Ж.Жубатов, В.А.Козловский,
О.А.Агапов, Е.Ю.Степанова, М.К.Амрин

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ОПЕРАТИВНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Под редакцией доктора технических наук, академика МАНЭБ Ж.Жубатова

Алматы-2020

УДК 502/504
ББК 28.089
М 54

Рекомендовано к изданию Научно-техническим советом РГП «Научно-исследовательский центр «Ғарыш-Экология»

Авторский коллектив:

Ж.Жубатов, В.А.Козловский, О.А.Агапов, Е.Ю.Степанова, М.К.Амрин / Под редакцией доктора технических наук, академика МАНЭБ Ж. Жубатова

Рецензенты:

Дарибаев Ж.Е. – доктор технических наук, профессор кафедры «Химия, химическая технология и экология» Алматинского технологического университета

Кенесары Д.У. – PhD, заведующая кафедрой «Эпидемиологии и общественного здоровья с курсом ВИЧ инфекции» НАО Казахстанский национальный медицинский университет имени С.А. Асфендиярова

М 83 . Методологические подходы к проведению оперативных обследований в районе аварийного падения ракет космического назначения – Алматы, 2020. – 192 с.

ISBN 978-601-332-629-0

В тематических разделах книги дано общее представление о распространенных практиках ликвидации негативных последствий техногенных аварий. Особое внимание уделено сценариям возникновения и развития аварийных ситуаций, связанных с пусками ракет космического назначения (РКН) с использованием биотоксичного ракетного топлива-гептил. Детализированы оперативные действия по оценке и ликвидации негативных аварийных последствий, приведены количественные показатели химического загрязнения компонентами ракетного топлива (КРТ) и продуктами их химической трансформации на протяжении периода от нескольких дней до нескольких месяцев после аварии.

Книга предназначена для широкого круга специалистов, проводящих экологические, социально-гигиенические и медицинские исследования по оценке воздействия от внештатных падений РКН и прочих техногенных аварий, а также может быть полезна преподавателям инженерно-экологических дисциплин и студентам.

УДК 502/504
ББК 28.089

ISBN 978-601-332-629-0

© Коллектив авторов, 2020
© ТОО “Жетысуское УПП ОО “КОС”, 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

В книге представлены методологические подходы к комплексным обследованиям и оценке последствий воздействия аварийных падений ракет-носителей (РН) на окружающую среду и здоровье населения, на основе возможного воздействия психоэмоционального фактора, а также индикаторных показателей техногенной нарушенности экосистем. Методическая разработка базируется на современных нормативно-методических документах и на практическом опыте, приобретенном специалистами научно-исследовательского центра «Ғарыш-Экология» при ликвидации последствий аварийного падения РН (2006, 2007, 2013 гг.) в Кызылординской и Карагандинской областях (Центральный Казахстан).

В тематических разделах книги дано общее представление о распространенных практиках ликвидации негативных последствий техногенных аварий. Особое внимание уделено сценариям возникновения и развития аварийных ситуаций, связанных с пусками ракет космического назначения (РКН) с использованием биотоксичного ракетного топлива-гептил. Детализированы оперативные действия по оценке и ликвидации негативных аварийных последствий, приведены количественные показатели химического загрязнения компонентами ракетного топлива (КРТ) и продуктами их химической трансформации на протяжении периода от нескольких дней до нескольких месяцев после аварии.

Авторы книги представляют вновь разработанные схемы и алгоритмы экстренных поставарийных обследований (экологических, гигиенических и медицинских) в сопровождении положений, регламентирующих работы по отбору и транспортировке образцов объектов окружающей среды, камеральным работам, количественному химическому анализу. Даны рекомендации по организации медицинского обследования жителей прилегающих населенных пунктов.

Основное назначение методических разработок, предлагаемых вниманию читателя, заключается в получении своевременной и максимально полной оценки аварийной ситуации для окружающей среды и здоровья населения. Это позволит не только повысить эффективность управленческих решений по минимизации негативных последствий, но и получить социальный эффект, в плане ослабления напряженности среди местного населения по поводу риска передачи токсичного загрязнения КРТ человеку, по цепочке «атмосферный воздух-вода-почва-растения-животные».

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АЛ-аналитическая лаборатория
АТ-азотный тетраоксид
БД-база данных
БПК-биологическое (биохимическое) потребление кислорода
ВОЗ-Всемирная организация здравоохранения
ВПК «НПО машиностроения»- Военно-промышленный комплекс «Научно-производственное объединение машиностроения» - предприятие Роскосмоса
ГИС-геоинформационная система
ГКНПЦ -Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева - предприятие Роскосмоса
ДСД-допустимая суточная доза
ЗВ-загрязняющее вещество
ИЗВ-индекс загрязнения воздуха
КРТ-компоненты ракетного топлива
КХА- количественный химический анализ
ЛЭМ -лаборатория экологического мониторинга
МБР-межконтинентальная баллистическая ракета
МВИ-методика выполнения измерений
МИР РК-Министерство по инновациям и развитию РК
МЗ РК-Министерство здравоохранения РК
МОАП РК-Министерство оборонной и аэрокосмической промышленности РК
МООС РК-Министерство охраны окружающей среды РК
МОСВР РК-Министерство окружающей среды и водных ресурсов РК
МП-место падения
МЭ РК-Министерство энергетики РК
НДМА-нитрозодиметиламин
НДМГ-несимметричный диметилгидразин
НИР-научно-исследовательская работа
НКА РК-Национальное космическое агентство РК
НТС-научно-технический совет
ОБУВ-ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющего атмосферу вещества
ОВОС-оценка воздействия на окружающую среду
ОДК-ориентировочно-допустимая концентрация

ПБА-патогенные биологические агенты
ПДК-предельно-допустимая концентрация
$ПДК_{МР}$-ПДК ЗВ в атмосферном воздухе максимально-разовая
$ПДК_{РЗ}$-ПДК ЗВ в воздухе рабочей зоны
$ПДК_{РХ}$-ПДК ЗВ рыбо-хозяйственного водопользования
$ПДК_{СС}$-ПДК ЗВ в атмосферном воздухе среднесуточная
$ПДК_{ХБ}$-ПДК ЗВ хозяйственно-питьевого и бытового водопользования
РВСН-ракетные войска стратегического назначения - отдельный род войск Вооружённых Сил РФ
РГП -республиканское государственное предприятие
РК-Республика Казахстан
РКД-ракетно-космическая деятельность
РКН-ракета космического назначения
РФ-Российская Федерация
СДЯВ-сильнодействующие ядовитые вещества
СИЗ-средства индивидуальной защиты
СССР-Союз Советских Социалистических Республик
США-Соединённые Штаты Америки
ТМТ-тетраметилтетразен – продукт химической трансформации гидразина (НДМГ)
ФГУП-Федеральное государственное унитарное предприятие
ЦЭНКИ-Центр эксплуатации наземной космической инфраструктуры (ФГУП «ЦЭНКИ») - предприятие Роскосмоса
ЦНС-центральная нервная система
GPS-глобальная навигационная система для передачи навигационных сигналов

ВВЕДЕНИЕ

Семь аварий ракет космического назначения (РКН), произошедшие на территории Республики Казахстан в период 1996-2013 гг., вызвали широкий общественный резонанс в связи с образованием проливов токсичного ракетного топлива-гептила и риском негативного воздействия аварийных последствий на окружающую среду и здоровье населения. Этот факт заставил обратиться к вопросу разработки единого документа, объединяющего методологические подходы к оценке последствий аварийных падений РКН для окружающей среды и здоровья населения, применяемого в дальнейшем в качестве универсального инструмента оперативной оценки аварийной ситуации и своевременного принятия эффективных мер по ликвидации ее негативных последствий, рассматривая данное направление научных изысканий, как приоритет в области обеспечения экологической безопасности при осуществлении ракетно-космической деятельности (РКД) в РК [1-3].

Актуальность научной разработки, представленной в этой монографии, заключается в необходимости усиления методологической базы для деятельности по осуществлению экологической оценки и контроля за состоянием объектов окружающей среды и среды обитания населения на территориях, подверженных воздействию РКД. С учетом существующей статистики аварий ракетно-космической техники, внештатные ситуации происходят в Центральном Казахстане, на площадках космодрома «Байконур» (вскоре после старта РКН), на прилегающих к космодрому подтрассовых территориях (на первых минутах полета РКН), или на подтрассовой территории, рядом с районами падения первых ступеней РКН, на момент внештатного отделения отделяющихся частей ракет-носителей (ОЧ РН). Разрабатываемые методологические рекомендации актуальны для территорий Республики Казахстан и Российской Федерации, где в отличие от других стран, ОЧ РН приземляются на сушу (участки административных территорий и территориальных природных комплексов, технологически не подготовленные к падению ОЧ РН) [1].

Эти исследования являются продолжением многолетних исследований РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» по проблемам экологической безопасности РКД. Отчеты о НИР, выполненных в рамках казахстанско-российских программ экологического и

санитарно-эпидемиологического мониторинга аварийных территорий (аварии РКН РС-20 «Днепр» 27 июля 2006 г. на территории Кызылординской области, РН «Протон-М» 6 сентября 2007 г. в Карагандинской области, РН «Протон-М» 2 июля 2013 г. на космодроме «Байконур») утверждены на НТС совместных казахстанско-российских программ экологической безопасности деятельности космодрома «Байконур» и своевременно переданы в МОСВР РК (ныне Комитет экологического регулирования и контроля МЭ РК), МЗ РК, НКА РК (ныне Аэрокосмический Комитет МОАП РК), акиматы Кызылординской и Карагандинской областей, Роскосмос, ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» [4-6].

Данная методическая разработка целиком базируется на анализе существующих нормативно-методических документов, в плане соответствия основным положениям *Операционного Руководства Всемирного банка по проведению экологической оценки* (1999), *межправительственных Соглашений по эффективному использованию комплекса Байконур и осуществлению взаимодействия в случае аварии* (1994-2015), *Закона РК «О космической деятельности»* (с изменениями и дополнениями по состоянию на 08.04.2016 г.), *Экологического Кодекса РК* (с изменениями на 01.01.2018 г.), *Инструкции по проведению оценки воздействия на окружающую среду* (с изменениями от 17.06.2016 г.), *Критериев оценки экологической обстановки территорий* (от 16 марта 2015 г., № 202)), и результатов оперативных оценок аварийных ситуаций при падении МБР РС-20 в 2006 г., РН «Протон-М» в 2007 г. и РН «Протон-М» в 2013 г.) [4-12].

Научная новизна методической разработки, представленной в монографии, заключается в систематизации данных о техногенных авариях, включая аварии РКН, и объединении методических подходов к выполнению оперативной оценки аварийной ситуации в ранней фазе, включая оценку состояния окружающей среды в районе аварийного падения РКН, среды обитания в прилегающих населенных пунктах, оценку состояния здоровья местного населения, с учетом возможного воздействия психоэмоционального фактора, а также индикаторных показателей техногенной нарушенности экосистем. Разработаны схемы и алгоритмы обследований, с использованием современных подходов к оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС), эффективных методик количественного химического анализа и современных ГИС-технологий.

Авторы книги предполагают, что внедрение в практическое использование проекта методических рекомендаций по экологическим обследованиям, гигиеническим и медицинским исследованиям сразу после аварийного падения РКН, разработанного на базе международных и национальных методик и технологий, с учетом опыта комплексных оценок аварийных ситуаций при падении РКН, внесет конкретный вклад в обеспечение экологической безопасности РКД, откроет для Республики Казахстан дополнительные возможности международного сотрудничества с региональными соседями.

1 АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Авария – это опасное событие техногенного характера, которое угрожает жизни и здоровью людей, приводит к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного процесса, наносит ущерб окружающей среде. Масштабы техногенных аварий приобрели катастрофический характер уже в 30-х годах XX столетия. Влияние этих аварий порой распространяется на целые регионы, пересекая границы государств. Степень тяжести по размеру причиненного аварией вреда может изменяться от легкой или средней до тяжелой и особо тяжелой (большие разрушения и жертвы). Каждая крупная авария развивается по собственному сценарию, однако почти все они возникают из-за нарушений регламентов эксплуатации технических объектов. Неблагоприятные аварийные последствия могут сохраняться от нескольких дней до столетий, а их ликвидация требует больших финансовых и трудовых затрат [13, 14].

Большое значение в развитии аварийной ситуации непосредственно после аварии, приобретает психологический фактор. В частности, эмоциональный стресс играет дезорганизующую роль при осуществлении оперативной оценки аварийной ситуации и работ по ликвидации негативных последствий. Для жителей населенных пунктов, не подготовленных и не осведомленных с обстоятельствами возможных аварий, эмоциональный стресс может обернуться высоким риском человеческих жертв, – как во время аварии, так и после нее [14].

При разработке методов проведения оперативной и объективной оценки риска аварийной ситуации, составлении достоверного прогноза негативных аварийных последствий, особое значение придается изучению разновидностей зафиксированных ранее аварий, обзору данных о процессах образования и распространения аварийных выбросов и проливов, существующих алгоритмов природоохранных и спасательных мероприятий, информации о современных средствах и технологиях защиты.

1.1 Аварии с биологическим загрязнением, токсичными выбросами, взрывами и возгораниями

Тяжелые последствия для окружающей среды и здоровья населения вызывают аварийные биологические заражения, взрывы и пожары, а также токсичное химическое загрязнение атмосферы и местности [15, 16].

Аварии с биологическим загрязнением. Аварийный выброс (вывоз, выпуск) в окружающую среду препаратов с патогенными биологическими агентами (ПБА) 1-2 групп (бактерии, вирусы, риккетсии, грибы, микоплазмы, токсины и яды биологического происхождения, микроорганизмы с включением фрагментов генома указанных ПБА) способен привести к массовому заражению и заболеваниям населения. Для биологических аварий характерна длительность развития аварийной ситуации, наличие скрытого периода в проявлении поражений, стойкость возникших очагов заражения, с отсутствием их четких границ, трудность обнаружения и идентификации возбудителя (токсина) [15].

Действия по ликвидации последствий биологических аварий [16, 17]. В целях выявления и оценки санитарно-эпидемиологической и биологической обстановки в зоне аварии организуется санитарно-эпидемиологическая разведка. После оценки полученных данных, штаб вырабатывает противоэпидемические мероприятия в зоне биологической аварии, включая эпидемиологический прогноз, организацию изоляционно-ограничительных и режимных, противоэпидемических и лечебно-эвакуационных работ.

В режиме карантина и обсервации, в целях локализации и ликвидации очага биологического заражения, ликвидации в нем инфекционных заболеваний, силами госсанэпидслужбы принимается комплекс экстренных мер, включая изоляционно-ограничительные, противоэпидемические и лечебно-профилактические.

В качестве предупреждающей меры от возникновения и распространения инфекционных заболеваний, в зоне биологического заражения выявляются лица с острыми, хроническими и затяжными формами инфекционных заболеваний и бессимптомные носители инфекции. Проводятся: опрос населения, медицинские осмотры и обследования работников на объектах питания и водоснабжения. Дополнительно выполняется: профилактическая

дезинфекция, дезинсекция и дератизация, профилактические прививки (в плановом порядке и по эпидемическим показаниям).

Режим карантина и обсервации отменяется по истечении срока максимального инкубационного периода конкретного инфекционного заболевания, с момента изоляции последнего больного, после финальной дезинфекции и санитарной обработки населения.

Аварии с проливом нефти и нефтепродуктов. При обслуживании нефтеналивных танкеров и нефтедобывающих платформ ежегодно происходит около 100 аварий, в том числе до 20 тяжёлых. Каждая такая авария приводит к гигантскому выбросу в море нефти, растекающейся по поверхности воды и переносимой течениями на сотни километров, загрязняющей десятки километров побережья, к массовой гибели морских организмов, от планктона до крупных рыб, птиц и морских млекопитающих, на площадях, исчисляемых тысячами квадратных километров [16, 17].

Так, только у входа в пролив Ла-Манш произошли две гигантские аварии. Танкер «Торри Каньон» 18 марта 1967 г. сел на мель, и в море попало около 120 тыс. т нефти. При сходных обстоятельствах авария танкера «Амоко Кадис» 16 марта 1978 г. привела к проливу более 200 тыс. т нефти. Танкер «Экссон Валдиз» 24 августа 1989 г. сел на риф у берегов Аляски, вытекло 45 тыс. т нефти, покрывшей около 1,5 тыс. км акватории. Последствия подобных аварий наблюдаются спустя десятилетия [13, 14, 18, 19].*Действия по ликвидации последствий аварий с проливом нефти и нефтепродуктов.* Национальный план по предупреждению нефтяных разливов и реагированию на них в море и внутренних водоемах РК (2015), при аварийных проливах нефти и нефтепродуктов (незначительных, умеренных и крупных) подразумевает реализацию следующих действий [20]:

- отбор проб и их анализ, с целью определения характера, источника и распространения разлива нефти в море и внутренних водоемах и (или) загрязнений в прибрежной зоне;
- контроль и ликвидация источника аварийного разлива нефти, контроль за распространением разлива нефти в море, внутренних водоемах, загрязнений в прибрежной зоне;
- предупреждение или локализация разлива нефти в море и внутренних водоемах, загрязнений в прибрежной зоне с привлечением физических или механических средств;
- ликвидация разлива нефти.

Для ликвидации нефтяного пролива привлекаются методы механического сдерживания и сбора нефти с поверхности воды (включая отклонение нефтяного пятна от чувствительных ресурсов), а также химические средства и метод контролируемого сжигания нефтяного пятна. При выборе мер оперативного реагирования ориентируются на максимальную защиту здоровья людей и окружающей среды. Так, для сбора и помещения собранной нефти могут использоваться переносные и передвижные емкости. Размещение большого количества собранной нефти осуществляется посредством ее перекачки в баржи и крупные плавающие резервуары, и дальнейшей перегрузки на более крупное судно и транспортировки на специальные береговые объекты.

Оперативный штаб с момента начала операции по ликвидации аварийного нефтяного разлива, ведет документацию всех оперативных действий и наблюдений, для облегчения последующего исполнения требований о возмещении затрат. Эту документацию после завершения работ, руководитель ликвидации чрезвычайной ситуации передает территориальным подразделениям и уполномоченным органам в области промышленной безопасности, охраны окружающей среды, в сфере гражданской защиты. Информация о потенциальных источниках загрязнения Каспийского моря предоставляется прикаспийским государствам в порядке, установленном международными договорами, ратифицированными РК.

Аварии воздушного транспорта. В отличие от других видов транспорта, отказ двигателей в полетах практически всегда приводит к неминуемым катастрофическим последствиям. Ежегодно в мире происходит около 60 авиационных катастроф, при этом в большей половине аварийных ситуаций (35) гибнут все пассажиры и экипаж. Каждый год авиационные катастрофы забирают около двух тысяч человеческих жизней, в то время как на дорогах мира ежегодно гибнет свыше 250 тыс. чел.

Аварийные взрывы и их последствия – пожары. По характеру возникновения и протекания, все многообразие техногенных аварийных происшествий (аварий), связанных с интенсивным высвобождением внутренней энергии рабочего тела, может быть классифицировано на три категории: пожары, взрывы и токсические выбросы (рисунок 1) [15].

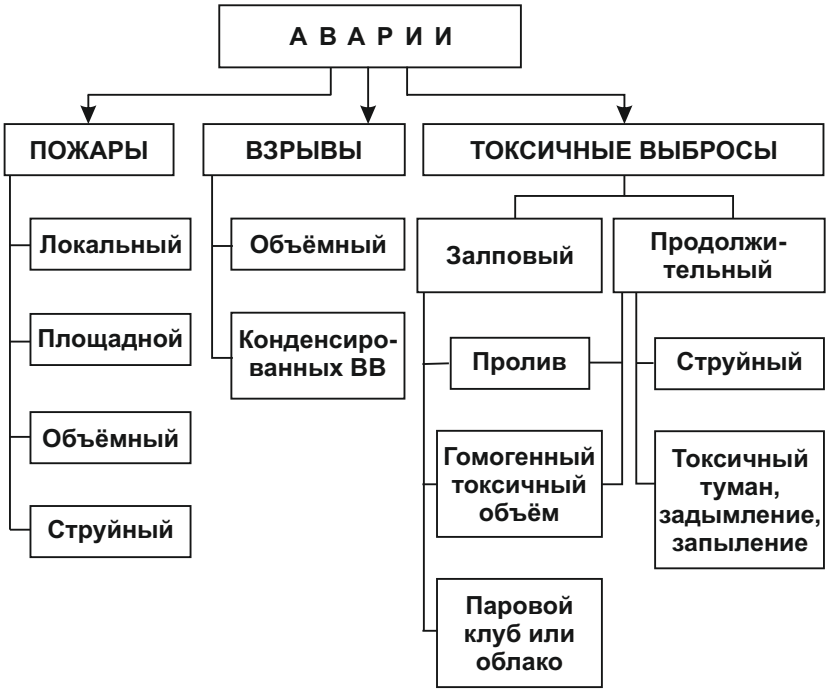

Рисунок 1 – Схема возможного развития аварийных ситуаций с поступлением вредных веществ в атмосферу (В.И. Романов, 2006)

Авария обычно начинается с мелкого возгорания или взрыва, инициирующего вторичный мощный взрыв (их может быть несколько) большого количества взрывчатого вещества с последующим пожаром. После взрыва возникает поднимающийся в атмосфере объем нагретого газа с газообразными продуктами взрыва, вовлекаемым воздухом, жидкими и твердыми частицами, с кусками грунта и элементов конструкции аварийного объекта. Ударные волны, вызванные взрывами, приводят к механическим разрушениям: разбиваются стекла в окнах, перекашиваются косяки дверей, разрушаются некапитальные постройки [15].

Ранее при пожарах выделялся преимущественно угарный газ. В последние десятилетия при горении веществ искусственного происхождения (полистирол, полиуретан, винил, нейлон, поролон) в воздух выделяются такие токсичные соединения, как

синильная, соляная и муравьиная кислоты, метанол, формальдегид и т.д. Наиболее взрыво- и пожароопасные воздушные смеси образуются при вытекании газообразных и сжиженных углеводородных продуктов метана, пропана, бутана, этилена, пропилена и т.п. [14, 15].

При современном уровне вооружения технологиями и оборудованием для тушения пожара, при наличии достаточного количества персонала, период локализации и тушения пожара может занимать от нескольких десятков минут до нескольких часов (в зависимости от площади и уровня сложности возгорания). Но даже за этот период сохраняется высокий риск получения ожогов, травм, отравления и человеческих жертв. Приведем примеры аварийных ситуаций, произошедших всего за один день – 20 июня 2018 г. в разных регионах Казахстана, с ссылкой на официальный новостийный блок интернет-сайта «Zakon.kz» [21].

Так, в г. Караганда 20 июня 2018 г. в 15 ч 51 мин произошло возгорание мебели и домашних вещей в двухкомнатной квартире, расположенной на четвертом этаже жилого пятиэтажного дома. В зоне пожара площадью 20 м^2 погибли 41-летний мужчина и его 5-летний сын. Спасена и госпитализирована пожилая женщина с отравлением угарным газом. Кроме того, спасатели эвакуировали из подъезда 15 чел. Пожар был ликвидирован в 16 ч 25 мин (спустя полчаса) подразделением пожарников [21].

В промышленной зоне г. Павлодар 20 июня 2018 г. в 18 ч 22 мин на автостоянке для грузовых автомобилей загорелись два автомобиля КамАЗ, груженных пластиковой тарой с бензином. Благодаря слаженным действиям пожарников, зону возгорания площадью 45 м^2 удалось локализовать в 19 ч 15 мин (за 1 ч), окончательно ликвидировать в 20 ч 23 мин (за 1,5 ч). При ликвидации возгорания два пожарника получили ожоги лица и рук. Жертв и отравлений среди населения нет [21].

В г. Алматы 20 июня 2018 г. в 21 ч 28 мин загорелся мансардный этаж, кровля и 8 комнат строящегося деревянного дома. Пожар, охвативший площадь 120 м^2 был оперативно ликвидирован в 22 ч 03 мин (спустя полчаса), силами сотрудников пожарных подразделений. Травм и челоческих жертв удалось избежать [21].

Аварии с токсическими выбросами. Повреждения трубопроводов, емкостей, хранилищ и транспортных средств сопровождаются интенсивными выбросами в атмосферу токсичных веществ. Особое значение придается превышениям предельно-допустимых

концентраций (ПДК) сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), с точки зрения возможности тяжелых поражений людей, сельскохозяйственных и диких животных и растений. Химическое загрязнение может быть элементом технологического процесса (аммиак, хлор, серная и азотная кислоты, фтористый водород и прочие), либо стать производным возгорания на объектах народного хозяйства (угарный газ, оксиды азота и серы, хлористый водород). Газообразный след от химических аварий может включать такие опасные для здоровья человека вещества, как соляная и цианистая кислоты, серный и сернистый ангидриды, сероуглерод, сероводород, оксид углерода, аммиак, хлоруглеродные соединения, оксиды азота и др. [13-16].

В зависимости от состояния вещества, токсические выбросы существуют в виде проливов (разлитий), аэрозольных взвесей (туман, задымление, запыление) или клубов (облако). Масштабы аварийных выбросов зачастую достигают катастрофических [15].

Тяжёлая катастрофа в химической промышленности произошла ночью со 2 на 3 декабря 1984 г. в городе Бхопала (Индия) на заводе дочерней фирмы американской корпорации «Юнион карбайд». Из-за неисправности системы охлаждения и аварийной сигнализации из резервуара, содержащего более чем 40 т метилизоцианата (сильный яд, используемый при производстве пестицидов), его токсичные пары поступали в атмосферу в течение двух часов. Так как местная власть и население не были заранее предупреждены о потенциальной опасности технологий производства ядохимикатов, от ядовитого облака пострадало около полумиллиона местных жителей. Погибли более 3,5 тыс. чел., не менее 30 тыс. чел. стали инвалидами. Эта авария привела к ущербу 3 млрд. долларов США [13, 14].

Аварии железнодорожного транспорта. Зонами повышенной опасности являются железнодорожные пути, переезды, пассажирские вагоны, а также платформы и цистерны с опасными грузами - от топлива и нефтепродуктов до радиоактивных отходов и взрывчатых веществ. Согласно статистике, аварии с выбросом химических веществ на транспорте происходят в 55% случаях (остальные 45% - на предприятиях) [13-19].

В штате Луизиана (США) 31 января 1961 г. в Ла-Барре, из-за схода состава с рельс, произошла железнодорожная катастрофа с проливом не менее 35 т хлора из пробитой цистерны и образованием облака, распространение которого было частично ограничено

дамбой вдоль берега р. Миссисипи. В 2 км от места аварии по направлению ветра, в зоне площадью 15 км^2 произошла массовая гибель домашних животных (49 свиней, 4 мула, 2 коровы, лошадь, 320 кур). В Мексике в 1991 г. из-за аварийного пролива жидкого хлора на железной дороге, образовалось облако, накрывшее прилегающую территорию, где погибли 17 человек, более 500 получили отравления. Чтобы избежать увеличения числа жертв, жители ближайших районов были эвакуированы [18].

В г. Ярославль в февральскую ночь 1988 г., в 150 м от р. Волга и в непосредственной близости от густонаселённых жилых кварталов произошел аварийный сход с рельсов 7-ми товарных вагонов, в том числе 3-х цистерн с гептилом (компонент ракетного топлива). Зона поражения была оперативно оцеплена силами курсантов и солдат местных военных подразделений. Пожар от возгорания одного вагона был экстренно потушен военными, сопровождавшими груз. При разгерметизации одной из цистерн на полотно дороги было пролито около 740 л гептила, собрано в емкости 450 л гептила. Были экстренно эвакуированы 3 тыс. чел. местных жителей, попавших в зону химического поражения. На следующий день после аварии (в 15 ч) было вывезено и захоронено в укромных местах около 150 т заражённого грунта. Незнание о токсичности загрязнения (гептил, как военный груз был засекречен), а также нехватка изолирующих противогазов привела к отравлению людей, ликвидировавших аварийные последствия [22].

Действия при аварии с выбросом химических загрязнений. По данным разведки определяются размеры аварийной зоны химического заражения с опасными уровнями. При поступлении данных о возникновении аварий, руководитель оперативными работами по ликвидации последствий химической аварии осуществляет необходимые действия [16, 17, 19]:

- оценка масштабов возможного заражения;
- определение количества местных жителей, которым угрожает опасность от распространения облаков зараженного воздуха;
- постановка задач химической и медицинской разведке;
- организация и проведение мероприятий по защите населения, аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения.

Для оказания помощи пораженным в очаг поражения вводятся подразделения радиационной, химической, биологической и медицинской защиты, спасательные подразделения и силы для

проведения работ по ликвидации последствий аварийных проливов. Их основные усилия направляются на оказание немедленной медицинской помощи пораженным и их эвакуацию на незараженную местность, а также на проведение обезвреживания проливов. Эти силы выполняют свои задачи в тесном взаимодействии с газоспасательной службой объектов.

На основании оценки аварийной обстановки, силами аварийно-спасательных формирований очаги химического заражения локализуются и ликвидируются. В зависимости от вида ядовитого вещества, характера повреждений, технологической схемы производства и других условий, выбирают различные рабочие схемы. Чтобы прекратить поступление ядовитых веществ (газа, жидкостей) в поврежденный участок трубопровода, перекрываются краны и другие запорные устройства, или закрывают его концы деревянными (металлическими) пробками, а на трещины накладывают муфты. При наличии на объекте обваловки, препятствующей растеканию ядовитой жидкости, разлившуюся жидкость из мест застоя перекачивают в закрытые емкости, а остатки ее дегазируют. Сложные аварийные работы в газоопасных местах, где требуется применение изолирующих (кислородных) противогазов, выполняются подразделениями газоспасательной службы.

После локализации очага токсичного аварийного пролива приступают к его обеззараживанию (дегазации). В первую очередь дегазируют подъездные пути и внутризаводские дороги (дворы жилых зданий), затем обеззараживают участки местности и объекты, которые могут быть источниками заражения воздуха. Ядовитые вещества обеззараживают путем поливки дегазирующими растворами, для чего используют поливомоечные машины, автоцистерны, мотопомпы, пожарные автомобили и др. Для удаления с участков местности и грунтовых дорог химического загрязнения, бульдозерные звенья срезают зараженный слой грунта или засыпают зараженный участок незараженным грунтом.

1.2 Аварийные падения ракет космического назначения

По статистике пусков ракет-носителей (РН) с космодромов Байконур, Плесецк, ракетного полигона Капустин-Яр, на нештатные и аварийные ситуации приходится примерно 7% (В.В. Адушкин и др., 2000). С учетом многообразия причин и непредсказуемости аварийных последствий при эксплуатации ракетно-

космической техники, включая их экологические аспекты и риск нанесения ущерба здоровью людей, эта цифра не так уж и мала [3].

По мнению Я.Т. Шатрова (2009), существует несколько сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций с негативными для экосистемы последствиями. Это аварии при перевозке и хранении компонентов ракетного топлива (КРТ); аварии в районе стартового комплекса при подготовке к запуску и пуске РН; нештатное (аварийное) приземление неразрушенной РН. К основным механизмам воздействия аварий РКН отнесены раздельный (без смешивания и возгорания) пролив КРТ, пролив и горение КРТ (пожар) в результате их смешивания, а также взрыв КРТ [23].

Криогенные горючие и топливная пара «углеводородное горючее + криогенный окислитель» существенно безопаснее в экологическом отношении. При раздельном проливе компонентов на грунт происходит их частичное испарение, миграция по профилю грунта, а также сорбция КРТ составными частями грунта, взаимодействие с кислородом, водой и химическими элементами грунта. Проливы кислорода и водорода могут привести к частичному и локальному поражению растительного покрова в зоне пролива. Как результат испарения водорода в зоне пролива КРТ, образуется смесь, способная к воспламенению и горению. Раздельный пролив углеводородного горючего сопровождается малотоксичными испарениями и образованием площадных загрязнений (линзы) на поверхности земли [23].

Экологическую опасность представляют большие аварийные проливы высококипящих токсичных КРТ (в том числе, гидразиновые горючие), как результат падения заправленного изделия на земную поверхность (во время транспортировки, погрузки, пуска); как следствие разгерметизация заправленного изделия из-за механических воздействий (удары, сотрясения) при подготовке к старту, на старте и начальном участке полета. При попадании на грунт КРТ могут длительное время (месяцы, годы) сохраняться в почве, служа источником загрязнения атмосферы и воды водоносных подземных горизонтов [23].

Твердотопливная ракета может взорваться на старте или в полете, с образованием устойчивого аэрозольного облака из продуктов взрыва, исходных компонентов твердого топлива и тонкодисперсных частиц разрушенного ракетного корпуса. Взрыв в результате нештатного воспламенения и горения заряда топлива

двигательной установки ступени, как правило, приводит к детонации зарядов других ступеней. Негативным последствием аварийных взрывов космических кораблей на орбите является засорение околоземного пространства, масштабы которого зависят от положения объекта на орбите в момент взрыва и от мощности взрыва [23].

Приведем несколько примеров аварийных ситуаций, связанных с подготовкой к пуску РКН или стартом ракеты на разных космодромах, используя материалами А. Железнякова (2011) [24].

Аварии РН со взрывом и воспламенением нередко приводят к масштабным разрушениям и трагической гибели людей. Так, 24.10.1960 г. на 41-й площадке полигона Тюра-Там (позже переименован как космодром Байконур) при подготовке к первому испытательному пуску советской межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) «Р-16», в результате несанкционированного запуска двигателя 2-й ступени произошел взрыв ракеты и последующий пожар. В результате катастрофы погибли 126 человек, в том числе Главнокомандующий РВСН (ракетные войска стратегического назначения) СССР М.И. Неделин [24].

Пожар 27.01.1967 г., возникший на стартовой площадке космодрома на мысе Канаверал во время наземной тренировки привел к гибели 3-х космонавтов, сгоревших в кабине корабля «Аполлон-1», установленного наверху РН «Сатурн-1В». Причиной возгорания скорее всего стало замыкание проводки в атмосфере кабины, перенасыщенной чистым кислородом. Уже через 17 с после первого сообщения космонавтов о пожаре в кабине все смолкло, спустя еще 8 с обшивка корабля треснула и через образовавшуюся щель вовне устремились раскаленные струи ядовитого газа. Во время вскрытия кабины 25 членов спасательной команды получили сильные отравления угарным газом. Многие из них испытали впоследствии серьезные проблемы со здоровьем [24].

Китайская РН «Чанг Зенг-3В», запущенная с космодрома Сичан 14.02.1996 г., взорвалась на 22-й секунде полета, после чего врезалась в землю в 15 км от стартовой площадки. Горящие обломки взорвавшейся ракеты упали на дома местных крестьян. По разным данным, погибли от 5 до 9 местных жителей, более 100 получили ранения или пострадали от токсичных продуктов взрыва [24].

Взрыв, произошедший при пуске американской РН «Дельта-2» 17.01.1997 г., на 13-й секунде полета, на высоте 500 м, привел к образованию облака из обломков и токсичных газов. Возникший

пожар уничтожил несколько единиц машин и трейлеров, повредил здания на космодроме. Жители Флориды (штат на юго-востоке США) в течение суток после аварии обращались за медицинской помощью с жалобами на жжение в глазах, в горле, на руках [24].

При пуске 15.10.2002 г. с космодрома Плесецк РН «Союз-У» (с научно-исследовательским спутником «Фотон-М» на борту), ракета взорвалась спустя 29 с полета. Причиной аварии стала двигательная установка одной из «боковушек». Обломки ракеты и спутника упали всего в нескольких сотнях метрах от стартового стола и убили 21-летнего рядового, который находился в оцеплении. Еще восемь человек были ранены [24].

На этапе подготовки к старту 22.08.2003 г. полностью заправленная бразильская РН «VLS-1» неожиданно окуталась облаками дыма и взорвалась. Наиболее вероятно, что по ложной команде произошло зажигание одного из четырех стартовых ускорителей первой ступени. Начавшийся вслед за этим пожар уничтожил носитель с установленными на нем спутниками, стартовые сооружения, а также участок джунглей, прилегающих к пусковому комплексу. Огненный вал поглотил всех, кто находился поблизости, не оставив даже малейшей надежды на спасение. Катастрофа унесла жизни 21 человека [24].

Аварии и инциденты при падении космических аппаратов (КА) с ядерным реактором на борту, как правило, вызывают широкий общественный резонанс, связанный с существующим риском радиоактивного заражения окружающей среды. Так, аварийное падение РН «Тор-Аблестар» (запуск КА «Транзит-5В» 21.04.1964 г. с космодрома Ванденберг в Калифорнии) произошло на участке выведения. Оторвавшийся спутник вошел в земную атмосферу и сгорел над Индийским океаном. Разрушение установленной на спутнике ядерной энергетической установки «SNAP-9A» сопровождалось рассеянием в земной атмосфере 950 г плутония-238, что вызвало 15-ти кратное повышение естественного радиоактивного фона на всей нашей планете. По оценкам специалистов, последствия этой катастрофы для природной среды превзошли последствия всех ядерных испытаний, которые были проведены Соединенными Штатами, Советским Союзом, Францией, Великобританией и Китаем в 1945-1964 гг. [24].

Возвращение 17.04.1970 г. на Землю космического корабля «Аполлон-13» сопровождалось отделением перед входом спускаемого аппарата в земную атмосферу ядерного генератора «SNAP-

27», неиспользованного для лунных экспедиций. В плотных слоях атмосферы хрупкая конструкция корпуса разрушилась, его несгоревшие микроскопические частицы утонули в Тихом океане. Несмотря на разрушение генератора, активная зона выдержала нагрузку, радиоактивное заражение не было обнаружено [24].

Аппарат радиолокационного наблюдения «Космос-954», стартовавший 18.09.1977 г. работал в паре с КА «Космос-952». Отказ систем КА произошел 28.10.1977 г., началось ее неконтролируемое снижение. КА разрушился 24.01.1978 г., при входе в плотные слои атмосферы над северными пустынными малонаселенными районами Канады. Это привело к радиоактивному заражению около 100 тыс. км^2. Большая часть отработанного ядерного топлива (37,1 кг) развеялась в атмосфере, а земной поверхности достигли лишь граммы. Тем не менее, это падение вызвало международный скандал, в связи с чем в СССР на несколько лет отказались запусков КА с расщепляющимися материалами на борту [24].

Аварии РКН на активном участке полета. В соответствии с публикациями Н.С. Касимова, О.А. Шпигуна и др. (2011, 2015), аварийное падение на подтрассовую территорию происходит в случае отказа техники на участке работы первой и второй ступеней РН. Отказ третьей ступени или разгонного блока (РБ) приводит к неуправляемому полету РКН на низкой орбите. В результате аварии на Землю может упасть связка из КА, РБ и ступеней, в зависимости от удаленности от места старта. Временной период с момента пуска определяет высоту падения и характер разрушения связки при прохождении плотных слоев атмосферы. Разрушение РКН от взрыва на больших высотах приводит к увеличенным площадям разлета фрагментов. При падении РКН с высоты более 100 км конструкция РКН нагревается и частично разрушается в верхних слоях атмосферы. Падение РКН с высоты в несколько десятков километров и менее заканчивается ее разрушением при ударе о землю [2, 25].

Анализ причин и последствий аварийных падений РКН проведен с привлечением информации о пусках РН в 40-90-тых годах прошлого столетия, а также имеющихся описаний аварий с участием РН «Протон» и РКН МБР «РС-20» в 2006, 2007 и 2013 гг. [1, 2, 4-6, 24, 25].

Авария РН «Союз» с углеводородным ракетным горючим (топливная пара «керосин Т-1 + кислород»). Количество пусков

РН «Союз» (всех модификаций, со всех космодромов) в несколько раз превышает количество пусков РН «Протон». Надежность РН «Союз» (в настоящее время используется две модификации – «Союз-У» и «Союз-2») составляет 95,7% (по данным «ЦСКБ-Прогресс»). Так, за период 2000-2014 гг. аварийным был только один пуск РН «Союз» с космодрома Байконур. В августе 2011 г. при пуске РН «Союз-У» (с грузовым кораблем «Прогресс М-12М») на 325-й секунде полета произошло нарушение работы двигателей третьей ступени, что привело к их аварийному отключению. При падении аварийного изделия с высоты более 100 км, в результате перегрева в верхних слоях атмосферы, конструкция РКН разрушилась со взрывом. При обследовании на месте аварийного падения загрязнений окружающей среды не выявлено, было обнаружено лишь несколько фрагментов конструкции [1, 25].

Анализ данных об аварийных падениях РКН МБР «РС-20» (2006 г.) РН «Протон» (1990, 2007, 2013 гг.) позволяет сделать выводы о специфике негативных экологических последствий аварий РКН с использованием токсичной топливной пары «несимметричный диметилгидразин – тетраоксид азота» (первый и второй класс токсичной опасности, соответственно). Для удобства анализа сформирована сводная таблица по записям из базы геоданных НИЦ «Ғарыш-Экология» (таблица 1).

Аварийное падение МБР «РС-20» на участке выведении на орбиту. За неимением другой подробной информации об авариях МБР, рассмотрены данные об аварийном падении 26.07.2006 г. ракеты РС-20 «Днепр» с группой космических аппаратов. На 73 секунде полета, при нарушении работы и отключении рулевых двигателей, конструкция РКН разрушилась в воздухе на высоте около 24 км, без разгерметизации топливных баков с остатками КРТ (более 25 т НДМГ и около 70 т тетраоксида азота). Фрагменты головного обтекателя приземлились в 45 км от места старта, в Кармакшинском районе Кызылординской области. Затем произошел отрыв от ракеты космической головной части (состоящей из разгонного блока и космического аппарата) и ее приземление в 90 км от места старта. На месте удара о землю части головного обтекателя и космических аппаратов образовалась воронка глубиной до 1 м, диаметром до 4-5 м (малая воронка). Связка из первой и второй ступени, двигаясь по инерции по баллистической траектории, достигла высоты около 50 км и затем упала в 150 км от места старта, с самовоспламенением и взрывом КРТ в баках.

Взрывной волной было поднято на воздух более 45 тыс. $м^3$ глинистой массы, которая смешалась с НДМГ и продуктами его распада. От взрыва образовалась воронка диаметром 50 м, глубиной 15 м (большая воронка) (рисунок 2) [1, 4, 25].

