

Жубатов Ж., доктор технических наук, генеральный директор

Козловский В.А., доктор медицинских наук, профессор

Степанова Е.Ю., ведущий научный сотрудник

(Научно-исследовательский центр «Гарыш-Экология», г. Алматы, Казахстан)

Кречетов П.П., кандидат биологических наук, доцент

Королева Т.В., кандидат географических наук, зав. лабораторией

Шарапова А.В., кандидат географических наук

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГЕПТИЛА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Выполнена оценка эколого-гигиенической обстановки вдоль железной дороги на территории Актюбинской и Кызылординской областей в весенний и летний сезоны года. Проведен химический анализ проб воздуха, снега и почвы на содержание компонентов ракетного топлива. По результатам исследования сделан предварительный вывод о наличии признаков химического загрязнения экологической системы азотсодержащими соединениями.

Ключевые слова: гептил, ракетно-космическая деятельность, нитраты, почва, экологическое обследование, железнодорожная магистраль.

ISSUES OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF HEPTYL TRANSPORTATION BY RAIL TRANSPORT

The assessment of ecological-hygienic conditions along the railway on the territory of Aktobe and Kyzylorda Regions during cold and warm seasons was conducted. Chemical analysis of components of rocket fuel in snow, air, soil samples was held. Basing on the results of examination the preliminary conclusion about obvious signs of chemical pollution of ecosystems by nitrogen-containing compound is made.

Keywords: UDMH, missile and space activity, nitrates, soil, ecological survey, railway.

Введение. Доставка компонентов ракетного топлива из России на космодром Байконур осуществляется железнодорожным транспортом (ж/д). Протяженность ж/д магистрали на территории Республики Казахстан (РК) составляет 899 км. На этом участке располагается 28 населенных пунктов, где проживает более 634 тыс. человек. По расчетным данным, для ежегодного обеспечения 10-12 пусков ракет-носителей (РН) «Протон» транспортируется около 1,8-2,2 тыс. т гептила и 4,9-5,9 тыс. т амила. Высокая токсичность компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации может приводить к долговременным изменениям экосистем и их компонентов (Касимов и др., 2006; Наурызбаев и др., 2001; Батырбекова, Наурызбаев 2004; Родин и др., 2008; Кречетов и др., 2011, 2014, 2015; Зайцев и др., 2011; Экологический мониторинг., 2011; Kenessov et al., 2012; Козловский, Мусабаев, Жубатов, 2014).

Данные об аварийных ситуациях с проливами высокотоксичных веществ при железнодорожных перевозках свидетельствуют о высоком риске для окружающей среды транспортировки компонентов жидкого ракетного топлива. Так, например, при аварии грузового поезда

в 1988 г. под г. Ярославлем с тремя цистернами гептила, произошла утечка около 750 дм³ гептила и образование очага химического загрязнения площадью свыше 5 тыс. м². Однако данные о возможном воздействии транспортировки компонентов ракетного топлива на окружающую среду в штатном режиме в литературе отсутствуют. Актуальность данной проблеме придает и обеспокоенность жителей поселков, расположенных вдоль железнодорожной магистрали и в непосредственной близости от космодрома Байконур, наличием возможных негативных экологических последствий при утечке компонентов ракетного топлива.

Цель исследования – эколого-гигиеническая оценка территории на участке ж/д магистрали «ст. Шалкар – ст. Торетам» и выявление возможного воздействия гептила и продуктов его распада на компоненты экосистем. Данное исследование проводилось РГП «Научно-исследовательский центр (НИЦ) «Гарыш-Экология», в рамках государственного заказа Комитета науки Министерства образования РК, по бюджетной программе 055 «Научная и (или) научно-техническая деятельность», подпрограммы 101 «Грантовое финансирование научных исследований» в рамках Договора № 342 от 12 февраля 2015 г. между комитетом науки Министерства образования Республики Казахстан (КН МОН РК) и РГП «НИЦ «Гарыш-Экология», регистрационный № 0115РК01056 по теме «Исследование воздействия на окружающую среду и среду обитания транспортировки гептила по территории Республики Казахстан».

