

УДК 544.02

Оценка химического загрязнения почвы в результате пролива остатков компонентов ракетного топлива отделяющихся частей ракет-носителей в районах падения

ISSN 1996-8493

DOI:10.54234/CST.19968493.2022.19.1.71

© Технологии гражданской безопасности, 2022

В.А. Кулганов, К.В. Матюшенко, Д.А. Соколов

Аннотация

В ходе эксплуатации космодромов образуется загрязнение остатками компонентов ракетного топлива (КРТ). Это происходит в результате оседания продуктов сгорания стартового облака в районе стартового комплекса и пролива остатков КРТ отделяющихся частей ракет-носителей в районе падения. Уровни концентраций в почве в зоне проливов небольшой массы КРТ, как правило, неизвестны, поэтому предлагается определять их расчетным путем. КРТ являются чрезвычайно токсичными соединениями. Профилактика поражений от них состоит из соблюдения мер техники безопасности и медицинского контроля за состоянием здоровья специалистов, контактирующих с КРТ.

Ключевые слова: гидразиновое горючее; загрязнение; испарения пролива; компоненты ракетного топлива; несимметричный диметилгидразин.

Soil Chemical Contamination Assessment as a Result of the Rocket Fuel Components of Launch Vehicles Separating Parts Remnants Spill in the Fall Areas

ISSN 1996-8493

DOI:10.54234/CST.19968493.2022.19.1.71

© Civil Security Technology, 2022

V. Kulganov, K. Matiushenok, D. Sokolov

Abstract

During the operation of spaceports, contamination with the remnants of rocket fuel components (RFC) is formed. This occurs as a result of the combustion launch cloud products settling in the launch complex area of the RFC launch vehicles separating parts remnants spill in the fall area. The concentrations levels in the soil in the spills zone of small RFC mass are unknown, as a rule, therefore it is proposed to determine them by calculation. RFC are extremely toxic compounds. Lesions prevention from them consists of compliance with safety measures and health medical monitoring of specialists who are in contact with them.

Key words: hydrazine fuel; pollution; spills evaporation; rocket fuel components; asymmetric dimethylhydrazine.

17.01.2022

Экологическая безопасность по своей остроте и значимости в современных условиях становится сопоставима с такими проблемами, как: борьба за разоружение; снижение опасности возникновения региональных войн и кризисных ситуаций [14, 15]. Негативное воздействие на окружающую среду оказывают эксплуатация ракетной техники и компоненты ракетного топлива, применяемые при подготовке и запуске ракет-носителей с космодромов [18, 19].

За многие годы эксплуатации космодромов в некоторых районах Российской Федерации образовались очаги загрязнения остатками КРТ, относящимися к первому классу опасности [10, 11]. Однако в настоящее время отсутствуют в достаточном количестве высокоэффективные технологии по ликвидации аварийных проливов КРТ, особенно в труднодоступных районах страны (болота, горы, тундра) [13, 17].

Какой бы совершенной не была военная техника, какие бы системы контроля и блокировки не устанавливались, вероятность аварий и катастроф к абсолютному нулю свести практически невозможно [12, 16].

В ходе эксплуатации военно-промышленных комплексов и боевого использования различных вооружений образуется значительное количество отходов, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду. Отрицательное воздействие оказывают продукты разложения взрывчатых веществ и КРТ [8, 9].

Методы исследования и его результаты. При нормальной эксплуатации ракетно-космической техники химическое загрязнение почвы происходит в результате оседания продуктов сгорания стартового облака в районе стартового комплекса и проливов остатков КРТ отделяющихся частей ракет-носителей в районе их падения.

Первичным процессом распространения на поверхности земли продуктов сгорания ракетного топлива является их «сухое» и «мокрое» осаждение при ветровом переносе. «Сухое» (гравитационное) осаждение — это прямой перенос с последующей адсорбцией газов и частиц природными поверхностями. «Мокрое» осаждение (вымывание) — косвенный перенос некоторых частиц из атмосферы к поверхности земли с дождем, снегом или градом внутри или на поверхности частиц соответствующих видов осадков.