Помимо деформации почвенной структуры и образования воронок, аварийный взрыв привел к нарушениям в растительном покрове. На большой воронке в результате пожара пострадало 300 га саксауловых лесов. Растения уничтожены полностью на удалении до 100 м от эпицентра аварийного взрыва, а на расстоянии до 1 км от эпицентра отмечались признаки теплового или химического воздействия на растительный покров [4, 26, 27].

На малой воронке, вследствие пролива КРТ из баков одного из космических аппаратов в поверхностном слое почвы было обнаружено до 122,4 $ПДК_{НДМГ}$=0,1 мг/кг, до 59 ПДК нитрозодиметиламина =0,01 мг/кг (НДМА, продукт химической трансформации НДМГ).

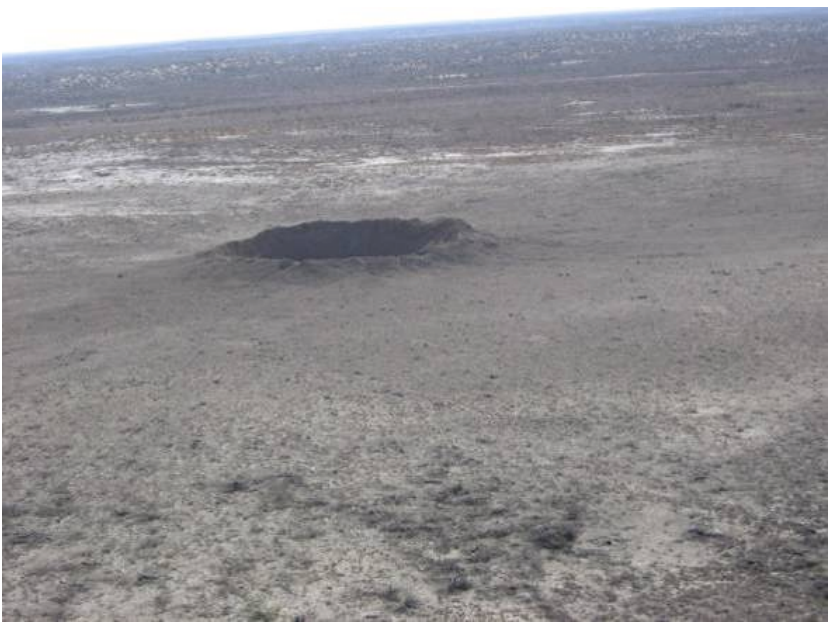

Рисунок 2 – Воронка на месте падения связки 1-й и 2-й ступеней МБР «РС-20»

Таблица 1 – Данные о последствиях аварийных падений РКН в 2006, 2007, 2013 гг.

Описание аварии	Места аварийного падения	Нарушения на местах аварийного падения	Максимальные концентрации компонентов ракетного топлива в почве
1	2	3	4
Авария МБР «РС-20» РН «Днепр» 26.07.2006 г., Кармакшинский район Кызылординской области			
26 июля 2006 г. в 23:43:05 по времени Москвы при пуске с космодрома Байконур ракеты РС-20 «Днепр» с группой космических аппаратов, на 73 секунде полета возникла аварийная ситуация. После отключения двигателей разрушился головной обтекатель, отдельные его фрагменты приземлились на удалении 45 км от места старта. Затем произошел отрыв от ракеты космической головной части, которая приземлилась на удалении 90 км от места старта. Падение связки из первой и второй тупеней произошло на удалении 150 км от места старта. В результате удара о землю произошли самовоспламенение и взрыв имевшихся в баках компонентов ракетного топлива.	Место падения связки 1-й и 2-й ступеней ракеты РС-20 «Днепр» (большая воронка) в 35 км южнее с. Жанакала	В результате взрыва образовалась воронка диаметром 50 м, глубиной 15 м. Высота бруствера около 2,5 м. Имеются механические повреждения поверхности почвы. Разброс почвы и нарушения растительного покрова в радиусе до 500 м. Основные фрагменты упали на площади с радиусом примерно 400 – 500 м. Отдельные мелкие фрагменты – на расстоянии 800-900 м от центра места падения.	2006 г. (экстренное обследование) – НДМГ 22,8 мг/кг, НДМА – 1,08 мг/кг, нитрат-ионы – 9 565,8 мг/кг, нитрит-ионы – 185,34 мг/кг; 2007 г. – НДМГ и НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 1 186,79 мг/кг; 2008 г. – нитрат-ионы – 455,0 мг/кг; 2009 г. – НДМА – 0,26 мг/кг; 2010 г. – НДМА не обнаружен, нитрат-ионы – 351,97 мг/кг; 2011 г. – НДМГ и НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 256,5 мг/кг; 2012 г. – НДМА не обнаружен, нитрат-ионы – 1967,82 мг/кг; 2015 г. – НДМГ и НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 595,44 мг/кг; 2017 г. – нитрат-ионы – 8501,49 мг/кг
	Место падения части головного обтекателя и космических аппаратов (малая воронка)	В результате удара образовалась воронка глубиной до 1 м, диаметром 6-7 м. Разброс пылевидной почвы в радиусе до 10 м от центра. На поверхности южной половины воронки и разброса пылевидной почвы образовалась корка бурого цвета толщиной до 0,5 см, напоминающая пролив. Вокруг воронки разбросаны разрушившиеся детали головного обтекателя и космических аппаратов на площади диаметром до 1000 м. Очагов возгорания не обнаружено.	2006 г. (экстренное обследование) – НДМГ- 12,24 мг/кг, НДМА – 0,59 мг/кг, нитрат -ионы – 21 596,6 мг/кг, нитрит-ионы – 299,4 мг/кг; 2007 г. – НДМГ и НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 937,21 мг/кг; 2008 г. – нитрат-ионы – 208 мг/кг; 2009 г. – НДМА – 0,14 мг/кг; 2010 г. – НДМА не обнаружен, нитрат-ионы – 513,42 мг/кг; 2011 г. – НДМГ и НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 1542,55 мг/кг; 2012 г. – НДМА не обнаружен, нитрат-ионы – 114,2 мг/кг; 2015 г. – НДМГ и НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 1615,11 мг/кг; 2017 г. – нитрат-ионы – 392,78 мг/кг
	Место падения конуса головного обтекателя	Нарушения почвенно-растительного покрова не наблюдаются	2006 г. (экстренное обследование) – НДМГ 0,079 мг/кг, НДМА – не обнаружен , нитрат-ионы – 15,17 мг/кг, нитрит-ионы – не обнаружены
	Место падения 1-ой створки головного обтекателя	Нарушения почвенно-растительного покрова не наблюдаются	2006 г. (экстренное обследование) – НДМГ 0,069 мг/кг, НДМА – не обнаружен , нитрат-ионы – 18,7 мг/кг, нитрит-ионы – не обнаружены
	Место падения 2-ой створки головного обтекателя (очаг возгорания)	Нарушения почвенно-растительного покрова не наблюдаются. В 100 м на северо-запад от места падения выявлены следы термического воздействия – обугленная трава и поверхность почвы (на площадке 32×30 м выявлены пятна обугливания от 0,5 до 1,5 м)	2006 г. (экстренное обследование) – НДМГ 0,44 мг/кг, НДМА – 0,1 мг/кг, нитрат -ионы – 246,6 мг/кг, нитрит -ионы – не обнаружены; 2007 г – НДМГ и НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 24,81 мг/кг

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Авария РН «Протон-М» 06.09.2007 г., Улытауский район Карагандинской области			
РН «Протон-М» была запущена с космодрома «Байконур» 06.09.2007 г. в 01:43:10 по времени Москвы. Отделение первой ступени РН произошло штатно. Ступень приземлилась в заданном районе падения. На 140,837 секунде полёта в соответствии с аварийной циклограммой зафиксировано отключение двигателя 2-й ступени. Связка, состоящая из второй и третьей ступеней, разгонного блока и космического аппарата аварийно упала на территорию Улытауского района Карагандинской области. При этом разрушение падающей конструкции произошло в воздухе. На месте аварийного падения 2-й ступени произошел взрыв и образовалась воронка диаметром 44,6 м, глубиной 17 м. Высота бруствера около 3 м. На месте падения 2-ой ступени в результате взрыва образовалось облако.	Место падения верхней части разгонного блока «Бриз-М» и части переходного отсека космического аппарата	На месте падения найден фрагмент размерами 5×3 м. На месте удара возник пожар, обгорела растительность вокруг места падения, с севера на юг – 60 м, с запада на восток 76 м, имеются механические повреждения почвы. На месте падения выявлен пролив с характерным запахом НДМГ.	2007 г. (экстренное обследование) – НДМГ 520 мг/кг, НДМА – 105 мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 2594,76 мг/кг, нитрит-ионы – 21,8 мг/кг; 2008 г. – НДМГ - 2,4 мг/кг, НДМА – 0,32 мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 102,0 мг/кг, нитрит-ионы – 0,3 мг/кг; 2009 г. – НДМГ – 1,11 мг/кг, НДМА – 0,49 мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 213,0 мг/кг, нитрит-ионы – 1,8 мг/кг; 2010 г. – НДМГ - 9,0 мг/кг, НДМА – 1,78 мг/кг, ТМТ - 1,84 мг/кг, нитрат-ионы – 322,0 мг/кг, нитрит-ионы – 41 мг/кг; 2011 г. – НДМГ - 0,083 мг/кг, НДМА – 0,19 мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 313,55 мг/кг, нитрит-ионы – 11,8 мг/кг; 2012 г. – НДМГ - 0,122 мг/кг, НДМА – 0,568 мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 457,0 мг/кг; 2013 г. – НДМГ - 0,127 мг/кг, НДМА – 0,1 мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 168,48 мг/кг; 2014 г. – НДМГ - 0,24 мг/кг, НДМА – 0,39 мг/кг, нитрат-ионы – 143,85 мг/кг; 2016 г. – НДМГ не обнаружен, НДМА – 0,24 мг/кг, нитрат-ионы – 3 136,21 мг/кг; 2017 г. – НДМГ - 0,46 мг/кг, НДМА не обнаружен, нитрат-ионы – 2562,69 мг/кг; 2018 г. – НДМГ – 0,124 мг/кг, НДМА не обнаружен, нитрат-ионы 29,22 мг/кг
	Место падения разгонного блока «Бриз-М» (малая воронка)	В результате взрываобразовалась воронка глубиной до 2 м, диаметром около 8 м. Вокруг воронки на расстоянии до 250 м разбросаны небольшие куски фрагментов разгонного блока, размером 10–80 см. Наиболее крупный фрагмент (около 80 см) расположен в 250 м к юго-западу от воронки. Обнаружено 5 очагов возгорания растительности: в 30м к северо-востоку, размером 15×8 м; в 30 м к востоку, диаметром до 5 м; в 40 м к югу, очаг в форме треугольника, высота «треугольника» 100 м, 30 м в основании; в 40 м к юго-западу, диаметром 25 м; в 100 м к юго-западу, размером 15×3 м	2007 г. (экстренное обследование) – НДМГ 2,4 мг/кг, НДМА – 0,59 мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 20 470,16 мг/кг; 2008 г. – НДМГ, НДМА, ТМТ не обнаружены, нитрат-ионы – 1509,8 мг/кг, нитрит-ионы – 8,8 мг/кг; 2009 г. – НДМГ, НДМА, ТМТ, нитрит-ионы не обнаружены, нитрат-ионы – 281,0 мг/кг; 2010 г. – НДМГ, НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 302,57 мг/кг; 2011 г. – НДМГ - 0,32 мг/кг, НДМА – 0,51мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 1132,0 мг/кг; 2012 г. – НДМГ - 0,04 мг/кг, НДМА – 0,058 мг/кг, ТМТ не обнаружен, нитрат-ионы – 1231,62 мг/кг; 2013 г. – НДМГ, ТМТ не обнаружены, НДМА – 0,07 мг/кг, нитрат-ионы – 1298,4 мг/кг; 2014 г. – НДМГ - 0,09 мг/кг, НДМА не обнаружен, нитрат-ионы – 206,45 мг/кг; 2016 г. – НДМГ, НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 610,86 мг/кг; 2017 г. – НДМГ, НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 1786,09 мг/кг.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
	Место падения второй ступени РН «Протон-М» (большая воронка)	В результате взрыва образовалась воронка диаметром 44,6 м, глубиной 17 м, высота бруствера около 3 м. Разброс грунта и фрагментов ступени размером от 10 до 200 см от эпицентрапо кругу в радиусе до 1000 м. На расстоянии до 100 м зафиксировано значительное повреждение почвенно-растительного покрова. Местами от 200 м до 1000 м от эпицентра воронки отмечается нарушение почвенного покрова с уничтоженной растительностью диаметром до 1 м и нарушение структуры почвы до пылевидного состояния.	2007 г. (экстренное обследование) – НДМГ 0,71 мг/кг, НДМА – не обнаружен, ТМТ - 0,38 мг/кг, нитрат-ионы – 12 798,0 мг/кг, нитрит-ионы – 331 мг/кг; 2008 г. – НДМГ - 0,12 мг/кг, НДМА – 13,55 мг/кг, нитрат-ионы – 233,15 мг/кг, ТМТ и нитрит-ионы – не обнаружены; 2009 г. – НДМГ, НДМА, ТМТ, нитрит-ионы не обнаружены, нитрат-ионы – 942,0 мг/кг; 2010 г. – НДМГ, НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 272,0 мг/кг; 2011 г. – НДМГ - 0,05 мг/кг, НДМА, ТМТ не обнаружены, нитрат-ионы – 434,57 мг/кг; 2012 г. – НДМГ, НДМА, ТМТ не обнаружены, нитрат-ионы – 495,0 мг/кг; 2013 г. – НДМГ, НДМА, ТМТ не обнаружены, нитрат-ионы – 1405,16 мг/кг; 2014 г. – НДМГ 0,09 мг/кг, НДМА не обнаружен, нитрат-ионы – 660,73 мг/кг, нитрит-ионы – не обнаружены; 2016 г. – НДМГ, НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 234,93 мг/кг; 2017 г. – НДМГ, НДМА не обнаружены, нитрат-ионы – 620,42 мг/кг
Авария РН «Протон-М» 02.07.2013 г., позиционный район космодрома Байконур, Кызылординская область			
РН «Протон-М» была запущена с космодрома «Байконур» 02.07.2013 г. в 08:38:22 по времени Астаны. На второй половине 10-й секунды полета ракета начала сильно отклоняться от траектории - полетела в юго-восточном направлении в сторону площадки 200 космодрома «Байконур». На 18 секунде полета ракета развернулась в сторону земли, стала разваливаться на части и загорелась (на 24 секунде от ракеты оторвалась космическая головная часть, на 26 секунде один из боковых блоков первой ступени, на 28 секунде еще один блок (возможно еще один боковой блок). На 30 секунде происходит столкновение с землей, взрыв и образование облака.	Место падения РН «Протон-М»	В результате взрыва образовалась воронка длиной с севера на юг 40 м и шириной 25 м, и глубиной до 5 м. Вокруг воронки произошло возгорание растительности площадью 4,9 га. Площадь разлета фрагментов составила 140 га.	2013 г. (экстренное обследование) – НДМГ - 885 мг/кг, НДМА – 160,82 мг/кг, нитрат-ионы – 6 203 мг/кг, нитрит-ионы – 361 мг/кг; 2014 г. – НДМГ – 29,51 мг/кг, НДМА – не обнаружен, нитрат-ионы – 1798,0 мг/кг, нитрит-ионы – 1173,0 мг/кг; 2017 г. – НДМГ – 0,11 мг/кг, НДМА – 0,084 мг/кг, нитрат-ионы – 344,55 мг/кг, нитрит-ионы – 1,25 мг/кг; 2018 г. – НДМГ – не обнаружен, НДМА – 0,67 мг/кг, нитрат-ионы – 2383,09 мг/кг

В центре и на брустверах малой воронки выявлено до 166 ПДК нитрат-ион=130 мг/кг, до 299,4 мг/кг нитрит-иона. На большой воронке, в результате разрушения и взрыва баков первой и второй ступеней МБР РС-20, часть КРТ сгорела. В эпицентре большой воронки обнаружено до 228 ПДК НДМГ, до 108 ПДК НДМА, до 74 ПДК нитрат-ионов, до 185,3 мг/кг нитрит-ионов [4, 28].

Аварийные падения на старте и при выведении на орбиту РН «Протон». С 1965 г. (начало эксплуатации этой модификации РКН) по май 2014 г. было выполнено 397 пусков (РН «Протон» – 4 пуска, РН «Протон-К» – 308 пусков и РН «Протон-М» – 85 пусков), из которых 33 признано аварийными (в том числе четыре аварии с выводом КА на нерасчетную орбиту). Таким образом, количество аварий РН «Протон», которые происходят из-за отказа техники вскоре после старта, на первых секундах полета и на участке выведения на орбиту, составляет примерно 7% от общего числа пусков [25].

Две аварии РН «Протон-К» в 1999 г. произошли на участке полета второй ступени. Причиной аварии 05.06.1999 г. стало возгорание турбонасосного агрегата одного из двигателей второй ступени на 277-ой секунде полета. Во время пуска 27.10.1999 г. на 222-ой секунде полета произошел отказ первого маршевого двигателя, а затем и всей двигательной установки второй ступени. Связка из спутника, разгонного блока, второй и третьей ступеней ракеты и в том, и в другом случае развалилась в воздухе на высоте 120-150 км, разлет фрагментов составил несколько десятков километров. Атмосферный выброс КРТ в атмосферу на высотах более 20 км не достиг земли. Приземление всех фрагментов на участке территории Карагандинской области произошло без взрыва и образования воронок, не было возгорания растительного покрова. На местах аварийного падения были выявлены локальные механические повреждения почвенно-растительного покрова, не обнаружено загрязнение НДМГ в почве [25].

Авария РН «Протон-М» 05.09.2007 г. повлекла за собой более серьезные экологические последствия. Пуск с РКН космодрома Байконур, отделение первой ступени РН и приземление ее в заданном районе прошло в штатном режиме. На 140,837-й секунде полёта три крупных фрагмента (связка из второй и третьей ступеней; верхняя часть РБ и часть переходного отсека КА; РБ и часть КА) разрушились в воздухе и упали на территорию Улытауского

района Карагандинской области, на расстоянии до 20 км друг от друга. Приземление второй ступени сопровождалось взрывом и образованием воронки диаметром 44,6 м, глубиной 17 м. Высота бруствера около 3 м. Образовалось облако, следы которого наблюдались на следующие сутки после аварии (рисунки 3, 4) [1, 5, 25].

Рисунок 3 – Воронка на месте падения второй ступени РН «Протон-М» 06.09.2007 г.

Рисунок 4 – Рассеивающееся облако от падения РН «Протон-М» 06.09.2007 г.

Ступени РН взорвались при ударе о землю, и в результате практически весь НДМГ прореагировал с окислителем. Тем не менее, из-за пролива остатков КРТ в полостях фрагментов ступени, в отдельных точках на месте падения второй ступени в почве было обнаружено до 7,1 ПДК НДМГ, до 3,8 ПДК тетраметилтетразена =0,1 мг/кг (ТМТ, продукт химической трансформации НДМГ), до 98,5 ПДК нитрат-ионов, до 331 мг/кг нитрит-ионов [5, 25].

На месте падения второго фрагмента РБ и КА с проливом НДМГ из топливного бака, загрязнение КРТ почвы распространилось на площадь около 3 600 м^2 - до 5 200 ПДК НДМГ, до 10 500 ПДК НДМА, до 20 ПДК нитрат-иона, до 21,8 мг/кг нитрит-иона [1, 5, 25].

На местах падения фрагментов РН обнаружены и зафиксированы места возгорания растительности - площадью до 4 560м^2 на месте падения верхней части РБ, до 4 000м^2 на месте падения фрагмента КА, а также пять очагов возгорания (от 20 до 1 500 м^2) на месте падения РБ. Общая площадь территории возгорания растительности составила 10 735 м^2 [5, 25].

Авария РН «Протон-М» 02.07.2013 г. При пуске с космодрома Байконур РН «Протон-М» с разгонным блоком ДМ-03 (11С861) и тремя навигационными спутниками «Глонасс-М», на второй половине 10-й секунды полета произошло отклонение ракеты от траектории – она полетела в юго-восточном направлении в сторону площадки 200. На 18-й секунде полета ракета стала разваливаться на части и загорелась, на 24-й секунде от ракеты оторвалась головная часть, на 26-й секунде - один из боковых блоков первой ступени, на 28-й секунде - еще один блок (возможно боковой). На 30-й секунде произошло столкновение с землей, последовал взрыв и образование облака, в котором помимо взвешенных частиц, могли содержаться токсичные КРТ и продукты их химической трансформации. Через минуту после взрыва облако достигло максимальной высоты (около 500 м) и перемещалось к югу с постепенным рассеиванием в течение нескольких часов, на расстоянии до 100 км от места падения (рисунки 5, 6). Причиной аварии были признаны ошибки сборки ракеты (так называемый «человеческий фактор») [6, 25].

Рисунок 5 – Взрыв на месте аварийного падения

Рисунок 6 – Максимальная высота облака (через 1 мин после взрыва)

На месте аварийного падения РН «Протон-М» (между площадками 81 и 200, в 1 км от периметра стартового комплекса в юго-восточном направлении) образовалась воронка длиной (с севера на юг) 40 м, шириной 25 м и глубиной до 5 м. Высота бруствера - до 1,5 м. Вокруг воронки, на площади 4,9 га произошло возгорание растительного покрова. Следы горения наблюда-

лись на бруствере воронки с южной стороны. Площадь разлета фрагментов составила 140 га, максимальный разброс фрагментов РН в результате взрыва достиг 1,5 км (на юго-восток от центра воронки) [6].

На следующий день после аварии (03.07.2013 г.) на месте падения в приземном слое атмосферного воздуха с наветренной стороны воронки обнаружено до 7 500 $ПДК_{МР}$ НДМГ=0,001 мг/м^3, в почве в центре воронки - до 8 850 ПДК НДМГ, 16 082 ПДК НДМА. В почве на месте аварийного падения выявлено до 48 ПДК нитрат-ионов, до 361 мг/кг нитрит-ионов [6].

Анализ данных о последствиях трех аварий РКН (2006, 2007 и 2013 гг.), позволяет сделать выводы о некоторых закономерностях их последствий [25].

1 Основными факторами воздействия аварийных падений РКН на атмосферу являются выброс продуктов сгорания при взрыве и остатков КРТ; на почву - загрязнение КРТ и продуктами их трансформации, механические нарушения в результате падения тяжелых фрагментов, наземного взрыва КРТ, работы тяжелой техники в период эвакуации фрагментов, засорение территории обломками; на растительный покров - загрязнение КРТ и продуктами их трансформации, механическое уничтожение или повреждение в результате аварийного падения и работ по эвакуации, термическое воздействие и уничтожение в результате пожара; на поверхностные и грунтовые воды -загрязнение КРТ и продуктами их трансформации.

2 Химическое загрязнение КРТ в атмосфере происходит при разрушении аварийного изделия со взрывом. Загрязнение КРТ почвы, поверхностных вод и растений возможно при наземных проливах топлива. Худший из возможных сценариев химического загрязнения предполагает значительный наземный пролив содержимого топливных баков без их разгерметизации в момент аварии или при движении фрагментов конструкции в плотных слоях атмосферы. В случае выброса КРТ и продуктов их сгорания в атмосферу на высотах более 30 км, вероятность их выпадения на поверхность Земли стремится к нулю.

3 Разрушение аварийного изделия в результате удара о землю без взрыва сопровождается проливом КРТ и химическим загрязнением почвы и приземной атмосферы, с возможным возгоранием. При взрыве в момент удара или при падении массивных конструкций происходит повреждение почвенно-растительного покрова.

Наиболее неблагоприятна ситуация при падении аварийного изделия, содержащего КРТ в водные объекты, так как она сопровождается химическим загрязнением вод и захламлением фрагментами конструкции водной поверхности и прибрежной территории.

4 Взрыв изделия до 45-й секунды не приводит к серьезным экологическим последствиям, поскольку (как показала авария 2 июля 2013 г.), происходит практически полное сгорание ракетного топлива и окислителя, а остатки изделия падают в пределах позиционного района космодрома.

5 Взрыв аварийного изделия на трассе полета сопровождается значительным по площади разлетом фрагментов, а значит, высоким риском их приземления в населенных пунктах и на опасные производственные объекты.

Выполненный обзор техногенных аварий показал практическое отсутствие в мировой практике методических разработок по экстренному выявлению и ликвидации негативных поставарийных последствий (в том числе, загрязнений от проливов токсичных КРТ). Судя по результатам экологических обследований районов аварийных падений РКН 2006, 2007, 2013 гг., этап от начала аварии до детоксикации является важнейшим, с точки зрения выявления основных индикаторов негативного воздействия аварии на экосистему (химическое загрязнение воздуха, почвы, снега, растений, природной и питьевой воды; механическая и пирогенная трансформация почвенно-растительного покрова). От полноты и объективности оценки аварийной ситуации, выполненной в первые часы и дни после аварии, напрямую зависит своевременность и качество работ по ликвидации аварийных последствий (детоксикация токсичных загрязнений в почве, рекультивация нарушенных почвенных слоев и растительного покрова). Результаты анализа материалов о техногенных авариях дают основание для дальнейшей разработки и детализации методических подходов к экстренной оценке аварийных ситуаций с участием РКН.

2 АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РКН

В качестве научно-методологического обоснования для осуществления комплексной оценки и ликвидации последствий аварийных пусков РКН, рассмотрены ключевые положения международно-правовых актов и межправительственных Соглашений, регулирующих космическую деятельность в РК, отраслевые методики, включая разработки НИЦ «Ғарыш-Экология».

Международно-правовые акты. Реализация ракетно-космической деятельности (РКД) регламентируется международными соглашениями, ратифицированными Республикой Казахстан и Российской Федерацией (таблица 2). В связи с ратификацией ряда международных соглашений, РК и РФ взяли на себя обязательства по ограничению при эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ) в применении озоноразрушающих веществ и выбросов парниковых газов (*Венская конвенция об охране озонового слоя*, 1985, *Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой,* 1987, *Рамочная конвенция ООН об изменении климата,* 1992); на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и стоки в трансграничные водотоки и международные озера (*Конвенция о трансграничном воздействии загрязнения воздуха на большие расстояния* и *Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер,* 1992); а также на трансграничные воздействия на окружающую природную среду (*Конвенция по оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте*, 1991, *Конвенция о биологическом разнообразии*, 1992).

Ратификация *Конвенции по оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте* (1991 г., г. Эсто, Финляндия) обязывает РК и РФ осуществлять контроль за негативным воздействием и проводить исследования по улучшению методов ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду).

Ратификация *Конвенции о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами* (1972 г., г. Нью-Йорк, США) устанавливает международную ответственность государства-участника космической деятельности за выплату компенсации и ущерб, причиненный его космическим объектом на поверхности Земли или воздушному судну в полете. В

качестве ущерба, подлежащего компенсации, рассматривается только тот, который был причинен космическим объектом на поверхности Земли или воздушному судну в полете. После вывода объекта в космическое пространство ущерб, подлежащий компенсации, может быть нанесен только космическому объекту, принадлежащему другому государству.

Ратификация *Конвенции ЕЭК ООН о трансграничном воздействии промышленных аварий* (1992 г., г. Хельсинки) обусловила международные обязательства РК и РФ по реализации целого ряда мероприятий, направленных на уменьшение риска и предотвращение промышленных аварий, «…в целях защиты людей и окружающей среды от аварийных последствий…» (п. 1 ст. 3). В случае возникновения аварийной ситуации, Конвенция требует принимать адекватные меры по ликвидации последствий, с использованием наиболее эффективных методов ограничения негативных воздействий (п. 1-2 ст. 11). Для этого следует выполнять оценки воздействия аварийной ситуации на людей, флору и фауну, почву, воды, воздух и ландшафт (п. b-c ст. 1, п. 1-2 ст. 11), с учетом уровней эмиссий высокотоксичных веществ, воспламеняющихся газов и жидкостей (*Приложение I Конвенции*) [29].

Межправительственные соглашения. Ответственность РФ, как Арендатора, в случае нанесения ущерба, связанного с деятельностью космодрома Байконур при выполнении российских космических программ, как запускающего государства (в соответствии с Конвенцией о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами, 1972) заявлена в *Договоре аренды комплекса «Байконур» между Правительством РФ и Правительством РК* (1994). При этом РК (Арендодатель) в качестве участника совместного запуска либо запускающего государства не рассматривается (п. 8.3 ст. 8) [30].

В соответствии с *Соглашением между Правительствами РК и РФ по экологии и природопользованию на территории комплекса Байконур в условиях его аренды Российской Федерацией* (2005), уполномоченные органы Российской Стороны обеспечивают «… экологическую безопасность при эксплуатации объектов комплекса Байконур; … своевременное и полное информирование государственных органов исполнительной власти РК об авариях, связанных с негативными экологическими последствиями; … проведение мероприятий по ликвидации негативных экологических последствий аварий, проливов КРТ, радиоактивных загрязнений,

Таблица 2 – Ограничения, накладываемые международно-правовыми актами на космическую деятельность в Казахстане

Наименование международно-правового акта, время и место принятия, данные о ратификации	Основные положения	Возможные ограничения, накладываемые на космическую деятельность
1	2	3
Венская конвенция об охране озонового слоя, 1985 г. г. Вена, Австрия. Ратифицирована РФ в 1988 г., РК - в 1998 г. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, 1987 г., г. Монреаль, Франция. Ратифицирован РФ и РК в 1997 г. Лондонские дополнения к Монреальскому протоколу, 1990 г., г. Лондон, Великобритания. Ратифицированы РФ и РК в 1990 г. Копенгагенское дополнение к Монреальскому протоколу, 1992 г., г. Копенгаген, Дания. Ратифицировано РФ в 2005 г., РК - в 2011 г.	Сотрудничество в области изучения веществ и процессов, которые влияют на изменения в озоновом слое; создание альтернативных веществ и технологий; наблюдение за состоянием озонового слоя; сотрудничество в области разработки и применения мер, контролирующих деятельность, которая приводит к неблагоприятным последствия в озоновом слое; обмен научной, технической, социально-экономической, коммерческой и юридической информацией; сотрудничество в области разработки и передачи технологий и научных знаний. Меры по регулированию потребления, производства и импорта (экспорта) озоноразрушающих веществ. Копенгагенское дополнение к Монреальскому протоколу 1992 г. требовало к 1996 г. полного исключения из производства и потребления фреонов и галлонов	Ограничение и исключение использования в системах пожаро-взрыво-предупреждения, пожаротушения, терморегулирования, термостатирования и др. агрегатах и системах озоноразрушающих веществ, в частности, хлорфторуглеродов (фреонов) и бромфторуглеродов (галлонов)
Конвенция о биологическом разнообразии, 1992 г., г. Рио-де-Жанейро, Бразилия. Ратифицирована РФ в 1995 г., РК - в 1994 г.	Объявление принципа национального права на собственные природные ресурсы с одновременным соблюдением прав других государств; сотрудничество в области сохранения биологического разнообразия в регионах, не попадающих под национальную юрисдикцию; ответственность государств за формирование и реализацию национальных стратегий, планов и программ по сохранению и рациональному использованию биологического разнообразия	Ограничения по местам строительства космодромов, отчуждения РП ОЧ РН и прохождению трасс выведения
Конвенция о трансграничном воздействии загрязнения воздуха на большие расстояния, 1979 г., г. Женева, Швейцария. Ратифицирована РФ в 1983 г., РК - в 2000 г.	Обмен информацией, консультациями, результатами научных исследований и мониторинга, политики и стратегических решений; сотрудничество в проведении научных исследований (действующие и перспективные технологии по снижению выбросов, контролю и определению объема эмиссий, влияние поллютантов на здоровье человека и окружающую среду, образование), учреждение исполнительного органа	Ограничения на атмосферные выбросы, в том числе аварийные, загрязняющих веществ, образующихся при эксплуатации РКТ
Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, 1992 г., г. Хельсинки, Финляндия. Ратифицирована РФ в 1992 г., РК - в 2000 г.	Обязательства участников в отношении предупреждения, контроля и сокращения загрязнения трансграничных вод; соблюдение принципа справедливости в их использовании; ограничение распространения загрязнения; использование принципа «загрязнитель платит» в качестве меры для предупреждения загрязнения; сотрудничество в области исследований и развития; ведение мониторинга	Ограничения на сбросы загрязненных стоков в трансграничные водотоки и международные озера

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Конвенция по оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте, 1991 г., г. Эсто, Финляндия. Ратифицирована РФ в 1991 г., РК - в 2000 г.	Принятие стратегических, юридических и административных мер по контролю за негативным воздействием; введение системы уведомлений о негативных воздействиях; проведение исследований по улучшению методов ОВОС	Ограничения на воздействия на ОПС, имеющие трансграничный характер, распространяющиеся по территории нескольких государств
Конвенция о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами, 1972 г., г. Нью-Йорк, США. Ратифицирована РФ в 1972 г., РК - в 1997 г.	Регламентация комплекса вопросов, связанных с установлением международной ответственности государств-участников космической деятельности за лишение жизни, телесное повреждение или иное повреждение здоровья; либо уничтожение или повреждение имущества государств, либо физических или юридических лиц, или имущества международных межправительственных организаций	Ограничения на выбор мест и моментов падения отделяющихся частей РН, а также космических объектов, в результате схода с орбиты. Запускающее государство несет абсолютную ответственность за выплату компенсации и ущерб, причиненный его космическим объектом на поверхности Земли или воздушному судну в полете
Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и другими материалами (Лондонская конвенция по дампингу), 1972 г, г. Лондон, Великобритания. Ратифицирована РФ в 1972 г., РК - в 2010 г.	Запрещение сброса в море любых материалов, содержащих хлорорганические соединения, ртуть, кадмий и их соединения, устойчивые пластмассы и другие синтетические материалы, нефть и нефтепродукты, радиоактивные вещества с высоким уровнем радиации, а также материалы, изготовленные для ведения химической войны. По предварительному специальному разрешению можно сбрасывать отходы, содержащие в незначительном количестве мышьяк, свинец, цинк, медь; контейнеры с металлолом и прочие не запакованные отходы, затопление которых на дне не может серьезно препятствовать рыболовству и судоходству; радиоактивные отходы с низким уровнем радиации. Для сбора всех иных материалов, не упомянутых в Конвенции, требуется предварительные разрешение. Разрешение на дампинг выдает Международная Морская Консультативная организация (ИМКО)	Ограничения по выбору морских районов падения отделяющихся частей РН, содержащих остатки токсичных КРТ
Рамочная конвенция ООН об изменении климата, 1992 г., г. Нью-Йорк, США, ратифицирована РФ в 1994 г., РК - в 1995 г.	Защита системы формирования климата, составление национальных списков по выбросам и мерам по их устранению; разработка и реализация программ по контролю за изменением климата; сотрудничество в области создания и развития сетей и программ научных исследований по изменению климата; учреждение Конференции Сторон – высшего органа конвенции; принятие финансового механизма реализации Конвенции	Ограничения по выбросам парниковых газов (CO_2, CH_4 и др.), образующихся при эксплуатации РКТ

связанных с деятельностью комплекса Байконур, а также допуск представителей уполномоченных государственных органов Казахстанской Стороны …» (ст. 3) [31].

Соглашение между Правительствами РК и РФ о порядке взаимодействия в случае возникновения аварий при пусках ракет с космодрома Байконур (18.11.1999 г., с изменениями от 02.06.2015 г.) четко определяет « обязанности Сторон в случае аварийных пусков РКН, порядок приведения в состояние готовности сил и средств Сторон к моменту пуска ракет с космодрома Байконур, процедуры взаимного оповещения Сторон о подготовке к пуску ракет и в случае аварии, а также порядок привлечения необходимых сил и средств Сторон для ликвидации аварийных последствий …» (ст. 1) [32].

Так, в случае возникновения аварии *уполномоченный орган Российской Стороны обязан*:

– незамедлительно оповестить уполномоченные органы Казахстанской Стороны о факте, времени и предполагаемом районе аварии (ст. 7);

– не позднее 12 ч с момента аварии направить оперативную группу российских специалистов в район аварии, в целях оценки обстановки, организации взаимодействия с подразделениями Министерства внутренних дел РК и местными исполнительными органами РК, в том числе для определения территории, подлежащей оцеплению, и выполнения первоочередных мероприятий по ликвидации последствий аварии (ст. 8).

Местные исполнительные органы РК в районе падения частей аварийной ракеты осуществляют оповещение население, проживающего в районе аварии, и при необходимости оказывают содействие в ликвидации последствий аварии в объеме, согласованном с уполномоченными органами Сторон (ст. 8).

Далее, *Стороны назначают правительственные комиссии* по расследованию причин и оценке последствий аварии, которые образуют *совместный штаб* по ликвидации ее последствий, и согласовывают порядок совместных действий по определению масштаба и ликвидации последствий аварий. Совместный штаб определяет объем и сроки выполняемых работ, состав и задачи привлекаемых сил и средств, порядок взаимодействия привлекаемых сил и осуществляет контроль за ходом проведения работ. Решениями начальников совместного штаба от Казахстанской и Российской Сторон в течение суток образуются целевые рабочие

группы, по результатам работы которых подписываются совместные акты (протоколы). Совместный штаб обобщает материалы работы рабочих групп по направлениям деятельности и представляемых в правительственные комиссии (ст. 8).

Действия поисково-спасательных и аварийно-спасательных подразделений Сторон *по оценке обстановки*, в том числе действия по сбору частей ракеты, медицинскому обследованию населения, ветеринарному и экологическому обследованию территорий, *осуществляются совместно в порядке, объемах и по методикам*, согласованным правительственными комиссиями (ст. 9).

Концепция дальнейшего сотрудничества на комплексе Байконур, утвержденная Казахстанско-Российской межправительственной комиссией по комплексу Байконур (2016), заявляет о необходимости «…обеспечения современного уровня экологической безопасности при эксплуатации космодрома Байконур путем реализации организационных мероприятий, проведения научно-исследовательских работ, внедрения новых технологий природоохранных мероприятий…» (ст. 4, п. 4.3, п.п. 4.3.1), а также «…объективной оценки экологической обстановки посредством мониторинга территорий, подверженных влиянию ракетно-космической деятельности космодрома Байконур…» (п.п. 4.3.2), и «…совершенствования методов и модернизации средств, применяемых при экологических исследованиях…» (п.п. 4.3.3) [33].

Республиканское законодательство. Необходимость соблюдения экологических требований и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения является основным принципом осуществления космической деятельности, согласно *Закону РК «О космической деятельности»* (от 6.01.2012 г., № 528-IV). В качестве основного условия обеспечения безопасности РКД в этом документе рассматривается «…обеспечение охраны здоровья людей и окружающей среды…» (п. 1 гл. 5, ст. 27) [34].

Экологический кодекс РК (2007) заявляет, что «…оценка воздействия на окружающую среду является обязательной для любых видов хозяйственной и иной деятельности, которые могут оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду и здоровье населения…» (п. 1 ст. 36 гл. 6) [10].

Согласно положениям Экологического Кодекса РК, среди прочих других видов производственного мониторинга, выполняется мониторинг эмиссий в окружающую среду (для слежения за производственными потерями, количеством и качеством эмиссий

и их изменением), а также мониторинг воздействия (обязателен после аварийных эмиссий в окружающую среду) (п. 1, 6 ст. 132 гл. 14). *В качестве критериев оценки экологической обстановки в зонах чрезвычайной экологической ситуации рассматривается совокупность показателей, характеризующих ухудшение состояния здоровья населения и окружающей среды* (п. 2 ст. 175 гл. 6). *Оценка воздействия* на окружающую среду *выполняется* в соответствии с *инструктивно-методическими документами,* утверждаемыми уполномоченным органом в области охраны окружающей среды (п. 1 ст. 42 гл. 6). *В случае установления на определенной территории правовых режимов чрезвычайной экологической ситуации* и экологического бедствия *предусмотрен перечень мер, среди которых оперативные меры по восстановлению (воспроизводству) природных ресурсов, оздоровлению окружающей среды* (п. 1 ст. 176 гл. 24). В процессе выполнения оценки воздействия на окружающую среду подлежат учету отрицательные и положительные эффекты воздействия на окружающую среду и здоровье человека (п. 3 ст. 39 гл. 6).

Методические документы. В *Операционном Руководстве Всемирного банка по проведению экологической оценки* (OP 4.01, январь, 1999), утверждается, что решение разнообразных задач по оценке аварийной ситуации становится возможным при помощи *междисциплинарного подхода*, с учетом *взаимосвязи экологических оценок с социальными аспектами и состоянием здоровья местного населения*. В этом документе отмечается, что «… в экологической оценке учитывается природная среда (воздух, вода и земля); здоровье и безопасность населения; социальные аспекты…», «…природные и социальные аспекты рассматриваются в комплексе…» (п. 3). К анализу *рекомендуется подключать оценку потенциальных экологических рисков* в зоне техногенного воздействия (п. 2); *изучать потенциальные отрицательные и положительные последствия для окружающей среды, сопоставляя их с последствиями возможных альтернативных вариантов*; разрабатывать и *реализовывать меры по предотвращению, минимизации, смягчению или компенсации неблагоприятного воздействия на окружающую среду* (п. 8, а) [7].

Ключевые положения международных методических подходов, предлагаемых Операционным Руководством Всемирного банка по проведению экологической оценки (1999) отражает *Инструкция по проведению оценки воздействия намечаемой*

хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду при разработке предплановой, предпроектной и проектной документации в Республике Казахстан (утверждена МООС РК 28.06.2007 г., № 204-п, с изменениями и дополнениями по состоянию на 17.06.2016 г.*)*. Этот документ представляет содержание материалов ОВОС к проектам намечаемой хозяйственной и иной деятельности, по 3-м стадиям (ПредОВОС, на начальном этапе инициирования; вторая стадия проведения ОВОС с детальным анализом всех аспектов воздействия конкретных объектов и сооружений намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду; третья стадия - разработка Раздела «Охраны окружающей среды» на рабочий проект (рабочую документацию)). *ОВОС подразумевает в том числе, анализ изменений окружающей и социально-экономической среды в процессе реализации вариантов намечаемой деятельности*, включая возможные изменения *в окружающей и социально-экономической среде* при реализации вариантов намечаемой деятельности *при нормальном (штатном) режиме эксплуатации и аварийных ситуациях и их последствиях для населения* (п. 22, 26). В приложении представлены *основные положения экологической отчетности о возможных техногенных последствиях*, которые могут быть использованы при разработке методических рекомендаций к экологической оценке последствий аварийных падений РКН [11].

