

УДК 614.7-504.06

Ж. ЖУБАТОВ^{1*}, К.Н. ТУКАЕВ¹, А.П. ПОЗДНЯКОВА¹

¹Научно-исследовательский центр «Гарыш-Экология» Аэрокосмический комитет
Министерства оборонной и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан,
г. Алматы

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СРЕДУ ОБИТАНИЯ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К РАЙОНУ АВАРИИ РАКЕТОНОСИТЕЛЯ «ПРОТОН-М» 2 ИЮЛЯ 2013 ГОДА

АННОТАЦИЯ

Развитие ракетно-космической деятельности (РКД) - одна из актуальных проблем Республики Казахстан, она может негативно воздействовать на окружающую природную среду и здоровье населения, особенно при аварийных ситуациях. Цель исследования – оценить степень загрязнения гептилом и продуктами его трансформации объектов среды обитания населенных пунктов, прилегающих к району аварии ракетоносителя «Протон-М» от 2 июля 2013 г. на космодроме «Байконур».

Объект исследования - среда обитания жителей города Байконур, поселка Торетам и села Акай, прилегающих к району аварии, и поселка сравнения - Айтеке-би. Количественному химическому анализу на содержание гептила и продуктов его трансформации с использованием высокоэффективных методик подвергнуты пробы приземного слоя атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды и растений. Результаты оценены на соответствие гигиеническим нормативам, утвержденным в Казахстане и Российской Федерации. Проанализированы 130 проб почвы, питьевой воды - 63, речной - 102, сточной воды - 3 и растений - 53. Проведено 111 инструментальных измерений примесей атмосферного воздуха.

Результаты исследования. Гептил и продукты его трансформации не обнаружены в объектах среды обитания г. Байконур, п. Торетам, с. Акай и поселка сравнения Айтекеби в пределах чувствительности использованных методик, как сразу после аварии, так и в последующие сроки наблюдения. Установлено, что аварийное падение РН «Протон-М» 2 июля 2013 г. на космодроме «Байконур» не вызвало химического загрязнения среды обитания в населенных пунктах и на прилегающих территориях.

Ключевые слова: ракетоноситель «Протон-М», авария, гептил, населенные пункты, среда обитания.

Одной из актуальных проблем Республики Казахстан в настоящее время является развитие ракетно-космической деятельности (РКД), которая предоставляет возможности глобальных решений: выход в космос, создание и использование средств связи, телекоммуникаций, мониторинг, в том числе экологический, Земли из космоса, уникальные материалы, технологии, контроль военной активности и т.п. Однако, она сопряжена с отрицательным специфическим и неспецифическим воздействием на окружающую природную среду [1]. Наряду с очевидной пользой и выгодой, РКД может негативно воздействовать на окружающую природную среду и здоровье населения, особенно при аварийных ситуациях с большими проливами компонентов токсических ракетных топлив, в частности, несимметричного диметилгидразина (НДМГ) и тетраоксида азота [1]. Последняя авария РН «Протон-М» произошла 2 июля 2013 года на территории космодрома «Байконур» между 81-й и 200-й площадками на 30-й секунде полета. Согласно сведениям, полученным из Роскосмоса, на момент падения в ракетоносителе (РН) находилось 172 тонны НДМГ. Точное количество компонентов ракетного топлива (КРТ), поступившего в атмосферу и почву, определить не представляется возможным, поскольку в результате падения и взрыва значительное количество КРТ сгорело при

аварии по направлению на юго-запад. Согласно справке ФИАЦ Росгидромета «О возможных последствиях аварии РН «Протон-М» от 02.07.2013 г.», полученной Региональным управлением комплекса «Байконур», на момент аварии в регионе падения дул преимущественно северо-восточный ветер со скоростью 6–8 м/с. Зона распространения облака (по оси следа) составила 175 км [2]. Расчетный размер зоны облака КРТ по оси следа составил 175 км. По данным, полученным из ФИАЦ Росгидромета, г. Байконур лежал вне изолинии движения облака, а гипотетическое загрязнение воды в р. Сырдарье не могло напрямую повлиять на качество воды в створе водозабора г. Байконура, поскольку он лежит выше по течению [3].