Количество вещества M_B в расчете на единицу площади, выпадающего на земную поверхность на заданных расстояниях в результате «сухого» осаждения, определяют по формуле:

$$M_B = V_g \cdot \int_0^{\infty} q_B dt, \quad (1)$$

где:

q_B — концентрация вещества на заданном расстоянии;

V_g — гравитационная скорость оседания вещества, определяемая с помощью закона Стокса.

$$V_g = \frac{2 \cdot r^2 \cdot \rho \cdot g}{9 \cdot \eta}, \quad (2)$$

где:

r — радиус частицы вещества;

g — ускорение свободного падения;

η — вязкость газовой среды (воздуха); ρ — плотность частицы вещества.

Средняя скорость «сухого» осаждения хлористого водорода составляет 0,8 см/с; средняя скорость «сухого» осаждения окиси алюминия ~ 2 см/с.

При оценке химического загрязнения почвы КРТ необходимо учитывать ряд процессов, к которым относят: испарение с загрязненной поверхности почвы; проникновение вглубь почвы; поглощение КРТ различными составляющими почвы;

химические реакции с кислородом, водой и химическими соединениями в почве.

Проникающая способность КРТ в почву и глубина проникновения во многом зависят от поглощающей (сорбционной) способности почвы, ее вида, химического состава, водооборотного режима и, конечно же, от физико-химических характеристик КРТ.

При попадании на поверхность почвы КРТ могут длительное время (месяцы, годы) сохраняться в почве и быть источником загрязнения атмосферы, причиной заражения вод рек и открытых водоемов (озер, прудов). Это происходит вследствие поступления КРТ с талыми и ливневыми стоками, а также они могут быть источником загрязнения трав, культурных растений, которые являются источниками питания домашних животных и человека.

Величина концентрации в почве в зоне проливов небольшой массы КРТ, как правило, неизвестна, поэтому ее определяют расчетным путем.

В общем случае массу КРТ, поглощенного почвой $M_{\text{полл}}$ в результате пролива, оценивают по зависимости:

$$M_{\text{полл}} = M - M_{\text{исп}}, \quad (3)$$

где:

M — масса пролитого на поверхность почвы КРТ, кг;

$M_{\text{исп}}$ — масса испарившегося компонента за время существования пролива t^* , кг.

Масса испарившегося компонента равна:

$$M_{\text{исп}} = \omega \cdot S_{\text{пр}} \cdot t^*, \quad (4)$$

где:

ω — удельная скорость испарения пролитого компонента, кг/(м²·с);

$S_{\text{пр}}$ — максимальное значение площади пролива, м².

Время существования пролива t^* рассчитывают по формуле [22]:

$$t^* = k \cdot t_{\text{исп}}, \quad (5)$$

где:

$t_{\text{исп}}$ — полное время испарения компонента без учета впитывания в почву;

k — безразмерный коэффициент, учитывающий уменьшение времени испарения при проливе на проницаемую подложку ($0 \leq k \leq 1$).

$$k = 1 + \sqrt{G^2 + 2G} - G, \quad (6)$$

$$G = \frac{2}{\pi} \cdot c_{max}^2 \cdot D_{эф} \cdot \frac{S_{пр}}{\omega \cdot M}, \quad (7)$$

где:

G — безразмерный критерий подобия, характеризующий соотношение скоростей процессов поглощения компонента почвой и его испарения в атмосферу;

c_{max} — максимально возможная концентрация компонента для грунта данного типа;

$D_{эф}$ — коэффициент эффективной диффузии компонента в почву.

Коэффициенты c_{max} и $D_{эф}$ определяют экспериментально для различных типов грунтов и КРТ.