В настоящее время для оценки техногенного воздействия (в том числе и аварий РКН) на окружающую среду (поверхность земли с ее экосистемами, приземный слой атмосферного воздуха и пр.) используются методики, ключевые положения которых сведены в таблицу 3. Большая часть рассмотренных методических документов разработаны в РК, некоторые из них (имеющие непосредственное отношение к РКД) в РФ, совместно с РК. *Методики отличаются друг от друга по областям применения и содержанию, а также по оцениваемым показателям, но практически во всех этих документах отсутствуют алгоритмы и схемы действий при отборе проб объектов окружающей среды, отвечающие задачам исследований* [11, 12, 35-39].

Приведем несколько примеров, подтверждающих приведенный выше вывод. Так, в «*Методических рекомендациях по проведению эколого-геохимических исследований в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей*» (Н.С. Касимов и др., 2000), в рамках задач по геохимическим и биохимическим иссле-

дованиям, рекомендован отбор проб почв и растений по регулярной сети опробования, которая сгущается в зависимости от ландшафтно-геохимической структуры и масштаба работ от 10-5 тыс. м до 100 м.

Локальные исследования на ключевых участках с геохимическими аномалиями КРТ и на местах обнаружения обломков ОЧ РН, площадью 10-100 тыс. $м^2$, по регулярной сетке с шагом в 10 м и расстоянием между профилями в 25 м, с закладкой почвенных разрезов глубиной 1-1,5 м и отбором из каждого почвенного горизонта по одной пробе весом 0,4-0,5 кг. С учетом различий в возможных сценариях аварийного падения РКН, этих рекомендаций недостаточно. Требуется детальная проработка шагов обследований и отбора определенного количества проб, с учетом возможностей проведения КХА в стационарных лабораторных условиях в максимально сжатые сроки. Кроме того, в этом документе не прописан порядок взаимодействия ведомств и подразделений, выполняющих исследования подобного рода [35].

В *ПР РК 52.5.06-03 «Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию»* (утверждены МООС РК 20.04.2003 г.) приведены подробные перечни критериев и показателей для оценки техногенного загрязнения, *но не учтены ситуации при проливе жидкого ракетного топлива*. Этот документ содержит разнообразную информацию по подходам к проведению комплексных экспедиционных обследований загрязненных территории, которые *по продолжительности делятся на краткосрочные (рекогносцировочные и оперативные) и продолжительные (детальные)* (п. 4.4). Представлены разнообразные подходы к сбору и анализу данных, в том числе, с учетом углубленных исследований территорий, с достаточным пространственно-временным разрешением, с организацией дополнительной сети наблюдений (п. 3.2), рекомендациями по составу исполнителей (п. 3.3) и срокам работ (п. 3.4). Предлагаются методики (ГОСТы, стандарты) для проведения наблюдений за загрязнением компонентов природной среды и источниками загрязнения (п. 3.6), а также загрязненностью природных вод (п. 3.7) почвы (п. 3.8), снежного покрова (п. 3.9). Рекомендуются действия по отбору проб растительности (п. 3.10), по изучению влияния загрязнения на биоту (п. 3.11), по сбору медико-биологической информации и т.д. Даны расчетные алго-

Таблица 3 – Методические подходы к экологической оценке воздействия РКД

Название методического документа	Основные положения подходов к экологическому исследованию	Недостатки или положительные стороны
1	2	3
Методические рекомендации по проведению эколого-геохимических исследований в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей / под ред. Н.С. Касимова. - Москва, 2000 [35]	Даны технологии эколого-геохимических исследований: - почвенно-геохимические (рекомендуется при площадных исследованиях обследовать территорию по сети, которая сгущается в зависимости от ландшафтно-геохимической структуры и масштаба работ от 10-5 тыс. м до 100 м; локальные исследования на ключевых участках с геохимическими аномалиями КРТ и на местах обнаружения обломков ОЧ РН, площадью 10-100 тыс м^2, по регулярной сетке с шагом в 10 м и расстоянием между профилями в 25 м, с закладкой почвенных разрезов глубиной 1-1,5 м и отбором из каждого почвенного горизонта по одной пробе весом 0,4-0,5 кг. Перед взятием пробы дается краткое описание места заложения разреза, отбора проб поверхностной почвы); - биогеохимические (опробование растений с учетом их видовой территориальной представительности и биогеохимической специализации; описание вида отобранного растения, названия растительного сообщества, видового состава, доминанты, высоты травостоя, проективного покрытия; указываются нарушения в физиологическом развитии растений; дается экологическая оценка состояния растительного покрова, указывается степень его трансформации от перевыпаса, пожаров и т.д., характера рельефа и увлажнения; для выявления путей поступления КРТ в растения анализируются смывы с поверхности растений; отбираются образцы овощных и садовых культур) - гидрогеохимические (используется бассейновый подход, определяющий анализ состава вод речных бассейнов; отбор проб снега, талых вод, ручьев, собирающих талые воды, рек, собирающих сток с бассейна; отбор проб донных отложений водотоков); -пространственная привязка мест опробования (использование топографических карт масштабов 1:10 000-1:50 000, в площадных исследованиях карты масштабов 1:100 000-1:500 000 на этапе подготовки к полевым работам; адресное описание точек опробывания; камеральная обработка данных; при проведении локальных ландшафтно-геохимических исследований на карты наносятся также границы выявленных геохимических анолмалий и уточненные границы почвенных контуров; использование системы GPS для определения координат точек) Обработка и анализ результатов исследования (виды камеральных работ, включая составление и уточнение контуров существующих почвенных карт и карт растительности, картографирование выявленных источников загрязнения и геохимических аномалий, создание и заполнение баз данных, построение цифровых математических моделей, подготовка справочных и отчетных материалов)	1 Отсутствие конкретных подходов к формированию программы экологического обследования 2 Отсутствие пошаговых алгоритмов выполнения полевых работ в РП ОЧ РН и схем отбора проб объектов окружающей среды в случае пролива КРТ, взрыва и пожара при падении ОЧ РН) 3 Отсутствие экологических нормативов и критериев для оценки техногенной нарушенности объектов окружающей среды

Продолжение таблицы 3

1	2	3
ПР РК 52.5.06-03 Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию: утв. МООС РК 20.04.2003 г. [36]	пп. 4.2.1 В качестве концептуальной основы комплексных обследований загрязнения окружающей природной среды используется геосистемный подход, анализ как природных, так и антропогенных источников, а также факторов, обусловливающих загрязнение окружающей природной среды, наблюдения за загрязнением (химическим) атмосферного воздуха, снежного покрова, почвы, растительного покрова, поверхностных вод и т.д. пп. 4.2.4 При комплексных обследованиях используются различные методы для получения всесторонней информации о загрязнении природной среды. Наряду с традиционными методами наблюдений и контроля следует применять методы контроля состояния биоты, современные физико-химические методы, способствующие увеличению числа определяемых загрязняющих веществ. Кроме того, важное значение приобретает использование различных дистанционных методов исследования. п. 4.4 По продолжительности комплексные обследования делятся на краткосрочные (рекогносцировочные и оперативные) и продолжительные детальные комплексные обследования. Раздел 1 Организация работ по комплексному обследованию загрязнения природной среды, включает описание действий по выбору районов обследования, предварительному ознакомлению с районом, исходных материалов, этапов и последовательности выполнения работ по комплексному обследованию (пп.1.4 включая , сбор и анализ данных по объектам и району обследования, источникам загрязнения; составление предварительной программы комплексного обследования; проведение рекогносцировочного (эпизодического) обследования; уточнение программы работ; проведение специальных наблюдений в соответствии с программой; анализ и обобщение полученных данных; интерпретация результатов и оценка загрязнения природной среды района обследования; оформление и представление результатов). Раздел 2 Сбор и анализ материалов по объектам и району обследования включает в себя описание соответствующих действий по оценке источников и уровня загрязнения природных сред (включая расчет потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА), расчет выбросов вредных веществ в атмосферу от автотранспорта, уровня загрязнения атмосферного воздуха, интенсивности рассеивания выбросов, расчет тенденции изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха), сбору медико-биологической информации и т.д. Раздел 3 Методика проведения экспериментальных работ в районе обследования, предполагая углубленное с достаточным пространственно-временным разрешением исследование уровня загрязнения объектов в соответствии с достаточно широким перечнем загрязняющих веществ, а также результатов воздействия загрязнения на биоту. Предлагаются меры по организации дополнительной сети наблюдений (п. 3.2), рекомендации по составу исполнителей (п. 3.3) и срокам работ (п. 3.4). Составлению программы работ предусматривает согласование пространственного расположения пунктов (постов, створов) наблюдений, а также сроки наблюдений по компонентам природной среды (п. 3.5). Предлагаются методики (ГОСТы, стандарты) для проведения наблюдений за загрязнением компонентов природной среды и источниками загрязнения (п. 3.6), а также загрязненностью природных вод (п. 3.7) почвы (п. 3.8), снежного покрова (3.9). Рекомендуются действия по отбору проб растительности (п. 3.10), по изучению влияния загрязнения на биоту (п. 3.11). Раздел 4 содержит алгоритмы оценки состояния загрязнения природной среды (атмосферный воздух, поверхностные воды, почвы, растительность, биологических показателей в оценке загрязнения почвы, пространственные масштабы загрязнения) исследуемого района по отношению к соответствующим нормативным или фоновым величинам. В приложениях представлены методики расчетов индексов и прочих характеристик загрязнения объектов окружающей среды, включая методику расчета аварийных зон от потенциально возможных источников с сильно-действующими ядовитыми веществами (СДЯВ) (Приложение К).	1 Приведены ссылки на стандарты и нормативы 2 Даны этапы и временные сроки комплексных экологических исследований и оценки загрязнения природной среды 3 Даны расчетные алгоритмы определения уровня загрязнения объектов окружающей среды

Продолжение таблицы 3

1	2	3
РНД. Охрана земельных ресурсов. Экологические требования в области охраны и использования земельных ресурсов (в том числе земель сельскохозяйственного назначения) //Министерство сельского хозяйства РК. – Астана, 2005 [37]	Приложение А. Приведены ПДК концентрации химических веществ в почве. Приложение Б. Приведены показатели уровня загрязнения земель химическими веществами, ранжированные по уровням загрязнения (допустимый (1), низкий (2), средний (3), высокий (4), очень высокий (5)) Приложение Г. Приведены показатели деградации почв и земель, ранжированные по уровням загрязнения (0-4). Приложение Д. Приведены диагностические показатели для выявления деградированных почв и земель. Приложение Е. Приведены критерии экологической оценки состояния почв Приложение Ж. Приведены биохимические критерии экологической оценки Приложение К. Приведены критерии оценки деградации наземных экосистем с показателями, ранжированными по уровням (экологическое бедствие, чрезвычайная экологическая ситуация, относительно удовлетворительная ситуация) Приложение Л. Приведены показатели состояния растительности, как индикатора экологического состояния территории , ранжированными по уровням (экологическое бедствие, чрезвычайная экологическая ситуация, относительно удовлетворительная ситуация)	1 Представлены нормативы, критерии и показатели для оценки экологической обстановки
Методика проведения обследования места аварийного падения ракеты-носителя (МБР): утв. Федеральным космическим агентством, согласовано с МООС РК и Национальным космическим агентством РК. – Москва-Астана, 2010 [38]	Глава 1. «..Методика определяет примерный перечень и последовательность проведения работ, необходимых для обеспечения безопасности населения и ликвидаторов последствий аварии, определения порядка ликвидации последствий аварийной ситуации и подсчета размера экологического ущерба, с учетом требований природоохранного законодательства РФ и РК…». Раздел 2. Представлены этапы выполнения работ по обследованию мест аварийного падения РН (подготовительный, экспедиционное обследование, камеральная обработка). Подразделы 3.1, 3.2. Информация о пуске и территориях (исходные данные об районе аварии РКН, ссылки на нормативно-методические документы). Раздел 4. Представлены требования к проведению работ (используемые средства индивидуальной защиты (СИЗ,) приблизительное описание обследуемых объектов и территорий, последовательность проведения работ приведена без привязки к конкретным этапам обследований, без указаний на критические уровни выявляемых показателей нарушенности, требования к отбору проб почвы, растений, природных вод, подземных вод (из колодца, из пробуренной скважины), снега, льда, донных отложений); перечень определяемых веществ). Раздел 5. Приведены требования к отчетным материалам (развернутый перечень определяемых экологических характеристик и показателей, характеристик аварийного объекта и мета положения района аварийного падения) Приложение 1. Перечень нормативных документов, определяющих требования к выполнению работ. Приложение 2. Перечень средств индивидуальной защиты. Приложение 3. Паспорт обследуемого участка. Приложение 4. Сопроводительные талоны проб объектов окружающей среды. Приложение 5. Сводная экспликация выявленных деградированных земель.	1 Отсутствует порядок взаимодействия ведомств и подразделений РФ и РК 2 Нет конкретизации порядков подготовки и проведения экспедиционного обследования, алгоритмов расчета показателей, нарушенных зон 3 Нет разделения по этапам полевых поставарийных работ 4 Отсутствуют схемы отбора проб и обследования мест падения, населенных пунктов с метражом, площадями и пр. 5 Нет рекомендаций по детоксикации и рекультивации деградированных участков 6 Устарели технологии оконтуривания, МВИ и СИЗ, требуют пересмотра формы отчетности

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Методические рекомендации по проведению ОВОС в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей: утв. МООС РК 05.08.2011 г., №202-е [40]	пп. 1.6. В процессе сбора исходных данных для осуществления ОВОС в РПОЧРН необходимо учитывать следующие условия: б) при наличии нештатных (аварийных) ситуаций запуска ракет-носителей с радиоактивными элементами, получение полных сведений о частях РН, содержащих радиоактивные элементы, обязательно (наименование источника, класс его опасности, тип и мощность излучения, характеристика целостности и др.). пп. 3.1.4. При проведении ОВОС по каждой аварии ракеты-носителя, произошедшей в РПОЧРН за период его существования, должна быть собрана и оценена вся доступная информация, характеризующая ее техногенное и экологическое воздействие на окружающую среду и здоровье населения по перечню показателей (экологические, социальные и экономические последствия космической деятельности; характеристика места расположения; природно-климатические условия, включая климат, гидрологические и гидрогеологические условия; геоморфологические особенности, инженерно-геологические условия, почвенные условия и почвообразующие породы, растительный покров, животный мир; социально-экономические условия; демографические условия, санитарно-эпидемиологическая обстановка и состояние здоровья населения). Кроме того, по каждому аварийному случаю должны быть собраны данные (тип ракеты-носителя; масса взорвавшегося (разлившегося) ракетного топлива; тип ракетного топлива; характеристика метеоусловий в момент аварии ракет-носителя; дата аварии; характеристика места падения (координаты, тип почвы, элемент рельефа); площадь рассеивания обломков ракеты-носителя (при взрыве в околоземном пространстве); количество населения, проживающего в зоне чрезвычайной ситуации; сумма выплаченной компенсации за ущерб, нанесенный аварией ракеты-носителя окружающей среде и здоровью населения) п. 3.2. Оценка экологического воздействия компонентов окружающей среды, загрязненных в результате техногенного воздействия космической деятельности на растительный и животный мир РПОЧРН, здоровье проживающего и их территории населения.	1 Приведены развернутые перечни показателей для оценки состояния РП ОЧ РН, включая климат, почву, гидрологию, растительный покров и животный мир, социально-экономические, санитарно-эпидемиологические и медицинские аспекты; 2 Приведены показатели для оценки экологических, социальных и экономических последствий космической деятельности
Критерии оценки экологической обстановки территорий: утв. МЭ РК от 16.03.2015 г., № 202 [12]	Представлены критерии оценки экологической обстановки территорий, как совокупность показателей, характеризующих ухудшение состояния здоровья населения и окружающей среды. Критерии и показатели ранжированные по уровням (экологическое бедствие, чрезвычайная экологическая ситуация, удовлетворительная ситуация). Разделы 2, 4, 6. Даны алгоритмы расчета показателей и индексов загрязнение воздуха селитебных территорий, загрязнения почвы населенных мест, Разделы 5, 6. Даны показатели для оценки радиационной безопасности, критерии изменения природной среды и алгоритмы расчета соответствующих показателей Раздел 7. Даны медико-демографические показатели для оценки состояния здоровья населения, применяемые для оценки экологической обстановки территории	1 Представлены критерии и показатели для оценки экологической обстановки, в том числе медико-демографические

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Инструкция по проведению оценки воздействия на окружающую среду (с изменениями и дополнениями по состоянию на 17.06.2016 г.): утв. Пр. МООС РК от 28.06.2007 г., № 204-п [11]	Раздел 1. « ОВОС разрабатывается для проектной документации, регламентирующей создание (развитие, строительство, реконструкцию, консервацию, ликвидацию) конкретных масштабных и (или) экологически опасных объектов и сооружений намечаемой деятельности, и в комплекте с проектной документацией представляется на согласование государственной экологической экспертизой …» «…Настоящая Инструкция определяет общие положения проведения ОВОС при подготовке и принятии решений о ведении намечаемой хозяйственной и иной деятельности на всех стадиях ее организации, в соответствии с предпроектной, проектной документацией …» Разделы 2, 3. Излагаются принципы и классификация оценки воздействия на окружающую среду по значимости и полноте оценки, согласно санитарной классификации производственных объектов. Раздел 4. Процедура ОВОС по 3 стадиям (ПредОВОС, на начальном этапе инициирования хозяйственной и иной деятельности; вторая стадия проведения ОВОС предусматривает детальный анализ в полном объеме всех аспектов воздействия конкретных объектов и сооружений намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду; третья стадия - разработка Раздела «Охраны окружающей среды» на рабочий проект (рабочую документацию)). п.21. «…Возможные виды воздействия вариантов намечаемой деятельности на окружающую среду включают в себя компонентно-качественную характеристику вариантов воздействия объектов и сооружений намечаемой деятельности при штатном режиме строительства и эксплуатации и аварийных ситуациях (источники, виды, степень и зоны воздействия, в том числе вид, состав, ориентировочные объемы загрязняющих веществ, характер образующихся отходов производства и потребления - вид, объем, уровень опасности). п.22 «…Анализ изменений окружающей и социально-экономической среды в процессе реализации вариантов намечаемой деятельности должен содержать возможные изменения в окружающей и социально-экономической среде при реализации вариантов намечаемой деятельности при нормальном (штатном) режиме эксплуатации и аварийных ситуациях и их последствиях для населения …». п. 26. «… Вторая стадия проведения ОВОС предусматривает детальный анализ … источников и масштабов расчетного химического загрязнения: при предусмотренной проектом максимальной загрузке оборудования, а также при возможных залповых и аварийных выбросах …». п.35. «… Отдельным приложением к ОВОС является «Заявление об экологических последствиях», которое подготавливается заказчиком проектной документации по результатам проведенной ОВОС и представляется в составе проектных материалов на государственную экологическую экспертизу…». Раздел 5, п 44. «…Для объектов с трансграничным воздействием особенности проведения оценки воздействия на окружающую среду определяются международными договорами и конвенциями, ратифицированными Республикой Казахстан …». Раздел 8. Разъясняются аспекты участия общественности в процедуре разработки ОВОС (проведения общественных слушаний). п 53. «… Выбор организационной формы учета общественного мнения зависит от значимости проекта намечаемой хозяйственной деятельности и степени влияния его на окружающую среду и здоровье человека, а также заинтересованного круга общественности. Выбор организационной формы и сроки проведения общественных слушаний согласовываются органами охраны окружающей среды …». Приложения 1, 2. Перечень объектов (видов деятельности), оценку воздействия которых рекомендуется осуществлять в полном объеме, или на основании предварительной экспертизы или с применением пороговых уровней, (набора критериев), определяемых нормативными документами. Приложение 3. Соответствие стадий разработки материалов ОВОС стадиям выполнения предпроектной и проектной документации, обосновывающей хозяйственную и иную деятельность в Республике Казахстан Приложение 4. Заявление об экологических последствиях.	1 Представлено содержание материалов ОВОС к проектам намечаемой деятельности 2 Отсутствует порядок действий при экспедиционных исследованиях для сбора данных 3 Отсутствуют критерии и показатели для оценки экологических, социальных и экономических последствий космической деятельности 4 В приложении представлены основные положения экологической отчетности о возможных техногенных последствиях

ритмы определения уровня загрязнения объектов окружающей среды (Приложения). Но не рассматриваются особенности работы на местах аварийного падения РКН [36].

Республиканский нормативный документ *«Охрана земельных ресурсов. Экологические требования в области охраны и использования земельных ресурсов (в том числе земель сельскохозяйственного назначения)» (Министерство сельского хозяйства РК, 2005)* и «*Критерии оценки экологической обстановки территорий» (утверждены МЭ РК от 16.03.2015 г., № 202*) служат в качестве источников развернутой информации по нормативной базе для экологической оценки, по критериям и показателям состояния объектов окружающей среды (а также медико-демографические), ранжированных по уровням - экологическое бедствие, чрезвычайная экологическая ситуация, относительно удовлетворительная ситуация [12, 37].

Методика проведения обследования места аварийного падения ракеты-носителя (МБР) (разработана Федеральным космическим агентством в сотрудничестве с НИЦ «Ғарыш-Экология», согласована с МООС РК и Национальным космическим агентством РК, 2010) рассматривается в качестве базового документа для разработки методических подходов к оценке последствий аварийных падений РКН для окружающей среды. В этом документе представлен «…примерный перечень и последовательность проведения работ, необходимых для обеспечения безопасности населения и ликвидаторов последствий аварии, определения порядка ликвидации последствий аварийной ситуации и подсчета размера экологического ущерба, с учетом требований природоохранного законодательства РФ и РК…» (глава 1). В этом документе не представлен порядок взаимодействия ведомств и подразделений РК и РФ в момент аварии, а также в поставарийный период. В корректировке и детализации нуждаются практически все аспекты экологических исследований – от подготовки к выезду в экспедицию до оформления отчетности по результатам обследований мест аварийного падения. В содержание документа необходимо включить рабочие схемы локальных и площадных обследований на местах аварийного падения и в прилегающих населенных пунктах, с учетом современных требований к оперативности выполнения экспедиционных исследований, к объективности оценки аварийной ситуации. Перечень гигиенических нормативов химического загрязнения объектов окружающей среды и методик химического анализа нуждается в обновлении, в

том числе, за счет недавно разработанных гигиенических нормативов «ПДК компонентов жидкого ракетного топлива и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды» (утверждены МНЭ РК 28.02.2015 г., № 168 [26, 38].

В «*Методических рекомендациях по проведению ОВОС в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей*» (утверждены МООС РК 05.08.2011 г., №202-е) для ОВОС по каждой произошедшей в РП ОЧ РН аварии РН, рекомендован сбор информации, характеризующей ее техногенное и экологическое воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Приведен широкий перечень показателей для оценки экологических, социальных и экономических последствий аварии РКН. Тем не менее, в методическом документе отсутствует порядок сбора обработки этой информации (в том числе в экспедиционных условиях) и камеральной обработки собранной информации, нет нормативов и алгоритмов проведения анализа собранных данных [39].

Подводя итоги проведенного анализа существующих методик оценки техногенного воздействия и его негативных последствий на окружающую среду, следует сделать следующие выводы.

1 *Разработанные ранее методики экологического исследования и оценки уровня техногенного загрязнения содержат полезный материал, который необходимо учесть при разработке подходов к экологическому обследованию района аварийного падения.*

2 *Общим недостатком рассмотренных методик является отсутствие порядка взаимодействия ведомств и подразделений, примерных схем отбора проб, конкретных алгоритмов действий при аварии (отбор проб, оценка техногенной нарушенности и уровня загрязнения), критериев и показателей химического загрязнения и нарушенности окружающей среды вследствие аварийного падения РКН, расчетных алгоритмов определения нанесенного ущерба. Следует отметить также наличие в документах ссылок на нормативы, методики и технологии, большая часть которых в настоящее время устарела.*

3 *Для устранения существующих недостатков методологического обеспечения оценок техногенного воздействия РКД, в соответствии с международными и национальными требованиями, необходимо:*

– объединить подходы к проведению экологических, гигиенических и медицинских обследований на местах аварийного падения

РКН и прилегающих территориях, с привлечением практического опыта НИЦ «Ғарыш-Экология», полученного в ходе исследования последствий аварий 2006, 2007 и 2013 гг., с использованием расширенного перечня гигиенических нормативов загрязняющих веществ, в том числе КРТ и продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды;

– разработать порядок взаимодействия ведомств и подразделений РК и РФ в деятельности по совместному обследованию района аварии, прилегающих территорий на всех этапах поставарийных работ (1-4 суток после аварии обследования для выявления очагов техногенных нарушений и загрязнений; 5-10 суток после аварии РКН для уточнения масштабов и объемов загрязнения КРТ и оконтуривания загрязненных участков; несколько месяцев после аварии для детоксикации загрязненного грунта; последующие несколько лет для контроля за процессами восстановления экосистемы и работ по ликвидации аварийных последствий (дополнительная детоксикация, техническая и биологическая рекультивация));

– детально проработать практические подходы к оперативному (визуальному) выявлению очагов техногенной нарушенности экосистемы, с указанием сроков и объемов выполняемых работ, с использованием индикаторов техногенной нарушенности экосистем и современных технологий картографии при оконтуривании загрязненных и нарушенных участков;

– разработать рабочие схемы для совместных (РК и РФ) площадных и локальных эколого-гигиенических обследований и отбора проб объектов окружающей среды, с учетом возможных сценариев развития аварийной ситуации (взрыв с образованием облака; механические и пирогенные нарушения; наземный пролив ракетного топлива (гептил, керосин Т-1) и др.), с примерными площадями исследуемых участков и метражом шагов при отборе проб, с количеством отобранных проб, позволяющим в краткий срок выполнить лабораторный анализ на содержание КРТ;

– разработать рекомендации по выбору эффективных методов химического анализа на присутствие КРТ и продуктов их трансформации в пробах объектов окружающей среды на местах аварийного падения РКН и в прилегающих населенных пунктах; современных и доступных технологий и средств индивидуальной защиты рабочего персонала;

– разработать положения, регламентирующие оперативный отбор и транспортировку полевых образцов, этапов проведения камеральных работ, включая количественный химический анализ отобранных проб почвы,снега, воды, донных отложений и растений; качественный и количественный анализ состояния приземного слоя атмосферного воздуха, почвенно-растительного покрова, водных объектов (поверхностных и грунтовых), диких животных.

4 *Научная новизна вновь разработанных методических подходов заключается в формировании единой нормативно-методической базы для проведения экологических, гигиенических и медицинских обследований в районе аварийного падения РКН. Тем самым, будет создано необходимое обеспечение для проведения своевременных и объективных оценок воздействия аварийных падений РКН на окружающую среду и здоровье населения, что позволит качественно провести работы по реабилитации нарушенных территорий, снять социальную напряженность, возникающую в регионах, прилегающих к территориям аварийного падения РКН по поводу негативного воздействия аварийных последствий для здоровья людей.*

3 АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РКН

Вопросы охраны здоровья населения занимают ведущее место в социальной политике любого государства, являясь, своего рода, барометром социальной стабильности, экономического благополучия, политического равновесия в стране. Законы Республики Казахстан в области обеспечения экологической безопасности основаны на 31 статье Конституции РК 1995 г., в которой указано, что государство ставит целью охрану окружающей среды, благоприятной для жизни и здоровья человека [40].

Согласно ст. 4 Кодекса РК «О здоровье народа и системе здравоохранения» от 18 сентября 2009 г., принципом государственной политики в области здравоохранения является обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, при котором отсутствует вредное воздействие на человека факторов среды обитания, и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности [41].

В соответствии с Экологическим кодексом РК от 9 января 2007 г., благоприятная окружающая среда, – это окружающая среда, состояние которой обеспечивает экологическую безопасность и охрану здоровья населения, сохранение биоразнообразия, предотвращение загрязнения, устойчивое функционирование экологических систем, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов; а экологическая безопасность - состояние защищенности жизненно важных интересов и прав личности, общества и государства от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду [10].

Актуальность проблемы состоит в том, что нештатная ситуация, возникающая при аварийном пуске ракеты-носителя (РН) является чрезвычайной ситуацией, связанной с незапланированным загрязнением окружающей среды и среды обитания компонентами ракетного топлива, зачастую с превышением предельно допустимой концентрации (ПДК), которая может причинить ущерб здоровью населения.

После 2-х аварий РН «Протон» в 1999 г. в рекомендациях Парламентских слушаний 2002 года была отмечена важность

всестороннего исследования проблем влияния деятельности космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения в целях принятия необходимых мер по обеспечению безопасности населения, снижению отрицательного влияния и возмещению ущерба от ракетно-космической деятельности.

Обеспечение безопасности космической деятельности предусмотрено в ст. 27 Закона РК «О космической деятельности» от 06.01.2012 г. - «…Космическая деятельность осуществляется при условии обеспечения охраны здоровья людей и окружающей среды, защищенности имущества физических и юридических лиц…» [34].

Мажилис Парламента Республики Казахстан по результатам Правительственного часа на тему «О ходе создания космической отрасли в Республике Казахстан», состоявшегося 23 июня 2014 г., заслушав и обсудив доклад Председателя Национального космического агентства Республики Казахстан Мусабаева Т.А. «О ходе создания космической отрасли в Республике Казахстан», рекомендовал Правительству Республики «…усилить контроль за соблюдением экологической безопасности, санитарно-эпидемиологического благополучия, а также требований по возмещению вреда здоровью населения, ущерба окружающей среде и имуществу, причиненного в результате запуска ракетносителей и осуществления космической деятельности…».

Качество окружающей среды, как указано в ст.23 Экологического кодекса Республики Казахстан, определяется химическими показателями состояния окружающей среды, в том числе нормативами предельно допустимых концентраций (далее ПДК), ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) химических веществ и другими, установленными в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами [10].

Дальнейшее развитие вышеизложенных принципов нашло отражение в приказах, методических рекомендациях, руководствах. Так, приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 16 марта 2015 г. № 202, в соответствии с подпунктом 30 ст.17 Экологического кодекса РК от 9 января 2007 г. утверждены критерии оценки экологической обстановки территорий. В них предусмотрено:

во-первых, оценка загрязнения воздуха селитебных территорий, основанная на установлении кратности превышения ПДК, с использованием фактических максимально разовых и среднесуточных концентрации за последние несколько лет;

во-вторых, оценивается санитарно-эпидемиологическая ситуация, связанная с рекреационной и питьевой водой централизованного водоснабжения, по степени отклонения от санитарных норм и правил;

в-третьих, исследуется химическое загрязнение почв по показателям химического загрязнения.

Для оценки состояния здоровья населения используются медико-демографические показатели, данные о заболеваемости, детской смертности, медико-генетических нарушениях, специфических и онкологических заболеваниях, которые могут отражать воздействие среды. Медико-демографические показатели по экологически неблагоприятным территориям сравниваются с аналогичными показателями на контрольных (фоновых) территориях в этих же климато-географических зонах. В качестве таких контрольных (фоновых) территорий принимаются населенные пункты или их отдельные части, на которых имеются аналогичные социально-экономические условия проживания, благоприятная экологическая ситуация, отсутствуют факторы, воздействующие на качество окружающей среды.

Приказ Министра здравоохранения РК от 9 сентября 2010 г. №704 утверждает правила организации скрининга. Приказом МЗ РК от 10 ноября 2009 г. №685 утверждены правила проведения профилактических медицинских осмотров целевых групп населения. Эти приказы являются основной формирования планов проведения медицинских осмотров в текущих и мониторинговых исследованиях.

На основе этих нормативных материалов разработан ряд технических и методических документов:

– Разработка профилактических мероприятий по предупреждению отрицательного влияния факторов среды обитания, связанных с запуском ракет-носителей на здоровье населения (2004 г.);

– Современные методические подходы по проведению социально-гигиенического мониторинга в зоне воздействия запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» (2006 г.);

– Методические рекомендации по проведению социально-гигиенического мониторинга населенных пунктов, прилегающих к территориям, подверженным воздействию космодрома «Байконур» и улучшению здоровья населения (2008 г.);

– Порядок и объем медицинских исследований в районах аварийного падения ракет-носителей (2009 г.)

– Стандарт организации. Алгоритм скрининга здоровья взрослого населения на территориях воздействия ракетно-космической деятельности: утвержден и введен в действие НТС РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» от 08.06.2015 г. № 04. - СТ БИН РГП 03-2015.

– Стандарт организации. Опросник качества жизни для населения территорий воздействия ракетно-космической деятельности: утверждена и введена в действие вторая редакция НТС РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» от 11.06.2018 г. № 2. - СТ БИН РГП 02-2018.

– ПДК компонентов жидкого ракетного топлива и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды: утверждены Приказом МНЭ РК № 168 от 28.02.2015 г.

Эти методические пособия были созданы в целях совершенствования системы экологического нормирования космической деятельности РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» Аэрокосмического комитета МИР РК.

Эффективность, разработанной нормативно-методической документации заключается в следующем.

1. Соответствуют современным требованиям социально-гигиенических исследований.

2. Используются преимущественно для мониторинга воздействия РКД на СО и ЗН в условиях штатного режима эксплуатации РКТ при:

- установлении качественно-количественных характеристик загрязнения КРТ среды обитания;

- выявлении источников воздействия при определении техногенных и природных факторов среды обитания и удельного веса ("вклада") источников в загрязнение;

- установлении основных путей поступления токсических веществ, уровней их воздействия на организм;

- определении сопутствующих неблагоприятных социально-значимых факторов;

- районировании территорий по зонам опасности с определением территорий наибольшего риска

- проведении эпидемиологических и клинико-гигиенических. оценок состояния здоровья населения для определения перечня «индикаторных» для данной территории болезней;

- идентификации «групп риска»;

- выявлении специфических и характерных показателей

изменения состояния здоровья в углубленных индивидуальных клинических обследованиях;

- установлении причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и приоритетными факторами, включая фоновое химическое загрязнение, содержание КРТ в объектах окружающей среды.

В рамках республиканской бюджетной программы «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» разработаны 9 гигиенических нормативов: на ракетный керосин (Т-1) и продукты трансформации гептила в почве: нитрозодиметиламин, гидразин, метилгидразин, тетраметилтетразена, диметиламин, триметиламин, диметилформамид, 1-метил-1,2,4 триазол) и включены в регистр нормативно правовых актов РК. Нормативы утверждены Приказ Министерства национальной экономики РК № 168 от 28.02.2015 г.

Разработанные ранее методологические подходы к оценке гигиенической и медицинской ситуации на территориях, подверженных воздействию РКД, соответствуют современным требованиям.

В то же время эти методические рекомендации и стандарты, главным образом, освещают вопросы и задачи комплексной санитарно-эпидемиологической и экологической оценки населенных мест при проведении мониторинга в условиях штатного режима РКД.

Вышеизложенное явилось основанием для разработки методических рекомендаций по комплексной оценке воздействия аварийных падений ракет-носителей на среду обитания и здоровье населения, как для ситуации, развивающейся непосредственно после аварии, так и для отдаленных последствий этих аварий с учетом новых гигиенических нормативов, стандартов организации по оценке качества жизни, скринингового и углубленного медицинского обследования состояния здоровья населения и его психологического состояния [34].

При авариях ракет-носителей наибольшую опасность представляет химическое загрязнение окружающей среды, связанное с проливом ракетного топлива, в частности, наиболее токсичного несимметричного диметилгидразина (НДМГ) и его окислителя – тетраоксида азота. Существует вероятность и других угроз: механическое загрязнение окружающей среды обломками РН, инфразвуковое и тепловое воздействие, обусловленное

падением частей РН и пожарами, связанными с возгоранием топлива. Особый вид воздействия связан с психоэмоциональным фактором - причины социально-психологической напряженности.

Авария – это нештатная ситуация в технологии предпусковых и пусковых работ с превышением допустимых воздействий на персонал и окружающую среду.

В научной литературе показано, что проживание на территориях, прилегающих к РП отделяющихся частей РН (ОЧ РН) в штатном режиме, является фактором риска воздействия и возможного попадания в организм человека НДМГ. Так, загрязненная компонентами ракетного топлива (КРТ) почва может быть источником попадания их в грунтовые и поверхностные воды, растительность, в организм домашних и диких животных и, в конечном итоге, через звенья пищевой цепочки – в организм человека. Однако наиболее вероятен путь поступления КРТ в организм человека с вдыхаемым воздухом, если последний насыщен его парами.

Высокий риск неблагоприятного воздействия на человека КРТ при авариях требует всестороннего обследования населения и оценки медико-экологической ситуации унифицированными и специфическими методами.

В республике накоплен опыт ликвидации последствий аварийных ситуаций. Вместе с тем, анализ этой деятельности показывает, что до настоящего времени не разработана система оценки последствий аварий РН для здоровья населения, как в момент аварии, так и в отделенные периоды.

При разработке методологических подходов к проведению оперативных гигиенических и медицинских обследований должны быть учтены нормативные правовые акты, а также межправительственные соглашения Республики Казахстан и Российской Федерации в области экологической безопасности РКД.

Для ситуаций, возникающих сразу после аварии РКН, и при мониторинге последствий воздействия аварийных ситуаций сформулированы подходы и приемы:

- оценки медико-экологической ситуации при авариях ракетносителей, включая фактическую и потенциальную опасность химической нагрузки на среду обитания населения и риски для здоровья, и последующему мониторингу для выявления отдаленных последствий;

- оценки опасности химического загрязнения различных

объектов окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, вода водоемов, почва) и их отдаленных последствий;

- установления качественно-количественных характеристик загрязнения КРТ среды обитания;

- выявления источников техногенного и природного загрязнения;

- установления основных путей поступления токсических веществ, уровней их воздействия на организм;

- районирования по зонам опасности с определением территорий наибольшего риска.

Эпидемиологическая и клинико-лабораторная оценка состояния здоровья населения на наблюдаемых и контрольных территориях после аварии основывалась на проведении:

- анализа медико-демографической ситуации, по данным официальной статистики, до и после аварии, включая определение перечня приоритетных болезней для отдельных возрастных групп на данной территории до аварии; выявление психосоматических заболеваний, связанных со стрессом в результате аварии;

- медико-психологического обследования населения сразу после аварии для выявления лиц с психосоматическими расстройствами в результате аварии;

Таким образом, алгоритм гигиенических и медицинских обследований в ближайшей и отдаленной перспективе, включающий разработку принципов мониторинга и контроля состояния здоровья людей, подвергшихся воздействию аварий РКН, организацию и проведение мониторинга их здоровья, должен быть направлен на решение проблемы объективной оценки ситуации и сохранения здоровья людей. Основой для разработки данных методологических подходов послужили результаты комплексных исследований общественного здоровья жителей территорий, прилегающих к районам аварийных падений РН «Протон» в 1999, 2007 и 2013 гг. и РКН МБР РС-20 в 2006 г. [4-6, 43-45].

Контроль состояния среды обитания и здоровья населения, проживающего на территориях, прилегающих к зоне аварийной ситуации при пусках РКН с космодрома Байконур, всегда являлся актуальной задачей гигиенических исследований. Проблема особо актуальна в период оценки аварийных ситуаций при осуществлении пусков РН.

Авария при пуске РН - это событие, которое могло привести или привело к незапланированному воздействию неблагоприят-

ных факторов аварии на окружающую среду, в первую очередь, к загрязнению ее КРТ, зачастую с превышением величин, регламентированных нормативными документами.

Сценарии или типы аварийных ситуаций предусматривают непосредственное (на территории селитебной зоны) и опосредованное вредное воздействие проживающих там жителей, в случае падения РН вне населенного пункта. В первом случае, аварийное падение частей РН, связанное с ним загрязнение среды обитания и отклонения в состоянии здоровья, безусловно, принесут наибольший вред, так как могут привести к разрушениям, пожарам химическому загрязнению объектов среды обитания и т.д.

Однако, опасность при опосредованном воздействии, связанная с воздушным переносом КРТ с места аварии ракеты на населенные пункты, оказавшиеся в следе продвижения пылегазового облака, также велика, как и в первом случае. При этом, бесспорным считается тот факт, что на развивающуюся аварийную ситуацию влияют тип аварии и технические характеристики ракеты, характер разрушений в среде обитания при выпадении обломков, возможные объемы пролитого и несгоревшего ракетного топлива, характер очага поражения, сложившиеся архитектурно-строительные решения населенных пунктов в месте аварии, форма ведения хозяйства в них, наличие на территории производственных объектов, аварийные разрушения которых могут нанести дополнительный вред и т.д.

В тоже время, даже при отсутствии химического загрязнения население испытывает психоэмоциональное напряжение от аварийного падения РН.

В предыдущие годы НИЦ «Ґарыш-Экология» подготовлен ряд методических рекомендаций по гигиенической и медицинской оценке влияния штатных и аварийных ситуаций на окружающую среду и здоровье населения.

Вместе с тем до настоящего времени вопрос подхода к проведению медицинских обследований ситуации непосредственно после аварии разработан недостаточно полно. Получение информации о гигиенической ситуации и о состоянии здоровья жителей населенных пунктов, подверженных воздействию аварийной ситуации, сопряжено с целым рядом проблем, среди которых следует назвать:

- отсутствие научной концепции оценки аварийной ситуации на разных стадиях ее развития;

- недостаточность методического материала и данных официальной медицинской статистики для адекватного контроля среды обитания и здоровья населения;

- недостаточность данных научной литературы, освещающей подходы к проведению оперативного анализа и прогноза развития аварийной ситуации;

- отставание материально-технической базы для контроля здоровья пострадавшего в период аварии населения от потребностей современного периода.

Поэтому разработка алгоритма социально-гигиенических исследований при оценке аварийной ситуации непосредственно после аварийного падения РН явилась актуальной задачей.

Должны совершенствоваться:

- методические подходы к проведению социально-гигиенических исследований по оценке состояния объектов среды обитания и здоровья населения;

- оценка риска здоровью населения;

- выявление санитарных потерь и идентификация их с факторами воздействия при аварии;

- достоверность полученных результатов исследований, которая достигается путем статистического анализа и математической обработки полученных данных и возможность прогнозирования развития событий.