На месте аварийного падения РН образовалась воронка длиной (с севера на юг) 40м, шириной 25м и глубиной до 5м. Высота брусвера - до 1,5м. Максимальное содержание НДМГ обнаружено в центре воронки на глубине 10-20 см, концентрация которого превышало ПДК в 8850 раз. В пробе воздуха, взятой в 50 метрах с подветренной части - южнее от центра падения (воронки), содержание гептила составляло 0,0036 мг/м³ (3,6 ПДК среднесуточная) [4]. Проведена четырехкратная детоксикация проливов ракетного топлива с выемкой загрязненного грунта, в результате которой уровень

*infracos-kaz@mail.ru

загрязнения снизился в 2500 раз по сравнению с первоначальными значениями - до 2-3,5 ПДК [5].

Ближайшие населенные пункты находились от места аварии на расстоянии более 50,0 км. В доступной литературе не найдено исследований, посвященных изучению гигиенической ситуации в этой селитебной зоне.

Вышеизложенное определило **цель** настоящего исследования – оценить степень загрязнения объектов среды обитания населенных пунктов, прилегающих к району аварии РН «Протон-М» 2 июля 2013 г. на космодроме «Байконур».

Материалы и методы. В качестве объектов исследования взяты г. Байконур, п. Торетам и с. Акай, находящиеся на расстоянии в 51,9 - 54,59 км от места аварийного падения РН «Протон-М» в 2013 г, и поселок сравнения Айтеке-би, удаленный на 69,4 км.

Точки отбора проб запланированы на основе космических снимков с учетом полноты охвата территории. Космоснимки взяты из ресурса googleearth и привязаны к программе MapInfo.

Отбор проб объектов среды обитания в населенных пунктах проводился представителями Казахской и Российской стороны сразу после аварии 2 июля 2013 г. еженедельно в течение 13 недель и в декабре 2015 г. Отбор проб поверхностного слоя почвы, питьевой воды и растений выполнен в соответствии с требованиями ГО-СТА [6-9]. Инструментальные измерения атмосферного воздуха на содержание несимметричного диметилгидразина (НДМГ), формальдегида, диоксида азота и оксида азота проведены газоанализатором ГАНК-4 [10] на высоте 1,5 м от поверхности земли.

Количественный химический анализ осуществлен в лабораториях Представительства РГП «НИЦ «Гарыш-Экология» в г. Байконур и Службы экологического контроля и мониторинга Филиала ФГУП «ЦЭНКИ» «КЦ «Южный». В пробах почвы определяли НДМГ [11], нитрозодиметиламин (НДМА) [12], нитрат-ионы [13]; в пробах питьевой воды – НДМГ [14], НДМА [15], нитрат-ионы [16], рН [17]; в пробах растений - НДМГ [18], НДМА [19].

Исследование почвы, питьевой воды, приземного слоя атмосферного воздуха проводилось на соответствие гигиеническим нормативам, утвержденным в РК [20] и РФ [21-23].

За период 2013-2015 гг. проанализировано 130 проб поверхностного слоя почвы (на глубине 0-25 см), 63 пробы питьевой, 102 пробы речной и 3 пробы сточной воды, а также проанализированы 53 пробы растений, в том числе проведены 111 инструментальных измерений атмосферного воздуха на содержание ракетного топлива и продуктов его трансформации.