Методы и объекты исследования

Работа выполнялась на основе комплексных почвенных, геохимических, гидрохимических, эколого-ботанических и санитарно-эпидемиологических исследований с использованием нормативно-методической базы, успешно апробированной в практике РГП «НИЦ «Гарыш-Экология» (Методические рекомендации ..., 2003; Порядок..., 2009).

На участке ж/д магистрали «ст. Шалкар – ст. Торетам» и сопредельной с ним территории выполнялись следующие работы (рис. 1):

- полевые исследования с отбором проб приземного слоя атмосферного воздуха, снега, природных вод, почвы для последующего химического анализа;
- экспресс-анализ приземного слоя атмосферного воздуха на содержание оксида азота (NO) и диоксида азота (NO_2), сбор метеоданных и фотосъемка ключевых участков;
- количественный химический анализ (КХА) вещественного состава проб объектов окружающей среды.

Интерпретация полученных результатов проводилась в соответствии с утвержденными нормативными и методическими документами (ГОСТ Р 52985-008..., 2008; РД 52.04.186-89..., 1991; Санитарные правила..., 2012; Нормативы..., 2004).

Обследования проведены в два этапа: в весенний (13-15 апреля 2015 г.) и летний (12-15 августа 2015 г.) сезоны года. Ключевые участки располагались:

- в природных ландшафтах: фоновые (контрольные) точки, удаленные на 16-21 км от железнодорожной магистрали (К-Т, К-ЖД, К-Ш);