4 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ О ПОСЛЕДСТВИЯХ АВАРИЙНЫХ ПАДЕНИЙ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В данном разделе монографии приведены материалы подробного анализа результатов обследований и ликвидации экологических последствий аварийного падения РКН МБР РС-20 (27.07.2006 г.) в Кармакшинском районе Кызылординской области, РН «Протон-М» (06.09.2007 г.) в Улытауском районе Карагандинской области и РН «Протон-М» (02.07.2013 г.) в позиционном районе космодрома «Байконур», представленных в отчетах [4-6, 46-53].

4.1 Оценка экологических последствий аварии МБР РС-20 27.07.2006 г. в Кармакшинском районе Кызылординской области

Место падения связки из первой и второй ступеней МБР РС-20 (большая воронка). 26 июля 2006 г. в 23:43:05 по времени Москвы при пуске с космодрома «Байконур» ракеты РС-20 «Днепр» с группой космических аппаратов на 73 секунде полета возникла аварийная ситуация. В момент подачи команды аварийного выключения двигателя РКН РС-20 находилась на высоте 23,34 км, в ней находились остатки компонентов топлива - 26,9 т горючего, 69,1 т окислителя [46, 47].

В качестве горючего в РКН данного класса использован несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил), окислителя – азотный тетраоксид (АТ) – вещества первого и второго класса опасности, ряд продуктов их разложения и трансформации относятся к канцерогенным веществам (например, нитрозодиметиламин) или являются первоисточниками их образования (например, нитраты).

После отключения двигателей разрушился головной обтекатель, отдельные его фрагменты приземлились на удалении 45 км от места старта. Затем произошел отрыв от ракеты космической головной части, которая приземлилась на удалении 90 км от места старта. Падение связки из первой и второй ступеней произошло на удалении 150 км от места старта. В результате удара о землю произошли самовоспламенение и взрыв имевшихся в баках компонентов ракетного топлива, а также разлет отдельных фрагментов конструкции ракеты. Непрореагировавшие остатки КРТ аэрогенно рассеялись на прилегающих участках местности. На

месте аварийного падения в результате взрыва образовалась воронка диаметром 50 м, глубиной 15 м. Высота бруствера около 2,5 м [47, 48].

Место падения связки из первой и второй ступеней МБР РС-20 (большая воронка) расположено в северной части пустыни Кызылкум в 130 км юго-западнее космодрома «Байконур», в 35,5 км юго-западнее поселка Комекбаев (Жанакала), 43 км юго-западнее поселка Куандарья, в 32 км севернее поселка Тогай, в урочище Келиншек [48].

Место падения расположено на такыровидной равнине, с восточной стороны которой на расстоянии около 1 км находятся небольшие возвышенности (барханы). В результате воздействия ударной волны отмечены механические повреждения поверхности почвы и ее разброс с места падения в радиусе до 500 м.

Очагов возгорания растительности за пределами воронки не обнаружено. Повреждение растительности (саксаула) выявлено на удалении: до 100 м от воронки (растения полностью уничтожены взрывной волной, т.е. обломаны на уровне корневой шейки); до 300 м от воронки прослеживаются механические повреждения стволов и веток саксаула взрывной волной; до 1 км обнаруживаются растения с полностью отмершими органами фотосинтеза.

Обнаруженные основные фрагменты ракеты РС-20 располагались на площади с радиусом примерно 400-500 м. Отдельные мелкие фрагменты были разбросаны на расстоянии до 800-900 м от центра воронки [48].

28 июля ФГУП «НПО Машиностроения» проведен мониторинг места падения аварийной ракеты РС-20 с помощью экспресс-методов, которые характеризуются недостаточной точностью и слабой селективностью. Отобраны 18 проб поверхностного слоя почвы и на глубине 0,1-0,2 м от центра воронки до 150 м от нее на северо-запад и юго-восток, т.е. по направлению ветра в моменты до и после аварии. Экспресс-анализ с использованием индикаторных порошков (метод Марасановой) выявил превышение предельно допустимого уровня содержания в почве несимметричного диметилгидразина ((2-10 ПДУ НДМГ) на глубине 0,1 м в центре кратера и на расстоянии 40 м на восток от него. Анализ результатов экспресс-метода показал, что на удалении от центра воронки на расстояние 50-150 м уровень загрязнения грунта НДМГ не превышает предельно допустимых значений. На расстоянии свыше 1 км данный НДМГ не был обнаружен.

Фотоколориметрическим методом в почве определено присутствие 2,0-22,8 мг/кг НДМГ (20-228 ПДК$_{НДМГ}$=0,1 мг/кг) в 7 пробах из 18 (41,2%) не далее 50 м от воронки. Работы по анализу проводились ЛЭМ НПО Маш [48].

29 июля для детального исследования площади загрязнения в месте падения первой и второй ступеней ракеты РС-20 (большая воронка) и на прилегающей территории совместными рабочими группами проведены работы по экологическому обследованию территории и отбору проб почвы. Всего было отобрано 33 пробы поверхностного слоя почвы (0-25 см) на расстояниях 100, 200, 300, 500, 1000 м по 4 румбам (север, юг, запад, восток) от эпицентра воронки (20 проб), в эпицентре воронки (3 пробы), с южной части бруствера (1 проба), а также обследованы северная часть бруствера по 4 румбам (запад, север, восток и юг) на расстоянии 5 и 25 м от нее (9 проб).

Работы по анализу проводились аналитическими лабораториями (АЛ) ДГП «Инфракос-Экос», ДГП «ЦФХМА», лабораторией экологического мониторинга (ЛЭМ) ФГУП «НПО машиностроения» (НПО Маш) [48].

НДМГ. Фотоколориметрическим методом АЛ ДГП «Инфракос-Экос» обнаружено 0,19 мг/кг НДМГ (1,9 ПДК) в одной пробе почвы, отобранной в 25 м на запад от края бруствера воронки. Методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрометрическим детектированием АЛ ДГП «ЦХФМА» в этой пробе установлено содержание НДМГ в пределах ПДК (0,1 мг/кг).

Фотоколориметрическим методом ЛЭМ НПО Маш обнаружено наличие НДМГ в 12-ти пробах, в 2-х из которых определено превышение ПДК (на расстоянии 25 м на запад от бруствера воронки - 0,65 мг/кг и на расстоянии 25 м на юг от северной части бруствера - 0,29 мг/кг. Метод ионной хроматографии с амперометрическим детектированием подтвердил превышение ПДК только в одной точке, в 25 м на запад от края бруствера воронки (0,5 мг/кг).

АЛ ДГП «Инфракос-Экос» фотоколориметрическим методом в 9-ти пробах почвы (25,71%) НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности (0,02 мг/кг суховоздушной пробы) методики выполнения измерений (МВИ). В остальных 25-ти пробах почвы (71,43%) НДМГ обнаружено 0,022-0,064 мг/кг НДМГ (менее ПДК) [48].

Нитрат-ионы. АЛ ДГП «Инфракос-Экос» проведен анализ проб почвы на содержание нитрат-ионов по ГОСТ 26951-86. В 11-ти пробах (31,4%) обнаружено 1,05-27,06 ПДК нитрат-ионов

(ПДК=130 мг/кг). Максимальный уровень загрязнения отмечен в пробе почвы, отобранной в эпицентре воронки. В непосредственной близости от края воронки, в 6-ти пробах почвы, отобранных по периметру обнаружено 1,05-6,45 ПДК нитрат-ионов.

Нитрат-ионы в пробах почвы обнаружены ЛЭМ НПО Маш с помощью метода ионной хроматографии с кондуктометрическим детектированием. Содержание нитрат-ионов превысило ПДК в 13 пробах почвы (1 602,22-9 565,8 мг/кг в эпицентре воронки, 181,19-1 507,7 мг/кг в ее окрестностях). Таким образом, из 33 проб почвы, отобранных на большой воронке, количество проб с превышением ПДК составило 37%.

Нитрит-ионы в пробах почвы определены ЛЭМ НПО Маш с помощью метода ионной хроматографии с кондуктометрическим детектированием. В 3-х пробах почвы содержание нитрит-ионов не обнаружено (в пределах чувствительности метода =0,1 мг/кг). В 25-ти пробах почвы выявлено 0,1-100 мг/кг нитрит-ионов, в 5-ти пробах – 100-185,34 мг/кг. Наибольшие концентрации нитрит-ионов определены в эпицентре воронки, в южной части бруствера воронки и в 5 м на восток от края бруствера.

Показатель pH почвы в исследованных пробах почвы варьировал в пределах допустимого уровня и соответствовал щелочной реакции – pH 7,7-9,33 (данные АЛ «ДГП «Инфракос-Экос»), pH 7,55-10,5 (данные АЛ ДГП «ЦФХМА» по ГОСТ 26423-85), pH 8,13-9,78 (данные ЛЭМ НПОМаш) [3].

Таким образом, загрязнение, выявленное на месте падения связки из первой и второй ступеней МБР РС-20 (большая воронка) с превышением ПДК НДМГ в почве сосредоточено в радиусе 150 м от эпицентра места аварии (рисунок 7).

1 августа выполнены работы по бурению грунта в центре воронки и отбору проб почвы по глубине с участием представителей ДГП «Инфракос-Экос», ФГУП «НПО Машиностроения», Кызылординского областного территориального управления охраны окружающей среды. Отобрано 11 проб почвы в центре воронки на глубинах от 0,2 до 2,2 м, с шагом 0,2 м с целью изучения распределения загрязнения почвы в центре большой воронки по ее глубине.

Кроме того, отобраны 4 пробы растений по 4 сторонам света, на расстоянии 100 м от края воронки. Работы по анализу проводились АЛ ДГП «Инфракос-Экос», АЛ ДГП ЦФХМА», ЛЭМ НПОМаш [48].

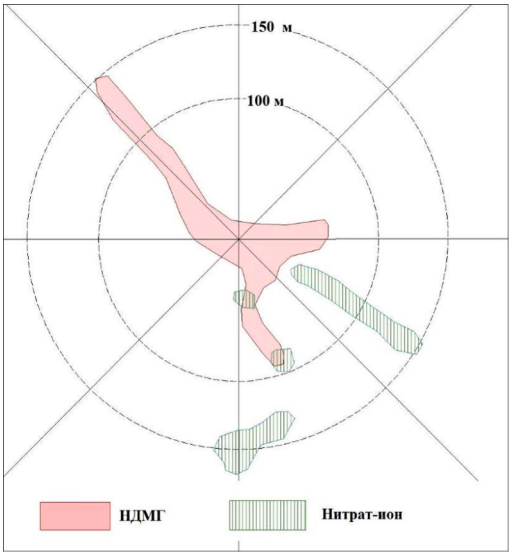

Рисунок 7 – Выявленное загрязнение почвенного покрова НДМГ и нитратами с превышением ПДК на месте падения связки из первой и второй ступеней МБР РС-20 (большая воронка) 28-29.07.2006 г.

НДМГ. Фотоколориметрическим методом АЛ ДГП «Инфракос-Экос» превышений ПДК НДМГ не выявлено. В 5-ти пробах почвы, отобранных с глубин 40-180 см (45,45%) обнаружено 0,023-0,059 мг/кг НДМГ (менее ПДК=0,1 мг/кг). В 6-ти пробах почвы, отобранных на глубине до 220 см, НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности МВИ.

Проведенный ЛЭМ НПО Маш анализ с помощью фотоколориметрического метода выявил до 1,5 ПДК НДМГ в 2-х пробах почвы, отобранных на глубинах 40 см и 60 см. В центре взрывной воронки в почве выявлено присутствие НДМГ (менее ПДК) в поверхностном слое почвы и на глубинах 0,2-1,2 м. С применением метода ионной хроматографии с амперометрическим детектированием НДМГ не обнаружен [3].

Нитрат-ионы. По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос» 1,23-9,35 ПДК нитрат-ионов обнаружено в 7-ми пробах почвы, отобранных на глубине до 160 см (63,64%). Максимальное загрязнение нитрат-ионами (до 9,35 ПДК) отмечается в пробе, отобранной в

верхнем слое почвы (0-20 см) в центре воронки. В 4-х пробах почвы, отобранных на глубинах 80, 180, 200, 220 см концентрация нитрат-иона составляет менее ПДК.

ЛЭМ НПО Маш, с помощью метода ионной хроматографии с кондуктометрическим детектированием выявлено 1,9-23,44 ПДК (258,1-3047,21 мг/кг нитрат-ионов) в 7-ми пробах почвы. Максимальное загрязнение – 23,44 ПДК обнаружено в центре воронки, в пробе, отобранной из верхнего слоя почвы (0-20 см).

Нитрит-ионы. По результатам анализа ЛЭМ НПО Маш, концентрация нитрит-ионов в пробах почвы составила 0,33-108,46 мг/кг. Наибольшая концентрация нитрит-иона выявлена в пробе почвы, отобранной из верхнего слоя почвы (0-20 см) в центре воронки.

Показатель pH почвы во всех проанализированных пробах находится в пределах допустимого уровня: pH 9,09-9,97 (данные АЛ ДГП «Инфракос-Экос»), pH 8,46-9,50 (данные ЛЭМ НПО Маш).

НДМГ в 4-х пробах растений не обнаружен в пределах чувствительности использованных методов анализа (ЛЭМ НПО Маш с помощью метода ионной хроматографии с амперометрическим детектированием, АЛ ДГП «Инфракос-Экос» - метода фотоколориметрии) [48].

10 августа было продолжено исследование грунта и растительности, с целью завершения оконтуривания зоны возможного аэрогенного оседания гептила, поступившего с места аварийного падения связки 1-й и 2-й ступеней РКН РС-20 по направлению ветра в момент аварии.

Отобрано 39 проб почвы:

- 16 проб поверхностного слоя почвы на расстояниях 20, 50, 70, 100, 200, 300, 500, 1 000, 2 000, 3 000, 5 000, 10 000, 20 000, 30 000, 40 000, 50 000 м в юго-восточном направлении от места падения 1-й ступени;
- 16 проб отобрано из шурфа в центре воронки на глубине 150-300 см с шагом в 10 см от уровня дна воронки;
- 7 проб из шурфа на южном склоне воронки на глубине 30-100 см, с шагом 10 см.

Отобрано 13 проб растительности, на удалении 100, 200, 300, 500, 1 000, 2 000, 3 000, 5 000, 10 000, 20 000, 30 000, 40 000, 50 000 м на юго-восток от места падения связки 1-й и 2-й ступеней.

Работы по анализу проведены АЛ ДГП «Инфракос-Экос», АЛ ДГП «ЦФХМА», ЛЭМ НПО Маш и лабораторией «ЦЭНКИКОМ» [48].

НДМГ. Согласно данным ЛЭМ НПО Маш, с помощью фотоколориметрического метода обнаружено превышение ПДК *НДМГ* (0,12 мг/кг) в одной пробе почвы, отобранной на расстоянии 20 м на юго-восток от места падения связки 1-й и 2-й ступеней. С помощью метода ионной хроматографии с амперометрическим детектированием ни в одной пробе почвы НДМГ не обнаружен (в пределах чувствительности метода).

По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос», с помощью фотоколориметрического метода в 37,78% от общего количества проб почвы выявлено 0,021-0,055 мг/кг НДМГ (0,21-0,55 ПДК). В остальных 62,22% проб почвы НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности МВИ.

Анализ указанных проб почвы фотоколориметрическим методом на содержание НДМГ выявил следующее [48].

1) В 16-ти пробах почвы, отобранных по направлению ветра (юго-восток) в день аварии от края воронки до 50 км:

- 0,021-0,033 мг/кг НДМГ (0,21-0,33 ПДК) в 4-х пробах почвы (25% проб), отобранных на расстоянии 70 м, 200 м, 2 км, 3 км;
- НДМГ не обнаружен в пробах почвы, отобранных на расстоянии 5 км, 10 км, 20 км, 30 км, 40 км, 50 км.

2) В 14-ти пробах почвы, отобранных в центре воронки на глубинах 160-300 см с шагом 10 см от уровня дна воронки:

- НДМГ обнаружен (фотоколориметрическим методом) в концентрациях 0,023-0,043 мг/кг (0,23-0,43 ПДК) в 5-ти пробах почвы (35,71%), отобранных в центре воронки на глубине 160-170 см, 190-200 см, 220-230 см, 250-260 см, 290-300 см, с наибольшим содержанием (0,043 мг/кг и 0,037 мг/кг), обнаруженных на глубинах 190-200 см и 160-170 см;
- НДМГ не обнаружен в указанных выше 5-ти пробах при помощи метода ионной хроматографии.

3) В 4-х пробах почвы, отобранных с внутренней стороны южного склона воронки на глубинах 30-100 см:

- 0,027-0,041 мг/кг НДМГ (0,27-0,41 ПДК), с наибольшей концентрацией в пробе почвы, отобранной на глубине 90-100 см.

АЛ ДГП «ЦФХМА» проанализированы 16 проб почвы, отобранные по направлению ветра (юго-восток) в день аварии от края воронки до 50 км. НДМГ не обнаружен во всех указанных пробах почвы методом обращено-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием.

Нитрат-ионы. По данным ЛЭМ НПО Маш содержание

нитрат-ионов превышает ПДК (=130 мг/кг) в 10-ти пробах почвы (181-1 357 мг/кг). По данным аналитической лаборатории «ЦЭНКИКОМ» концентрация нитрат-ионов превышает ПДК в 27-ти пробах (189,9-3689,8 мг/кг).

АЛ ДГП «Инфракос-Экос» выявлено 1,28-4,65 ПДК нитрат-ионов в 6-ти пробах почвы, отобранных в центре воронки и в восточной, западной, северной и южной частях бруствера воронки, с максимальным загрязнением нитрат-ионами в пробе почвы с восточной части бруствера.

АЛ ДГП «ЦФХМА» обнаружено 1,4-3 407 мг/кг нитрат-ионов (до 26,2 ПДК нитрат-ионов в одной пробе почвы).

НДМГ не обнаружен во всех 13 пробах растений, в пределах чувствительности использованных методов ионной хроматографии с амперометрическим детектированием и метода фотоколориметрии [48].

27 августа на расстоянии 10 м от места падения связки 1-й и 2-й ступеней РС-20 проведена оценка влияния аварии на состояние подземных вод. Было отобрано 30 точечных объединенных проб грунта с шагом 1 м с глубины 1-30 м и 1 точечная проба воды с водоносного горизонта на глубине 19,7 м.

Работы по анализу проведены АЛ ДГП «Инфракос-Экос», АЛ ДГП «ЦФХМА», ЛЭМ НПО Маш и лабораторией ЦЭНКИКОМ.

Метод ионной хроматографии с амперометрическим детектированием не обнаружил НДМГ ни в одной пробе почвы в пределах чувствительности метода (ЛЭМ НПОМаш, лаборатория «ЦЭНКИКОМ») [48].

Фотоколориметрический метод в 5-ти пробах почвы не обнаружил НДМГ в пределах чувствительности метода. В остальных пробах выявлено ниже ПДК НДМГ (0,02-0,055 мг/кг) (АЛ ДГП «Инфракос-Экос»).

Метод обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием не обнаружил ни в одной пробе почвы НДМГ в пределах чувствительности метода анализа (АЛ ДГП «ЦФХМА»).

Нитрат-ионы. До 1,39-1,8 ПДК выявлено в двух пробах почвы (данные АЛ ДГП «Инфракос-Экос»).

НДМГ не обнаружен в пробе воды, в пределах чувствительности использованных методов анализа: ионной хроматографии с вольтамперометрическим детектированием и обращено-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием [48].

Место падения части головного обтекателя и космических аппаратов МБР РС-20 (малая воронка) расположено в 49 км юго-западнее г. Байконыр и в 35 км севернее поселка Комекбаев (Жанакала).

На месте удара о землю образовалась воронка глубиной до 1 м, диаметром до 4-5 м. Место аварийного падения части головного обтекателя и космических аппаратов РС-20 расположено на плоской равнине с небольшим понижением. Вокруг воронки в радиусе до 10 м разбросаны мелкие пылевидные фракции земли. На поверхности южной половины воронки и разброса пылевидной почвы наблюдалось отклонение окраски почвы от естественной. Прохождение человеком с подветренной (западной) стороны воронки сопровождалось пылевой взвесью и слабым запахом НДМГ. Вокруг воронки, в диаметре до 1 000 м разбросаны разрушившиеся детали головного обтекателя и космических аппаратов. Очагов возгорания растительности не обнаружено [48].

10 августа проведено обследование в месте аварийного падения головного обтекателя и космических аппаратов с отбором проб почвы в воронке, образцов почвы и растений в восточном и западном направлении от центра воронки.

От Казахстанской стороны участвовали представители Кызылординского областного территориального управления охраны окружающей среды, ДГП «Инфракос-Экос» и ДГП «ЦХФМА», Института почвоведения МСХ РК, Института зоологии МОН РК, Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК, АО «Биомедпрепарат-инижиниринговый центр». От Российской стороны в отборе проб принимали участие представители ФГУП «НПО Машиностроения», филиала ФГУП «ЦЭНКИ» «ЦЭНКИКОМ».

Общее количество отобранных проб почвы составило 18 (2 пробы в центре воронки на глубине 20–40 см и 16 проб поверхностного слоя почвы на расстояниях 20, 50, 100 м по 4 сторонам света от центра воронки и на ее краях). Отобрано 6 проб растительности на удалении 20, 50, 100 м на восток и на запад от воронки.

Работы по анализу отобранных проб проведены ЛЭМ НПОМаш, лабораторией ЦЭНКИКОМ, АЛ ДГП «Инфракос-Экос», АЛ ДГП «ЦФХМА» [48].

НДМГ. Фотоколориметрический метод показал превышение ПДК НДМГ в почве на восточном крае воронки (12,24 мг/кг) и в 100 м на запад от нее (0,13 мг/кг). ЛЭМ НПО Маш методом ионной

хроматографии с амперометрическим детектированием обнаружено 0,11 мг/кг НДМГ в центре воронки на глубине 40 см, 2,51 мг/кг НДМГ на ее восточном крае. Лабораторией филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «ЦЭНКИКОМ» методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием выявлено 6,42 мг/кг НДМГ в одной пробе на восточной части бруствера воронки. АЛ ДГП «Инфракос-Экос» в этой же пробе почвы фотоколориметрическим методом обнаружено 5,09 мг/кг НДМГ, а методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием - 6,10 мг/кг НДМГ. Одновременно на хроматограммах идентифицировано присутствие гидразина и метилгидразина. В этой же пробе почвы АЛ ДГП «ЦФХМА» методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием выявлено 11,1 мг/кг НДМГ. В остальных пробах почвы НДМГ не обнаружен.

АЛ ДГП «Инфракос-Экос» обнаружено (фотоколориметрический метод) 0,02-0,045 мг/кг НДМГ в 5-ти пробах почвы, отобранных на северном и западном брустверах воронки и на расстоянии 50 м на север и запад, 100 м на восток от центра воронки. В остальных 12-ти пробах почвы НДМГ не выявлен.

Нитрат-ионы. По данным ЛЭМ НПО Маш, превышение ПДК нитрат-ионов (135,5-20 195,1 мг/кг) обнаружено в 10 пробах почвы. По данным лаборатории филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «ЦЭНКИКОМ» превышение ПДК нитрат-ионов (146,1-21 596,6 мг/кг) выявлено в 7 пробах. Анализ проведен с помощью метода ионной хроматографии с кондуктометрическим детектированием [48].

По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос», 1,98-7,74 ПДК нитрат-ионов обнаружено в 6-ти пробах почвы, отобранных в центре, восточной, западной, северной и южной частях бруствера воронки. Максимальное содержание нитрат-иона определено в пробе почвы, отобранной в восточной части бруствера.

АЛ ДГП «ЦФХМА» не установлено превышение ПДК по нитрат-ионам (2,2-111 мг/кг).

Таким образом, выявленное загрязнение на месте падения части головного обтекателя и космических аппаратов МБР РС-20 с превышением ПДК для НДМГ сосредоточено в радиусе 100 м от эпицентра места аварии и характеризуется локальным точечным загрязнением (рисунок 8).

Анализы проб *растений* с помощью фотоколориметрического метода (АЛ ДГП «Инфракос-Экос») и метода ионной хроматог-

рафии с амперометрическим детектированием (ЛЭМ НПО Маш) не выявили наличия НДМГ ни в одной пробе растений [48].

26 августа проведена оценка влияния аварии РКН на состояние подземных вод, на расстоянии 10 м от места падения части головного обтекателя и космических аппаратов МБР РС-20. При бурении скважины было отобрано 16 проб грунта (с шагом 1 м с глубины 1-16 м) и одна проба воды с водоносного горизонта на глубине 12 м.

Работы по анализу отобранных образцов грунта проведены АЛ ДГП «Инфракос-Экос», АЛ ДГП «ЦФХМА», ЛЭМ НПО Маш, лабораторией «ЦЭНКИКОМ».

По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос», в 9-ти пробах почвы НДМГ не обнаружен, в пределах чувствительности использованного метода фотоколориметрии. В остальных образцах выявлено 0,02-0,045 мг/кг НДМГ (ниже ПДК=0,1 мг/кг).

По данным АЛ ДГП «ЦФХМА», НДМГ не обнаружен ни в одной пробе почвы в пределах чувствительности использованного метода обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием [48].

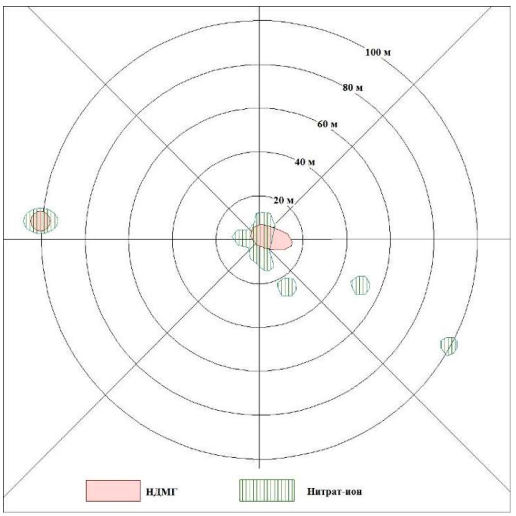

Рисунок 8 - Выявленное загрязнение почвенного покрова НДМГ и нитрат-ионом с превышением ПДК на месте падения части головного обтекателя и космических аппаратов МБР РС-20

По данным ЛЭМ НПО Маш, лаборатории филиала ФГУП «ЦЭНКИ» «ЦЭНКИКОМ», НДМГ не обнаружен ни в одной пробе почвы в пределах чувствительности использованного метода ионной хроматографии с амперометрическим детектированием.

Превышения ПДК по *нитрат-ионам* в почве не обнаружены.

НДМГ не обнаружен в пробе воды в пределах чувствительности использованных методов ионной хроматографии с вольтамперометрическим детектированием и обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием [48].

Осмотрены места падения конуса и 1-й и 2-й створок головного обтекателя, расположенные к северо-северо-востоку от малой воронки на расстоянии 54-60 км. Конус головного обтекателя (ГО) упал целиком. На месте удара о землю нарушение почвенного и растительного покрова не наблюдалось. Место падения конуса головного обтекателя расположено на такыровидной равнине с уклоном на север 5-8°. Очагов возгорания растительности не обнаружено.

На месте удара о землю створок головного обтекателя нарушение почвенного и растительного покрова не установлено. Места падения створок расположены на песчаных почвах холмистой равнины. Не выявлены очаги возгорания растительности на месте падения первой створки [48].

В 100 м на северо-запад от места падения второй створки на небольшой возвышенности обнаружены следы термического воздействия – обугленная трава и поверхность почвы. На площадке размером 32 м×30 м выявлены пятна обугливания радиусом от 0,5 до 1,5 м. В 120-150 м от места возгорания обнаружены точечные очаги возгорания.

8 августа были проведены совместные работы по экологическому обследованию и отбору проб объектов окружающей среды на местах аварийного падения конуса, первой и второй створок головного обтекателя МБР РС-20.

От Казахстанской стороны были представители Кызылординского областного территориального управления охраны окружающей среды, ДГП «Инфракос-Экос», ДГП «ЦХФМА», Института почвоведения МСХ РК, Института зоологии МОН РК, Института ядерной физики НЯЦ РК, Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК, Института гидрогеологии и гидроэкологии МОН РК, Института физиологии человека и животных, АО «Биомедпрепарат-инжиниринговый центр»; от Российской стороны в отборе

проб принимали участие представители ФГУП «НПО Машиностроения» и филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «ЦЭНКИКОМ» [48].

8 августа обследовано место аварийного падения второй створки головного обтекателя. В месте обнаружения участка выгоревшей растительности выполнен экспресс-анализ на содержание гептила в приземном слое атмосферного воздуха (на высоте 0,2-1 м), с помощью портативного прибора «Яуза-М.01». При трех замерах выявлено 2,98-10,8 ПДК НДМГ (максимально разовая ПДК=0,001 мг/м^3).

Осмотрены места падения конуса и сегментов головного обтекателя. На месте падения конуса и 1-й створки головного обтекателя термических повреждений растительности и следов воздействия КРТ не выявлено. В 100 м на северо-запад от места падения 2-й створки ГО, на вершине холма обнаружен участок размером 32×30 м с неравномерно расположенными следами горения растительности.

Отобрано 26 проб поверхностного слоя почвы и 26 проб растений на месте падения конуса головного обтекателя и на удалении 20, 50 и 100 м по 4 румбам, а также на месте падения 1-й створки и на удалении 20, 50 и 100 м по 4 румбам [48].

Отобрано 4 пробы почвы с глубины 0-70 см на месте возгорания в 100 м на северо-запад от места падения 2-й створки. Отобрано 2 пробы смыва с внутренней стороны конуса и внутренней стороны 1-й створки. Отобрано 2 пробы приземного слоя атмосферного воздуха на подветренной стороне участка возгорания растительности.

Работы по анализу проводились АЛ ДГП «Инфракос-Экос», АЛ ДГП «ЦФХМА», ЛЭМ НПО Маш, лабораторией ЦЭНКИКОМ.

АЛ ДГП «Инфракос-Экос» проанализированы 29 проб почв на содержание НДМГ фотоколориметрическим методом.

На месте падения конуса головного обтекателя РС-20 в 3-х пробах почвы (25%) НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности МВИ. В остальных 9-ти пробах почвы (75%) выявлено 0,022-0,079 мг/кг НДМГ (менее ПДК) [48].

В пробе почвы, отобранной на месте падения конуса головного обтекателя МБР РС-20 обнаружено 0,023 мг/кг НДМГ.

На месте падения первой створки головного обтекателя РС-20 в 6-ти пробах почвы, отобранных на расстоянии 20, 50 и 100 м от места падения 1-й створки головного обтекателя на север и на

запад, НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности МВИ. В остальных 7-ми пробах почвы (53,85%) выявлено 0,042-0,069 мг/кг НДМГ (менее ПДК=0,1 мг/кг). В пробе почвы, отобранной на месте падения 1-й створки головного обтекателя РС-20 обнаружено 0,055 мг/кг НДМГ.

На площадке возгорания травы, расположенном в 100 м на северо-запад от места падения второй створки головного обтекателя в 4-х пробах почвы из почвенного разреза с поверхности и на глубине 30, 50, 70 см обнаружено 0,59-1,03 ПДК НДМГ [48].

Анализ всех вышеперечисленных проб почвы методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием не подтвердил присутствие в них НДМГ (ЛЭМ НПО Маш, лаборатория «ЦЭНКИКОМ»).

Содержание в почве *нитрат-ионов* находилось в пределах ПДК по данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос», ЛЭМ НПОМаш, лаборатории «ЦЭНКИКОМ».

Во всех пробах *растений* НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности метода ионной хроматографии с амперометрическим детектированием.

Анализ 2 проб приземного слоя *атмосферного воздуха*, отобранных с подветренной стороны площадки возгорания не определил содержания НДМГ в пределах чувствительности использованного метода ионной хроматографии.

В 2-х пробах смыва с внутренней стороны части конуса и внутренней части первой створки головного обтекателя НДМГ не обнаружен, в пределах чувствительности использованного метода ионной хроматографии (АЛ ДГП «Инфракос-Экос»).

9 августа на участке с выгоревшей растительностью выполнен повторный экспресс-анализ на присутствие в воздухе гептила, с помощью портативного прибора «Яуза-М.01». Не выявлено превышений ПДК по НДМГ (0,1 ПДК), и по окислам азота (0,95 ПДК) [48].

На участке возгорания отобрано (высота 0,2-1 м) 4 пробы приземного слоя атмосферного воздуха, для анализа в лабораторных условиях. В центре участка и по 4 румбам на удалении 20, 50 и 100 м отобрано 13 проб растений и 17 проб поверхностного слоя почвы: по 13 проб в точках отбора растений, по одной пробе почвы на северо-западной и восточной границах возгорания, 2 пробы почвы - на двух аномально окрашенных участках почвы к юго-востоку от места возгорания.

Работы по анализу проводились ЛЭМ НПО Маш, лабораторией «ЦЭНКИКОМ», АЛ ДГП «Инфракос-Экос», АЛ ДГП «ЦФХМА» [48].

Фотоколориметрический метод, примененный ЛЭМ НПО Маш, показал превышение 1,5-2,1 ПДК НДМГ в 7-ми пробах почвы. Метод ионной хроматографии с амперометрическим детектированием эти результаты не подтвердил.

Фотоколориметрический метод, примененный АЛ ДГП «Инфракос-Экос», указал на 0,037; 0,062 и 0,023 мг/кг НДМГ в 3-х пробах, отобранных на восточной границе площадки с возгоранием, на расстоянии 20 и 100 м на восток от нее.

Методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием, примененным АЛ ДГП «ЦФХМА» НДМГ не обнаружен [48].

Нитрат-ионы в почве, выявленные лабораторией филиала ФГУП «ЦЭНКИ» «ЦЭНКИКОМ» методом ионной хроматографии с кондуктометрическим детектированием, во всех пробах почвыне превышают ПДК (=130 мг/кг). Этот результат подтвержден исследованиями казахстанских организаций (АЛ ДГП «ЦФХМА», АЛ ДГП «Инфракос-Экос»), в ходе выполнения которых обнаружено 4,75-8,27 мг/кг нитрат-ионов в почве.

Во всех 13-ти пробах растений НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности метода ионной хроматографии с амперометрическим детектированием (ЛЭМ НПО Маш, лаборатория «ЦЭНКИКОМ»).

В пробах приземного слоя атмосферного воздуха, отобранных на площадке с возгоранием, содержание НДМГ не обнаружено в пределах чувствительности использованного метода ионной хроматографии с амперометрическим детектированием (лаборатория «ЦЭНКИКОМ») [3].

Работы по детоксикации выявленного загрязнения почвенного покрова и контролю эффективности выполненных работ. На большой и малой воронках *различными физико-химическими методами было обнаружено* загрязнение почвы компонентами ракетного топлива и продуктами их химической трансформации[49].

Соответственно, были определены первоочередные задачи по детоксикации загрязненной КРТ почвы:

− на большой воронке обезвредить участок территории радиусом 300 м от эпицентра воронки (до 228 ПДК НДМГ в центре, до 2 ПДК НДМГ по краю бруствера, до 0,6 ПДК НДМГ на расстоянии 300 м от эпицентра);

– на малой воронке (место падения части головного обтекателя и космических аппаратов) обезвредить участок территории радиусом 50 м от эпицентра воронки (до 61,1 ПДК НДМГ на вершине бруствера воронки), площадью 7 850 м^2, с учетом возможного распространения загрязнения.

На основании этих данных Казахстанской и Российской Сторонами были утверждены Технические задания на выполнение этапов работ по детоксикации почвы на местах падения фрагментов аварийной ракеты РС-20, запущенной 27.07.2006 г. с космодрома «Байконур»; по изучению результатов выполненной детоксикации; проведению дополнительных совместных исследований в районе падения второй створки головного обтекателя (на участке возгорания) [49].

Работы по детоксикации загрязненных НДМГ участков в местах падения фрагментов аварийной ракеты РС-20 проведены представительством ФГУП «НПО Машиностроения», согласно утвержденному «Техническому заданию на выполнение работ по детоксикации в местах падения фрагментов аварийной ракеты РС-20», запущенной 27 июля с космодрома «Байконур», в соответствии с «Технологическим регламентом детоксикации грунта, загрязненного компонентами ракетного топлива в районе аварийного падения РС-20», утвержденным начальником представительства ФГУП «НПО Машиностроения» на космодроме «Байконур».

Детоксикация с применением метода очистки грунта с помощью водных растворов перманганата калия ($KMnO_4$) выполнена в присутствии представителей Акима Кармакшинского района, Кызылординского ОТУООС, Департамента по чрезвычайным ситуациям Кызылординской области, ДГП «Инфракос-Экос» и филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «ЦЭНКИКОМ» [49].

В период с 5 по 8 октября 2006 г. проведены работы по детоксикации почвы на месте аварийного падения космических аппаратов и части головного обтекателя (малая воронка).

Площадь, обработанная 0,025% раствором $KMnO_4$, из расчета 5 л на 1 м^2, составила 150 м². Участок на воронке представлен кругом радиусом примерно 7 м.

Площадь, обработанная 0,01% раствором $KMnO_4$, из расчета 2 л на 1 м^2, составляет 7 700 м². Участок представлен кругом радиусом около 50 м.

В период с 9 по 17 октября 2006 г. проведены работы по детоксикации почвы на месте аварийного падения 1-ой и 2-ой ступеней ракеты РС-20 (большая воронка).

Площадь, обработанная 0,025% раствором $KMnO_4$, из расчета 5 л на 1 $м^2$, составляет 7 850 м². Участок в центре воронки представлен эллипсом размером около 80 м в направлении запад-восток (по большой диагонали) и размером 40 м в направлении север-юг (по малой диагонали), где были обнаружены превышения ПДК НДМГ [49].

Площадь, обработанная 0,01 % раствором $KMnO_4$, из расчета 2 л на 1 $м^2$, составляет 274 750 м². Участок представлен кругом радиусом 300 м (обнаружено в основном менее ПДК НДМГ, но в отдельных точках свыше ПДК НДМГ).

Для контроля эффективности детоксикации на малой воронке отбор проб почвы проведен 12 октября 2006 г., через 4 суток после завершения работ по детоксикации. Отобрана 21 проба поверхностного слоя почвы (глубина 15-20 см) в центре и на расстоянии 10, 20, 30, 40, 50 м по сторонам света от центра падения космических аппаратов [49].

Пробы почвы отобраны в 4-х экземплярах для проведения количественного химического анализа на содержание НДМГ и НДМА и направлены в аналитические лаборатории ДГП «Инфракос-Экос», ДГП «ЦФХМА», в секторы экологического мониторинга филиала ФГУП «ЦЭНКИ» «ЦЭНКИКОМ» и в представительство ФГУП «НПО Машиностроения» (космодром «Байконур»).

В отобранной 21 пробе почвы АЛ ДГП «Инфракос-Экос» НДМГ не обнаружен, в пределах чувствительности использованного метода ионной хроматографии (= 0,05 мг/кг).

Фотоколориметрическим методом превышений ПДК НДМГ в почве (=0,1 мг/кг) не установлено. В 8 пробах почвы (38% проб) выявлено 0,29–0,40 ПДК НДМГ (0,029-0,040 мг/кг). В остальных пробах НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности использованной МВИ (= 0,02 мг/кг).

По данным АЛ ДГП «ЦФХМА», НДМГ не обнаружен ни в одной пробе почвы, в пределах чувствительности использованного метода обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием. Методом газовой хроматографии с масс-селективным детектором НДМА, ДМФА, ДМТ и МТ не обнаружены ни в одной пробе почвы.

По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос», методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием в 18-ти пробах почвы обнаружено 5-25 ПДК НДМА (=0,01 мг/кг). В одной пробе почвы, отобранной в центре малой воронки выявлено 59 ПДК НДМА (0,59 мг/кг). В 2-х пробах почвы НДМА

не обнаружен в пределах чувствительности использованной МВИ (= 0,05 мг/кг) [49].

Для контроля эффективности детоксикации на большой воронке 21 октября 2006 г., через 4 суток после детоксикации, отобрано 41 пробы поверхностного слоя почвы - в центре (посередине восточного, западного, северного и южного склонов большой воронки), и на границе воронки (по сторонам света и на расстоянии 10, 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300 м по сторонам света от края большой воронки) [49].

Пробы почвы отобраны в 4-х экземплярах и направлены в аналитические лаборатории ДГП «Инфракос-Экос», ДГП «ЦФХМА», в секторы экологического мониторинга филиала ФГУП «ЦЭНКИ» «ЦЭНКИКОМ» и представительства ФГУП «НПО Машиностроения» на космодроме «Байконур», для КХА на содержание НДМГ и НДМА.

По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос», в 41-й пробе почвы НДМГ не обнаружен, в пределах чувствительности метода ионной хроматографии. Фотоколориметрическим методом превышений ПДК по НДМГ не установлено. В 24-х пробах почвы (58,5%) обнаружено 0,21–0,65 ПДК НДМГ. В остальных 17-ти пробах почвы НДМГ не обнаружен.

По данным АЛ ДГП «ЦФХМА», методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием в одной пробе почвы, отобранной на южном бруствере выявлено 0,85 ПДК НДМГ. В остальных 40 пробах почвы НДМГ не обнаружен [49].

По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос» методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием в 37-ми пробах почвы (90%) обнаружено 5-108 ПДК НДМА. Максимальное содержание НДМА (1,08 мг/кг и 1,03 мг/кг) обнаружено в пробах почвы, отобранных на восточном бруствере и на восточном склоне большой воронки. В пробе почвы, отобранной в центре большой воронки выявлено 0,72 мг/кг НДМА. В 4-х пробах почвы НДМА не обнаружен.

По данным АЛ ДГП «ЦФХМА», методом газовой хроматографии с масс-селективным детектором НДМА, ДМФА и ДМТ в почве не обнаружены. В одной пробе почвы с южного бруствера с обнаружением 0,085 мг/кг НДМГ, также выявлено 0,11 мг/кг МТ [49].

16 октября 2006 г. проведены дополнительные совместные

работы по отбору проб почвы и растений *в районе аварийного падения второй створки головного обтекателя РС-20 (на участке возгорания).*

Отбор 17-ти проб поверхностного слоя почвы (глубина 15-20 см) и 17-ти проб растений проведен в центре возгорания и на расстоянии 10, 20, 50, 100 м от него, по сторонам света.