Продолжительность существования зеркала пролива без учета впитывания в почву определяют следующим образом:

$$t_{исп} = M / S_{пр} \cdot \omega. \quad (8)$$

Максимальное значение площади пролива определяют по формуле:

$$S_{пр} = M \cdot k_1 \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot \rho \cdot \sigma}}, \quad (9)$$

где:

k_1 — безразмерный коэффициент, зависящий от типа подложки;

g — ускорение свободного падения;

ρ — плотность частицы вещества;

σ — коэффициент поверхностного натяжения.

Удельную скорость испарения компонента с поверхности пролива рассчитывают по формуле [22]:

$$\omega = A \cdot \frac{\mu \cdot \sqrt[3]{D^2 \cdot \nu}}{R \cdot T} \cdot p_s, \quad (10)$$

где:

A — безразмерный коэффициент турбулентной диффузии;

μ — молекулярная масса вещества;

D — коэффициент диффузии данного вещества в воздухе, м²/с;

ν — кинематическая вязкость воздуха;

p_s — давление насыщенных паров вещества при заданной температуре воздуха, Па;

T — температура окружающей среды, К;

R — универсальная газовая постоянная.

Величину давления насыщенного пара загрязняющего вещества при заданной температуре вычисляют по формуле [22]:

$$p_s = 10^{\frac{a-b}{T}}, \quad (11)$$

где a и b — коэффициенты, зависящие от рода вещества.

Коэффициент диффузии данного вещества в воздухе вычисляют по формуле, следуя [11]:

$$D = D_0 \cdot (T/267)^2 \cdot (760/p_o), \quad (12)$$

где D_0 — коэффициент диффузии вещества в воздухе при температуре 0 °С и атмосферном давлении 760 мм рт. ст., м²/с; p_o — атмосферное давление, мм рт. ст.

Примеры расчета. Выполним расчет времени существования несимметричного диметилгидразина (НДМГ) в виде пролива на поверхность почвы при разрушении и (или) падении в районы падения отдельных частей первой ступени ракеты-носителя «Космос», а также количества КРТ, просочившегося в почву. Исходные данные:

масса пролитого вещества, кг — 588;

тип грунта — торф;

температура окружающего воздуха, °С — +20;

скорость среднего ветра, м/с — 2.

Порядок выполнения расчета

1. Определяем площадь пролива по формуле (9):

$$S_{пр} = 14,5 \text{ м}^2.$$

2. Вычисляем безразмерный коэффициент турбулентной диффузии НДМГ в воздухе:

$$A = 18167 + 4260,8 \cdot 2 = 26688,6.$$

3. Оцениваем давление насыщенных паров НДМГ:

$$p_s = 10^{(8,15 - 1770/293K)} = 128,54 \text{ Па}.$$

4. Определяем удельную скорость испарения пролива:

$$\omega = 26688,6 \cdot \frac{60 \cdot \sqrt[3]{(1,03 \cdot 10^5)} \cdot 1,59 \cdot 10^{-5}}{8314 \cdot 293}.$$

$$128,54 / 3600 = 1,29 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

5. Вычисляем значение безразмерного критерия:

$$G = 2,598.$$

6. Определяем полное время испарения пролива без учета впитывания:

$$t_{исп} = 588 / (1,29 \cdot 10^{-3} \cdot 14,5 \cdot 3600) = 8,7 \text{ ч}.$$

7. Определяем время существования пролива:

$$t^* = 0,142 \cdot 8,7 = 1,24 \text{ ч}.$$

8. Вычисляем массу испарившегося компонента:

$$M_{исп} = 588 / (1,29 \cdot 10^{-3} \cdot 14,5 \cdot 1,24 \cdot 3600) = 7,04 \text{ кг}.$$

9. Вычисляем массу компонента, впитавшегося в почву:

$$M_{\text{впит}} = 588 - 7,04 = 5800,96 \text{ кг.}$$

Заключение. При попадании в почву горючие на основе гидразина разлагаются и окисляются. Продуктами этих процессов являются: вода H_2O , углекислый газ CO_2 , молекулярный азот N_2 , а также диметиламин $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ (ДМА), нитрозодиметиламин $\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$ (НДМА), метилдиметилгидразин $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}$, тетраметилтетразен $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_4$, формальдегид H_2CO (ФА) и синильная кислота HCN , представляющие собой весьма токсичные вещества.