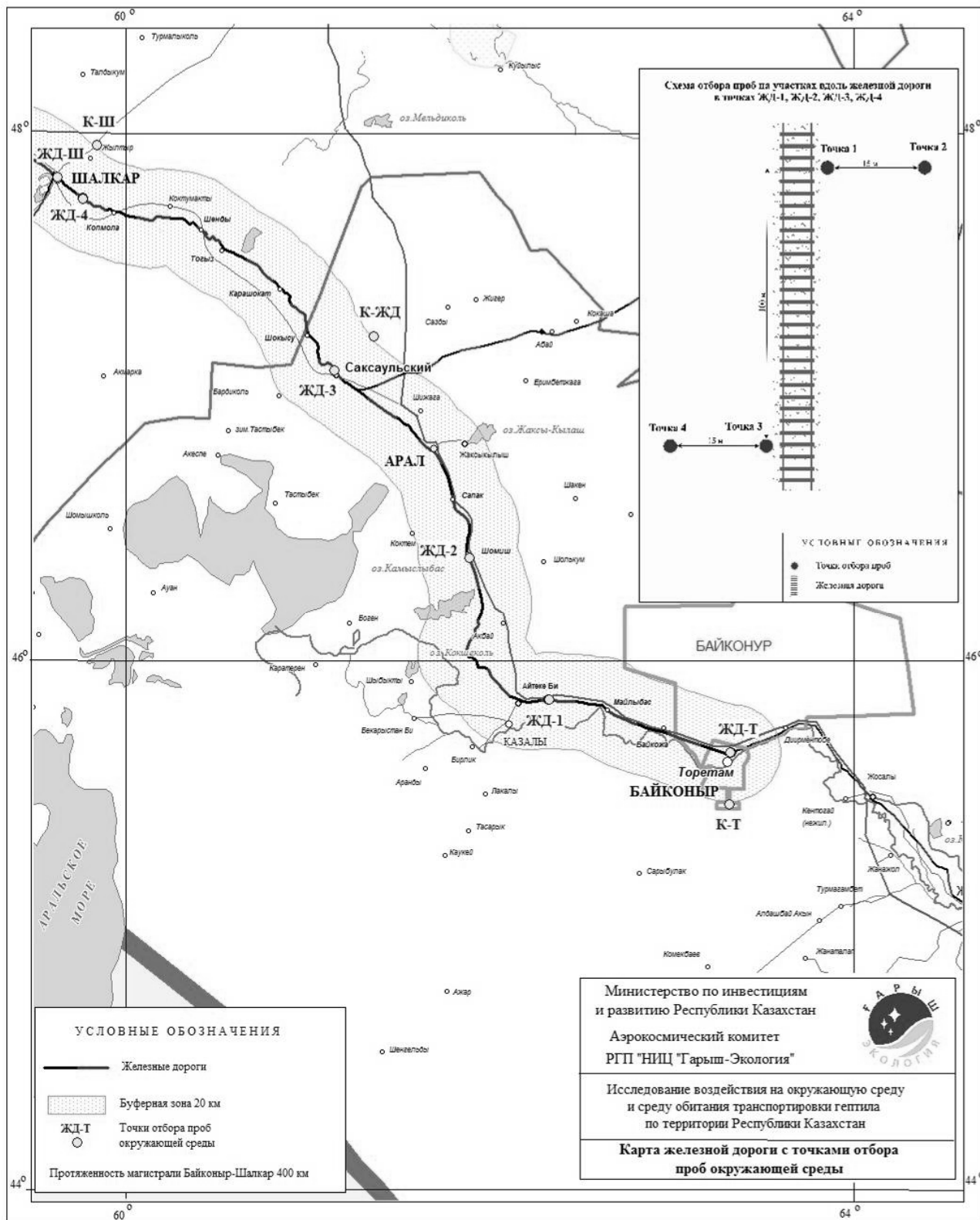


Рис. 1. Месторасположение участков экологического обследования на участке ж/д магистрали «ст.Шалкар-ст.Торетам» (Кызылординская и Актюбинская области РК).

- в природно-техногенных ландшафтах вдоль железнодорожной магистрали (точки ЖД-1, ЖД-2, ЖД-3, ЖД-4);
- в селитебных ландшафтах: в поселке Торетам (административный центр Торетамского сельского округа в Кармакшинском районе Кызылординской области) (Т-1, Т-2, Т-3); в городе Шалкар (административный центр Шалкарского района Актюбинской области) (Ш-1, Ш-2); в месте сортировки ж/д составов на станциях Торетам и Шалкар (точки ЖД-Т и ЖД-Ш).

Для количественного химического анализа (КХА) вещественного состава, а также содержания гептила и продуктов его химической трансформации отобраны пробы в природных ландшафтах (12 проб воздуха, 4 пробы снега (талая вода), 50 проб почвы, 25 образцов растений) и в селитебных ландшафтах (6 проб воздуха, 10 проб воды, 10 проб почвы, 10 образцов растений).

Количественный химический анализ проводился по аттестованным и внесенным в реестр Госстандартов Республики Казахстан методикам.

Обсуждение результатов

Данные количественного химического анализа образцов компонентов ландшафта не выявили наличие гептила, а также продуктов его химической трансформации (нитрозодиметиламин (НДМА), тетраметилтетразен (ТМТ), диметиламин (ДМА), диметилформамид (ДМФА), 1-метил-1Н-1,2,4-триазол (МТ)).

В весенний период в приземном слое атмосферного воздуха в 16% случаев, на месте сортировки грузовых ж/д составов (ст. Торетам), на насыпи, расположенной с западной стороны железнодорожной магистрали (участок ЖД-3), и на удалении 15 м от насыпи, выявлены превышения ПДК_{МР} диоксида азота – до 1,2-1,8 ПДК_{МР} NO₂ (рис. 2).

Отсутствие в этот момент на станции состава с компонентами ракетных топлив позволяет предполагать, что обнаруженные превышения ПДК_{МР} могут быть объяснены эмиссиями оксидов азота в атмосферу от сопутствующей хозяйственной деятельности местного населения.

Химический анализ проб воды из источников водоснабжения п.Торетам и г.Шалкар выявил присутствие нитрит- и нитрат-ионов, однако санитарно-гигиенические нормативы предельно-допустимых концентраций, установленные для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, превышены не были. Величина рН вод варьирует от 7,8 (подворье в г. Шалкар) до 8,4 (подворье в п. Торетам), что соответствует слабо-щелочной среде, благоприятной для использования в быту и в качестве питьевой воды (Санитарные правила..., 2012).

Содержание нитрат-ионов в снеге (талой воде) на фоновом участке, удаленном от ж/д на 16 км, составило 0,77-3,97 мг/дм³. На местах сортировки ж/д составов в 50% исследованных проб снега содержание нитратов ниже ПДК, установленных для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (45 мг/дм³), но превышает фоновое значение в 1,4 и 4,4 раза.