Пробы почвы и растительности отобраны в 4-х экземплярах и переданы в аналитические лаборатории ДГП «Инфракос-Экос», ДГП «ЦФХМА», секторы экологического мониторинга филиала ФГУП «ЦЭНКИ» «ЦЭНКИКОМ» и в представительство ФГУП «НПО Машиностроения» (космодром «Байконур»), для КХА на содержание НДМГ и НДМА.

По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос», методом ионной хроматографии НДМГ не обнаружен во всех 17 отобранных пробах почвы. Фотоколориметрическим методом не установлены превышения ПДК НДМГ. В 12-ти пробах почвы (70,6%) выявлено 0,21–0,62 ПДК НДМГ. В остальных 5-ти пробах почвы НДМГ не обнаружен [49].

По данным АЛ ДГП «ЦФХМА», НДМГ не обнаружен ни в одной пробе почвы в пределах чувствительности использованного метода обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием. Не обнаружены НДМА, ДМФА, ДМТ и МТ, в пределах чувствительности использованного метода газовой хроматографии с масс-селективным детектором.

По данным АЛ ДГП «Инфракос-Экос», методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием в 9-и пробах почвы (52,9%) выявлено 0,05-0,10 мг/кг НДМА. В остальных 8-и пробах почвы НДМА не обнаружен. В отобранных 17-ти пробах растений НДМГ не обнаружен, в пределах чувствительности метода фотоколориметрии.

АЛ ДГП «ЦФХМА» методом газовой хроматографии с масс-селективным детектором НДМА, ДМФА, ДМТ и МТ не обнаружены ни в одной пробе растений [49].

Выводы по результатам оценки экологических последствий аварии МБР РС-20 27.07.2006 г. в Кармакшинском районе Кызылординской области.

1. На основании протокольного решения совместного заседания казахстанской и российской правительственных комиссий по изучению последствий аварии ракеты РС-20 «Днепр» в Кызылординской области, запущенной с космодрома «Байконур»

27 июля 2006 г. (от 4 августа 2006 г.), и в соответствии с Техническими заданиями, утвержденными Сторонами, научные и научно-производственные организации Республики Казахстан и Российской Федерации провели обследование и анализ состояния окружающей среды в районе аварии.

Проведено исследование объектов окружающей среды на расстоянии 10, 20, 50, 70, 100, 200, 300, 500, 1 000 м по 4 румбам (север, юг, восток, запад), а также на расстоянии 2 000, 3 000, 5 000, 10 000, 20 000, 30 000, 40 000, 50 000 м в юго-восточном направлении (направление ветра в момент аварийного падения МБР РС-20) от места аварийного падения связки из 1-й и 2-й ступеней ракеты РС-20 («большая воронка»). Проведена оценка загрязнения центра воронки (по ее глубине), а также прилегающих к воронке территорий.

Проведено обследование объектов окружающей среды в местах аварийного падения фрагментов головного обтекателя ракеты РС-20, блока космических аппаратов («малая воронка»), а также на прилегающих к ним территориях (в том числе, на участке возгорания растительности в месте падения одного из фрагмента головного обтекателя), с использованием схемы отбора проб по румбам.

2. Результаты обследований объектов окружающей среды в районе аварии и прилегающих территориях, выполненных российскими и казахстанскими организациями с использованием разных методик выполнения измерений, значительно расходятся между собой. Загрязнение, выявленное одним методом, зачастую не подтверждается другим методом.

3. С применением различных химико-аналитических методов анализа выявлено наличие несимметричного диметилгидразина в пробах почвы, отобранных на следующих участках местности:

- в центре большой воронки – до 228 ПДК (фотоколориметрический метод, ЛЭМ НПО Маш);

- на краю бруствера большой воронки – до 2 ПДК (фотоколориметрический метод, АЛ ДГП «Инфракос-Экос»);

- на удалении 300 м от центра большой воронки – до 0,6 ПДК (фотоколориметрический метод, АЛ ДГП «Инфракос-Экос»);

- на малой воронке – до 61,1 ПДК (фотоколориметрический метод, АЛ ДГП «Инфракос-Экос»; метод ионной хроматографии с амперометрическим детектированием, АЛ ДГП «Инфракос-Экос»); до 111 ПДК (метод обращенно-фазовой хроматогра-

фии со спектрофотометрическим детектированием, АЛ ДГП «ЦФХМА»).

4. В районе большой воронки выявлено повреждение растительности (саксаула). На удалении до 100 м от воронки растения полностью уничтожены взрывной волной (обломаны на уровне корневой шейки). До расстояния 300 м от воронки прослеживаются механические повреждения от взрывной волны стволов и веток саксаула. На удалении до 1 км обнаруживаются растения с полностью отмершими органами.

5. На обследованных участках падения фрагментов МБР РС-20 не установлена гибель позвоночных и беспозвоночных животных.

6. На основании полученных результатов анализа проб почвы на содержание НДМГ установлены следующие зоны загрязнения почвы, подлежащие детоксикации:

- в районе падения 1-й и 2-й ступеней ракеты РС-20 (большая воронка) - окружность радиусом 300 м от центра воронки;

- в районе падения блока космических аппаратов и части головного обтекателя (малая воронка) – окружность радиусом 50 м от центра воронки.

7. Детоксикацию почвы на указанных выше (п. 6) земельных участках целесообразно осуществлять предложенным Российской Стороной методом с использованием перманганата калия и перекиси водорода, в зависимости от уровня загрязнения в локальных точках.

8. Детоксикация мест аварийного падения фрагментов аварийной МБР РС-20 раствором перманганата калия различной концентрации проведена более чем через 2 месяца после аварии РКН (на большой воронке 9-17.10.2006 г., на малой воронке 5-8.10.2006 г.).

9. Отбор проб почвы проведен через 4 суток после детоксикации.

На малой воронке в 38% из 21 проб почвы фотоколориметрическим методом обнаружено 0,29–0,40 ПДК НДМГ. В 90% проб методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием выявлено 5-59 ПДК НДМА.

На большой воронке в 58,5% из 41 пробы почвы фотоколориметрическим методом обнаружено 0,21–0,65 ПДК НДМГ. В 90% проб методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием выявлено 5-108 ПДК НДМА.

Таким образом, после детоксикации на местах падения космических аппаратов и части головного обтекателя (малая

воронка), первой и второй ступеней (большая воронка) аварийной ракеты РС-20, не установлено превышений ПДК содержания НДМГ в почве.

4.2 Оценка экологических последствий аварии РН «Протон-М» 06.09.2007 г. в Улытауском районе Карагандинской области

06.09.2007 г. в 01 ч 43 мин 10 с декретного московского времени с космодрома «Байконур» состоялся запуск КА «ДжейСиСат» с РН «Протон-М» и РБ «Бриз-М». Отделение первой ступени РН произошло штатно. Ступень приземлилась в заданном районе падения.

На 140,837 секунде полёта, в соответствии с аварийной циклограммой зафиксировано отключение двигателя 2-й ступени и связка, состоящая из второй и третьей ступеней, разгонного блока и космического аппарата аварийно упала на территорию Улытауского района Карагандинской области. При этом разрушение падающей конструкции произошло в воздухе. На месте падения обнаружена воронка диаметром 44,6 м и глубиной 17 м, с бруствером высотой около 3 м.

На время наступления аварии в аварийном блоке находилось компоненты ракетного топлива: НДМГ - 62 847,05 кг; монометилгидразин – 1 450 кг; азотный тетраоксид - 56 890,95 кг, смеси оксидов азота (тетраоксид азота и монооксид азота - 3% по массе) - 704 кг [50].

Уполномоченными представителями аварийных комиссий Сторон разработано техническое задание (от 7 сентября 2007 г.) на проведение экологического обследования территории и отбора проб с мест падения аварийной РН «Протон-М» на территории Карагандинской области. Экологическое обследование проводилось одновременно с поисковыми работами. При обнаружении фрагментов РН или техногенно нарушенной территории проводился отбор проб объектов окружающей среды, документировались результаты визуального обследования местности.

Отобранные пробы делились на две части и направлялись в стационарные лаборатории Сторон (аналитическая лаборатория «Инфракос-Экос-Аналитика» ДГП «Инфракос-Экос» (РК), аналитическая лаборатория экологического мониторинга и санитарно-гигиенического контроля (ЛЭМ) ОАО «ВПК «НПО машиностроения» (РФ), лаборатория сектора экологического

мониторинга космодрома «Байконур» филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «ЦЭНКИКОМ» (РФ)), для проведения анализов [50].

В указанных лабораториях анализ проб объектов окружающей среды на содержание КРТ и продуктов их трансформации осуществлялся на единой аппаратурно-методической основе. Методики анализа проб почвы и воды аттестованы и внесены в реестр государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан.

Проведены КХА на наличие несимметричного диметилгидразина (НДМГ), нитрозодиметиламина (НДМА), тетраметилтетразена (ТМТ), нитрит-иона, нитрат-иона, pH, с использованием следующих методик [50].

– МВИ №41-01. KZ.07.00.00145-2002. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм 1,1–диметилгидразина в пробах почв методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием;

– МВИ №1-02. KZ.07.00.00169-2003. Методика выполнения измерений массовой доли нитрозодиметиламина (НДМА) в образцах почв методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием;

– МВИ №2-02. KZ.07.00.00174-2003. Методика выполнения измерений массовой доли тетраметилтетразена (ТМТ) в образцах почв методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием;

– МВИ №1-99. KZ.07.00.00144-2002. Методика выполнения измерений массовой концентрации 1,1–диметилгидразина (НДМГ) в образцах природных вод методом ионной хроматографии с вольтамперометрическим детектированием;

– МВИ №3-02. KZ.07.00.00172-2003. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрозодиметиламина (НДМА) в образцах природных вод методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием;

– МВИ №4-02. KZ.07.00.00173-2003. Методика выполнения измерений массовой концентрации тетраметилтетразена (ТМТ) в образцах природных вод методом ионной хроматографии с вольтамперометрическим детектированием;

– МУК 4.1.028-02. KZ.07.00.00137-2002. Методы контроля. Химические факторы. 1,1 – диметилгидразин. Фотоколориметрическое определение массовой доли в растениях. Методика выполнения измерений. Методические указания по методам контроля;

− МВИ №37-02. Методика выполнения измерений массовой доли несвязанного 1,1-диметилгидразина в образцах мягких частей растений методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием;

− МВИ №38-02. Методика выполнения измерений массовой доли несвязанного нитрозодиметиламина в образцах мягких частей растений методом обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием;

− содержание в почве нитрат-ионов определялось по ГОСТ 26951-86 и ПНДФ 16.1.8-98, нитрит-ионов - по ПНДФ 16.1.8-98. Водородный показатель (pH) проб почвы определялся по ГОСТ 26483-85 и ГОСТ 26423-85.

Экологическое обследование мест падения фрагментов РКН «Протон-М» и прилегающих территорий с отбором проб объектов окружающей среды проведено совместными рабочими группами Казахстанской и Российской Сторон, сформированными представителями.

От Казахстанской Стороны в группу вошли представители Департамента по ЧС Карагандинской области, Комитета природоохранного контроля Министерства охраны окружающей среды РК (МООС РК), Карагандинского областного территориального управления охраны окружающей среды МООС РК, отдела охраны окружающей среды г. Жезказган (Улытауский район), УДГ СЭН Карагандинской области, УДГ СЭН Карагандинской области по г.Жезказган, ДГП «Инфракос-Экос» РГП «Инфракос» Национального космического агентства РК.

От Российской Стороны в группу вошли представители ФГУП «Центра эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» Федерального космического агентства, ОАО «ВПК «НПО машиностроения» (Центра эксплуатации районов падения, Базы №1 ЦЭРП, представительства на космодроме Байконур), а также государственный санитарный врач комплекса «Байконур» Федерального медико-биологического агентства России [5].

Место падения верхней части разгонного блока «Бриз-М» и части переходного отсека космического аппарата. Место падения обследовано 6 сентября 2007 г., находится в слабоволнистой равнине, поверхность пологая. Жилых построек на месте падения и вблизи нет. На месте падения обнаружен фрагмент

ракеты длиной 5 м и шириной 3 м. Возгорание растительности вокруг фрагментов обнаружено на участке протяженностью 60 м с севера на юг, 76 м с запада на восток. На месте аварийного падения имеются механические повреждения поверхностного слоя почвы. При визуальном осмотре наблюдается пролив КРТ с характерным запахом НДМГ. Отобрано 19 проб почвы и 4 проб растений [50].

Пробы почвы отбирались по следующей схеме: 4 пробы почвы в центре места удара, непосредственно под фрагментом, 4 пробы по 4 сторонам света на расстоянии 3 м, 4 пробы - по периметру очага возгорания растительности вокруг фрагмента, 5 проб - на расстоянии от 10 до 50 м от места удара с шагом 10 м в юго-западном направлении с подветренной стороны, 2 – в этом же направлении со второго очага возгорания растительности.

Пробы растений отобраны на местах с их наличием, на разном расстоянии от центра места аварийного падения: в 35 м на северо-северо-восток, в 29 м на северо-запад, в 48 м на восток-юго-восток, и в 36 м на юго-юго-запад.

На рисунке 9 представлена схема выявленного загрязнения почвенного покрова НДМГ, НДМА и нитрат-ионом с превышением ПДК на месте падения верхней части разгонного блока (РБ) «Бриз-М» и части переходного отсека космического аппарата (КА).

НДМГ. По данным лаборатории экологического мониторинга и санитарно-гигиенического контроля ОАО «ВПК «НПО машиностроения» (ЛЭМ НПО Маш) в 18-ти пробах почвы обнаружено 1,4-5 200 ПДК НДМГ (=0,1 мг/кг). Наибольшие превышения ПДК (1 400-5 200 ПДК выявлены в центре места удара фрагмента [5].

Лабораторией «Инфракос-Экос-Аналитика» (ДГП «Инфракос-Экос») в 5-ти пробах почвы, отобранных в центре места удара фрагмента обнаружено 16,2-335,7 ПДК НДМГ.

ЛЭМ НПО Маш, в 3-х пробах растений выявлено 0,14-0,21 мг/кг НДМГ. Лабораторией «Инфракос-Экос-Аналитика» присутствие НДМГ в растениях не установлено, в пределах чувствительности фотоколориметрического метода (0,2 мг/кг).

НДМА. ЛЭМ НПО Маш во всех пробах почвы выявлено 0,6-105 мг/кг НДМА. Наибольшее содержание НДМА почве обнаружено в центре места удара.

Лабораторией «Инфракос-Экос-Аналитика» в 13 пробах почвы обнаружено 0,05-11,71 мг/кг НДМА.

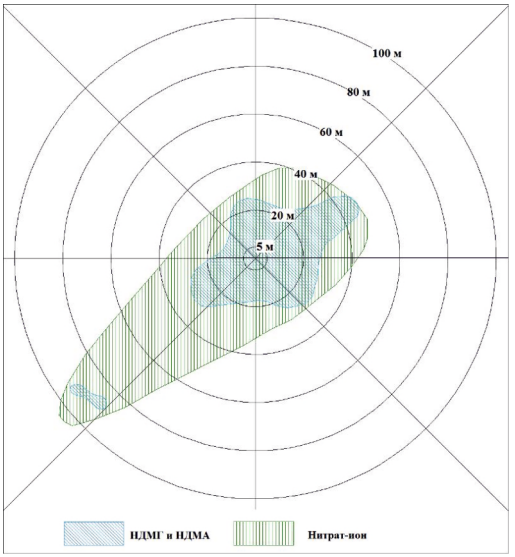

Рисунок 9 – Схема выявленного загрязнения почвенного покрова НДМГ, НДМА и нитрат-ионом с превышением ПДК на месте падения верхней части РБ «Бриз-М» и части переходного отсека КА

ТМТ (тетраметилтетразен) в пробах почвы не обнаружен в пределах чувствительности использованной МВИ (= 0,125 мг/кг) [50].

Нитрат-ион. По данным ЛЭМ НПО Маш, в двух пробах почвы обнаружено 1,12 ПДК и 2,4 ПДК нитрат-иона (ПДК нитрат-иона в почве=130 мг/кг). Лабораторией «Инфракос-Экос-Аналитика» во всех 19-ти пробах почвы выявлено 2,0-19,95 ПДК нитрат-иона. Наибольшее содержание нитрат-иона обнаружено в центре места удара (2 594,76 мг/кг) и на расстоянии 3 м на юг от него (1 573,06 мг/кг).

Нитрит-ион. Согласно данным Сектора экологического мониторинга «ЦЭНКИКОМ», 2,0-17,7 мг/кг нитрит-ион выявлено в трех пробах почвы, отобранных в центре места удара и на расстоянии 3 м на юг и на запад от него. Наибольшее содержание нитрит-иона установлено в 3 м на юг от места удара.

Показатель pH почвы варьирует в пределах 7,96-9,6, что указывает на щелочную и сильнощелочную среду [50].

Место аварийного падения разгонного блока «Бриз-М». Место падения обследовано 8 сентября 2007 г. При падении разгонного блока (РБ) произошел взрыв с образованием воронки глубиной около 2 м, диаметром около 8 м. С подветренной стороны от воронки ощущался посторонний специфический запах. Местность равнинная, почвы суглинистые такыровидные с разнообразными видами травяной растительности (преимущественно полынь, ебелек).

Вокруг воронки на расстоянии до 250 м разбросаны небольшие куски фрагментов РБ, размером 10-80 см.

Наиболее крупный фрагмент РБ размером около 80 см расположен в юго-западном направлении на расстоянии около 250 м от края воронки [50].

Рядом с воронкой обнаружены 5 очагов возгорания растительного покрова:

– с северо-восточной стороны от места падения РБ на расстоянии 30 м, длиной около 15 м, шириной около 8 м;

– с восточной стороны на расстоянии около 30 м от края воронки, диаметром около 5 м;

– с южной стороны воронки на расстоянии около 40 м расположен очаг треугольной формы в южном направлении, высота треугольника около 100 м, длина основания около 30 м;

– с юго-западной стороны в 40 м от края воронки расположен очаг возгорания диаметром около 25 м;

– с юго-западной стороны, вытянутой с севера на юг продолговатой формы, на расстоянии около 100 м от края воронки, длиной около 15 м, шириной до 3 м.

Отобрано 57 проб объектов окружающей среды, из них 45 проб почвы и 12 проб растений [50].

Отбор проб почвы проводился по следующей схеме:

– в центре воронки одна проба почвы, по окружности бруствера по 4 румбам - 4 пробы, далее по 4 румбам по 7 проб почвы на расстоянии 5, 10, 20, 50, 100, 200 и 500 м от края воронки. Отобраны пробы с подветренной стороны (на момент падения) от края воронки в юго-западном и юго-восточном направлении на расстоянии 20, 50, 100, 200, 500, 1 000 и 3 000 м.

Пробы растений отобраны по 4 румбам от края воронки на расстоянии 50 и 200 м, по направлению ветра на юго-запад на расстоянии 20 и 100 м и на юго-восток на расстоянии 20 и 50 м [50].

На рисунке 10 представлена схема выявленного загрязнения

почвенного покрова НДМГ, НДМА и нитрат-ионом с превышением ПДК на месте падения разгонного блока «Бриз-М».

НДМГ. Лабораторией «Инфракос-Экос-Аналитика» установлено 7,9 ПДК НДМГ в пробе, отобранной на западном бруствере воронки. По данным НПО Маш, в 4-х пробах почвы обнаружено превышение ПДК НДМГ – 24 ПДК на западном бруствере; 6,1 и 3,8 ПДК на расстоянии 5 и 10 м на юг; 5,2 ПДК на расстоянии 5 м на запад.

В пробах растений НДМГ не обнаружен.

НДМА. Аналитической лабораторией «Инфракос-Экос-Аналитика» обнаружено 6-59 ПДК НДМА в 5-ти пробах почвы, отобранных на бруствере с восточной и южной сторон, на расстоянии 5 и 10 м на юг, 3 000 м на юго-запад.

По данным Сектора экологического мониторинга «ЦЭНКИКОМ», обнаружено 1,3-4,8 ПДК НДМА в 5-ти пробах почвы, отобранных на бруствере западной и южной сторон, на расстоянии 5 м на запад, 5 и 10 м на юг.

В пробах растений НДМА не обнаружен [50].

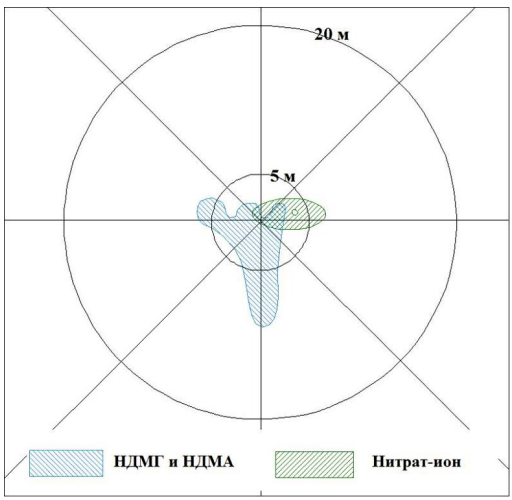

Рисунок 10 – Схема выявленного загрязнения почвенного покрова НДМГ, НДМА и нитрат-ионом с превышением ПДК на месте падения РБ «Бриз-М»

ТМТ не обнаружен в исследованных пробах почвы в пределах чувствительности использованной МВИ.

Нитрат-ион. ЛЭМ НПОМаш в 7 пробах почвы установлено содержание нитрат-иона превышающее ПДК: на бруствере с западной стороны и на расстоянии 5 м на запад (3,2 ПДК); на расстоянии 20 м на юго-запад, 10 и 500 м на юг, 20 и 100 м на юго-восток (1,23-2,49 ПДК).

Лабораторией «Инфракос-Экос-Аналитика» установлено превышение ПДК по нитрат-иону в 5 пробах почвы, отобранных в центре воронки (157,46 ПДК), на брустверах с восточной стороны (27,10 ПДК) и южной стороны (1,19 ПДК), на расстоянии 5 м на восток (1,01 ПДК), 500 м на юго-восток (1,83 ПДК).

Нитрит-ион. Содержание нитрит-иона в пределах 3,3-20,0 мг/кг обнаружено в 3-х пробах почвы. Наибольшие концентрации нитрит-иона выявлены в почве на бруствере с западной стороны и на расстоянии 5 м на запад. Нитрит-ион в концентрации 3,3 мг/кг определен в пробе почвы, отобранной на расстоянии 10 м на юг.

Показатель pH почвы. Реакция основной массы проб слабощелочная. В центре воронки выявлена сильнокислая среда (pH 3,18-3,58), в 5-ти пробах - слабокислая (pH 6,7-6,8), в 6-ти пробах – щелочная [50].

Место аварийного падения второй ступени РН «Протон-М». Место падения обследовано 7 сентября 2007 г. При ударе о землю 2-ой ступени РН произошел взрыв, в результате которого образовалась воронка диаметром 44,6 м и глубиной 17 м, высота бруствера - около 3 м.

Место падения – равнина мелкосопочника. С подветренной стороны (северо-восточной) на расстоянии около 100 м от центра падения ощущался специфический запах. Разброс обломков грунта и фрагментов ступени размером от 10 до 200 см от эпицентра по кругу в радиусе до 1 000 м.

Почвы суглинистые такыровидные. На расстоянии до 100 м от края воронки зафиксировано значительное повреждение почвенного покрова и растительности. Местами от 200 до 1 000 м от эпицентра воронки отмечается нарушение почвенного покрова с уничтоженной растительностью диаметром до 1 м и нарушением структуры почвы до пылевидного состояния.

Растительность представлена в основном биюргуном и полынью. Очагов возгорания растительности не обнаружено [50].

На месте аварийного падения второй ступени РН произведен

отбор 53 проб почвы и 11 проб растений. Отбор проб почвы проводился по следующей схеме. В центре воронки отобрана одна проба почвы, по окружности бруствера по 4 румбам 4 пробы, по 4 сторонам света по 7 проб на расстоянии 10, 20, 40, 100, 200, 500 и 1000 м от края воронки. На основании справки о погодных условиях «Карагандинского центра гидрометеорологии» РГП «Казгидромет» за 6 сентября 2007 г. с подветренной стороны в юго-восточном и юго-западном направлениях отобраны пробы почвы на расстоянии 10, 20, 40, 100, 200, 500, 1 000, 2 000, 5 000, 10 000 м от края воронки.

Пробы растений отобраны в северном и восточном направлениях от края воронки, на расстоянии 500 и 1 000 м, в южном направлении - на расстоянии 100 и 1 000 м, в западном направлении - на расстоянии 100 и 500 м, по направлению ветра на юго-запад - на расстоянии 10 000 м и на юго-восток – на расстоянии 100 и 500 м.

На рисунке 11 представлена схема выявленного загрязнения почвенного покрова НДМГ, ТМТ и нитрат-ионом с превышением ПДК на месте падения второй ступени РН «Протон-М».

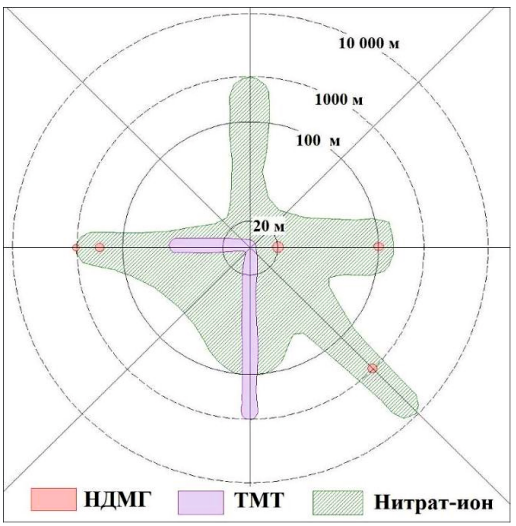

Рисунок 11 – Схема выявленного загрязнения почвенного покрова НДМГ, ТМТ и нитрат-ионом с превышением ПДК на месте падения второй ступени РН «Протон-М»

НДМГ. По данным ЛЭМ НПО Маш, НДМГ не обнаружен ни в одной пробе почвы, в пределах чувствительности использованной МВИ (=0,05 мг/кг) [50].

По данным лаборатории «Инфракос-Экос-Аналитика» обнаружено 1,1-7,1 ПДК НДМГ (=0,1 мг/кг) в 3-х пробах почвы, отобранных в восточном и юго-восточном направлении от края воронки.

Во всех пробах растений НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности использованных МВИ.

НДМА ни в одной пробе почвы не обнаружен.

ТМТ. По данным лаборатории «Инфракос-Экос-Аналитика», выявлено 1,3-3,8 ПДК ТМТ (=0,1 мг/кг) в 16-ти пробах почвы, отобранных:

- в центре воронки;
- на брустверах с южной и западной сторон;
- в южном направлении на расстоянии от 10 до 1000 м;
- в западном направлении на расстоянии 10, 20, 500, 1 000 м, в юго-восточном направлении на расстоянии 1 000 м.

Согласно данным СЭМ «ЦЭНКИКОМ», ТМТ не обнаружен ни в одной исследованной пробе почвы, в пределах чувствительности использованной МВИ [5].

Нитрат-ион. По данным СЭМ «ЦЭНКИКОМ», в 41-й пробе почвы (77,35%) обнаружено 1,68-98,45 ПДК нитрат-иона.

По данным лаборатории «Инфракос-Экос-Аналитика», в 19-ти пробах почвы выявлено 1,68-68,32 ПДК по нитрат-иону (=130 м/кг). Наибольшее содержание нитрат-иона обнаружено в пробе почвы, отобранной в центре воронки.

Показатель pH почвы. Реакция исследованных проб почвы в основном слабощелочная и щелочная. По данным лаборатории «Инфракос-Экос-Аналитика», в пробе почвы, отобранной в центре воронки обнаружена кислая среда. Слабокислая среда выявлена ЛЭМ НПО Маш в нескольких пробах почвы.

Далее представлена характеристика мест аварийного падения фрагментов космического аппарата, топливных блоков, сопла от двигателя, фрагментов бака, рулевого двигателя третьей ступени, фрагментов РБ «Бриз-М».

Место падения части космического аппарата обследовано 8 сентября 2007 г. На месте удара на поверхности почвы образовались две рядом расположенные выемки диаметром 2 м и 2,5 м, глубиной 20 см и 30 см. Местность представлена равнинным

понижением на рельефе, почвы такыровидные, суглинистые, доминирующая растительность – полынь.

На месте удара о землю возник пожар, обгорела растительность вокруг места падения и по направлению ветра в юго-восточном направлении протяженностью до 200 м. Обгоревшая местность шириной 200 м. Разброс фрагментов – в радиусе до 60 м. Посторонних специфических запахов в исследованном районе не ощущалось.

Отобрано 18 проб объектов окружающей среды (16 проб почвы и 2 пробы растений) [50].

В центре двух выемок, образовавшихся на месте аварийного падения части космического аппарата, отобрано по одной пробе почвы. В северном, западном и восточном направлениях от выемок отобрано по три пробы почвы на расстоянии 2, 5 и 10 м. В южном направлении, совпадающем с направлением ветра, пробы почвы отобраны на расстоянии 2, 5, 10, 50 и 200 м.

Пробы растений отобраны в 10 м на восток и в 200 м на юг от выемок.

НДМГ, НДМА и ТМТ ни в одной пробе почвы в пределах чувствительности МВИ не обнаружены.

НДМГ и НДМА в пробах растительности не обнаружены.

Нитрат-ион. По данным ЛЭМ НПО Маш, в одной пробе почвы, отобранной на расстоянии 10 м на север от воронки, выявлено 1,1 ПДК нитрат-иона.

Нитрит-ион не обнаружен в пределах чувствительности МВИ.

Показатель pH проб почвы указывает на слабощелочную и щелочную среду в почве на месте аварийного падения РН [50].

На местах падения панели от космического аппарата, фрагмента РН, топливных блоков, сопла от двигателя работы по обследованию территории проводились 9 сентября 2007 г. На месте падения панели от космического аппарата образовалась выемка на поверхности почвы размером 30×50 см. На месте падения топливных блоков образовалась выемка на поверхности почвы размером 30×40 см. На месте удара сопла от двигателя обнаружены повреждения поверхностного слоя почвы и растительности на площади размером 60×60 см. На месте падения фрагмента РН нарушений почвенно-растительного покрова не отмечено. Посторонних специфических запахов в исследованных районах не обнаружено [50].

Во всех указанных 4-х местах падения фрагментов РН «Протон-М» всего отобрано 20 проб почвы и 4 пробы растений.

Пробы почвы отбирались в центре места удара о землю каждого фрагмента, а также по 4-м сторонам света, по одной пробе почвы, на расстоянии 2 м от центра.

Отобрано по одной пробе растений в центре места удара каждого фрагмента.

НДМГ и ТМТ не обнаружены ни в одной пробе почвы и растений, в пределах чувствительности использованных МВИ.

НДМА. В одной пробе почвы, отобранной в центре места удара фрагмента РН, выявлено 81 ПДК НДМА. В одной пробе растений, отобранной в центре места удара сопла от двигателя, обнаружено 1,1 мг/кг НДМА [50].

Нитрат-ион в пробах почвы в количестве, превышающем ПДК, не обнаружен.

Нитрит-ион в почве обнаружен:

- 10,1-16,0 мг/кг на месте аварийного падения панели от космического аппарата, в центре места удара и на расстоянии 2 м по сторонам света;

- 21,5 мг/кг на месте падения сопла от двигателя, в пробе почвы, отобранной на расстоянии 2 м на восток.

Показатель pH почвы указывает на слабощелочную и щелочную pH-среду.

Места падения фрагментов бака, рулевого двигателя третьей ступени, фрагментов РБ «Бриз-М». 11 сентября 2007 г. обследовано 10 мест падения фрагментов отделяющихся частей РН «Протон-М». Повреждения почвенно-растительного покрова незначительное, возгорания растительности не наблюдалось. Посторонних специфических запахов на исследованных местах падения фрагментов аварийной РН не ощущалось [50].

Всего отобрано 60 проб объектов окружающей среды, из них 50 проб почвы и 10 проб растений.

Пробы почвы отбирались по одной пробе в центрах мест падения указанных выше фрагментов, а также по одной пробе по сторонам света на расстоянии 2 м возле каждого фрагмента. По одной пробе растений отобрано в центре места падения каждого фрагмента.

НДМГ, НДМА и ТМТ ни в одной пробе почвы в пределах чувствительности МВИ не обнаружены.

НДМГ в растениях не обнаружен. Выявлено 3,8 мг/кг *НДМА* в

одной пробе растений, отобранной в центре места удара фрагмента бака.

Нитрат-ион в концентрации, превышающей ПДК, не обнаружен в пробах почвы. *Нитрит-ион* в пробах почвы не обнаружен.

Показатель pH почвы указывает на слабокислую, слабощелочную и щелочную pH-среду [50].

Места падения фрагмента третьей ступени и фрагментов космического аппарата. 12 сентября 2007 г. обследовано 5 мест падения фрагментов РН «Протон-М». Повреждений почвы и растительного покрова на места падения вышеуказанных фрагментов не наблюдается. Посторонних специфических запахов в исследованных районах падения не ощущалось [50].

На местах падения фрагментов отобрано 25 проб почвы и 10 проб растений.

Отобрано по одной пробе почвы в центре мест падения фрагментов, и по одной пробе по 4 сторонам света на расстоянии 2 м возле каждого фрагмента. В центре места падения каждого фрагмента отобрано по одной пробе растений.

НДМГ и НДМА не выявлены ни в одной пробе почвы и растений, в пределах чувствительности использованных МВИ.

ТМТ обнаружен в концентрации 0,24 мг/кг (2,4 ПДК) в одной пробе почвы, отобранной на расстоянии 2 м на север от центра места удара фрагмента космического аппарата,

Нитрат-ион в пробах почвы в количестве, превышающем ПДК, не обнаружен.

Нитрит-ион. В центре места удара одного фрагмента космического аппарата выявлено 11,5 мг/кг нитрит-иона в пробе почвы, отобранной в 2 м на восток.

Показатель pH почвы указывает на слабокислую, слабощелочную pH-среду [50].

Для контроля состояния источников водоснабжения в районе аварийного падения РН «Протон-М» 2007 г. 8 сентября 2007 г. проведены совместные работы по отбору проб воды, почвы и растений в районе Жездинского водохранилища и реки Жездинка, а также в местах проживания чабанов (зимовки Мамахова и Аяшева) [50].

Отобрано 8 проб воды:

– 2 пробы с Жездинского водохранилища (в середине и с юго-восточной стороны);

– 2 пробы по реке Жездинка;

– 3 пробы с зимовки Мамахова (в колодце, водоеме и в центе площадки);

– 1 проба с зимовки Аяшева.

Отобрано по 8 проб почвы и растений:

– по 2 пробы по берегу Жездинского водохранилища (в середине и с юго-восточной стороны);

– по 2 пробы по берегу реки Жездинка;

– по 3 пробы с зимовки Мамахова (у колодца, у водоема и в центе площадки);

– по 1 пробе с зимовки Аяшева.

НДМГ не обнаружен в пробах воды, отобранных от 08.09.2007 г. в Жездинском водохранилище, реке Жездинке, водоемах и колодцах зимовок Мамахова и Аяшева, в пределах чувствительности использованных МВИ [5].

НДМГ, НДМА и ТМТ не обнаружены ни в одной пробе почвы в пределах чувствительности использованной МВИ.

НДМГ не обнаружен в пробах растений. *НДМА* выявлен в пределах 1,1-10,8 мг/кг в пробах растений, отобранных в торце юго-восточной стороны Жездинского водохранилища, на берегу середины Жездинского водохранилища, на берегу реки Жездинка, на зимовке Аяшева. Наибольшая концентрация НДМА определена в пробе растений, отобранной на зимовке Аяшева.

Нитрат-ион. По данным лаборатории «Инфракос-Экос-Аналитика», в пробах почвы, отобранных на берегу устья реки Жездинка, на берегу реки Жездинка и на берегу водоема возле зимовки Мамахова, обнаружено 5,84 ПДК, 2,97 ПДК и 1,12 ПДК, соответственно.

Нитрит-ион в почве не обнаружен в пределах использованной МВИ (=1,0 мг/кг).

Показатель pH почвы указывает на слабощелочную и щелочную pH-среду [50].

Работы по детоксикации выявленного загрязнения почвенного покрова и контролю эффективности выполненных работ. На основании материалов обследования и выводов по характеру и площади загрязнения, совместной рабочей группой были предложены рекомендации по ликвидации последствий аварии РН «Протон-М». В период с 14 сентября по 09 октября 2007 г. ОАО «ВПК «НПО машиностроения» проведены работы по детоксикации трех загрязненных участков в соответствии с согласованным

«Временным технологическим регламентом детоксикации грунта, загрязненного проливами КРТ в районе падения аварийного РН «Протон-М» при пуске КА «ДжейСиСат-11» 06.09.2007 г.», с последующим контролем остаточного уровня загрязнения [51].

Участки, подлежащие детоксикации, обозначались с отступом 5-20 м на незагрязненную территорию, с целью обеспечить гарантированную ликвидацию загрязнения и его нераспространение на другие территории (с учетом размытости границ выявленного загрязнения). Таким образом, детоксикация была проведена на следующих участках:

– территория площадью 3 600 м^2 (60×60 м) на месте падения верхней части РБ «Бриз-М» и переходного отсека КА (1,4-5 200 ПДК НДМГ);

– территория площадью 452 м^2 и радиусом 12 м от центра места падения фрагментов РБ «Бриз-М», (3,8-24 ПДК НДМГ);

– территория площадью 8 463 м^2 на месте падения второй ступени (большая воронка) (4 ПДК НДМГ в среднем).

Проведено контрольное обследование мест проведения детоксикации (на содержание НДМГ, НДМА и ТМТ в почвенном слое глубиной до 1 м), с выполнением условия повторной детоксикации почвы при обнаружении в ней НДМГ (в количествах, превышающих допустимые нормы), НДМА и ТМТ.

На месте падения верхней части РБ «Бриз-М» и части переходного отсека КА была проведена четырехкратная детоксикация почвы, на месте падения фрагментов РБ и космического аппарата (малая воронка) – трехкратная детоксикация, на месте падения второй ступени (большая воронка) – однократная детоксикация почвы [6].

В октябре 2007 г., по завершении работ по детоксикации, выполнена техническая рекультивация на местах образования большой и малой воронок (территория площадью 342 га). Воронки засыпаны почвой, выброшенной за их пределы на месте падения фрагментов РН «Протон-М», брустверы ликвидированы путем сброса грунта в воронки.

После проведения рекультивации были отобраны пробы из почвенных горизонтов для определения физико-химических характеристик и остаточного загрязнения почв НДМГ, НДМА и ТМТ.

Отбор проб на месте аварийного падения верхней части разгонного блока «Бриз-М» и части переходного отсека КА:

– 15.09.2007 г. через сутки после 1-ой детоксикации (проведена 14.09.2007 г.) отобрано 29 проб почвы – 13 с поверхностного слоя и 16 проб с помощью почвенного бура до глубины 1 м;

– 23.09.2007 г. через 3 суток после 2-ой детоксикации (проведена 19.09.2007 г.) отобрано 45 проб почвы с помощью почвенного бура до глубины 1 м;

– 01.10.2007 г. через 5 суток после 3-ей детоксикации (проведена 25.09.2007 г.) отобрано 45 проб почвы с помощью почвенного бура до глубины 1 м;

– 12.10.2007 г. через 2 суток после 4-ой детоксикации (проведена 09.10.2007 г.) отобрано 45 проб почвы с помощью почвенного бура до глубины 1 м.

Отбор проб на месте падения разгонного блока «Бриз-М»:

– 18.09.2007 г. через 3 суток после 1-ой детоксикации (проведена 14.09.2007 г.) отобрано 16 проб почвы с помощью почвенного бура до глубины 1 м;

– 24.09.2007 г. через 2 суток после 2-ой детоксикации (проведена 21.09.2007 г.) отобрано 15 проб почвы с помощью почвенного бура до глубины 1 м;

– 01.10.2007 г. через 4 суток после 3-ей детоксикации (проведена 26.09.2007 г.) отобрано 10 проб почвы с помощью почвенного бура до глубины 1 м.

Отбор проб на месте падения второй ступени РН «Протон-М»:

– 21.09.2007 г. через 4 суток после 1-ой детоксикации (проведена 16.09.2007 г.) отобрано 12 проб почвы с помощью почвенного бура до глубины 1 м.

Рекультивация почвенного покрова на местах падения разгонного блока «Бриз-М» и второй ступени РН «Протон-М» проведена 01.10.2007 г., после чего на них было отобрано 9 и 21 пробы поверхностного слоя почвы соответственно.

По результатам КХА, в точках отбора проб почвы превышений ПДК по определяемым компонентам не было обнаружено [51].

Выводы по результатам оценки экологических последствий аварии РКН «Протон-М» 06.09.2007 г. в Улытауском районе Карагандинской области.

1. Проведено обследование объектов окружающей среды в местах аварийного падения фрагментов аварийной РН «Протон-М» - верхней части разгонного блока «Бриз-М» и части КА, разгонного блока «Бриз-М» (малая воронка), второй ступени РН

(большая воронка), а также части космического аппарата и мелких фрагментов аварийной РН с использованием схемы отбора проб по румбам как на местах падения 3-х основных фрагментов, так и на местах падения остальных фрагментов.

Результаты обследований объектов окружающей среды в районе аварии и прилегающих территориях, выполненных российскими и казахстанскими организациями, использующими единую аппаратурно-методическую основу и методики выполнения измерений, аттестованные и внесенные в реестр государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан, расходятся между собой.

2. В результате анализа полученных расхождений результатов можно сделать следующие выводы:

- разделение данных проб на части для транспортировки в различные лаборатории проводилось при сильном запахе НДМГ и в полевых условиях сложно было обеспечить равноценность проб;

- анализ в лаборатории ОАО «ВПК «НПО машиностроения» проводился практически сразу после отбора проб, что, безусловно, исключает потери загрязнителя при транспортировке проб;

- потери при транспортировке проб, содержащих высокие концентрации НДМГ могут привести к значительной потере загрязнителя, в условиях высоких температур и отсутствия специальной герметичной тары.