КРТ активно взаимодействуют с химическими соединениями органоминерального комплекса почвы [23, 24, 25, 26, 27]. Образование устойчивых соединений возможно при взаимодействии с угольной кислотой. При разливе на поверхность почвы КРТ могут длительное время (до нескольких лет) сохраняться и накапливаться в поверхностном слое, проникая в более глубокие слои [1, 2, 3].

Основным механизмом поглощения почвой (сорбирования) гидразиновых горючих является ионно-обменный. Степень поглощения этих горючих тем больше, чем выше катионообменная емкость грунта. Сорбция глинистыми грунтами составляет 70–90%, песчаными — 2–4%. Сорбционная емкость грунта для гидразиновых горючих различна. Она может быть расположена в следующей последовательности по возрастанию: поверхностный горизонт, ил озерный, речной, глина, песчаный нанос, а по поглощающей способности: поверхностный горизонт, глина, ил озерный, речной, песчаный нанос [4, 5, 6].

Концентрация горючих в почве после пролива снижается по времени неравномерно. Наиболее заметно снижение содержания в первые пять дней. Это объясняется протеканием процессов разложения на НДМА и ФА. Действительно их концентрация за первые сутки после пролива увеличивается в два раза. С другой стороны, протекание этих процессов говорит о прочном поглощении гидразиновых горючих элементами почвы [7].

Степень разложения зависит от начальной концентрации горючих на поверхности и от характеристики самой почвы. Для гидразиновых горючих она находится в обратной зависимости от их начальной концентрации и максимальна в поверхностном горизонте. Там она на порядок выше, чем для песчаного наноса [21].

Одновременно с процессами разложения, поглощения и окисления происходит испарение гидразиновых горючих с поверхности почвы. Так, при разливе 1000 мг/кг НДМГ с поверхности испаряется 0,3% за одни сутки.

Степень десорбции гидразиновых горючих у почв невелика. Их вымывается из глины порядка 2,7%, из песка — около 30%. На процесс оказывает влияние начальная концентрация этих горючих и характеристика грунта. Следует отметить, что зависимость от последнего фактора более значительна.

Максимальную степень десорбции характеризует речной ил. Минимальная степень присуща песку и глине. Определяется это тем, что их минеральные составляющие более прочно связывают гидразиновые горючие. Сам процесс десорбции по времени протекает неравномерно. Первой порцией воды сразу вымывается порядка 70–85%, а далее процесс замедляется. При промывке в первую очередь удаляется ДМА, поскольку удерживается наименее прочно.

КРТ на основе гидразина способны проникать глубоко в почву из-за своих свойств, связанных с высокой растворимостью, и долго оставаться в ней. Их проникающую способность (поглощение и толщина слоя почвы) определяют типом грунтов, их сорбционными характеристиками, водооборотным режимом и объемом КРТ, попавших на поверхность [20].

Горючие на основе гидразина и продукты их разложения, попав на поверхность подзолистой почвы, в течение двух месяцев оказываются уже на глубине 50–70 см. При этом необходимо учитывать, что глубина проникновения загрязняющих веществ напрямую зависит от их концентрации на поверхности.

Окисление компонентов КРТ происходит не только на поверхности почвы, но и на глубине, что подтверждается наличием повышенной концентрации ДМА и ФА.