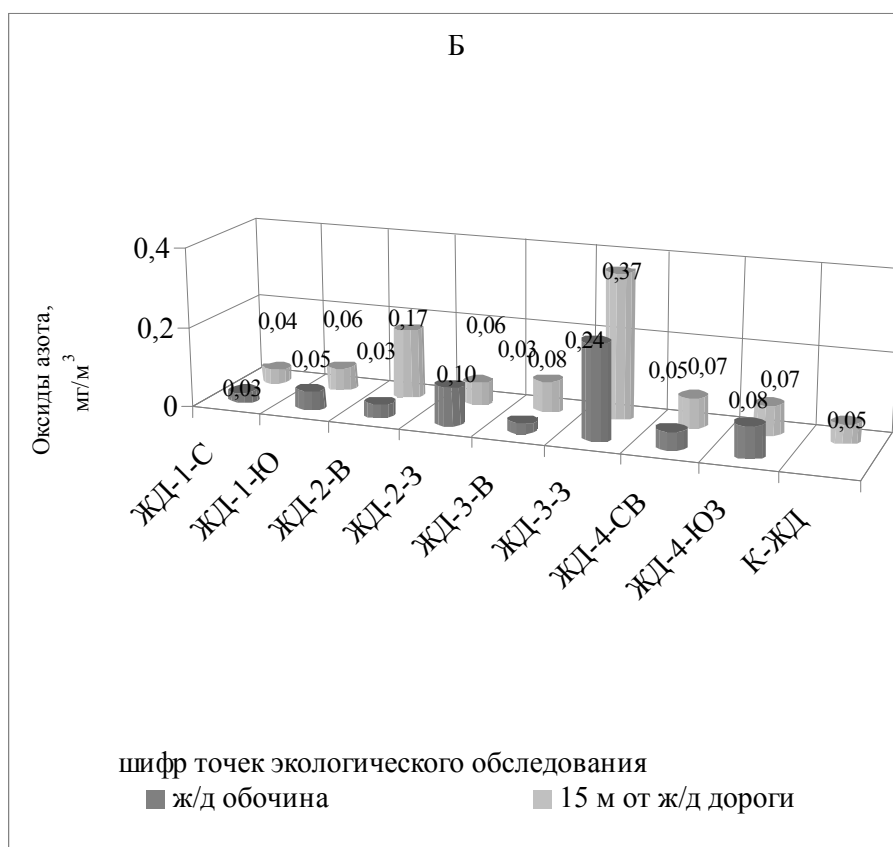
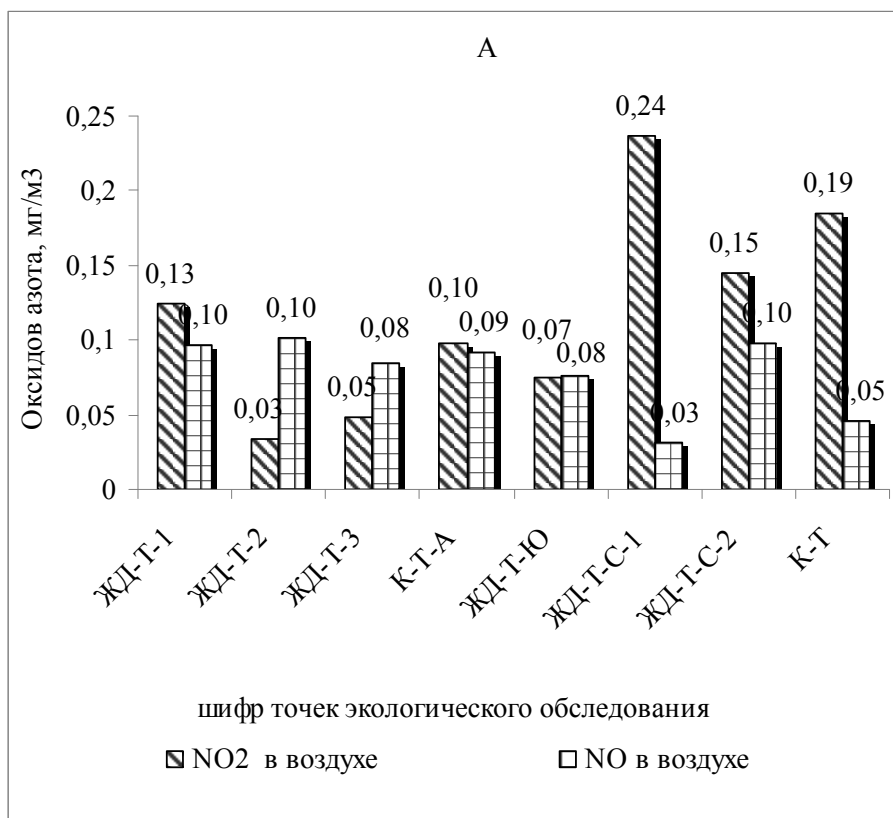