Полученные результаты исследований позволяют утверждать, что основная масса ракетного горючего (НДМГ) прореагировала с окислителем при падении на землю второй и третьей ступени, что подтверждается наличием воронок, образовавшихся при взрыве. Участки почвы, загрязненной НДМГ обнаружены в местах падения верхней части разгонного блока с переходным отсеком, мелких фрагментов РБ и космического аппарата (малая воронка), и в зоне падения второй ступени (большая воронка). В местах падения фрагментов РБ загрязнение, очевидно, произошло в результате пролива из разрушенных баков. В зоне падения второй ступени загрязнение произошло в результате аэрогенного распространения непрореагировавших при взрыве остатков НДМГ.

3. На основании протокольного решения совместного заседания казахстанской и российской правительственных комиссий по изучению последствий аварии РН «Протон-М» в Карагандинской области, запущенной с космодрома Байконур 6

сентября 2007 года, и в соответствии с утвержденным Сторонами Техническим заданием, организациями Республики Казахстан и Российской Федерации проведено обследование и оценка состояния окружающей среды в районе произошедшей аварии.

Детально обследованы места падения:

– верхней части разгонного блока «Бриз-М» и части космического аппарата;

– второй ступени РН (большая воронка);

– разгонного блока «Бриз-М» (малая воронка);

– части космического аппарата;

– мелких фрагментов аварийной РН.

По результатам химико-аналитических работ установлены загрязнения почвы несимметричным диметилгидразином (НДМГ) на следующих участках местности:

– 3 600 м^2 - на месте падения верхней части разгонного блока и части переходного отсека КА (в том числе 18 м^2 со средним уровнем загрязнения 2 450 ПДК, 3 582 м^2 со средним уровнем загрязнения 1,5 ПДК);

– 8 463 м^2 (со средним уровнем загрязнения 4 ПДК) - на месте падения второй ступени (большая воронка);

– 452 м^2 (со средним уровнем загрязнения 5 ПДК) - в зоне падения фрагментов разгонного блока и космического аппарата (малая воронка).

Установлено загрязнение нитрат-ионами техногенного происхождения в результате аварийного падения РН «Протон-М» с КА «ДжейСиСат-11» на следующих участках местности:

– 8 314 м^2 с загрязнением 2,0-19,95 ПДК - на месте падения верхней части разгонного блока и части переходного отсека космического аппарата;

– 26 000 м^2 с загрязнением 1,68-98,45 ПДК - на месте падения второй ступени РН «Протон-М»;

– 200 м^2 с загрязнением 1,01-157,46 ПДК - на месте падения части разгонного блока.

4. Установлено загрязнение нитрозодиметиламином (НДМА) на местах падения верхней части разгонного блока и части переходного отсека космического аппарата с загрязнением 105-10 500 ПДК, разгонного блока с загрязнением 6-590 ПДК.

Установлено загрязнение 1,3-3,8 ПДК тетраметилтетразена (ТМТ) на участке места падения второй ступени РН «Протон-М». Общая площадь, загрязненная НДМГ, составила 12 515 м^2.

5. В местах падения фрагментов РН обнаружены и зафиксированы места возгорания растительности:

− на месте падения верхней части разгонного блока, территория площадью S=60 м×76 м=4 560 м^2;

− на месте падения разгонного блока, 5 очагов возгорания общей площадью 2 175 м^2;

− на месте падения фрагмента космического аппарата, территория площадью S=200 м×20 м=4 000 м^2.

Общая площадь территории возгорания растительности составляет 10 735 м^2. Фрагменты аварийной РН расположены в виде отдельных обломков и локальных скоплений размером 1-9 км^2 в зоне по направлению трассы полета 50×18 км. На местах с нарушением ландшафта (образование воронок и повреждение почвенной поверхности) площадью 47 300 м^2 необходимо провести рекультивацию.

В зоне большой воронки в почве выявлено содержание нитрат-иона значительно превышающее ПДК, что очевидно является следствием пролива окислителя (АТ).

6. Участки, подлежащие детоксикации раствором марганцовокислого калия (перманганата калия), выделялись таким образом, чтобы гарантированно (с учетом размытости границ выявленного загрязнения) обеспечить ликвидацию загрязнения и его нераспространение на другие территории. Для этого участки, подлежащие детоксикации, обозначались с отступом на незагрязненную территорию от 5 до 20 м. Участки подлежащие детоксикации:

− территория размером 60×60 м и площадью 3 600 м^2 на месте падения верхней части РБ «Бриз-М»;

− территория площадью 452 м^2 и радиусом 12 м от центра места падения РБ «Бриз-М»;

− территория площадью 8 463 м^2 на месте падения 2-й ступени РН.

7. Первая детоксикация мест аварийного падения после аварии РН «Протон-М» 06.09.2007 г. проводилась через 7 суток (14.09.2007 г.) на местах падения верхней части разгонного блока «Бриз-М» и части переходного отсека КА, разгонного блока «Бриз-М», второй ступени РН. При этом выполнялся отбор проб почвы в количестве 29, 16 и 12 проб соответственно, с использованием схемы отбора проб по румбам.

На местах падения верхней части разгонного блока «Бриз-

М» и части переходного отсека КА, а также разгонного блока «Бриз-М» потребовалось дополнительная детоксикация. Через 3 суток (в среднем) после повторной детоксикации отобрано соответственно по 45 и 13 проб почвы.

Рекультивация почвенного покрова на местах падения разгонного блока «Бриз-М» и второй ступени РН «Протон-М» проведена 01.10.2007 г. (через 7 недель после аварии). После рекультивации отобрано соответственно 9 и 21 проб поверхностного слоя почвы.

8. Результаты анализа проб почвы показали, что в точках отбора на глубине до 1 м загрязнений, превышающих ПДК по НДМГ, НДМА и ТМТ не обнаружено.

4.3 Оценка экологических последствий аварии РН «Протон-М» 02.07.2013 г. в позиционном районе космодрома Байконур

Оценка экологических последствий аварии РН «Протон-М» 02.07.2013 г. в позиционном районе космодрома Байконур. 2 июля 2013 г. пуск РН «Протон-М» с разгонным блоком ДМ-03 (11С861) с тремя навигационными спутниками «Глонасс-М» закончился аварией и падением ракеты-носителя на территории космодрома Байконур между 81-й и 200-й площадками на 30-й секунде полета [52].

03.07.2013 г. рабочей группой в составе представителей Департамента космодрома «Байконур» Национального космического агентства Республики Казахстан (ДКБ НКА РК), РГП «Научно-исследовательский центр «Ғарыш-Экология», Службы экологического контроля и мониторинга (СЭКиМ) филиала ФГУП «ЦЭНКИ» «КЦ «Южный» и Промышленно-санитарной лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии» (ФГБУЗ ЦГиЭ) комплекса «Байконур» ФМБА России проведено экологическое обследование воздействия аварии на окружающую среду, с отбором проб воздуха и почвы в районе аварийного падения РН «Протон-М».

Выполнен КХА на наличие несимметричного диметилгидразина (НДМГ), нитрозодиметиламина (НДМА), нитрат-иона, pH-показателя, с использованием следующих методик:

– МВИ № 41-01. KZ.07.00.01779-2013. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм

1,1–диметилгидразина в пробах почв методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием;

– МВИ № 103-08 KZ.07.00.01127-2010. Методика выполнения измерений массовой доли нитрозодиметиламина (НДМА) в образцах почв методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием;

– МВИ № 108-08 KZ.07.00.01780-2013 Методика выполнения измерений массовой доли несвязанного 1,1-диметилгидразина в образцах мягких частей растений методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием;

– МВИ № 38-02 KZ.07.00.01778-2013. Методика выполнения измерений массовой доли несвязанного нитрозодиметиламина в образцах мягких частей растений методом обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием;

– ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.;

– ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО;

– ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки;

– ПНД Ф 16.1.8-98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов нитрита, нитрата, хлорида, фторида, сульфата и фосфата в пробах почв (водорастворимая форма) методом ионной хроматографии.

Место аварийного падения РН «Протон-М» расположено между пл. 81 и пл. 200 на удалении 1 км от периметра стартового комплекса пл. 81 в юго-восточном направлении. На месте аварийного падения РКН образовалась воронка длиной (с севера на юг) 40 м, шириной 25 м и глубиной до 5 м. Высота бруствера - до 1,5 м. Вокруг воронки произошло возгорание растительного покрова площадью 4,9 га. Наблюдались следы горения на бруствере воронки с южной стороны.

Проведена топопривязка мест падения фрагментов РКН по периметру их разброса. Площадь разлета фрагментов составила 140 га. Максимальный разброс фрагментов РН в результате взрыва - 1,5 км в юго-восточном направлении от центра воронки.

В момент аварии образовалось облако, в котором помимо взвешенных частиц, могли содержаться компоненты ракетного

топлива и продукты их трансформации. Перемещение облака визуально наблюдалось в направлении движения воздушных масс на высоте около 500 м и на удалении от места падения до 100 км. Облако смещалось к югу в течение нескольких часов с явным постепенным рассеиванием [52].

Метеоусловия на момент аварии РН «Протон-М» 02.07.2013 г. Направление ветра 360 (северный). Скорость ветра – 5 м/сек. Температура - 18,1С. Влажность – 50%. Атмосферное давление – 738,6 мм рт.ст.

На месте аварийного падения определены концентрации компонентов ракетного топлива в атмосферном воздухе (таблица 4).

Таблица 4 - Концентрации компонентов ракетного топлива в атмосферном воздухе 02.07.2013 г. на месте аварии РН «Протон-М» 02.07.2013 г. [7]

Место измерений	Определяемое вещество	Максимально - разовая ПДК, мг/м3	Измеренная концентрация, мг/м^3	Предельно-допустимая концентрация (ПДК)
Наветренная сторона «воронки»	Диоксид азота	0,2	<0,2	< ПДК
	НДМГ	0,001	7,5	7500 ПДК
Подветренная сторона «воронки»	Диоксид азота	0,2	<0,2	< ПДК
	НДМГ	0,001	0,15	150 ПДК
1 км от воронки по направлению ветра	Диоксид азота	0,2	<0,2	< ПДК
	НДМГ	0,001	0,12	120 ПДК

Непосредственно после аварии 02 июля 2013 г. сотрудники лаборатории экологического мониторинга филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – «Космический центр «Южный» (Российская Федерация) провели оперативный контроль загрязнения атмосферы в двух точках - на границе космодрома по траектории движения облака на расстоянии около 80 км от места аварии (7 км от разъезда 102 по направлению к ст. Байхожа); и на границе города Байконыр со стороны аварии (КПП №7). В результате проведенных измерений, превышений предельно допустимые уровней содержания компонентов ракетного топлива в приземном слое атмосферы не обнаружено.

Утром 03 июля 2013 г. филиалом ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Южный» выполнен повторный отбор проб и инструментальные измерения атмосферного воздуха по траектории движения облака у разъезда 102 и на границе космодрома у КПП №7.

В результате проведенных измерений по траектории движения облака у разъезда 102 и на границе космодрома у КПП №7 в атмосферном воздухе концентраций НДМГ превышающих предельно допустимые уровни не выявлено.

По данным лаборатории РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» в г. Байконыр, 03.07.2013 г. в 50 м от центра воронки концентрация НДМГ в атмосферном воздухе по направлению ветра составила 0,0036 мг/м^3 (3,6 ПДК) [52].

В районе аварийного падения РКН «Протон-М» 3 июля 2013 г. проведены работы по экологическому обследованию места падения, с отбором проб почвы по схеме: в центре места удара (на дне воронки до глубины 60 см); в 16, 20, 65, 75, 105, 130 м на северо-восток от центра; 10, 50, 90, 150, 175, 280 м на юго-запад от центра; 25, 60, 90, 100 м на северо-запад от центра; 70 м на запад от центра; 75, 230, 330 м на юг от центра; 105, 140, 175 м на юго-восток от центра.

В центре воронки на глубине 0-10 см, 10-20 см, 30-40 см, 50-60 см отобрано 4 пробы. На бруствере воронки по четырем сторонам света отобрано 4 пробы поверхностной почвы. От центра воронки по восьми румбам на расстоянии до 175 м отобрано 16 проб поверхностной почвы. По направлению ветра на момент аварии на расстоянии до 330 м отобрано 4 пробы почвы. В лабораториях Представительства РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» и СЭКиМ (Служба экологического контроля и мониторинга) Филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «КЦ «Южный» выполнен КХА всех 28-ми отобранных проб почвы на содержание НДМГ, НДМА и нитрат ионы.

В центре воронки на глубине 0-10 см обнаружено 6 070 ПДК НДМГ (=0,1 мг/кг), 8 295 ПДК НДМА (=0,01 мг/кг); на глубине 10-20 см 8 850 ПДК НДМГ, 16 082 ПДК НДМА; на глубине 30-40 см 5 260 ПДК НДМГ, 14 699 ПДК НДМА; на глубине 50-60 см 730 ПДК НДМГ, 3 491 ПДК НДМА. На бруствере воронки обнаружено 86-1 434 ПДК НДМГ. По периметру участка возгорания растительного покрова, на растоянии 150 м от центра воронки в юго-западном направлении в одной пробе почвы обнаружено 130 ПДК НДМГ. Вокруг воронки на растоянии 50-105 м в почве выявлено 4-530 ПДК НДМГ. [53].

НДМА. На бруствере воронки и по периметру участка возгорания растительного покрова в почвы обнаружено 8-3 938 ПДК НДМА.

Нитрат-ионы. В центре воронки обнаружено 28 ПДК нитрат-ионов (=130 мг/кг) в слое 0-10 см, 6,5 ПДК на глубине 10-20 см, 9,7 ПДК на глубине 30-40 см, 4 ПДК на глубине 50-60 см. В остальных пробах почвы выявлено 1,2-47 ПДК нитрат-ионов.

Показатель pH почвы указывает на щелочную pH-среду во всех исследованных пробах почвы [53].

04.07.2013 г. с 11 ч 20 мин до 16 ч 00 мин совместной рабочей группой отобраны пробы объектов окружающей среды на месте аварийного падения РН «Протон-М».

В центре воронки на глубине 0-60 см отобрано 6 проб почвы послойно через каждые 10 см. Вокруг точки Т-10 (70 м на запад от центра места аварийного падения с обнаружением 530 ПДК НДМГ) дополнительно отобрано 5 проб почвы - в центре и по 4-м румбам на расстоянии 5 м от него. Под крупными фрагментами РКН отобрано 6 проб почвы. Всего отобрано 17 проб почвы.

Пробы воздуха отобраны на расстоянии 50 м на юго-восток от центра воронки и 20 м на юго-восток от точки Т-10.

Две пробы растений отобрано по направлению ветра от воронки – 210 м на восток и 350 м на юго-восток.

В центре воронки в слое почвы 0-10 см обнаружено 700 ПДК НДМГ, 3 107 ПДК НДМА; на глубине 10-20 см – 2 860 ПДК НДМГ, 4 909 ПДК НДМА; на глубине 20-30 см – 1 220 ПДК НДМГ, 5 843 ПДК НДМА; на глубине 30-40 см – 51 ПДК НДМГ, 1 360 ПДК НДМА; на глубине 40-50 см 5 ПДК НДМГ, 130 ПДК НДМА; на глубине 50-60 см 9 ПДК НДМГ, 92 ПДК НДМА [53].

Нитрат-ионы. В образцах почвы, отобранных в центре воронки в слое 0-10 см выявлено 9 ПДК нитрат-ионов, на глубине 10-20 см -10,5 ПДК, на глубинах 20-30 см - 17,8 ПДК, 30-40 см - 10,6 ПДК, 40-50 см - 1,1 ПДК. В слое 50-60 см нитрат-ионы не превышали ПДК.

В 70 м на запад от центра места аварийного падения (точка Т-10) и в 5 м вокруг нее в почве обнаружено 0,8-27 ПДК НДМГ, 4 416 ПДК НДМА (максимальный уровень загрязнения НДМА), 8,4 ПДК нитрат-ионов.

Максимальный уровень загрязнения КРТ под фрагментами РКН составил 62,2 ПДК НДМГ, 2 148 ПДК НДМА. До 6 ПДК нитрат-ионов выявлено в пробе почвы, отобранной в 30 м на запад от центра места аварийного падения, под фрагметом РКН.

Показатель pH почвы. Обнаружена щелочная pH-среда во всех исследованных образцах почвы.

В 2-х пробах атмосферного воздуха и 2-х исследованных образцах растений НДМГ не обнаружен [53].

05.07.2013 г. с 10 ч 25 мин до 18 ч 45 мин отобраны пробы почвы и растений на месте аварийного падения РКН, а также по

направлению ветра в момент пуска и по траектории движения образовавшегося аварийного облака.

Отобрано 8 проб почвы в 4-х точках по сторонам света на расстояний 30 м от бруствера воронки, по слоям 0-20 см и 20-40 см.

В позиционном районе космодрома, на пл. №2, 7 КПП, пл. №112, котельной, пл. №202 и на двух ж/д станциях (станция Напорная и Жигули) отобрано 6 проб почвы и 6 образцов растений [53].

Пробы, отобранные 05.07.2013 г., переданы в химическую лабораторию филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «КЦ «Южный», в химико-экологическую лабораторию Представительства РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» в г. Байконыр и в Центр гигиены и эпидемиологии комплекса «Байконур» ФМБА России, для проведения лабораторных исследований.

НДМГ. По данным химико-экологической лаборатории РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология», 06.07.2013 г. в 30 м на восток от бруствера воронки, было обнаружено 4,6 ПДК в слое 0-20 см, 91,2 ПДК в слое 20-40 см.

НДМА. Максимальный уровень загрязнения (984 ПДК в слое 20-40 см) выявлен в 30 м на восток от бруствера воронки.

Нитрат-ионы. Обнаружены уровни загрязнения почвы нитрат-ионами [53]:

- в 200 м на запад от ж/д станции Напорная (1,5 ПДК), в 75 м на востоке от котельной пл. №202 в позиционном районе космодрома (1,0 ПДК);

- на месте аварийного падения (2,5 ПДК в слое 0-20 см), в 30 м на север от бруствера воронки (2,7 ПДК в слое 20-40 см), в 30 м на юг от бруствера воронки (2,1 ПДК в слое 0-20 см и 1,0 ПДК в слое 20-40 см), в 30 м на восток от бруствера воронки (15,6 ПДК в слое 0-20 см, 14 ПДК в слое 20-40 см).

Показатель pH почвы. Обнаружена щелочная pH-среда во всех исследованных образцах почвы.

Максимальные концентрации НДМГ и НДМА в почве составили [8]:

– 8 850 ПДК НДМГ, 16 082 ПДК НДМА в центре воронки;

– 1 434 ПДК НДМГ на бруствере воронки;

– 573,4 ПДК НДМГ, 3 938 ПДК НДМА на прилегающей к воронке территории.

По периметру участка возгорания растительного покрова обнаружено 13 ПДК НДМГ в одной пробе почвы, на расстоянии

150 м от центра воронки в юго-западном направлении. Вокруг воронки на расстоянии 50-105 м в почве выявлено 4-530 ПДК НДМГ. Максимальный уровень загрязнения НДМГ в почве под фрагментами РКН составил 62 ПДК [53].

Схема выявленного загрязнения почвенного покрова НДМГ, НДМА, нитрат-ионом на месте падения РН «Протон-М» 02.07.2013 г. представлена на рисунке 12.

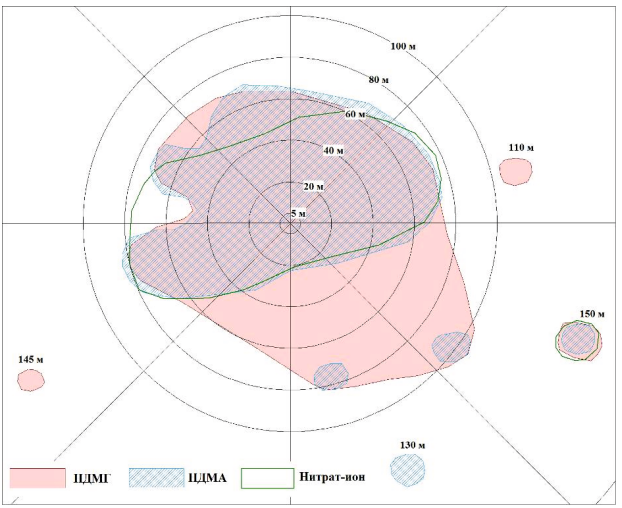

Рисунок 12 – Схема выявленного загрязнения почвенного покрова НДМГ, НДМА и нитрат-ионом с превышением ПДК на месте падения РН «Протон-М» 02.07.2013 г.

03.07.2013 г. после проведения работ по отбору проб состоялось совещание совместной Российско-Казахстанской рабочей группы, с принятием решения об использовании «Технологического регламента на детоксикацию почв, загрязненных НДМГ и продуктами его химической трансформации комбинированным методом», утвержденного Национальным космическим агентством РК, согласованного с Министерством охраны окружающей среды РК и Агентством РК по управлению земельными ресурсами, при проведении дальнейших работ по ликвидации последствий аварийного падения РКН «Протон-М». Метод разработан РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» в 2009-2011 гг. [52].

В период 08-17 июля 2013 г. продолжены работы по поиску составных частей агрегатов и элементов конструкции аварийной РН с блоком КА «Глонасс-М». Проведена топопривязка мест обнаружения 187-ми крупных фрагментов аварийной РКН, с идентификацией и фото-, видео-съемкой. Осуществлен сбор и вывоз фрагментов аварийной РН на место хранения (площадка №90).

Работы по детоксикации выявленного загрязнения почвенного покрова и контролю эффективности выполненных работ. На основании результатов КХА проб почвы, отобранных в период 03-05.07.2013 г., совместной рабочей группой было рекомендовано руководству филиала ФГУП «ЦЭНКИ» КЦ «Южный» выполнить работы по детоксикации загрязненной почвы. 09.07.2013 г. разработан и согласован «Проект производства работ по детоксикации почв, загрязненных НДМГ и продуктами его химической трансформации в результате аварии РН «Протон-М» 02.07.2013 г.». Расчетный объема раствора детоксиканта был определен с учетом глубины проникновения и концентрации загрязнения НДМГ.

В период 09-16 июля 2013 г., силами филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – «КЦ «Южный» проведена детоксикация места аварийного падения РН «Протон-М», согласно «Техническому регламенту на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом». Почва обработана детоксикантом на территории общей площадью 13 100 м^2, в том числе, 1 000 м^2 (исходя из расчета для концентрации НДМГ более 800 мг/кг), и 12 100 м^2 (исходя из расчета для концентрации НДМГ менее 50 мг/кг) [52].

23.07.2013 г. отобрано 27 контрольных проб - в воронке и на ее бруствере, до глубины 1 м. По результатам КХА, на участке западного бруствера воронки общей площадью 240 м^2 обнаружено до 1 170 ПДК НДМГ.

26.07.2013 г. на месте аварийного падения проведены взрывные работы по обезвреживанию опасных предметов, обнаруженных при сборе фрагментов РН «Протон-М».

В целях нейтрализации выявленных на западном бруствере воронки загрязнений почвы и возможных загрязнений почвы на месте проведения взрывных работ принято решение о проведении дополнительной детоксикации, в соответствии с разработанным и

согласованным Дополнением №1 к «Проекту производства работ по детоксикации почв, загрязненных НДМГ и продуктами его химической трансформации в результате аварии РН «Протон-М» 02.07.2013 г.» [52].

26.07.2013 г., после предварительного отбора проб почвы, на западном бруствере воронки, на участке площадью 240 м^2, проведена повторная обработка раствором из расчета для концентрации НДМГ 50–500 мг/кг. На месте подрыва опасных фрагментов аварийной РН «Протон-М», был обработан участок площадью 530 м^2 раствором исходя из расчета для концентрации НДМГ менее 50 мг/кг [52].

По результатам КХА 136-ти проб почвы, отобранных 26 июля 2013 г. по сетке 15×15 м до глубины 1 м, установлено, что на территории, прилегающей к воронке, имеются участки с содержанием НДМГ более 10 ПДК:

- с западной стороны воронки площадью 830 м^2 (15-1 700 ПДК НДМГ);
- с восточной стороны воронки площадью 1 470 м^2 (12-2 360 ПДК НДМГ);
- в 45 м на запад от воронки размером 15 м×15 м (15 ПДК НДМГ).

Для нейтрализации выявленных загрязнений почвы было принято решение о дополнительной детоксикации почвы, в соответствии с разработанным и согласованным Дополнением №2 к «Проекту производства работ по детоксикации почв, загрязненных НДМГ и продуктами его химической трансформации в результате аварии РКН «Протон-М» 02.07.2013 г.».

В период с 30 июля – 01 августа 2013 г. выполнена повторная обработка детоксикантом загрязненных участков. 01 августа 2013 г. в 15 ч 00 мин (время Астаны) проведены работы по детоксикации участков с западной и восточной стороны воронки на месте аварийного падения РН, общей площадью 2 520 м^2, в том числе, 2 160 м^2 раствором из расчета для концентрации НДМГ до 50 мг/кг и 360 м^2 раствором из расчета для концентрации НДМГ 50–500 мг/кг [52].

В соответствии с «Техническим регламентом на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом», 05 и 11 августа 2013 г. на месте аварийного падения РКН «Протон-М» проведен контрольный отбор 46 и 91 проб почвы (до глубины 1 м, по сетке 15 м×15 м).

В результатам КХА проб почвы, отобранных 05 и 11 августа, установлены максимальные уровни загрязнения почвы НДМГ и НДМА [52]:

– 103,9 ПДК НДМГ, 1 800 ПДК НДМА в центре воронки;

– 13,8 ПДК НДМГ, 759 ПДК НДМА на восточной стороне бруствера воронки;

– 129,9 ПДК НДМГ, 260 ПДК НДМА на западной стороне бруствера воронки;

– 6,2-662 ПДК НДМГ, 93-1 590 ПДК НДМА на прилегающей к воронке территории.

15 августа 2013 г. состоялось совещание совместной Российско-Казахстанской рабочей группы, на котором было предложено:

1. Провести дополнительную обработку 10-ти участков на воронке в месте аварийного падения РН и прилегающей территории общей площадью 1 060 $м^2$ раствором перекиси водорода из расчета 0,1 $м^3/м^2$.

2. До начала работ по обработке участков раствором детоксиканта выполнить рыхление поверхностного слоя почвы. На восточном и западном бруствере выполнить перемещение верхней части грунта толщиной до 20 см в воронку.

3. Через 10 дней после окончания работ провести отбор проб почвы с последующим выполнением количественного химического анализа до глубины 60-80 см.

В период 19-22 августа 2013 г. проведена дополнительная (третья) детоксикация 10-ти участков общей площадью 1 060 $м^2$. 19 августа выполнены работы по рыхлению поверхностного слоя почвы и перемещению верхней части грунта толщиной до 20 см в воронку. С 20 по 22 августа загрязненные участки обработаны раствором детоксиканта [52].

02 сентября 2013 г., в соответствии с «Техническим регламентом на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом» проведен контрольный отбор проб почвы на месте аварийного падения РН «Протон-М».

По результатам КХА 77-ми проб почвы, отобранных в точках выявленного загрязнения почвы до глубины 1 м, установлены максимальные уровни загрязнения почвы НДМГ и НДМА:

– 8 ПДК НДМГ, 315 ПДК НДМА в центре воронки;

– 5,7 ПДК НДМГ, 600 ПДК НДМА на восточной стороне бруствера воронки;

– 6,2 ПДК НДМГ, 368 ПДК НДМА на западной стороне бруствера воронки;

– 0,7-9,2 ПДК НДМГ, 18-445 ПДК НДМА на прилегающей к воронке территории [52].

07 сентября 2013 г. состоялось совещание совместной Российско-Казахстанской рабочей группы, на котором было предложено:

1. Провести дополнительную обработку 8-ми участков на месте падения аварийной РН общей площадью 1 010 $м^2$ раствором перекиси водорода из расчета 0,1 $м^3/м^2$.

2. До начала работ по обработке участков раствором выполнить рыхление поверхностного слоя почвы.

В период 09-12 сентября 2013 г. выполнена дополнительная детоксикация 8-ми участков на месте аварийного падения РН общей площадью 1 010 $м^2$. 09 сентября выполнены работы по рыхлению поверхностного слоя почвы, с 10 по 12 сентября проведена обработка загрязненных участков детоксикантом.

Таким образом, в период 09-12 сентября 2013 г. филиалом ФГУП «ЦЭНКИ» - «КЦ «Южный» была осуществлена четырехкратная детоксикация места аварийного падения РКН «Протон-М» каталитическим методом.

22 сентября 2013 г., в соответствии с «Техническим регламентом на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом» был выполнен контрольный отбор 66 проб почвы на месте аварийного падения РН «Протон-М» в точках выявленного загрязнения (до глубины 1 м).

По результатам КХА в пробах почвы, отобранных после четвертой детоксикации (проведена на площади 1 010 $м^2$), содержание НДМГ в воронке превышало ПДК в 3,5 раза. Таким образом, уровень загрязнения НДМГ почвы был снижен более чем в 2 500 раз (на 99,9%) по сравнению с первоначальными данными (8850 ПДК), а площадь загрязнения уменьшилась в 13 раз [52].

25 сентября 2013 г. состоялось совещание совместной Российско-Казахстанской рабочей группы, на котором были предложены следующие мероприятия.

1. Провести работы по микробиологическому методу детоксикации на участках с превышением ПДК НДМГ, в соответствии с «Техническим регламентом на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом».

2. Установить ограждение участка площадью 1,31 га (площадь первичной детоксикации загрязненной почвы).

2 октября 2013 г., для ускорения восстановительных процессов в почвенной микрофлоре, проведена микробиологическая очистка почвы на площади 1 010 $м^2$, в соответствии с «Техническим регламентом на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом» и «Инструкцией по выполнению детоксикации почв микроорганизмами».

В дальнейшем проведены следующие работы:

– 03.10.2013 г. выполнено разрыхление верхнего слоя почвы на обработанном участке;

– 04.10.2013 г. выполнено увлажнение верхнего слоя почвы водой в количестве 33 $м^3$. После полива отобраны пробы почвы для определения влажности;

– в течение 30-ти суток (до 01.11.2013 г.) с периодичностью 2 суток осуществлялся отбор проб почвы для определения влажности. В случае уменьшения влажности ниже 8% выполнялось рыхление и увлажнение верхнего слоя почвы.

5 ноября 2013 г. выполнен контрольный отбор 69-ти проб почвы до глубины 1 м на месте аварийного падения РКН «Протон-М», подвергнутом детоксикации микробиологическим методом. Согласно результатам КХА, в исследованных пробах отмечено значительное снижение концентрации НДМА и увеличение концентрации НДМГ (до 710 ПДК) [52].

11 ноября 2013 г. в рамках совещания совместной Российско-Казахстанской рабочей группы было сделано предположение о возможном локальном проникновении НДМГ на глубину ниже 60 см, а также о недостаточном окислении НДМГ и увлажнении почвы, вследствие чего, на фоне диффузионно-экстракционных процессов увеличилось содержание НДМГ в поверхностной почве [52].

Исходя из вышесказанного, рабочая группа рекомендовала руководству филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Южный» следующие действия:

1. Провести дополнительное обследование указанных загрязненных участков;

2. По результатам КХА определить площадь и глубину загрязнения;

3. Провести выемку загрязненного грунта толщиной слоя не более 30 см с размещением его на незагрязненной территории в

периметре организуемого ограждения, с целью обеспечения гарантированного проникновения раствора детоксиканта.

19 ноября 2013 г. проведены работы по выбору территории для складирования вынутого грунта с загрязненных участков и проведено его обследование. По результатам КХА 6-ти проб поверхностного слоя почвы установлено, что концентрация НДМГ в почве выбранного участка ниже предела обнаружения выбранного МВИ [52].

22 ноября 2013 г. выполнена выемка грунта на наиболее загрязненном участке на территории, прилегающей к воронке, и его укладка на выбранном участке складирования. Проведено дополнительное обследование территории. По результатам КХА 8-ми проб почвы, отобранных почвенным буром, установлено, что на месте выемки загрязненного грунта концентрация НДМГ в почве находится ниже предела обнаружения, но требуется дополнительная выемка грунта на западной стороне бруствера воронки.

В период 23-24 ноября 2013 г. на западной стороне бруствера воронки вынут 300 $м^3$ загрязненного грунта [52].

В ноябре 2013 г. место обнаружения загрязнения КРТ (участок проведения первичной детоксикации площадью 13 100 $м^2$) силами филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Южный» огорожено колючей проволокой.

03 декабря 2013 г. состоялось совещание совместной Российско-Казахстанской рабочей группы, в ходе которого руководству филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Южный» было рекомендовано:

1. В весенний период 2014 г. совместно с РГП «НИЦ «Ғарыш–Экология» провести обследование вынутого грунта для определения остаточного загрязнения НДМГ и продуктов его трансформации. По результатам КХА проб почвы определить необходимость проведения обработки детоксикантом.

2. В весенний период 2014 г. провести совместно с РГП «НИЦ «Ғарыш–Экология» обследование участка проведения первичной детоксикации площадью 1,31 га для определения остаточного загрязнения НДМГ и продуктами его трансформации [52].

Выводы по результатам оценки экологических последствий аварии РКН «Протон-М» 02.07.2013 г. в позиционном районе космодрома Байконур.

1. В момент аварии РН «Протон-М» 02.07.2013 г. образовалось облако, в котором помимо взвешенных частиц, могли содержаться компоненты ракетного топлива (КРТ) и продуктов их

трансформации. Перемещение облака визуально наблюдалось в направлении движения воздушных масс на высоте около 500 метров и на удалении от места падения до 100 км. Облако смещалось к югу в течение нескольких часов с явным постепенным рассеиванием.

Непосредственно после аварии (02.07.2013 г.) по траектории движения облака на расстоянии около 80 км от места аварии (7 км от разъезда 102 по направлению на ст. Байхожа), и на границе города Байконыр со стороны аварии (КПП №7) в атмосферном воздухе превышений ПДК по НДМГ не выявлено. 03.07.2013 г. в этих же точках также не выявлено наличие НДМГ.

2. На месте аварийного падения (02.07.2013 г.) после аварии были определены концентрации компонентов ракетного топлива в атмосферном воздухе, превышений ПДК по диоксиду азота не выявлено, превышение ПДК по НДМГ отмечено: с наветренной стороны воронки до 7 500 раз, с подветренной стороны воронки до 150 раз, в 1 км от воронки по направлению ветра – до 120 раз.

Через сутки после аварии (03.07.2013 г.) в приземном слое атмосферного воздуха в 50 м от центра воронки по направлению ветра выявлено 3,6 ПДК НДМГ.

3. Пролив невыгоревших при взрыве и пожаре остатков компонентов ракетного топлива подтверждает наличие КРТ в почве на месте аварии РН «Протон-М».

Отбор проб почвы проведен 03.07.2013 г. с использованием схемы отбора проб по румбам: в центре места удара (на дне воронки до глубины 60 см); в 16, 20, 65, 75, 105, 130 м на северо-восток от центра; 10, 50, 90, 150, 175, 280 м на юго-запад от центра; 25, 60, 90, 100 м на северо-запад от центра; 70 м на запад от центра; 75, 230, 330 м на юг от центра; 105, 140, 175 на юго-восток от центра.

03.07.2013 г. отобрано 28 проб почвы. В центре воронки отобраны 4 пробы до глубины 0,6 м, на бруствере воронки по четырем сторонам света отобраны 4 поверхностные пробы почвы. От центра воронки по восьми румбам на расстоянии до 175 м отобраны 16 поверхностных проб почвы.

В центре воронки обнаружено 8 850 ПДК НДМГ, 16 082 ПДК НДМА, 47ПДК нитрат-ионов. На бруствере воронки обнаружено 86-1 434 ПДК НДМГ. По периметру участка возгорания растительного покрова в почве выявлено 130 ПДК НДМГ в одной пробе на расстоянии 150 м от центра воронки в юго-западном направле-

нии. Вокруг воронки на расстоянии 50-105 м, в почве обнаружено 4-530 ПДК НДМГ, на бруствере воронки и по периметру участка возгорания растительного покрова – 8-3 938 ПДК НДМА.

04.07.2013 г. отобраны пробы объектов окружающей среды на месте аварийного падения РН «Протон-М». В точках выявленного загрязнения почвы и вокруг них, с использованием схемы по румбам отобрано 17 проб почвы, в том числе 11 поверхностных и 6 проб в центре воронки (отбор проб шагом 0,1 м до глубины 0,6 м).

Отобраны пробы воздуха на расстоянии 50 м на юго-восток от центра воронки и 20 м на юго-восток от точки выявленного загрязнения НДМГ (70 м на запад от центра воронки). Отобрано 2 пробы растений по направлению ветра от воронки – 210 м на восток и 350 м на юго-восток.

В центре воронки обнаружено до 2 860 ПДК НДМГ, 5 843 ПДК НДМА, 17,8 ПДК нитрат-иона в почве.

На точке в 70 м на запад от центра места аварийного падения и в 5 м вокруг него выявлено 0,8-27 ПДК НДМГ. Максимальные уровни загрязнения составили 4 416 ПДК НДМА, до 8,4 ПДК нитрат-иона.

В двух пробах приземного слоя атмосферного воздуха и в двух образцах растений НДМГ не обнаружен.

05.07.2013 г. на месте аварийного падения РКН, а также по направлению ветра в момент пуска и по траектории движения образовавшегося аварийного облака отобраны пробы почвы и растений.

Пробы почвы отобраны в 4 точках по сторонам света на расстояний 30 м от бруствера воронки по слоям 0-20 см и 20-40 см, всего 8 проб.

В позиционном районе космодрома, на прилегающих территориях было отобрано 6 проб почвы и 6 проб растений.

06.07.2013 г. по результатам КХА в почве выявлено до 91,2 ПДК НДМГ, 984 ПДК НДМА, до 15,6 ПДК нитрат-иона.

В пробах, отобранных на прилегающих территориях позиционного района космодрома «Байконур» не обнаружены НДМГ в растениях, НДМГ и НДМА в почве.

Таким образом, загрязнение почвенного покрова было сосредоточено:

– до 8 850 ПДК НДМГ, до 16 082 ПДК НДМА в центре воронки;

– 1 434 ПДК НДМГ на бруствере воронки;

– 573,4 ПДК НДМГ, 3 938 ПДК НДМА на прилегающей к воронке территории.

По периметру участка возгорания растительного покрова в почве выявлено до 13 ПДК НДМГ (в одной пробе на расстоянии 150 м от центра воронки в юго-западном направлении). Вокруг воронки на расстоянии от 50 до 105 м обнаружено 4 530 ПДК НДМГ в почве. Под фрагментами РН максимальный уровень загрязнения составил 62 ПДК НДМГ в почве.

4. Детоксикация почвы на месте выявленного загрязнения проведена в период с 09 по 16 июля 2013 г., через 7 суток после аварии, в соответствии с «Техническим регламентом на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом» и «Проектом производства работ по детоксикации почв, загрязненных НДМГ и продуктами его химической трансформации в результате аварии РН «Протон-М» 02.07.2013 г.», с расчетным объемом раствора детоксиканта, определенным с учетом глубины проникновения НДМГ и концентрации загрязнения.

Таким образом обработано всего 13 100 м^2, в том числе 1 000 м^2 из расчета для концентрации НДМГ более 800 мг/кг, и 12 100 м^2 из расчета для концентрации НДМГ менее 50 мг/кг.

Для контроля полноты детоксикации почвы в воронке отобрано 27 контрольных проб в воронке и на ее бруствере, до глубины 1 м, по схеме отбора проб по румбам. По результатам КХА на участке западного бруствера воронки общей площадью 240 м^2 установлено до 1 170 ПДК НДМГ.

5. Для оконтуривания загрязнения почвы после первой детоксикации 26 июля 2013 г. почвенным буром отобрано 136 проб почвы до глубины 1 м по сетке 15 м×15 м.

6. В связи с выявлением загрязнения в почве после первой детоксикации возникла необходимость в повторной детоксикации. В период с 30 июля по 1 августа 2013 г. выполнена вторая детоксикации почвы, для контроля качества которой (а также последующих детоксикаций) применена схема отбора проб по сетке 15 м×15 м, до глубины 1 м, в точках ранее выявленного загрязнения почвенного покрова. Через 5 и 10 суток после второй детоксикации отобрано соответственно 46 и 91 проб почвы. По результатам КХА установлено загрязнение:

– в центре воронки 103,9 ПДК НДМГ, 1 800 ПДК НДМА;

– на восточной стороне бруствера воронки 13,8 ПДК НДМГ, 759 ПДК НДМА;

– на западной стороне бруствера воронки 129,9 ПДК НДМГ, 260 ПДК НДМА;

– на прилегающей к воронке территории 6,2-662 ПДК НДМГ, 93-1 59 ПДК НДМА.

7. В период 19-22 августа 2013 г. проведены работы по дополнительной (третьей) детоксикации на десяти участках общей площадью 1 060 м^2. 19 августа выполнены работы по рыхлению поверхностного слоя почвы и перемещению верхней части грунта толщиной до 20 см в воронку. С 20 по 22 августа проведена обработка загрязненных участков раствором детоксиканта.

В результате лабораторных испытаний 77 проб почвы, отобранных 02 сентября 2013 г. (через 10 суток после детоксикации) до глубины 1 м в точках выявленного загрязнения почвы, установлено, что максимальные концентрации НДМГ и НДМА в почве составили:

– в центре воронки 8 ПДК НДМГ, 315 ПДК НДМА;

– на восточной стороне бруствера воронки 5,7 ПДК НДМГ, 600 ПДК НДМА;

– на западной стороне бруствера воронки 6,2 ПДК НДМГ, 368 ПДК НДМА;

– на прилегающей к воронке территории 0,7-9,2 ПДК НДМГ, 18-445 ПДК НДМА.

8. 02 сентября 2013 г. в соответствии с «Техническим регламентом на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом», на месте аварийного падения РН «Протон-М» проведен контрольный отбор проб почвы.

По результатам КХА 77-ми проб почвы, отобранных до глубины 1 м в точках ранее выявленного загрязнения почвы, установлены максимальные концентрации НДМГ и НДМА в почве:

– в центре воронки 8 ПДК НДМГ, 315 ПДК НДМА;

– на восточной стороне бруствера воронки 5,7 ПДК НДМГ, 600 ПДК НДМА;

– на западной стороне бруствера воронки 6,2 ПДК НДМГ, 368 ПДК НДМА;

– на прилегающей к воронке территории 0,7-9,2 ПДК НДМГ, 18-445 ПДК НДМА.

