'nosti. Printsipy i metody* [Environmental Monitoring of Missile and Space Activity. Principles and Methods]. Ed. by Kasimov N.S., Shpigun O.A. Moscow, 2011.
18. Kozhevnikov A.Yu., Kosyakov D.S., Kosheleva A.E., et al. *Ekologicheskiy pasport rayona padeniya otdelyayushchikhsya chastey raket "Moseevo"* [Environmental Passport of the Rocket Parts Impact Area "Moseevo"]. 2012.

Kozhevnikov Aleksandr Yuryevich

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Bogolitsyn Konstantin Grigoryevich

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov;
Institute of Ecological Problems of the North, Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences (Arkhangelsk, Russia)

Kosyakov Dmitry Sergeevich

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Ulyanovsky Nikolay Valeryevich

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Kosheleva Anna Evgenyevna

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

ENVIRONMENTAL MONITORING OF AREAS OF ROCKET PART FALLS IN ARCTIC AND SUBARCTIC REGIONS

A technique of environmental monitoring of rocket parts impact areas in arctic and subarctic regions is proposed. Methods of quantitative analysis of toxic fuel components in the environment are discussed. Distribution of dimethylhydrazine and its derivatives in peat soils is shown.

Keywords: *environmental monitoring, missile and space activities, rocket fuel.*

Контактная информация:

Кожевников Александр Юрьевич

Адрес: 163002, г. Архангельск, ул. Северодвинская, д. 14

e-mail: a.kozhevnikov@narfu.ru

Боголицын Константин Григорьевич

Адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17

e-mail: bogolitsyn@iepn.ru

Косяков Дмитрий Сергеевич

Адрес: 163002, г. Архангельск, ул. Северодвинская, д. 14

e-mail: d.kosyakov@narfu.ru

Ульяновский Николай Валерьевич

Адрес: 163002, г. Архангельск, ул. Северодвинская, д. 14

e-mail: uluanovskii_n@mail.ru

Кошелева Анна Евгеньевна

Адрес: 163002, г. Архангельск, ул. Северодвинская, д. 14

e-mail: kosheleva-an@yandex.ru

Рецензент – *Шварцман Ю.Г.*, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры географии и геоэкологии института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, заведующий лабораторией комплексного анализа наземных и космических данных для экологических целей Института экологических проблем Севера Уральского отделения РАН (г. Архангельск)