Рис. 2. Содержание оксидов азота в атмосферном воздухе на участках вдоль ж/д магистрали весной 2015 г. (А – селитебные ландшафты, Б – природно-техногенные ландшафты).

Анализ сезонной динамики содержания нитратов в почвах селитебных ландшафтов (г. Шалкар, п. Торетам), природно-техногенных ландшафтов вдоль железнодорожного полотна (на насыпи и на удалении от неё на 15 м) и природных ландшафтов на фоновых участках показал наличие нитратов во всех пробах (табл. 1,2). Статистическая обработка полученных результатов показала, что выявленные различия в уровнях содержания нитратов по сезонам года не достоверны. Однако, как правило, средние значения в почвах весной, существенно ниже, чем летом. Так, в образце почвы, отобранном на ст. Торетам, среднее содержания нитратов летом в 2,15 выше весеннего, а на ст. Шалкар – в 4,3 раза. При этом для селитебных ландшафтов летом число образцов с превышением ПДК по нитратам составило 33,3%, тогда как превышение ПДК в пробах почв в весенний период не наблюдалось. Число проб почв с превышением ПДК вдоль ж/д путей в природно-техногенных ландшафтах не превышало 25%.

Таблица 1

Содержание нитрат-ионов в почвах природных и селитебных ландшафтов по сезонам года

Место отбора проб	Сезон года	Среднее арифметическое, $X \pm t$, мг/кг почвы
ст. Торетам	весна	64,8±16,1
	лето	139,21±110,3
ст. Шалкар	весна	33,1±2,3
	лето	143,0±59,8
Фон	весна	32,17±15,8
	лето	94,3±66,0

Таблица 2

Содержание нитрат-ионов в почвах природных и природно-техногенных ландшафтов по сезонам года вдоль ж/д полотна

Место отбора проб	Сезон года	Среднее арифметическое, $X \pm t$, мг/кг почвы
Насыпь	весна	67,69±21,1
	лето	90,18±41,2
15 м от насыпи	весна	72,99±22,85
	лето	60,16±37,1
Фон	весна	32,17±15,8
	лето	94,3±66,0

Сравнительный анализ содержания нитратов на техногенном участке и на фоне показал достоверное повышение только в весенний период, в летний период различия между участками не достоверны. В летний период на всех исследованных участках (ж/д станциях, на участках вдоль ж/д магистрали и в фоновой точке К-Ш, расположенной в 21 км на северо-восток от ж/д) отмечается превышение ПДК почвы в 1,04-2,6 раза.

Отмечается тенденция снижения содержания нитратов в почве в ряду: станция – насыпь – 15 м от ж/д дороги, однако данные изменения по сравнению с фоном статистически не достоверны.

Величина рН почвы в весенний период варьировала в пределах 7,98-8,6 ед. В летний период диапазон изменений показателя несколько расширился до 7,5-8,8 ед. Однако, в целом, интервал наблюдаемых значений рН соответствует региональным значениям, характерным для почв аридных ландшафтов

Выводы.

Количественный химический анализ объектов окружающей среды на участке железнодорожной магистрали «ст. Шалкар (Актюбинская область) и ст. Торетам (Кызылординская область)» не выявил наличие гептила, а также продуктов его химической трансформации в компонентах ландшафта.

Установлено наличие статистически не достоверных признаков химического загрязнения почвы нитратами на станциях и вдоль магистрали железной дороги, однако, наличие высоких концентрации нитратов на фоновом участке не позволяет сделать однозначный вывод о влиянии железнодорожных перевозок компонентов ракетного топлива на окружающую среду.