В период 09-12 сентября 2013 г. проведена дополнительная детоксикация на восьми участках аварийного падения РКН общей площадью 1 010 м^2. 09 сентября выполнены работы по рыхлению поверхностного слоя почвы. С 10 по 12 сентября загрязненные участки обработаны детоксикантом.

9. Таким образом, в период 9 июля - 12 сентября 2013 г. филиалом ФГУП «ЦЭНКИ» - «КЦ «Южный» осуществлена четырехкратная детоксикация места аварийного падения РН «Протон-М» каталитическим методом.

22 сентября 2013 г., в соответствии с «Техническим регламентом на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом» проведен контрольный отбор 66 проб почвы на месте аварийного падения РКН «Протон-М» в точках выявленного загрязнения до глубины 1 м.

В результате лабораторных испытаний проб почвы, установлено, что концентрация НДМГ в почве составляет не более 3,5 ПДК.

Таким образом, после четвертой детоксикации, проведенной на площади 1 010 м^2, содержание НДМГ в воронке превышало ПДК в 3,5 раза. Уровень НДМГ в почве был снижен более чем в 2 500 раз, или на 99,9%, по сравнению с первоначальными данными (8 850 ПДК), а площадь загрязнения уменьшилась в 13 раз.

10. Для ускорения процесса восстановления почвенной микрофлоры, 2 октября 2013 г. на площади 1 010 м^2 проведен этап микробиологической очистки почвы, согласно «Техническому регламенту на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его химической трансформации комбинированным методом» и «Инструкции по выполнению детоксикации почв микроорганизмами».

03.10.2013 г. выполнено разрыхление верхнего слоя почвы на обработанном участке. 04.10.2013 г. выполнено увлажнение верхнего слоя почвы водой в количестве 33 м^3. В течение 30 суток, до 01.11.2013 г., с периодичностью 2 суток, осуществлялся отбор проб почвы для определения влажности. В случае уменьшения влажности ниже 8% выполнялось рыхление и увлажнение верхнего слоя почвы.

5 ноября 2013 г. осуществлен контрольный отбор 69 проб почвы до глубины 1 м на месте аварийного падения РКН «Протон-М», подвергнутом детоксикации микробиологическим методом.

11. На совещании совместной Российско-Казахстанской рабочей группы 11.11.2013 г. было отмечено значительное снижение концентрации НДМА и увеличение концентрации НДМГ (до 710 ПДК) в пробах почвы, отобранных 5.11.2013 г.

По мнению российско-казахстанской совместной рабочей группы, данная ситуация была вызвана возможным локальным проникновением НДМГ на глубину ниже 60 см, недостаточным окислением НДМГ и увлажнением почвы по технологии микробиологической детоксикации, что, в свою очередь вызвало рост концентраций НДМГ в поверхностных слоях почвы из-за диффузионно-экстракционных процессов.

Исходя из вышесказанного, согласно рекомендациям рабочей группы, проведены следующие работы.

19 ноября 2013 г. выбрана территория для складирования вынутого грунта с загрязненных участков и проведено ее обследование. В результате лабораторных испытаний 6 проб поверхностного слоя почвы установлено, что НДМГ в почве выбранной территории отсутствует.

22 ноября 2013 г выполнена выемка грунта на наиболее загрязненном участке на территории, прилегающей к воронке, и его укладка на выбранном участке складирования.

22 ноября 2013 г. проведено дополнительное обследование территории. В результате лабораторных испытаний 8 проб почвы, отобранных почвенным буром, установлено, что на участке на месте выемки загрязненного грунта концентрация НДМГ в почве ниже предела обнаружения, но требуется дополнительная выемка грунта на западной стороне бруствера воронки.

В период 23-24 ноября 2013 г. выполнена выемка грунта на западной стороне бруствера воронки. Общий объем вынутого в период с 22 по 24 ноября загрязненного грунта составил 300 м^3.

Место установления загрязнения КРТ (участок, подвергнутый первичной детоксикации) в ноябре 2013 г., площадью 13 100 м^2, силами филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Южный» было огорожена колючей проволокой.

12. На совещании совместной Российско-Казахстанской рабочей группы 03 декабря 2013 г. руководству филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Южный» было рекомендовано:

− в весенний период 2014 г. провести совместно с РГП «НИЦ «Ғарыш–Экология» обследование вынутого грунта для определения остаточного загрязнения НДМГ и продуктов его трансфор-

мации; по результатам КХА проб почвы определить необходимость проведения обработки детоксикантом.

− в весенний период 2014 г. провести совместно с РГП «НИЦ «Ғарыш–Экология» обследование участка, подвергнутого первичной детоксикации, площадью 1,31 га для определения остаточного загрязнения НДМГ и продуктами его трансформации.

4.4 Выводы по результатам оценки экологических последствий трех аварий РКН

По результатам работ, выполненных РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология», в том числе, оценки последствий аварийных падений РКН МБР РС-20 в 2006 г. в Кызылординской области, РКН «Протон-М» 2007 г. в Карагандинской области и РКН «Протон-М» в 2013 г. в позиционном районе космодрома «Байконур», сделаны следующие выводы.

1. Количественный химический анализ проб объектов окружающей среды необходимо выполнять в аттестованных лабораториях, на основе одинаковой материально-технической базы, с использованием одинаковых высокочувствительных методик. В противном случае возможны значительные расхождения в результате анализов проб, вплоть до наличия и отсутствия загрязнения в одних и тех же пробах.

2. На всех трех авариях применен метод отбора проб по румбам от центра места аварийного падения РКН, с учетом направления ветра в момент аварии, с шагом, выбранным в зависимости от нарушенной в результате аварии территории. Под крупными фрагментами также отбирались пробы по румбам (под фрагментом и по 4 румбам от него на расстоянии 2-5 м в зависимости от его размера).

3. Количество отбираемых одномоментно проб поверхностного слоя почвы *после аварии МБР РС-20 2006 г.* составило на большой воронке - 18 и 33, соответственно через сутки и двое суток после аварии; на малой воронке - 18 и 21, соответственно через 14 и 16 суток после аварии.

Количество отбираемых одномоментно проб поверхностного слоя почвы *после аварии РН «Протон-М» 2007 г.* составило:

− на месте падения верхней части РБ «Бриз-М» и части переходного отсека КА через 7 часов после аварии отобрано 19 проб;

– на месте падения второй ступени РН «Протон-М» (большая воронка) через сутки после аварии отобрано 53 пробы;

– на месте РБ «Бриз-М» (малая воронка) через 2 суток после аварии отобрано 45 проб.

Количество отбираемых одномоментно проб почвы *после аварии РН «Протон-М» 2013 г.* составило:

– в центре воронки через сутки после аварии отобрано 28 проб, включая 24 пробы поверхностного слоя почвы и 4 пробы до 0,6 м в глубину;

– в центре воронки через 2 суток после аварии отобрано 17 проб, включая 11 проб поверхностного слоя почвы и 6 проб до 0,6 м в глубину;

– на расстоянии 30 м от бруствера воронки, по 4 румбам, в точках выявленного загрязнения, через 3 суток после аварии отобрано 8 проб до 0,4 м в глубину.

1. Анализы проб почвы выполнялись оперативно, с получением результатов на следующие сутки после отбора проб.

2. Основное загрязнение компонентами ракетного топлива и продуктами их трансформации с превышением ПДК было сосредоточено в окружности 100 м от центра мест падений основных фрагментов РН. Также присутствовало локальное (точечное) загрязнение под небольшими фрагментами, разлетевшимися на расстояние до 150 м.

Локальное загрязнение КРТ или продуктами их трансформации (нитрат-ион) может обнаруживаться на расстоянии до 1 000 м от центра места падения, в связи с разлетом незначительных по размеру фрагментов. На расстоянии до 10 км по направлению ветра в момент аварии, также возможен аэрогенный перенос загрязнения (например, при аварии РН «Протон-М» 2007 г., на большой воронке).

3. Детоксикация выявленного загрязнения почвенного покрова проводилась:

– более чем через 2 месяца после аварии МБР РС-20 2006 г., раствором перманганата калия различной концентрации;

– через 7 суток после аварии РН «Протон-М» 2007 г., раствором перманганата калия различной концентрации;

– через 7 суток после аварии РН «Протон-М» 2013 г., каталитическим методом (с помощью пероксида водорода).

4. Контроль качества детоксикации проведен:

– на местах аварии МБР РС-20 2006 г. отбор проб почвы по

румбам проведен через 4 суток после детоксикации на малой и большой воронках в количестве 21 и 41 проба поверхностного слоя почвы, соответственно;

– на местах падения РН «Протон-М» 2007 г. отбор проб почвы по румбам проведен после детоксикации на местах падения верхней части разгонного блока «Бриз-М» и части переходного отсека КА (через 1 сутки, 29 проб до глубины 1 м), на местах падения разгонного блока «Бриз-М» (через 4 суток, 16 проб до глубины 1 м) и второй ступени РН «Протон-М» (через 7 суток, 12 проб до глубины 1 м);

– на месте падения верхней части разгонного блока «Бриз-М» и части переходного отсека КА отбор проб почвы проведен по румбам при трех дальнейших детоксикациях (соответственно, через 3 суток, 5 суток и 2 суток после каждой детоксикации, по 45 проб до глубины 1 м);

– на месте падения разгонного блока «Бриз-М» при двух последующих детоксикациях отбор проб почвы проведен по румбам (через 2 и 4 суток отобрано 15 и 10 проб, соответственно, до глубины 1 м);

– на месте аварии РН «Протон-М» 2013 г. оконтуривание загрязнения после первой детоксикации проведено по сетке 15 м×15 м, с отбором 136 проб почвы до глубины 1 м, при контроле трех последующих детоксикаций, через 10 суток после детоксикации, в точках ранее выявленного загрязнения отобрано 46, 77, 66 проб почвы проб почвы, соответственно, на глубине 1 м.

5. При высоком уровне НДМГ в почве (5 200 ПДК и выше) требуется многократная (до 4 раз) детоксикация почвенного покрова.

5 РАЗРАБОТКА СХЕМ ОПЕРАТИВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

5.1 Схемы экологического обследования мест аварийного падения РКН

В настоящее время схемы обследования каждой аварии РКН разрабатываются в стихийных условиях, зачастую без учета опыта, накопленного при ликвидации последствий предыдущих аварий. Это повышает риск упущения важнейших аспектов, касающихся оценки негативных последствий аварий РН, связанных с природно-климатическими особенностями региона, состоянием почвенно-растительного покрова, почвенной микрофлоры, механических и пирогенных деформаций почвенно-растительного покрова, химического загрязнения от аварийных проливов и т.д. Неэффективность работ по ликвидации аварии (в том числе, детоксикации почвы и ее рекультивации) означает отдаление сроков ввода пострадавших от аварии земель в использование в народном хозяйстве, рост социальной напряженности по поводу риска токсичного загрязнения компонентами ракетного топлива (КРТ) на прилегающих к району аварии территориях.

Начиная с экстренного экологического обследования мест аварийного падения в первые сутки после аварии, и по настоящее время данные экологических исследований объектов окружающей среды в районах аварийных падений РКН в 2006, 2007, 2013 гг. накапливались в геоинформационной базе данных (БД) НИЦ «Ғарыш-Экология». Так, за 12 лет исследований общее количество записей в табличной БД составляет 72 722. Картографическая БД включает цифровые топогеодезические основы территорий вышеназванных аварийных падений РКН масштаба 1:200000, план-схемы мест аварийных падений, а также тематические карты и схемы, отображающие результаты экологических исследований.

Накопленный материал стал основой при разработке схемы экстренного обследования (РК совместно с РФ) на месте аварийного падения РКН. Проанализированы подходы к отбору проб почвы и растений, масштабы и выбор направления исследований, выявлены недочеты. Сделан вывод о необходимости детального исследования потенциально загрязненных мест аварий РКН.

При планировании точек отбора проб, нужно было определить радиус выявляемого загрязнения на примере прошлых аварий РКН. Для решения этой задачи применена программа *MapInfo Professional 12.1* и ГИС-методы:

– *SQL-запрос* (*Structured Query Language* – язык структурированных запросов) использован при анализе пространственно-атрибутивной информации, в качестве мощного инструмента для создания всевозможных выборок из базы данных;

– *пространственный анализ*, в данном случае анализ расположения точек с загрязнением;

– *картометрические функции* – операции, позволяющие измерять расстояния и площади, использованы для получения информации с карты;

– *метод рисования,* в данном случае использование инструментальной панели «Пенал» главного меню программы *MapInfo Professional* для создания схемы экстренного обследования;

– *метод построения сеток с помощью «Grid maker»*, инструмент *MapInfo Professional*, в данном случае применялся для создания схемы отбора проб по сетке с определенным шагом.

Проанализирована база данных экстренного экологического обследования. С помощью SQL-запросов из базы данных выбраны точки с превышением ПДК КРТ. Выборка по загрязнению почв была добавлена на план-схемы.

Пространственный анализ показал, что основной объем загрязнения почвы, вне зависимости от размеров образовавшихся воронок находится в радиусе 100 м от центра мест падения (МП) основных фрагментов РН, а распространение загрязнения не зависит от направления ветра на момент аварии. Вероятно, это связано с тем, что при взрыве влияние ветра ничтожно мало и не оказывает какого-либо воздействия.

Максимальная удаленность выявленного загрязнения от места аварийного падения зафиксирована при экологической оценке аварии РН «Протон-М» в 2007 г. Точечные загрязнения почвы КРТ и продуктами их трансформации выявлены на расстоянии до 1 км от места падения 2-ой ступени, а по направлению ветра до 10 км. При последующих мониторинговых исследованиях загрязнение растений обнаружено на расстоянии 1,5 км. Этот факт также был учтен при разработке схемы.

По результатам пространственного анализа данных создана схема экстренного обследования на месте аварийного падения. На

рабочей области, с помощью инструментов рисования и картометрических функций *MapInfo Professional*, созданы концентрические окружности с центром, условно взятым в центре места аварийного падения, и радиусами, соответствующими расстояниям отбора проб от центра (5 м, 20 м, 40 м, 60 м, 80 м, 100 м, 200 м, 400 м, 600 м, 800 м, 1 000 м, 1 500 м и 2000 м). От центра по 8-ми румбам проведены лучи. В местах пересечения лучей с концентрическими окружностями проставлены точки отбора проб. Луч по направлению с условно заданным направлением ветра продлен до 10 000 м. От точки с отметкой 2 000 м до точки с отметкой 10 000 м, шаг отбора проб составил 1 000 м. Схема отбора проб в центре (до 100 м) масштабирована (увеличена) и представлена в дополнительном окне в виде «врезки» (рисунок 13).

При этом в радиусе 100 м от центра МП (по опыту прошлых лет на эту территорию приходится основной объем загрязнения почвы с превышением ПДК) отбирается 49 проб почвы.

Это количество предполагает работу двух лабораторий (Российской и Казахстанской сторон), каждая из которых выполняет анализ половины отобранных проб (по 22 пробы), а также анализ 5-ти проб выполняется параллельно двумя лабораториями, для перекрестного контроля.

В зависимости от площади аварийного нарушения почвенно-растительного покрова возможно изменение шага отбора проб. Если радиус нарушения >100 м от центра МП, то после точки, удаленной на 20 м от центра МП, вместо шага 20 м может быть выбран больший шаг (к примеру 25 или 30 м). В случае меньшего радиуса аварийного поражения почвенно-растительного покрова, шаг отбора проб можно уменьшить - вместо 20 м применить шаг 10 или 15 м. Основным требованием является максимальное оконтуривание загрязнения почвенно-растительного покрова на месте аварии. При этом количество анализируемых проб должно соответствовать возможностям выполнения анализа в течение суток, при круглосуточном режиме работы лабораторий.

Зона обследования на расстояния свыше 100 м от центра места падения, включает согласно предлагаемой схеме 64 точки отбора проб, рассчитанных на анализ проб в течение до 2-х суток после аварии. Эти точки в зависимости от конкретного расположения фрагментов аварийной РКН, могут быть сдвинуты соответствующим образом, так чтобы под каждым достаточно крупным фрагментом и вокруг него (на расстоянии 2-5 м в

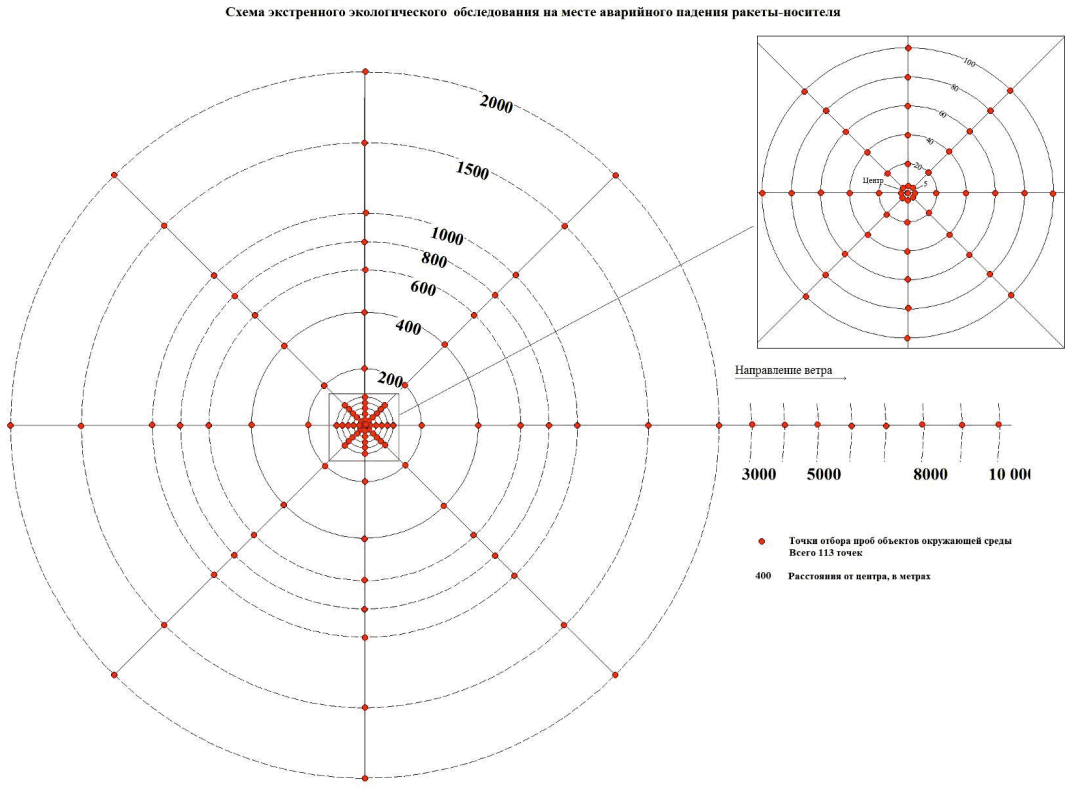

Рисунок 13 – Общая схема экстренного экологического обследования места аварии РКН

зависимости от его размера) был проведен отбор проб почвы. Количество этих проб предлагается с учетом работы двух лабораторий (Российской и Казахстанской сторон), выполняющей анализы половины отобранных проб (по 30 проб), а также анализ 4-х проб, выполняемый параллельно для перекрестного контроля. В случае необходимости, при наличии большого числа фрагментов аварийной РКН число проб может быть увеличено. Общее количество проб, а также их вариации при изменении шага отбора проб представлены в таблице 5.

При планировании отбора проб необходимо учитывать особенности рельефа местности на месте падения, в сторону уклона местности отбор проб проводить чаще или на более дальнее расстояние.

После получения данных о загрязнении почвенного покрова и оконтуривания участка загрязнения, необходимо уточнить глубину проникновения КРТ, для чего в точках с максимальным загрязнением (более 10 ПДК) необходим отбор проб почвы до глубины не менее 1 м. Таким образом, после получения данных о загрязнении почвенного покрова на месте аварии необходимо проведение работ по детоксикации почвенного покрова, в срок до 7-10 суток (в зависимости от уровня загрязнения почвенного покрова), для чего необходимо детальное оконтуривание выявленного загрязнения, применение которого также требуется в случае выявления нескольких очагов загрязнения на месте аварии РКН.

Для детального оконтуривания загрязнения на местах аварийного падения создана схема отбора проб объектов окружающей среды по сетке (рисунок 14). С помощью инструмента *Grid maker* построены сетки с шагом 2 м, 5 м, 10 м, 20 м и 30 м, на территориях с условным радиусом загрязнения 10 м, 30 м, 50 м, 100 м и 150 м, соответственно. Количество точек отбора проб в узлах сетки представлено в таблице 6.

Таблица 5 – Отбор проб объектов окружающей среды при экстренном обследовании через 1-3 суток после аварийного падения РКН

Радиус обследования, м	Радиус участков с нарушением почвенно-растительного покрова, м	Степень нарушенности при визуальном осмотре	Схема отбора проб почвы с шагом, м	Количество проб
До 100	менее 100	сильная	В центре и по 8 румбам, шагом 10 м (на расстоянии 5 м, 15 м, 25 м, 35 м, 45 м, 55 м, 65 м, 75 м, 85 м, 95 м, 100 м от центра)	89
	менее 100	средняя	В центре и по 8 румбам, шагом 15 м (на расстоянии 5 м, 15 м, 30 м, 45 м, 60 м, 75 м, 90 м, 100 м от центра)	65
	100	средняя	В центре и по 8 румбам, шагом 20 м (на расстоянии 5 м, 20 м, 40 м, 60 м, 80 м и 100 м от центра)	49
До 150	более 100	сильная	В центре и по 8 румбам, шагом 25 м (на расстоянии 5 м, 25 м, 50 м, 75 м, 100 м, 125 м и 150 м от центра)	57
	более 100	средняя	В центре и по 8 румбам, шагом 30 м (на расстоянии 5 м, 35 м, 65 м, 100 м, 130 м и 150 м от центра)	49
			Итого на нарушенных участках	49 - 89
От 100-150 до 1 000	-	-	По 8 румбам шагом 200 м (на расстоянии 200 м, 400 м, 600 м, 800 м и 1000 м)	40
От 1 000 до 2 000	-	-	По 8 румбам шагом 500 м (на расстоянии 1500 м и 2000 м)	16
От 2 000 до 10 000	-	-	По направлению ветра на момент аварии шагом 1000 м (на расстоянии 3000 м, 4000 м, 5000 м, 6000 м, 7000 м, 8000 м, 9000 м и 10000 м)	8
			Итого на ненарушенных участках	64
			Всего	113 – 153

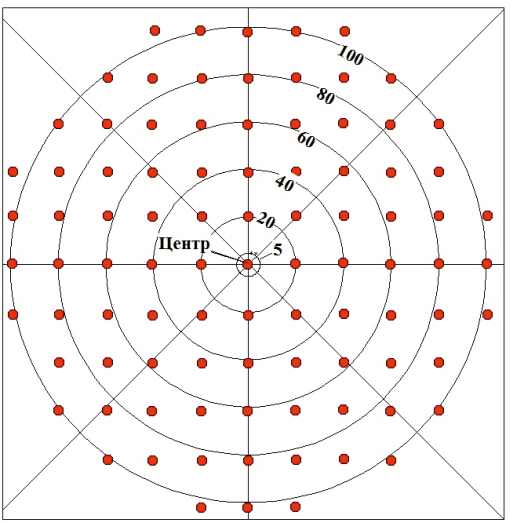

Рисунок 14 – Схема обследования по сетке с шагом 20 м

Таблица 6 – Отбор проб по сетке на локальных участках загрязнения через 4–6 суток после аварийного падения РКН

Радиус загрязненного участка, м	Шаг сетки обследования, м	Глубина отбора, см	Количество проб
10	2	до 100 (по слоям 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100)	89×5 =445
30	5		121×5=605
50	10		89×5 = 445
100	20		92×5=460
150	30		87×5=435

В радиусе 100 м от выявленного загрязнения (центр) применяется схема отбора проб по сетке с шагом 20 м, состоящая из 92 точек отбора проб. При этом, в зависимости от площади загрязнения, для его более детального оконтуривания шаг может быть увеличен (до 25 м или 30 м при площади загрязнения более 1 га), или уменьшен до шага сетки в 1 м, 2 м, 3 м, 5 м, 10 м, 15 м.

Основным требованием является максимальное оконтуривание загрязнения почвенно-растительного покрова на месте аварии, при этом число анализируемых проб должно позволять выполнить их анализ в течение 1-2 суток при круглосуточной работе лабораторий.

При планировании отбора проб обязательно необходимо учитывать особенности рельефа местности.

При разработке вышеуказанных схем был учтен опыт прошлых лет по оценке последствий аварий 2006, 2007 и 2013 гг., когда с учетом возможностей аккредитованных лабораторий, каждая из Российской и Казахстанской сторон выполняла КХА половины общего количества проб. При этом 5% от общего количества проб анализировались сторонами совместно для перекрестного контроля.

5.2 Разработка плана гигиенического обследования прилегающих населенных пунктов

При проведении гигиенических исследований, связанных с аварийным падением РКН приходится сталкиваться с разнообразными проблемами. Одна из основных заключается в объективной оценке реального загрязнения объектов среды обитания КРТ и продуктами их химической трансформации. Загрязнение объектов окружающей среды продуктами распада топлива «ракет- носите-

лей» (РН) может влиять на здоровье населения, проживающего в населенных пунктах, прилегающих к месту аварийного падения РН.

Для решения этих вопросов должно проводится комплексное санитарно-гигиеническое обследование среды обитания в населенных пунктах, прилегающих к районам аварийного падения РН. Основное внимание должно обращаться на риски, которые могут сопровождать падение ракеты.

Для получения объективной информации о гигиенических последствиях аварии РН требуются следующие исходные данные и материалы:

1. Карта района падения с прилегающими населенными пунктами.

2. Природно-климатические характеристики аварийного района (климат, ветровой режим, гидрогеологические, геохимические данные, характеристика почв, в том числе, специфических для данной местности физико-геологических условий), определение условий рассеивания (разбавления, накопления) вредных техногенных факторов в атмосфере, воде водоемов, почве, растениях, населенных местах изучаемых территорий; качественная и количественная характеристика природообусловленных факторов среды обитания.

3. Ситуационный план района аварии, а также расположения химически- и пожароопасных объектов – функциональное зонирование территории населенного пункта с учетом промышленных предприятий народно-хозяйственного назначения, сельскохозяйственных, транспортных объектов и коммуникаций данной территории.

4. Карта землепользования района применительно к месту аварии РН – выяснение вида сельскохозяйственной деятельности и, исходя из этого, предварительное определение возможного загрязнения КРТ сельскохозяйственных продуктов.

5. Данные об экологической и гигиенической ситуациях и техногенных загрязнителях.

6. Данные по характеристике водных объектов - зон санитарной охраны источников водоснабжения, водозаборных сооружений, водоводов в объеме требований ГОСТ для ориентировочной (качественной) санитарно-эпидемиологической оценки возможных источников загрязнения воды, источников водоснабжения.

7. Предварительная гигиеническая оценка качества питьевой воды и определение приоритетных загрязнителей по результатам

анализа качества питьевой воды в динамике в исследуемых населенных пунктах в объеме требований ГОСТа «Вода питьевая».

8. Данные по содержанию КРТ и его производных, а также других химических примесей (органических и неорганических) в почве, атмосферном воздухе, воде источников хозяйственно-питьевого назначения населенных мест, определение зон загрязнения («территорий риска»).

9. Содержание в биосубстратах домашних и сельскохозяйственных животных и населения (волосы, кровь, моча, грудное молоко) приоритетных загрязнителей или их метаболитов с учетом выделенных зон загрязнения («территории риска») для диагностики степени выраженности возможного воздействия соответствующих неблагоприятных факторов на организм человека в зависимости от зоны загрязнения.

10. Экспертная гигиеническая и санитарно-химическая качественная и количественная оценка загрязнения объектов среды обитания (атмосферный воздух, гидросфера, пахотные почвы, продукты местного производства) вредными техногенными факторами, обусловленными конкретными источниками на данной территории, и определение «вклада» НДМГ в общий уровень загрязнения каждой из изучаемых сред.

11. Санитарно-эпидемиологическая и экологическая оценка (количественная и качественная) в сопоставлении различных объектов среды обитания населения для уточнения механизма транспорта КРТ через объекты среды к человеку.

12. Санитарно-экологическая оценка суммарной нагрузки на среду обитания приоритетных загрязнителей и определение «вклада» в нее КРТ, в частности НДМГ и его производных.

13. Зонирование территорий по степени санитарно-экологической (эколого-гигиенической) опасности («территории риска») с определением районов с наиболее опасным уровнем загрязнения НДМГ, исходя из суммарной нагрузки загрязнителей на среду обитания.

14. Оценка воздействия НДМГ в соотношении с уровнями его содержания в ООС, т.е. определение степени накопления во внешней среде и потенциальной опасности для населения.

Схема проведения обследования:

– сбор информации об аварии (тип ракеты, вид топлива, сценарий аварии, погодные условия, удаленность от населенного пункта, тип застройки населенного пункта, количество жителей и др.);

– проведение комплексной качественно-количественной оценки химического загрязнения, составление перечня вредных и опасных факторов;

– выполнение ранжирования факторов в населенных пунктах по степени комплексной химической нагрузки на объекты окружающей среды и организм человека.

Проводится отбор и анализ на НДМГ атмосферного воздуха, почвенных образцов как поверхностного, так и глубоких слоев, растений, питьевой воды, овощей с приусадебных участков, продуктов животноводства (молоко, мясо домашних животных). Количество проб для каждого объекта среды обитания не менее 5-ти для крупного населенного пункта и мелкого (крестьянское хозяйство) не менее 3-х. Количество отобранных проб может меняться в зависимости от сценария аварии

В основе химического загрязнения окружающей среды лежит пролив несимметричного диметилгидразина на почву, испарения его с поверхности почвы и прямое поступление в воздух, а также загрязнение атмосферного воздуха. Существенная доля вредных веществ может поступать в организм через органы дыхания, поэтому обязательным условием является определение содержания химических токсикантов воздухе. НДМГ является неустойчивым соединением. В воздушной среде в теплый период года он разрушается в течение нескольких часов, оставляя след продуктов трансформации (соединений гидразина, нитрозоаминов, триазолов и т.д). Каждая проба подлежит газохроматографическому анализу на определение продуктов распада гептила.

Гептил главным образом сохраняется в почве, поэтому риск воздействия связан с поступлением токсиканта в организм по пищевой цепочке «почва-растения-продукты питания». Поэтому в местах возможного загрязнения КРТ (территория населенного пункта, усадьбы, огороды, колодцы питьевой воды) производится отбор проб почвы. Отбирается пахотных слой на глубину 25 см., не менее 5 проб вокруг места нахождения обломка ракеты, которые направляются для анализа в специализированную химлабораторию.

Поскольку оценка воздействия включает идентификацию, а также определение того количества вещества, которое воздействовало на человека по всем возможным путям поступления токсиканта в организм, учитывается также загрязнение продуктов питания (овощей, молочной и мясной продукции). Пробы отбира-

ются в количестве, необходимом для анализа и статистической обработки результатов.

Питьевая вода также относится к обязательным объектам исследования на содержание КРТ и продуктов их трансформации. Отбор проб питьевой воды производится из источника водоснабжения (централизованного или колодезного). В каждом случае отбирается необходимое для получения санитарного заключения количество проб воды.

Оценка результатов производится с учетом санитарных правил, нормативов ПДК на КРТ и продукты их трансформации, утвержденных в Республике Казахстан.

Следует отметить, что в проведенных ранее исследованиях ни в одной из проб в объектах окружающей среды и биоматериалов НДМГ обнаружен не был, что свидетельствует об отсутствии возможности поступления в организм человека данного токсиканта.

Анализ возможных поступлений загрязнений на территориях показывает, что основная опасность может быть связана с поступлением в почву, водоемы сбросов и очистных стоков от промышленных и сельскохозяйственных объектов региона.

Таким образом, основное действие при оценке гигиено-экологической ситуации в зоне аварийного падения РН - установление мест падения обломков РН; определение населенных пунктов, наиболее близко расположенных к ним; установление характера возможного воздействия факторов в очагах механического, термического и химического воздействия на здоровье населения.

6 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ГИГИЕНИЧЕСКИМ ОБСЛЕДОВАНИЯМ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ РИСКУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ПАДЕНИИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

6.1 Методические подходы к гигиенической оценке состояния среды обитания в населенных пунктах, подверженных риску воздействия аварийных ситуаций

При гигиенической оценке состояния окружающей среды и среды обитания необходимо учитывать временные периоды её развития. При этом следует рассматривать три временные фазы: раннюю, промежуточную и позднюю.

Ранняя фаза – это период начала аварии, разрушений, пожаров и формирования пыле-газового облака и химического загрязнения окружающей среды и среды обитания. Продолжительность ее, в зависимости от типа аварии, масштаба воздействий, выброса ракетного топлива в окружающую среду и продуктов его окисления, обычно составляет нескольких дней и заканчивается с принятием неотложных мер по обеспечению безопасности населения.

Промежуточная фаза начинается от момента завершения рассеивания облака и продолжается до окончания проведения санитарно-гигиенических обследований в очаге аварии. Этот период может продолжаться от нескольких дней до нескольких месяцев после аварии. Основная задача - проведение детоксикации загрязненных почв КРТ до уровня ПДК в местах аварийного падения фрагментов РКН.

Поздняя фаза, восстановительная, длится годами и может продолжаться до тех пор, пока отпадет необходимость в проведении мониторинга состояния среды обитания и здоровья населения. На этом этапе выполняются работы по мониторингу социально-гигиенической ситуации в населенных пунктах, прилегающих к месту аварии.

На втором и третьем этапе выполняется разработка и реализация программ социально-гигиенического мониторинга за территориями, подверженными аварийному воздействию.

В задачи гигиенических исследований непосредственно после аварии входят получение оперативной и достоверной информации о типе и виде ракетной техники; сценарии аварии;

климато-географической характеристике региона и метеоусловиях на момент аварии; расстоянии до населенных пунктов; оценке состояния окружающей среды и среды обитания; санитарных потерь в населенных пунктах; приоритетных загрязнителях, источником которых является КРТ, и сами объекты окружающей среды (производственные); риске здоровью населения; путях поступления токсических соединений в организм оценка времени воздействия (экспозиции) химических соединений на человека. Разрабатываются рекомендации по минимизации последствий аварийной ситуации для исполнительной власти на местах и вышестоящих инстанций.

Для разработки схем гигиенических исследований, прежде всего, необходимо было оценить «сценарии» аварийной ситуации и возможные последствия влияния аварии РКН на среду обитания и здоровье населения.

Сценарий аварийной ситуации, связанной с падением ракеты, предполагает непосредственное и опосредованное его воздействия на среду обитания и здоровье населения. При этом, подходы к гигиенической оценке ситуации и уровня опасности конкретизируются с учетом комплексного воздействия факторов аварии [44, 70-71].

Авария при пуске РН может сопровождаться: взрывом в приземном слое атмосферного воздуха или при ударе на поверхности земли; падением космического аппарата или любой части вне зон отчуждения в населенный пункт или на прилегающую территорию; разрушениями, пожарами объектов среды обитания в местах падения частей РН; механическим, химическим и физическим загрязнением территории в месте падения и т.д. (рис. 1).

Тип ракеты и используемое в РН топливо (НДМГ + тетраоксид азота, керосин + жидкий кислород) играют ведущую роль в развитии аварийной ситуации. Наиболее сложные ситуации связаны с авариями РН, в которых используется в качестве топлива высокотоксичный несимметричный диметилгидразин (НДМГ). Это вещество, несмотря на существующие в научной литературе обобщения по токсичности, мутагенных и канцерогенных эффектах, еще не получило достаточно полного анализа его опасности в связи с отсутствием единых методических подходов к решению проблемы оценки здоровья людей, оказавшихся в загрязненной зоне [44, 70-71].

Сценарий аварийной ситуации, связанной с падением ракеты, предполагает различный уровень опасности (рисунок 15).

Рисунок 15 – Сценарий оценки ситуации при аварийном падении РКН

В случае попадания обломков РН и топлива в населенный пункт отмечается прямое загрязнение объектов окружающей среды, жилищ, производственных и общественных зданий, водоемов, источников хозяйственно-питьевого водопользования и т.д. При этом, опасность химического загрязнения заключается в том, что компоненты ракетного топлива (КРТ) и продукты его распада могут поступать в организм человека с вдыхаемым воздухом, через кожу, с водой, продуктами питания и т.д., или по пищевой цепочке (растения – животные - человек).

Воздушный взрыв РН сопровождается выбросом жидкого ракетного горючего в приземный слой атмосферного воздуха и распространением с воздушными массами КРТ на большие расстояния, загрязняя территории на всем пути продвижения образовавшегося при взрыве облака. Химическое загрязнение может присутствовать в воздухе жилых и общественных помещений. Поэтому важно выполнить качественное и количественное определение загрязнителей воздуха не только на открытой местности, но и в закрытых помещениях.

Сопутствующие падению РН возгорания усиливают процесс трансформации НДМГ как в воздухе, так и в почве и способствует комбинированному загрязнению токсическими соединениями объектов среды обитания. Во всех случаях необходимо не только оценить количественный уровень загрязнения, но и качественный состав вредных веществ.

Разрушение РН в приземном слое атмосферного воздуха связано с поступлением ракетного топлива в воздушную среду и сгоранием (окислением) его в ней. При этом нагретые массы воздуха, содержащие продукты окисления топлива (оксиды азота, углерода и кислоты, образующиеся из них в присутствии влаги) выносят образующиеся вредные вещества в верхние слои атмосферы, где происходит дальнейшее их рассеивание, а избыточное содержание окислителя - тетраоксида азота - обеспечивает практически полное окисление НДМГ. Поэтому опасность загрязнения приземного слоя атмосферы НДМГ не столь велика.

Отличие наземных взрывов от воздушных состоит в том, что при наземных взрывах, при нарушении поверхности почвы, образуется воронка и наблюдается образование запыленного слоя атмосферы с черно-коричневой окраской облака вследствие содержания в нем большого количества частиц грунта, продуктов сгорания материальной части ракеты, сажи, оксида азота и т.д. Газопылевое облако может представлять опасность загрязнения воздушной среды для населенных пунктов. Под навалом грунта вокруг воронки может длительное время сохраняться пролитый на почву НДМГ и в последующем являться источником загрязнения окружающей среды. В связи с этим проводится определение содержание химических веществ в приземном слое атмосферы, включая КРТ на территории населенных пунктов. При оценке ситуации учитываются метеоусловия (скорость и направление ветра, влажность воздуха), которые могут усугублять санитарное состояние воздушной среды. Также необходимо учитывать особенности рельефа местности и строительные решения зданий, влияющие на характер рассеивания вредных веществ далеко за пределами очага аварии. Эти обстоятельства влияют на формирование плана и объема исследований в среде обитания.

При оценке химической обстановки в среде обитания, также как и при экологической оценке состояния окружающей среды, должны быть приняты во внимание метеорологические условия во время аварии: температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра, осадки, облачность и др.

Распространение токсикантов во внешней среде во многом зависит от погодных условий в момент взрыва РН, климатогеографической характеристики региона. Температура воздушной среды и почвы оказывает существенное влияние на химическую трансформацию гептила в этих средах. Поэтому теплый период

года, который является длительным в Центральном Казахстане, представляет наибольшую опасность испарения топлива в воздушную среду, перемещения загрязненных масс воздуха на большие расстояния и в целом увеличивает риск для здоровья населения.

Топографические особенности местности (рельеф, характер поверхности, тип почвы и т.п.) оцениваются по карте и дополняются изучением местности в районе расположения населенного пункта, угрозы или образования очагов поражения КРТ [72].

При оценке состояния окружающей среды и среды обитания в ранней фазе проводится гигиено-эпидемиологическое обследование территории населенных пунктов. Отбираются и анализируются пробы почвы, воды, воздуха. Берутся смывы с растений и кожных покровов, предметов обихода. Определяется химическое загрязнение продуктов питания растительного и животного происхождения, биологического материала (молоко, моча, ткани). При необходимости к этим исследованиям добавляются оценка возможности химического загрязнения жилых и общественных помещений, школ, детских садов, игровых площадок и мест отдыха. В объектах окружающей среды исследуются КРТ и продукты их трансформации, нитрит- и нитрат-ионы в почве и воде.

Выявляются дополнительные источники техногенных загрязнений, которые могут возникнуть при разрушении промышленных зданий и сооружений при падении обломков РН. Устанавливаются удельный вес приоритетных загрязнителей, пути поступления токсических веществ и уровни их воздействия на организм.

Оценка загрязнений производится в кратчайшие сроки, преимущественно, экспрессными методами.

Все результаты исследования должны сводиться в единой таблице.

Отбор проб воздуха в населенных пунктах производится минимум в 5 точках согласно ГОСТ 17.2.3.01-86 [73] и ГОСТ 17.02.6.01-86 [74].

Отбор почвенных проб в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 [75] и ГОСТ 17.4.4.02-84 [76]. Для достоверности химического анализа используют не менее 5 точечных проб.

Отбор проб снега и растительности аналогичен отбору проб почвы.

Отбор проб воды производится с учетом СТ РК ГОСТ Р 51592-2003, [77].

Планы отбора проб в период аварийной ситуации строго согласуются с комиссией по оценке и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, связанной с аварийным падением РН.

Сопроводительная документация должна включать перечень оборудования и приборов, используемых для отбора проб, порядок консервации и транспортировки проб к месту их анализа.

На основании проведенных исследований и их анализа формируется данные о приоритетных загрязнителях, с учетом их поведения в объектах окружающей среды и среды обитания с целью проведения профилактических мер (детоксикация почв, при необходимости зданий, предметов обихода, игровых площадок для детей и др., а также нейтрализация токсических веществ в источниках водопользования).