Лучше всего фильтрация происходит в песке. В отличие от него глинистые грунты обладают наибольшим противодействием проникновению КРТ вглубь. Однако суглинок и даже глина с их высокими сорбционными характеристиками не способны сдерживать проникновение указанных КРТ. Так, глубина проникновения несимметричного диметилгидразина сквозь глину, при условии пролива 12 кг горючего, составляет: через 4 месяца — 130 см, через 14 месяцев — 180 см.

Поскольку КРТ на основе гидразина обладают высокой щелочной реакцией с $\text{pH} = 12$, очень высока вероятность поражения растительного покрова. После воздействия растительность вянет, становится жухлой, приобретает «вареный» вид и, в конце концов, высыхает, приобретая коричневый цвет. Из-за летучести горючих на основе гидразина поражение растительности может произойти не только через почву, но и путем, носящим атмотехногенный характер. После проникновения в растения КРТ могут довольно долго (более года) сохраняться в стеблях и листьях. Такая высокая стойкость возможна благодаря ионно-обменному механизму. Он приводит к появлению прочных химических соединений с молекулами растительных тканей, поэтому накопление КРТ происходит не только в почве, но и в растительности.

Выводы. КРТ являются чрезвычайно токсичными соединениями. В организм человека они могут проникать любыми путями: при вдыхании паров продукта, через кожу, пищеварительный тракт.

В связи с отсутствием в настоящее время высокоэффективных технологий определения аварийных проливов КРТ уровни их концентрации в зоне проливов

небольшой массы КРТ предлагается определять расчетным методом.

Профилактика поражений состоит из соблюдения мер техники безопасности и системы медицинского контроля за состоянием здоровья специалистов, контактирующих с КРТ.