Результатами исследований будет пополнена база ГИС РГП «НИЦ «Гарыш-экология» по экологической безопасности ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур».

ЛИТЕРАТУРА

1. Батырбекова С.Е., Наурызбаев М.К. Экологические проблемы Центрального Казахстана в связи с ракетно-космической деятельностью комплекса «Байконур» // *Новости науки Казахстана*. – 2004. – № 2. – С. 124-130.
2. Гигиенические нормативы «Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», «Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «ПДК компонентов жидкого ракетного топлива и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды», утвержденные приказом Министра национальной экономики РК от 28.02.2015 г., № 168;
3. ГОСТ Р 52985-2008. Экологическая безопасность ракетно-космической техники. Общие технические требования. – М.:Стандартинформ, 2008;
4. Зайцев А.С., Гонгальский К.С., Горшкова И.А., Кречетов П.П., Королева Т.В. Влияние ракетного топлива (несимметричного диметилгидразина) на почвенную фауну // *Доклады Российской Академии наук*. – 2011. – Т. 440, № 2. – С. 262–265.
5. Касимов Н.С., Кречетов П.П., Королева Т.В. Экспериментальное изучение поведения ракетного топлива в почвах // *Доклады Российской Академии наук*. – 2006. – Т. 408, № 5. – С. 668–670.
6. Козловский В.А., Мусабаев Т.А., Жубатов Ж. Гигиеническое регламентирование производных 1,1-диметилгидразина в почве: справочное пособие. – Алматы, 2014. – 264 с.
7. Кречетов П.П., Касимов Н.С., Королева Т.В. Почвенно-геохимические факторы миграции ракетного топлива в ландшафте // *Доклады Российской Академии наук*. – 2015. – Т. 464, № 6. – С. 712–715.
8. Кречетов П.П., Касимов Н.С., Королева Т.В., Черницова О.В. Экспериментальное изучение буферности почв к воздействию несимметричного диметилгидразина // *Доклады Российской Академии наук*. – 2014. – Т. 455, № 3. – С. 337–341
9. Кречетов П.П., Неронов В.В., Королева Т.В., Черницова О.В. Трансформация почвенно-растительного покрова на местах падения первых ступеней ракет-носителей// *Аридные экосистемы*. – 2011. – Т. 17, № 1(46). – С. 55–64.
10. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию: утв. Вице-министром охраны окружающей среды РК 20.04.2003 г. – Астана, 2003. – ПР РК 52.5.06-03.
11. Наурызбаев М.К., Батырбекова С.Е., Зеберва А.И. и др. Основные аспекты экологической оценки районов падения отделяющихся частей ракет-носителей // *Вестник КарГУ*. – 2001. – №1(21). – С.134-137.
12. Нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ, вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих почву, утвержденные сов-

местным приказом Минздрав РК от 30.01. 2004 г., № 99, и Министра охраны окружающей среды РК от 27.01.2004 года № 21-п.

13. Порядок и объем медицинских исследований в районах аварийного падения ракет-носителей: Методические рекомендации/Мин. здравоохранения РК, Федер. мед.-биол. Агентство России. – Алматы, Москва, 2009. – 30 с.
14. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы, Госкомгидромет СССР, М., 1991;
15. *Родин И.А., Москвин Д.Н., Смоленков А.Д., Шпигун О.А.* Превращения несимметричного диметилгидразина в почвах// Журнал физической химии. – 2008. – №6, Т. 82. – С. 1039-1044.
16. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденные Постановлением Правительства РК от 18.01.2012 г., № 104;
17. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы. /Под ред. Н. С. Касимова, О.А. Шпигуна. – М.: РЕСТАРТ, 2011.–472 с.
18. *Kenessov B., Alimzhanova M., Sailaukhanuly Ye., Baimatova N., Abilev M., Batyrbekova S., Carlsen L., Tulegenova A., Nauryzbayev M.* Transformation products of 1,1-dimethylhydrazine and their distribution in soils of fall places of rocket carriers in Central Kazakhstan // Science of The Total Environ – 2012. 427–428:78–85 DOI:10.1016/j.scitotenv.2012.04.017.