Результаты и обсуждение:

г. Байконур. В период с 02.07.2013 г. по 18.09.2013 г еженедельно (тринадцать недель подряд) проводился отбор проб атмосферного воздуха, почвы, растений,

питьевой воды во дворах жилых домов, вблизи детских дошкольных и образовательных учреждений, местах отдыха населения и на территории лечебно-профилактических учреждений. Результаты количественного химического анализа показали, что [3]:

- в 50 пробах приземного слоя атмосферного воздуха концентрация оксида, диоксида азота, формальдегида, НДМГ ниже предела чувствительности использованной методики;

- в 47 пробах поверхностного слоя почвы содержание НДМГ, НДМА ниже предела чувствительности использованных методик; нитратов – ниже ПДК, в 1 пробе количество формальдегида превышает ПДК, уровень рН колеблется от 8,4 до 8,8;

- в 19 пробах растений содержание НДМГ и НДМА ниже предела обнаружения использованной методики;

- в 20 пробах питьевой воды концентрация НДМГ, НДМА, ТМТ ниже предела чувствительности использованных методик;

- в 93 пробах речной воды концентрация НДМГ, НДМА, ТМТ ниже предела чувствительности использованных методик, содержание нитрат- и нитрит-ионов соответствует гигиеническим нормативам;

- все 3 пробы сточной (дождевой воды) соответствуют гигиеническим нормативам.

Таким образом, в объектах среды обитания на территории г. Байконур после произошедшей 2 июля 2013 г. аварии РН «Протон-М», токсичные компоненты ракетного топлива и продукты его трансформации не обнаружены в пределах чувствительности использованных методик.

Повторный отбор проб объектов среды обитания г. Байконур осуществлен с 07.12.2015 г. по 10.12.2015 г. Отобрано 10 проб поверхностного слоя почвы (0-20 см), 1 проба питьевой воды, 10 проб растений и проведено 10 инструментальных измерений концентраций оксида, диоксида азота, формальдегида и НДМГ в приземном слое атмосферного воздуха - на высоте 150 см от земной поверхности.

Кроме того, было отобрано 9 проб речной воды из р. Сырдарья: в месте водозабора для г. Байконур, на 100 м, 500 м, 1000 м, 1500 м выше и на 100 м, 500 м, 1000 м, 1500 м ниже по течению реки.

Метеорологические условия при отборе проб: ветер - юго-западный, скорость ветра - 6-8 м/с, влажность воздуха 63-65 %, атмосферное давление -757 мм рт. ст.; обильно, без осадков.

Количественный химический анализ отобранных проб проведен сотрудниками ПСЛ ФГБУЗ ЦГиЭ комплекса «Байконур» ФМБА России с 07.12.2015 г. по 28.12.2015 г. По результатам этого анализа установлено:

- содержание НДМГ, нитратов в пробах почвы не превышает ПДК, согласно [22, 23], НДМА - ниже

предела обнаружения (0.05 мг/кг). Уровень pH в пробах почвы в пределах 8.4-8.8;

- концентрация в речной воде НДМГ, НДМА, ТМТ ниже чувствительности методики определения (для НДМГ и НДМА – 0,01 мг/дм³, ТМТ- 0,1 мг/дм³). Содержание нитрат- и нитрит-ионов не превышает ПДК, соответственно, -45,0 мг/дм³ и 3,3 мг/дм³ [21], pH колеблется в пределах 7,2-7,8;

- содержание в питьевой воде НДМГ, НДМА, ТМТ, нитрат-ионов, нитрит-ионов ниже чувствительности методики определения (для НДМГ и НДМА – 0,01 мг/дм³, ТМТ- 0,1 мг/дм³), что соответствует нормам ПДК;

- оксид азота, диоксид азота, формальдегид и НДМГ не обнаружены в приземном слое атмосферного воздуха в пределах чувствительности использованных методик.

Результаты исследования проб объектов среды обитания г. Байконыр на наличие НДМГ и продуктов его трансформации позволяют констатировать их отсутствие.

п. Торетам и с. Акай. С 02.07.2013 г. по 18.09.2013 г. еженедельно (тринадцать недель подряд) проводился отбор проб почвы (всего 58), приземного слоя атмосферного воздуха (36), питьевой воды (27) и растений (9). В пробах почвы и воды НДМГ и НДМА не обнаружены, содержание нитрат-ионов не превышали ПДК. В пробах атмосферного воздуха и растений НДМГ не выявлен.