Литература

- Анализ экологической обстановки на объектах хранения ракетного топлива / М. Е. Баранов, Л. А. Герасимова, В. Е. Герасимова, С. В. Хижняк // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. 2016. Т. 17. № 4. С. 1044–1052.
- Баранов М. Е. Определение загрязнения почвы ракетным топливом с помощью тест-объектов // Глобальная ядерная безопасность. 2018. № 1 (26). С. 24–35.
- Большаков В. Н., Кузнецова И. А. Экологический мониторинг в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» на территории северного Урала // Биосфера. 2015. Т. 7. № 2. С. 169–180.
- Вопросы экологической безопасности транспортировки гептила железнодорожным транспортом / В. А. Козловский, Е. Ю. Степанова, П. П. Кречетов и др. // Естественные и технические науки. 2015. № 11 (89). С. 277–284.
- Жубатов Ж., Бисариева Ш. С., Степанова Е. Ю. Экологическая устойчивость районов падения боковых блоков ракеты-носителя «Союз» (зона ю-25) // Гидрометеорология и экология. 2013. № 2 (69). С. 140–149.
- Козлов И. А. Новый взгляд на экологические процессы, протекающие при разложении ракетных топлив // Матрица научного познания. 2021. № 11–2. С. 51–53.
- Кузнецова И. А. Обеспечение экологической безопасности в районе падения ОЧ РН типа «Союз» и на сопредельных территориях на Урале // Приоритетные задачи обеспечения безопасности и экологического сопровождения пусков РН типа «Союз», направления их реализации: Сб. трудов Всероссийской научно-практической конференции. Барнаул, 4–5 октября 2016 г. Барнаул: ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН, 2017. С. 123–130.
- Кулганов В. А., Зрянина Н. В., Болотов А. Ю. Загрязнения внешней среды и их последствия // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Экология и космос» имени академика К. Я. Кондратьева / Под общ. ред. Ю. В. Кулешова. СПб.: ВКА имени А. Ф. Можайского, 2017. С. 345–349.
- Кулганов В. А., Свитнев И. В., Соколов Д. А., Нигматуллин Р. А. Метод обнаружения загрязнений подстилающей поверхности по характеристикам обратно рассеянного ионизирующего излучения // Материалы IV Всероссийской научной конференции «Экология и космос» имени академика К. Я. Кондратьева: Посвящается 100-летию со дня рождения академика К. Я. Кондратьева / Под общ. ред. Ю. В. Кулешова. СПб.: ВКА имени А. Ф. Можайского, 2020. С. 206–212.
- Кулганов В. А., Свитнев И. В., Соколов Д. А. Физико-химические особенности аэрозолеобразующих составов и их учет при использовании в учебно-боевой деятельности Воздушно-космических сил // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. СПб.: ВКА имени А. Ф. Можайского, 2018. Вып. 660. С. 209–218.
- Кулганов В. А., Соколов Д. А. Комплексное воздействие компонентов ракетного топлива на организм человека // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства: Сб. научных трудов участников Межвузовской научно-практической конференции / Под общ. ред. А. Н. Бирюкова. СПб.: ВИ (ИТ) ВА МТО, 2019. С. 77–82.
- Кулганов В. А., Соколов Д. А. Критериальные зависимости для оценки экологической безопасности военной техники // Доклады Академии военных наук. 2019. № 2(85). С. 33–37.
- Кулганов В. А., Соколов Д. А. Методика оценивания качества воды и размеров зоны санитарной охраны водопроводов войск // Экология и развития общества. 2019. № 4(31). С. 67–74.
- Кулганов В. А., Соколов Д. А. Современные подходы к оценке степени загрязнения атмосферного воздуха в районах дислокации войск // Известия Санкт-Петербургского технологического института (технического университета). 2019. № 49 (75). С. 123–189.
- Кулганов В. А., Соколов Д. А. Социально-экологические последствия антропогенного и военного воздействия на природную среду // 2017 год глазами ученых: результаты научных исследований: Сб. трудов. Краснодар, 2018. С. 85–92.
- Кулганов В. А., Соколов Д. А., Хитяев Д. Г. Стохастические модели комплексного воздействия компонентов ракетного топлива на организм человека // Доклады Академии военных наук. 2019. № 2(85). С. 51–54.
- Массольд А. В., Думболов Д. У., Дедов А. В. Моделирование глубины проникновения дизельного топлива в защитную песчаную подушку // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2020. Т. 10. № 3. С. 300–304.
- Мессинева Е. М., Фетисов А. Г., Мануйлова Н. Б. Анализ методов ликвидации загрязнения почвы ракетным топливом // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 8. С. 55–59.
- Оценка загрязнения компонентами ракетного топлива рекультивированных территорий шахтных пусковых установок / О. Н. Семенова, Т. В. Рябова, О. Б. Худякова, С. В. Смирнова // Медицина труда и промышленная экология. 2021. Т. 61. № 9. С. 567–571.
- Оценка обстановки при авариях (разрушениях) на потенциально опасных объектах в мирное время: методическое пособие / С. Б. Варющенко, А. В. Вилков, В. А. Кулганов и др. СПб.: СПбГУ, 2017. 236 с.
- Оценка состояния экосистем районов падения отделяющихся частей ракет-носителей / Т. В. Королева, П. П. Кречетов, В. В. Неронов, О. В. Черницова // Антропогенная трансформация природной среды. 2010. № 1. С. 398–404.
- Пеньков М. М., Софьян А. П., Кириченко М. А. Проблема анализа и прогноза миграции токсичных КРТ в окружающей среде // Материалы докладов на межвидовой конференции. СПб.: ВКА имени А. Ф. Можайского, 1995. С. 27–31.
- Поиск приемов рекультивации почв от загрязнения авиационной и ракетно-космической деятельностью / Е. В. Надеждина, О. В. Тушавина, Е. С. Надеждина и др. // Проблемы региональной экологии. 2016. № 4. С. 21–24.
- Пузанов А. В., Ворожейкин А. П., Проскурников Ю. В. Геохимия микроэлементов почв, подверженных загрязнению ракетным топливом (на примере районов падения ракет центрального Казахстана) // Мир науки, культуры, образования. 2009. № 7–1 (19). С. 26–29.
- Экологическая оценка наземных и водных экосистем в районе ликвидации ракетной техники на «Химзаводе» — филиале ОАО «Красмаш» (Красноярский край) / И. В. Горбачев, Т. А. Рождественская, А. В. Пузанов и др. // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2019. № 1 (52). С. 66–75.
- Пономарев А. Я., Манвелов А. Н., Горбунова В. А., Шерстобитова Л. В. Оценка загрязнения почвы компонентами топлив в результате проливов в районе расположения техники // Современные научные исследования и разработки. 2017. Т. 2. № 1 (9). С. 194–196.
- Залозная Н. Г. Экологический мониторинг воздействия компонентов ракетного топлива на окружающую среду // В сб.: Междисциплинарные исследования проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в современных условиях. 2007. С. 301–305.