7-8 декабря 2015 г. были проведены экспедиционные работы для отбора проб объектов среды обитания п. Акай и п. Торетам Кармакшинского района и в поселке сравнения Айтеке-би Казалинского района Кызылординской области. В каждом населенном пункте отобрано по 5 проб поверхностного слоя почвы, 5 проб воды, 5 проб растений и проведено инструментальное исследование 5-ти проб приземного слоя атмосферного воздуха на содержание формальдегида, НДМГ и 5 экспресс-анализов (на содержание оксида и диоксида азота).

Метеорологические условия при отборе проб: температура воздуха - 1,71°C, ветер - юго-восточный, скорость ветра - 1,19 м/с, влажность воздуха 82,0 %, атмос-

ферное давление -701 мм рт. ст.; облачно, без осадков.

В результате количественного химического анализа, проведенного 9-11 декабря 2015 г. установлено, что в 15-ти пробах поверхностного слоя почвы НДМГ и НДМА не обнаружены в пределах чувствительности использованных методик. Концентрация нитрат-ионов только в двух пробах, отобранных в поселке сравнения Айтеке-би, была на уровне ПДК, а в остальных пробах - значительно ниже. Почва во всех населенных пунктах имеет слабощелочной характер.

В 15 пробах питьевой воды НДМГ, НДМА, тетраметилтетразен (ТМТ) и нитрит-ионы не обнаружены в пределах чувствительности использованных методик, что нитрат-ионы были ниже уровня ПДК = 45,0 мг/дм³ и колебались в пределах от 0,052 до 3,713 мг/дм³. Уровень pH питьевой воды колебался от 7.69 до 8.4.

В 15 пробах растений НДМГ и НДМА не обнаружены в пределах чувствительности использованных методик.

Проведенный экспресс-анализ 15 проб приземного слоя атмосферного воздуха показал, что количество оксида азота (NO) и диоксида азота (NO₂) было значительно ниже максимальной разовой концентрации (ПДК_{мр} NO – 0,2 мг/м³, NO₂- 0,4 мг/м³) и колебалось в пределах от 0,013 до 0,074 и 0,011 и 0,045, соответственно. Инструментальное исследование не обнаружило НДМГ и формальдегид в 15 пробах приземного слоя атмосферного воздуха в пределах чувствительности использованных методик.

Обсуждение.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что в г. Байконыр, п. Торетам, с. Акай на территориях, прилегающих к месту аварии РН «Протон-М» 2 июля 2013 г. на космодроме «Байконыр», не установлено свидетельств присутствия компонентов ракетного топлива и продуктов их трансформации как сразу после аварии, так и при последующих наблюдениях.

Установлено, что аварийное падение РН «Протон-М» 2 июля 2013 г. на космодроме «Байконур» не вызвало химического загрязнения среды обитания в населенных пунктах и на прилегающих территориях.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду/под общей ред. Адушкина В.В., Козлова С.И., Петрова А.В. – М.: Изд-во «Анкил», 2000. - 639 с.
- 2 Заключительное донесение ФГБУЗ ЦГиЭ комплекса «Байконур» ФМБА России «Об аварии РН «Протон-М» с БКА «Глонасс-М» от 16.07.2013г. — ЦГиЭ, Байконур, 2013.
- 3 Научно-технический отчет «Выполнение пунктов Плана мероприятий Программы ликвидации последствий воздействия неблагоприятных факторов, связанных с аварийным пуском ракеты космического назначения «Протон-М» с космодрома «Байконур» 2 июля 2013 года на окружающую среду и здоровье населения» /ФГУП «Научно – исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства России (ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России): научный руководитель В.Л. Филиппов, Санкт-Петербург, 2016.- 261 с.

*infracos-kaz@mail.ru