Сведения об авторах

Кулганов Владимир Александрович: д. мед. н., проф., ВКА им. А. Ф. Можайского, проф. кафедры. Санкт-Петербург, Россия.
e-mail: vka@mil.ru
SPIN-код: 7500-0281.

Матюшенок Константин Васильевич: к. т. н., доц., ВКА им. А. Ф. Можайского, препод. кафедры. Санкт-Петербург, Россия.
e-mail: vka@mil.ru
SPIN-код: 2491-9761.

Соколов Дмитрий Александрович: ВКА им. А. Ф. Можайского, препод. кафедры. Санкт-Петербург, Россия.
e-mail: vka@mil.ru
SPIN-код: 9107-9618.

Information about authors

Kulganov Vladimir A.: ScD (Medical Sc.), Professor, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, Professor of the Department. St. Petersburg, Russia.
e-mail: vka@mil.ru
SPIN-scientific: 7500-0281.

Matyushenok Konstantin V.: PhD (Technical Sc.), Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, Department Teacher. St. Petersburg, Russia.
e-mail: vka@mil.ru
SPIN-scientific: 2491-9761.

Sokolov Dmitry A.: Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, Department Teacher. St. Petersburg, Russia.
e-mail: vka@mil.ru
SPIN-scientific: 9107-9618.

Издания ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Авторы, название	URL
Мошков В.Б. и др. Добровольная сертификация как инструмент повышения качества аварийно-спасательных средств	https://elibrary.ru/item.asp?id=47276629
Азанов С.Н. и др. Перспективы развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	https://elibrary.ru/item.asp?id=47436936
Совершенствование защиты населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов с учётом современных угроз: Материалы научно-практической конференции	https://elibrary.ru/item.asp?id=47152118
Наука и технологии обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях: Материалы мероприятий деловой части программы, организатором которых выступил ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Часть I	https://elibrary.ru/item.asp?id=47150447
Наука и технологии обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях: Материалы мероприятий деловой части программы, организатором которых выступил ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Часть II	https://elibrary.ru/item.asp?id=47233683
Мануйло О.Л. и др. Творчество юных во имя спасения: Литературно-художественный альманах. Выпуск № 5	https://elibrary.ru/item.asp?id=46173686
Олтян И.Ю. и др. Реализация Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий в Российской Федерации. Итоги пятилетия	https://elibrary.ru/item.asp?id=46389727
Поздняков Н.А. и др. Оказание помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях: современное состояние и перспективы развития	https://elibrary.ru/item.asp?id=46111413
Олтян И.Ю. и др. Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий. Материалы конгресса	https://elibrary.ru/item.asp?id=45040593
Баранник А.Ю. и др. Каталог технических средств, предназначенных для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций	https://elibrary.ru/item.asp?id=45796467
Мануйло О.Л. и др. Творчество юных во имя спасения: Литературно-художественный альманах. Выпуск № 4	https://elibrary.ru/item.asp?id=45040485
Соловьев В.А. и др. Международная научно-практическая конференция «Проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Северо-Западном Арктическом регионе России».	https://elibrary.ru/item.asp?id=45040117