В 2008-2009 гг. с нашим участием разработаны методические рекомендации по проведению социально-гигиенического мониторинга населенных пунктов, прилегающих к территориям, подверженным воздействиям космодрома «Байконур» и улучшению здоровья населения [67-68]. В них приводится порядок социально-гигиенического мониторинга территорий, прилегающих к космодрому «Байконур». Выделены подходы к оценке качества поверхностных и грунтовых вод, почвенного покрова в РП ОЧ РН, приземного слоя атмосферы, санитарно-эпидемиологического состояния среды обитания и влияния фона на него, необходимые методы исследования, порядок сбора информации и ее обработки. Данные методические рекомендации в целом отражают направления работ по гигиеническому обследованию населенных мест, подверженных воздействиям космодрома «Байконур». Однако выполнены они в плане мониторинга населенных пунктов, т.е в промежуточной и поздней фазе аварии. Отличие и новизна настоящей методики проведения гигиенических исследований основаны на необходимости получения объективной и достоверной информации в ранней фазе с целью определения риска здоровью населения. Основной упор в рекомендациях сделан на оценку химического загрязнения среды обитания, связанного с аварийной ситуацией. В объектах среды обитания определяются: в воздухе – НДМГ, формальдегид, оксиды азота; в воде – эти же соединения, БПК, растворенный кислород, нитраты, нитриты; в почве – НДМГ и продукты трансформации; в продуктах питания – НДМА.

На рисунке 16 дана схема проведения гигиенических исследований в ранней фазе после аварийного падения РН.

Рисунок 16 - Схема проведения гигиенических исследований непосредственно после аварийного падения РН

Понятно, что установление фактических концентраций компонентов ракетного топлива в объектах окружающей среды является первостепенной задачей. При этом санитарно-гигиеническое обследование территории загрязнения и населенных пунктов требуется провести в кратчайшие сроки, соблюдая меры индивидуальной защиты при отборе проб из объектов окружающей среды.

Основным критерием для оценки степени загрязнения является ПДК для компонентов жидкого ракетного топлива и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды, утвержденные Приказом МНЭ РК №168 от 28. 02.2015 г. [26].

В таблице 7, приведены показатели загрязнения объектов окружающей среды и степень опасности этих загрязнений, характеризующие гигиеническую ситуацию в селитебной зоне в случае аварийного падения РН как удовлетворительную, относительно удовлетворительную и чрезвычайную.

Уровень опасности аварийной ситуации характеризуется наличием во внешней среде гигиенически значимых концентраций веществ, прежде всего, 1-го класса опасности. Обнаружение их в среде обитания в 5 и более раз превышающих ПДК в 20% отобранных проб говорит о неблагополучной, а при более высокой частоте – о чрезвычайной ситуации.

В числе химических соединений наиболее опасными являются НДМГ и продукты его химической трансформации (гидразин, нитрозодиметиламин, триметиламин, диметиламин, диметилформамид и др.). Эти химические загрязнения относятся к 1 и 2 классу опасности, обладают общетоксическим, канцерогенным, мутагенным другими вредными эффектами, и определяют основные риски при комплексном поступлении в организм, поэтому оценка риска химического воздействия является актуальной задачей, и что важно, должна производиться уже в первые часы после аварии.

При химическом загрязнении воздушной среды приоритетным является ингаляционный путь поступления веществ в организм, создающий наибольший риск нарушения здоровья. В тоже время учитываются и другие пути поступления (пероральный, накожный).

На основании оценки риска необходимо характеризовать ситуацию по следующим категориям:

– благополучная, характеризующаяся отсутствием разрушений объектов инфраструктуры, пожаров и химического загрязнения среды обитания;

Таблица 7 – Оценка гигиенической ситуации на селитебной территории, прилегающей к району аварии

Показатели загрязнения объектов окружающей среды и изменений здоровья населения	Ситуация по уровню опасности		
	благопо-лучная	неблаго-получная	чрезвычайная
1. Воздушная среда			
Кратность превышения КРТ над уровнем предельно-допустимой концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе веществ по классу опасности:			
1 класса опасности в селитебной зоне (при n > 10)	<ПДК	до 2 ПДК	2-3 ПДК от 7 до 20 суток подряд
2 класса опасности в селитебной зоне (при n > 10)	<ПДК	до 4 ПДК	4-5 ПДК от 7 до 20 суток подряд
3 класса опасности в селитебной зоне (при n > 10)	<ПДК	до 5 ПДК	5-7,5 ПДК 30 суток подряд
4 класса опасности в селитебной зоне (при n > 10)	< ПДК	до 8 ПДК	8-12 ПДК более 30 суток подряд
Число проб с превышением ПДК приоритетных по опасности вредных химических веществ	<10%	> 10%	> 20%
2.Вода			
Уровень химического загрязнения воды:			
основные показатели:			
- кратность превышения ПДК приоритетных по опасности вредных химических веществ	до 1 90% проб	до 2 > 10% проб	2, 1-3 > 10% проб
- значение ИЗВ (1)	до 1	до 3	4-6
- значение ПХЗ (2)			
для веществ 1-2 класса опасности	отс.	<5	5-10
для веществ 3-4 класса опасности	<10	<50	50-100
дополнительные показатели:			
- БПК 5	до 2,0	до 5	5,1-10
- растворенный кислород, % насыщения	> 50	> 50	50 -20
-нитраты	<10	<10	10-20
-нитриты	отсутствует	1-5	5-10
Загрязнение подземных вод на участках зоны влияния аварии:			
- содержание нитратов, нефтепродуктов	<3	3-10	10-100
-канцерогены	отсутствует	<1	1-3
-площадь загрязнения, км		<3	3-8
3.Почва			
Уровень загрязнения химическими веществами:			
кратность превышения ПДК веществами 1 класса опасности	до 1	1,1-2,0	2,1-3,0
- количество проб с превышением ПДК	90% проб	> 10% проб	> 10% проб
- 2-го класса опасности	до 1	1-5	6-10
-количество проб с превышением ПДК	90% проб	> 10% проб	> 10% проб
- 3-го класса опасности	до 1	1- 10	10-25
-количество проб с превышением ПДК	90% проб	> 10% проб	> 10% проб

– неблагополучная, характеризующаяся незначительными разрушениями жилых и общественных объектов, неудовлетворительным их санитарным состоянием с не высоким уровнем химического загрязнения среды обитания;

– чрезвычайная, характеризующая значительными разрушениями и опасным химическим загрязнением объектов среды обитания.

Считается, что риск – это мера количественного измерения опасности воздействия того или иного фактора на окружающую среду и здоровье населения. При этом необходимо учитывать вероятность развития вредных эффектов и ее неопределенность.

Оценка риска (вероятность негативного воздействия) здоровью, которая определяется качественной и количественной оценкой загрязнений, еще зависит от экспозиции – времени контакта организма с вредным фактором, в первую очередь с КРТ, поступающими в окружающую среду при аварийном падении РН, и приходящее в соприкосновении с пограничными органами человека (легкие, пищеварительный тракт, кожа).

Таким образом, система оценки риска включает четыре этапа:

- идентификация опасности;
- оценка отклика в состоянии здоровья на химическую нагрузку (дозу);
- оценка экспозиции;
- характеристика риска - количественная оценка риска.

Результаты оценки риска здоровью зависят от:

- отсутствия, недостаточности и достоверности определения химических веществ в объектах окружающей среды;
- уровней химического загрязнения с превышением ПДК;
- вида воздействия химических соединений (изолированное, комбинированное, комплексное, сочетанное с сопутствующими физическими факторами);
- наличия компонентов ракетного топлива или продуктов его трансформации в одной или нескольких средах;
- токсичности КРТ и продуктов его трансформации;
- суммарной нагрузки на организм человека за определенный период времени.

Оценка риска во временном аспекте может осуществляться на индивидуальном, групповом и популяционном уровне. Она должна учитывать пол, возраст человека, его трудовую деятельность и состояние органов и систем организма.

Оценка экспозиции является этапом оценки риска, в процессе которого устанавливается количественное поступление агента (химического, физического, биологического) в организм человека различными путями (ингаляционным, пероральным, накожным) в

результате контакта с различными факторами среды обитания (воздух, вода, почва, пищевые продукты) [81].

При оценке экспозиции важно учитывать характер трудовой деятельности, уровень коллективной и индивидуальной защиты населения. На этапе оценки экспозиции в период аварии должно проводиться уточнение сценариев воздействий, характеризующих пути транспортировки КРТ от места аварии до организма человека. С учетом выбранного сценария осуществляется анализ имеющихся данных об уровнях воздействия химических веществ на человека - концентрациях вещества во всех средах в анализируемой точке воздействия.

Экспозиция выражается воздействием химических загрязнителей в мг/м^3 или мг/кг, отнесенная ко времени воздействия, или как величина химической нагрузки с учетом массы тела (часовая, суточная мг/кг в день). Она позволяет определить распределение во времени и пространстве групп лиц с наибольшим риском, вклад в риск отдельных загрязнителей.

Экспозиция может определяться расчетным путем по часовому и суточному поступлению в организм. Другой путь оценки – использование биологических маркеров (содержание КРТ и продуктов трансформации в биологическом материале).

Допустимые концентрации веществ устанавливаются в соответствии с разработанными ПДК на КРТ и продукты их трансформации в почве [68].

В необходимых случаях производится сравнение фактических концентраций НДМГ в атмосферном воздухе населенного пункта с нормативами аварийных пределов воздействия токсического соединения. При экспозиции в 1 час допустимой концентрацией является содержание НДМГ в воздухе, равное 0,06; 4 часа – 0,02; 8 часов – 0,007; 24 часа – 0,005 мг/м^3 [68, 78]. Рассчитывается допустимая суточная доза (ДСД) для различных групп населения, составляет 0,0003 мг/кг массы тела в сутки [78].

Количественная оценка риска воздействия гептила важна еще и потому, что к настоящему времени утверждены нормативы ПДУ загрязнения НДМГ кожи (0,00001 мг/см^2), ПДУ загрязнения НДМА в мясе (0,002 мг/кг), зерне (0,015 мг/кг) и рыбных продуктах (0,003 мг/кг), а также аварийные пределы воздействия НМДМГ в воздухе рабочей зоны (концентрация 3 мг/м3 – эксопозиция 5 мин.; 2 мг/м^3 – 15 мин.; 0,6 мг/м^3 – 60 мин.; 0,15 мг/м^3 – 240 мин.; 0,05 мг/м^3 – 480 мин) [26, 64, 68, 78,79].

Оценка опасности несимметричного диметилгидразина при комплексном поступлении с воздухом, водой, продуктами питания оценивается на основе допустимой суточной дозы по МУ 1.2.39 – 2003 [26, 64, 78, 79].

Заключение о величине уровня риска выполняется с учетом присущих ей неопределенностей, зависящих от вариабельности [81].

Неопределенность представляет собой частичное отсутствие данных, связанных с оценкой риска.

Существует три категории неопределенности (отсутствие или неполная информация, необходимая для определения риска; отсутствие замеров концентраций, используемых для оценки экспозиции и обусловленными проблемами в теории предсказания причинных связей).

При оценке экспозиции выделяется три типа вариабельности:

- пространственная;
- временная;
- межиндивидуальная.

Недостающие данные по неопределенности и вариабельности уточняются в ходе дополнительных исследований или измерений.

На этапе идентификации опасности основными источниками неопределенности являются неполные или неточные сведения об источниках, концентрациях, достоверность и репрезентативность химических анализов, слабая доказательность или отсутствие эффекта воздействия на человека.

На этапе характеристики риска неопределенности выявляются условия, связанные с определением допустимой суточной дозы (однонаправленность или отсутствие ее в действии смеси компонентов трансформации НДМГ).

При определении риска так же основной упор делается на выявление роли отдельных факторов в формировании заболеваемости по обращаемости населения в первые дни после аварии с учетом фоновых (до аварии) показателей в сравнении с районными, областными и республиканскими показателями.

Основой анализа является применение математических, эпидемиологических методов и моделирования возможных эффектов, с выходом на «группы риска». При установлении групп риска необходимо использовать данные экологического состояния территории, состояние загрязнения почвы, водных объектов,

растительности, атмосферного воздуха и, в частности, содержания металлов в объектах среды обитания. Токсические металлы, попадая в организм человека, претерпевают в нем ряд химических и физических изменений, в результате которых получаются как неорганические, так и сложные органические соединения этих веществ. Вновь образованные в организме соединения частично отлагаются в различных органах, в том числе: металлы - в волосах, плазме крови, моче и частично выделяются из организма. Находящиеся в организме металлы могут явиться катализаторами воздействия на организм КРТ и продуктов их трансформации.

Оценка риска здоровью применяется в целях прогнозирования потенциальной опасности химического воздействия на краткосрочный и отдаленный периоды, оценки тяжести нарушений здоровья и разработки первочередности лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий. Разрабатываются рекомендации по минимизации последствий аварийной ситуации с передачей их органам исполнительной власти на местах и вышестоящие инстанции для принятия управленческих решений.

Резюмируя вышесказанное, методические подходы к действиям при идентификации опасности непосредственно после аварии сводятся к следующим мероприятиям.

В ранней стадии после аварии в результате гигиенических исследований дается ответ на вопрос о наличии влияния аварии на среду обитания. Осуществляется сбор и анализ данных о типе аварии, составе и условиях загрязнения населенного пункта при непосредственном воздействии и или при угрозе его загрязнения при опосредованном воздействии; выбор показателей потенциальной опасности вредных факторов; действия при индикации химических соединений; выбор приоритетных химических соединений, присутствующих в воздухе, почве, воде и продуктах питания.

Базовый методологический принцип гигиенической оценки и контроля в послеаварийном периоде построен, исходя из картины воздействия аварии на среду обитания, качественной и количественной характеристики загрязнения объектов окружающей среды и оценки рисков.

Разработанный алгоритм – поэтапный порядок действий при проведении гигиенических исследований в случаях аварий при осуществлении пусков РН в ранней фазе аварии – вносит новизну в

схемы проведения медицинских обследований населения при авариях РН и определяет их практическую значимость.

Таким образом, базовый методологический принцип гигиенической оценки и контроля в ранней фазе послеаварийного периода должен строиться, исходя из картины воздействия аварии на среду обитания, качественной и количественной характеристики загрязнения объектов окружающей среды, обуславливающие всевозможные риски и отклика организма на их воздействия.

6.2 Обобщение практического опыта гигиенических обследований в населенных пунктах, прилегающих к районам падения РКН

Опыт гигиенических исследований в населенных пунктах, прилегающих к районам падения РКН, приобретен в ходе оценки гигиенической ситуации при аварийных падениях РН в Кармакшинском районе Кызылординской области (2006 г.), в Улытауском районе Карагандинской области (2007 г.) и позиционном районе космодрома «Байконур» (2013 г.), произошедших в стороне от населенных пунктов, что исключало риск непосредственного воздействия факторов аварии на окружающую среду [4-6, 31, 33, 54].

Во всех случаях обследовалась среда обитания в населенных пунктах, прилегающих к местам аварии, с учетом климато-географических особенностей местности. Во всех случаях исследовалось качество среды обитания.

Отбор проб из объектов окружающей среды производился по общепринятым методикам гигиенических исследований и с учетом разработанных в 2008 г. Методических рекомендаций по проведению социально-гигиенического мониторинга населенных пунктов, прилегающих к территориям, подверженным воздействиям космодрома «Байконур» и улучшению здоровья населения.

Обследовались объекты окружающей среды: почва, лед, снег, поверхностные и грунтовые воды, приземный слой атмосферного воздуха, растения.

В первую очередь, при таких авариях оценивается воздушный путь загрязнения среды обитания в населенных пунктах.

Оценка состояния приземного слоя атмосферы определяется по содержанию КРТ и продуктов их трансформации и сгорания - формальдегида, оксида и диоксида азота, цианистого водорода и других химических веществ.

Отбор проб воздуха осуществлялся аспирационным методом. Использовались прибор для экспрессного определения вредных веществ в приземном слое атмосферного воздуха (ГАНК, индикаторные трубки для определения гептила, оксидов азота). Однако, экспрессные методы и приборы с отбором проб на индикаторные трубки предназначены для оценки воздуха в закрытых помещениях, применение которых может давать скорее качественную оценку загрязнения НДМГ и продуктами распада.

В практике гигиенических исследований применяются методы отбора проб в поглотители Зайцева, Рихтера, заполненные окислительными растворами, улавливающие НДМГ и продукты трансформации. Отбор проб при этом методе может продолжаться в течении 2-х часов, со скоростью аспирации 0,1-0,5 л/мин. Поэтому, в случаях необходимости качественного и количественного определения содержания КРТ в сжатые сроки для экстренной оценки ситуации целесообразно применять экспрессные методы.

При оценке качества поверхностных и грунтовых вод с целью экстренного получения информации о загрязнении их КРТ также удобнее использовать экспрессные методы определения [55].

Оценка загрязнения почвы давалась по нескольким точкам отбора проб в населенном пункте (минимально – 5), в центре поселка, на дорогах, на подворьях, на территориях детских учреждений. Отбор проб почвы производился методом «конверта» с площади 1 $м^2$ глубиной до 25 см. В некоторых случаях для качественного определения применялся отбор поверхностного слоя почвы с 1 $м^2$[55].

В аварийных ситуациях при загрязнении почвы населенных мест как правило обращается внимание на оценку содержания в почве компонентов ракетного топлива и продуктов его химической трансформации. Однако, целесообразно учитывать и другие показатели:

− тип и состав почвы;

− реакция среды (водородный показатель);

− физическое состояние (водопроницаемость, плотность почвы);

− содержание тяжелых металлов;

− при необходимости содержание радионуклидов.

Оценивается загрязнение КРТ и продуктами трансформации воды открытых водоемов и вод, используемых в хозяйственно-бытовых целях. Отбор проб производится общепринятыми методами.

Известно, что растительность является лучшим индикатором для определения площади рассеивания НДМГ. Уровень накопления НМДГ и его производных зависит от вида растений и обусловлен двумя путями его поступления в растения: почвенным и атмотехногенным. При гигиенической оценке химического загрязнения растений непосредственно после аварии, как правило, учитывается аэрогенный путь переноса КРТ с места аварии в населенный пункт. С этой целью берутся и исследуются смывы с поверхности растений дикорастущих и культурных в условиях населенного пункта, или проводится определение степени их загрязнения в пересчете на кг растительной массы после сушки растения до постоянного веса. В первом случае отбор выполняется скорее для качественного определения, во втором – для исследования транслокационного пути миграции [56].

Обязательным условием оценки ситуации в населенных пунктах является учет архитектурно-строительных решений, характера ведения хозяйства и факторы защиты населения от химического воздействия.

В определенных случаях делается описание:

- природной организации территории (почвенно-геологические условия, геохимические аномалии, геомагнитные поля, породы с повышенным фоном радиации, гидрохимическая характеристика, состав флоры и фауны территории, а также оценка факторов самоочищения);

- общей физико-географической характеристики территории дислокации населенного пункта с учетом основных зонально-климатических и ландшафтных особенностей.

Критерием оценки является предельно допустимая концентрация (ПДК), допустимая суточная доза (ДСД), комплексные показатели оценки среды.

В качестве примера рассмотрим поставарийную ситуацию, которая сложилась в Кызылординской области, где произошло аварийное падение ракеты РС-20 «Днепр», стартовавшей с космодрома «Байконур». Части ракеты упали в непосредственной близости от сел Комекбаев и Куандария. Расстояние от места взрыва связки ступеней ракеты («большая воронка») до населенного пункта с. Комекбаев составило 34,5 км; для с.Куандария - 42,5 км. Авария случилась в ночное время. Звук от взрыва ракеты был хорошо слышим жителями этих поселков.

Поселки Комекбаев и Куадария типичные для большинства сельских районов республики и области - одноэтажные дома, построенные чаще из саманного кирпича. Низкое качество дорог с твердым покрытием, требующих капитального ремонта.

Централизованное водоснабжение в поселках есть, но не работает. В п. Куандария в 1991 г. построена разводящая водопроводная сеть по типовому проекту длиной 9,8 км, которая вышла из строя в 1992 г.; в п. Комекбаев - построена в 1983 г. длиной 10,6 км и вышла из строя в 1996 г. Ввод в эксплуатацию водопроводной сети в каждом поселке длиной в 5,2 км предусматривался в 2007 г., однако пока эти планы в полном объеме не выполнены.

Питьевая вода в поселках в ряде анализов не соответствовала ГОСТу, как по содержанию химических веществ, так и по бактериологическому загрязнению (по колифагам и патогенной микрофлоре).

Каждая аварийная ситуация предполагает механическое и химическое загрязнение объектов окружающей среды и среды обитания компонентами ракетного топлива.

При аварии произошло загрязнение территории в районе падения гептилом в концентрациях, значительно превышающих ПДК, на площади 12,56 км^2 в районе большой воронки и 31,4 км^2 – в районе малой воронки. Это вызвало необходимость проведения очистки территории от обломков ракеты, детоксикации загрязненных площадей (13 км^2), контроля за состоянием воды, растениеводческой и животноводческой продукции, производимой в населенных пунктах. В отобранных пробах растительности и пробах воды населенных пунктов Комекбаев и Куандария на момент проведения отбора проб НДМГ не обнаружен. Загрязненные площади обработаны 0,01% раствором перманганата калия.

После детоксикации выявлялось загрязнение нитрат-ионом в местах падения первой и второй ступеней и космических аппаратов. Максимальное превышение ПДК по нитрат-иону в 27 раз отмечалось в эпицентре большой воронки. В районе падения космических аппаратов (малая воронка) в августе 2006 г. наблюдалось загрязнение нитрат-ионом до 7,7 ПДК в центре малой воронки.

Химический анализ отобранных проб осуществлялся в сертифицированных лабораториях по аттестованным методикам фотометрическим, хроматографическим жидкостным методами. Пробы почвы и воды исследовались ионометрическим методом на кислотность и наличие нитратов.

При оценке ситуации учитывалось фоновое гигиеническое состояние в поселках. Среда обитания и условия жизни населения поселков, оказавшихся в зоне аварии, как и во всем регионе, тесно связана с усыханием Аральского моря. Климат данного региона резко континентальный с жарким и сухим летом и холодной, сухой зимой. Зарегулирование и уменьшение стока р. Сырдарьи прекратило паводковое затопление дельты. Создались предпосылки хлоридного засоления дельтовых почв и орошаемых массивов. Увеличилось накопление в речной воде токсических соединений. Кроме того, отмечается прогрессирующее бактериальное загрязнение речной воды. Образование пылевых бурь вело к распространению пыли не только в регионе, но и далеко за его пределами.

В пыли, поднятой со дна высохшего водоема, выявлялись тяжелые металлы: свинец, цинк, медь, никель, марганец, кадмий. Металлы обладают выраженной биологической активностью, токсическим действием и свойством усиливать воздействие КРТ на организм, оказывая выраженное иммунотропное действие и влияя на состояние кроветворной системы.

Показатели кислотности почв колебались от 8,65 до 10,2 единиц и в целом указывали на преобладание в её химическом составе щелочных солей.

По рассчитанному интегральному показателю фонового загрязнения объектов окружающей среды тяжелыми металлами Кармакшинский район относится к зонам риска.

В тоже время, при оценке возможного загрязнения среды компонентами ракетного топлива было установлено, что в пробах почвы и воды, отобранных в населенных пунктах непосредственно после аварии и в течение 3-х последующих лет, несимметричный диметилгидразин и продукты его трансформации не определялись в пределах чувствительности методов (таблица 8).

Отбирались пробы почвы и воды для исследования содержания в них нитратов. Уровень нитрат-ионов в почвах с. Куандария был выше ПДК в ряде проб. Максимально высокая концентрация нитратов была в пробе почвы, отобранной во дворе дома хозяина К., содержащего скот, что являлось свидетельством органической природы загрязнения.

Таким образом, гигиенические исследования показали, что авария РКН МБР РС-20 в 2006 г. не привела к опасному химическому загрязнению объектов внешней среды в населенных пунктах.

Аналогичные исследования проводились после аварии РН

Таблица 8 – Гигиенические обследования, проведенные после аварийного падения МБР РС-20 «Днепр» 27 июля 2006 г.

Дата обследования	Места отбора проб	Количество проб		
		почва	Растения	вода
10.08.2006	Отборы проб почвы, растительности и воды на месте аварийного падения РС-20, прилегающей территории, а также в населенных пунктах п.Куандарья и п.Комекбаев Кармакшинского района Кызылординской области	11	6	7
Почва анализировалась на содержание НДМГ, NO3, NO2, керосина, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, As, Fe, Pu-238, Pu-239+240, Sr-90, Pb-210, Am-241, Cs-137, K-40, Rb-214, Ra-226, Ac-228, Ra-228, Th-232; Th-234,U-238 и для определения pH; растения - на содержание НДМГ; вода - на содержание НДМГ, NO_3, NO_2, керосина, Pb,Cu, Zn, Cd, Cr, As, Fe и для определения pH				
23.08.2006-29.11.2006	Отборы проб почвы и воды в п.Куандарья и п.Комекбаев Кармакшинского района Кызылординской области	73		70
Почва анализировалась на содержание НДМГ, NO3 и для определения pH; вода - на содержание НДМГ и для определения pH				

«Протон-М» в Карагандинской области. Так, при падении обломков ракет 6 сентября 2007 года в Улытауском районе на территорию, используемую крестьянскими хозяйствами для выращивания овощных культур и для пастбищ, были отобраны пробы почвы, воды открытых водоемов, воды, добываемой из скважин в бытовых целях и для водопоя скота, растений (таблица 9). Во всех пробах почв в крестьянских хозяйствах обнаруживались нитрат-ионы, причиной присутствия которых могла быть и химическая трансформация НДМГ, но повышенное содержание в местах выпаса скота указывало на органическую природу их образования. Концентрации нитрат-ионов незначительно превышало ПДК в почве, равную 130 мг/кг. В пробах воды нитрат-ионы не превышали ПДУ.

Таблица 9 – Гигиенические обследования, проведенные после аварийного падения РН «Протон-М» 6 сентября 2007 г.

Дата обследования	Места отбора проб	Количество проб		
		почва	растения	вода
08.09.2007	Отборы проб из объектов окружающей среды на зимовках прилегающих к району аварийного падения РН «Протон-М»	8	8	8
Почва анализировалась на содержание НДМГ, НДМА, ТМТ, NO_3 *и для определения pH;* *Растения на содержание* НДМГ, НДМА*;* *Вода на содержание* НДМГ, НДМА, ТМТ *и для определения pH.*				
08.09.2007	Отборы проб из объектов окружающей среды в населенных пунктах и в водоемах среды вблизи источников водоснабжения и на зимовках прилегающих к району аварийного падения РН «Протон-М»	34		6
Почва анализировалась на содержание НДМГ, НДМА, ТМТ, NO_3, NO_2 *и для определения pH;* *Вода на содержание* НДМГ, НДМА, ТМТ *и для определения pH.*				

Территории населенных пунктов г. Жезказган, г. Сатпаев, п. Жезказган, с. Карсакбай, с. Талап и крестьянских хозяйств в последующем были включены в план мониторинговых исследований. По результатам гигиенических исследований, проведенных непосредственно после аварии и течении ряда последующих лет, состояние территорий этих населенных пунктов по уровню химического загрязнения не давало оснований для отнесения их к неблагополучным.

При гигиеническом обследовании среды обитания г. Байконыр, п. Торетам и с. Акай, прилегающих к району аварии РН «Протон-М» в 2013 г. (таблица 10), непосредственно после аварии, даже при образовании и распространении облака по ветру в сторону населенных пунктов, в них не обнаружены компоненты ракетного топлива и продукты их трансформации в атмосферном воздухе, в почве, воде.

Вместе с тем, повышенное содержание нитратов в почве, увеличение химической нагрузки металлами на объекты среды обитания, факты несоответствия ГОСТу качества питьевой воды по солевому составу и бактериологическому загрязнению явились предметом проведения постоянного санитарно-эпидемиологического мониторинга в этом районе.

По Договору аренды комплекса «Байконур» между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации от 10 декабря 1994 года, Соглашению между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской

Таблица 10 – Гигиенические обследования, проведенные после аварийного падения РН «Протон-М» 2 июля 2013 г.

Дата обследования	Места отбора проб	Количество проб			
		почва	растения	вода	воздух
02.07.2013	Отборы проб почвы и атмосферного воздуха в населенных пунктах	9			3
05.07.2013	Отборы проб почвы и растений, по направлению ветра в момент пуска и по траектории движения образовавшегося после аварии облака	10	9		
12.07.2013-18.09.2013	Отборы проб почвы и атмосферного воздуха в городе Байконыр, поселках Торетам и Акай по траектории движения облака, образовавшегося после аварийного падения РКН «Протон-М» с блоком космических аппаратов «Глонасс-М» от 12.07.2013 г.	69		27	33
Почва анализировалась на содержание НДМГ, НДМА, NO3, NO2 *и для определения pH;* *Растения - на содержание* НДМГ, НДМА*;* *Атмосферный воздух - на содержание* НДМГ, диоксид азота*;* *Вода на содержание* НДМГ, НДМА, NO3, NO2 *и для определения pH.*					

Федерации по экологии и природопользованию на территории комплекса «Байконур» и условиях его аренды Российской Федерацией, утвержденного Постановлением Правительства РК от 13 декабря 2005 года № 1242 проведение мероприятий по ликвидации негативных последствий аварий, проливов КРТ, радиоактивных загрязнений, связанных с деятельностью комплекса «Байконур» осуществляются Российской Стороной. Российская Сторона проводит комплекс мероприятий по детоксикации данных территорий и вывозу всех механических частей РН. Уполномоченными органами Казахстанской Стороны по запросу Российской Стороны осуществляется участие «в проведении работ по ликвидации негативных экологических последствий аварий и проливов компонентов ракетных топлив на территории Республики Казахстан». Статья 5 Соглашения регулирует контроль за проведением работ путем создания Межправительственной комиссии по сотрудничеству между Республикой Казахстан и Российской Федерацией, создаются при необходимости рабочие комиссии, группы. И вся деятельность, осуществляемая в населенных пунктах по ликвидации последствий аварии, проведению гигиенических исследований проводится Российской и Казахстанской Сторонами.

6.3 Алгоритм проведения гигиенических обследований и оценки состояния здоровья населения на прилегающих территориях непосредственно после аварийного падения РКН

На основании проведенных работ разработан алгоритм гигиенических исследований.

Основной их задачей после аварийного падения РКН является определение риска воздействия аварийной ситуации – количественных его параметров. Это достигается проведением санитарно-гигиенического обследования территории загрязнения и населенных пунктов. Отбираются и анализируются пробы почвы, воды, воздуха. Берутся смывы с растений и кожных покровов, предметов обихода. Определяется химическое загрязнение продуктов питания растительного и животного происхождения, биологического материала (молоко, моча, ткани). При необходимости к этим исследованиям добавляются оценка возможности химического загрязнения жилых и общественных помещений, школ, детских садов, игровых площадок и мест отдыха. В объектах окружающей среды исследуются КРТ и продукты их трансформации, определяются нитрат- и нитрит-ионы в почве и воде.

Выявляются дополнительные источники техногенных загрязнений, которые могут возникнуть при разрушении промышленных зданий и сооружений при падении обломков РН. Устанавливаются удельный вес приоритетных загрязнителей, пути поступления токсических веществ и уровни их воздействия на организм.

Оценка загрязнений производится в кратчайшие сроки, преимущественно, экспрессными методами.

В связи с тем, что после аварии РКН при определении площади загрязненной территории и оценки риска здоровью населения и окружающей среде возникают определенные сложности, гигиенические обследования населенных мест должны быть последовательными и поэтапными для получения достоверной информации о качестве среды обитания. Для каждого этапа определяются цели, задачи, материалы и методы исследований. Кроме того, требования к последующим исследованиям пересматриваются по ходу работ и процесса оценки ситуации.

Некоторые схемы гигиенических обследований объектов среды обитания (в частности почвы) предполагают три этапа: предварительные исследования; разведочные исследования; основные полевые исследования [90].

При оценке гигиенической ситуации необходимо учитывать временные периоды развития аварийной ситуации и рассматривать три временные фазы: раннюю, промежуточную и позднюю.

Оперативная и достоверная оценка рисков выполняется с целью прогноза аварийной ситуации в населенных пунктах, прилегающих к месту аварийного падения РН, на основе выявления приоритетных загрязнителей и риска здоровью населения, оценки путей поступления токсических соединений в организм оценка и времени воздействия (экспозиции) химических соединений на человека. По результатам исследований разрабатывается рекомендации по минимизации последствий аварийной ситуации.

По результатам анализа источников информации и опыта собственных исследований концептуальная модель гигиенических обследований среды обитания населенных мест, прилегающих к районам аварии РКН, в послеаварийном периоде предусматривает следующие основные этапы:

Первый этап. Экстренные мероприятия. Оценка аварийной ситуации.

Второй этап. Предварительные гигиенические обследования среды обитания.

Третий этап. Мониторинг среды обитания.

Схемы гигиенических обследований на прилегающих к району аварийного падения РКН территориях показаны на рисунках 17-19.

На первом этапе в кратчайшие сроки после аварии проводятся экстренные мероприятия:

– делается заключение о возможных последствиях, оцениваются риски для качества среды обитания и состояния здоровья населения прилегающих территорий;

– определяются наиболее близко расположенные к району аварии населенные места (рисунок 18);

– выбираются объекты гигиенических обследований (воздух, вода, почва, растительность);

– выбираются места отбора проб в зависимости от численности жителей близлежащих населенных мест (до 1000 человек – 3-4 точки, более 1000 человек – 4-5 точек) (рисунки 18, 19);

– проводится отбор проб из объектов среды обитания (атмосферный воздух, вода питьевая и из поверхностных водоемов, почва);

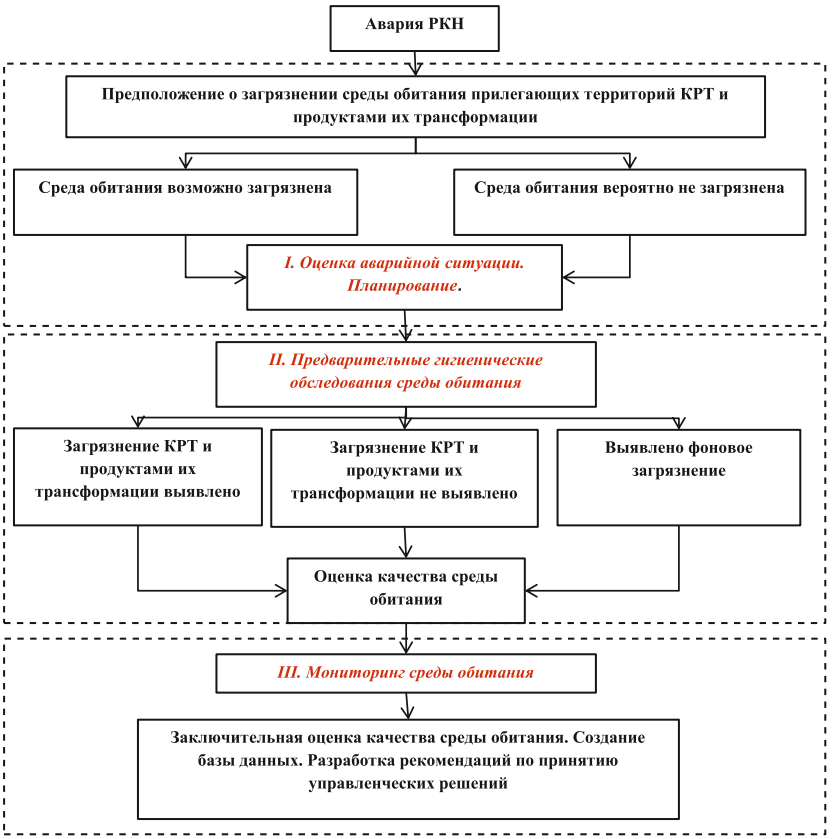

Рисунок 17 – Схема гигиенических обследований среды обитания на прилегающих к району аварийного падения РКН территориях

- дается качественная оценка ситуации в ранней фазе поставарийной ситуации (наличие или отсутствие загрязнения КРТ и продуктами их трансформации);
- делаются рекомендации по принятию управленческих решений;
- составляются план и обоснование гигиенических и медицинских обследований на последующих этапах исследований.

Таким образом, разработанный алгоритм – поэтапный порядок действий при проведении гигиенических исследований в случаях аварий при осуществлении пусков РН – он представляет практическую значимость для экологической безопасности ракетно-космической деятельности в условиях Республики Казахстан.

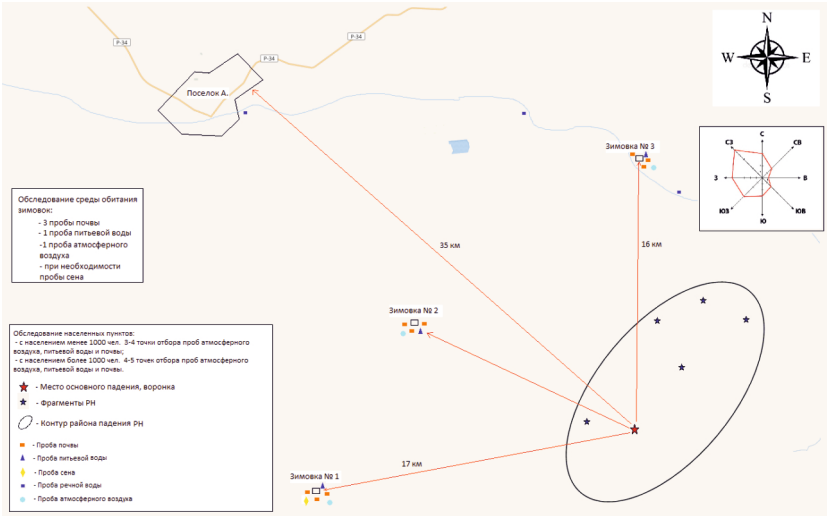

Рисунок 18 – Ситуационный план района аварии и схема гигиенических обследований населенных пунктов, прилегающих к району аварийного падения РКН, в поставарийный период

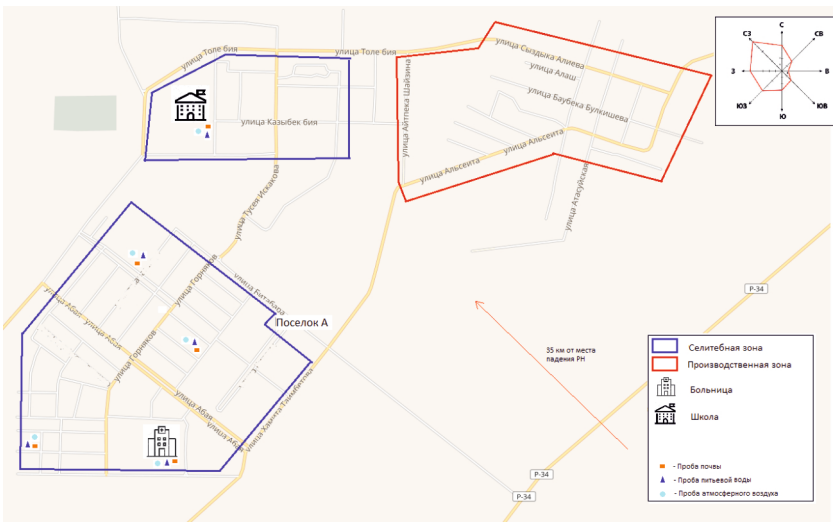

Рисунок 19 – Ситуационный план и схема гигиенического обследования населенного пункта, расположенного на территории, прилегающей к району аварийного падения РКН, в поставарийный период

7 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО МЕДИЦИНСКИМ ОБСЛЕДОВАНИЯМ НАСЕЛЕНИЯ В РАННЕЙ ФАЗЕ НЕШТАТНОЙ СИТУАЦИИ, СВЯЗАННОЙ С ПУСКОМ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ С КОСМОДРОМА БАЙКОНУР

7.1 Методические подходы к оценке состояния здоровья населения, находящегося в зоне аварии или на сопредельной к месту аварии территории

Нештатная ситуация, возникающая при аварийном при пуске ракеты-носителя, может привести или приводит к незапланированному загрязнению окружающей среды и среды обитания компонентами ракетного топлива.

До настоящего времени не было случаев загрязнения объектов среды обитания, населенных пунктов, прилегающих к штатным районам падения отделяющихся частей РН и к местам аварийного падения ракет. В то же время население испытывает психоэмоциональное напряжение, которое может проявляться повышением обращаемости населения за медицинской помощью при обострении хронических заболеваний и по поводу разного рода психосоматических расстройств.

Однако известно, что здоровье формируется под влиянием различного рода благоприятных и негативных факторов. На него из всего набора воздействующих факторов в 50-55% случаев влияет качество и образ жизни, в 15-20% генетические и биологические особенности самого организма, в 20-25% - природные, техногенные условия окружающей среды, 8-10% приходится на долю здравоохранения [91].

Поэтому установление истинной причины изменения состояния здоровья населения, подверженного стрессовому воздействию аварийной ситуации, связанной с падением РН является актуальной задачей.

Она важна не только для выявления роли риска гигиено-экологических, психоэмоциональных и других факторов аварийной ситуации в нарушении здоровья, но и для прогнозирования возможных последствий причиненного ему вреда.

Оценка здоровья населения направлена не только на выявление роли отдельных эколого-гигиенических факторов, связанных с аварийной ситуацией, в патогенезе развития отдельных нарушений здоровья, включая сопутствующие факторы, но в целях:

- прогнозирования вреда здоровью при воздействии компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации при контакте с различными средами, загрязненными КРТ;

- количественной оценки риска нарушения здоровья при воздействии сопутствующих химических веществ, содержащихся в среде обитания и обосновании комплекса мер, направленных на минимизацию риска.

Риск здоровью определяется величиной санитарных потерь, зависящих от масштаба чрезвычайной ситуации, комбинации поражающих факторов, сопровождающих аварийные ситуации.

Критерии оценки результатов воздействия определяются на:

- индивидуальном уровне (индивидуальные оценки по средним нормативным показателям для данного возраста и региона; нозологическая диагностика);

- групповом уровне (средние величины, характер распределения, статистические оценки, определение групп риска, возможно медицинское картографирование в регионе);

- популяционном уровне (статистическая оценка специальных выборок для использования при сопоставлении с другими территориями, регистр патологии).

На основании оценки развития санитарно-гигиенической ситуации в очаге аварии или на прилегающих территориях определяется медицинская ситуация, риск здоровью и разработка предложений по его устранению и восстановлению здоровья населения.

Для решения поставленных задач разрабатывается алгоритм, включающий кластерный, факторный, регрессионный анализы, позволяющий доказать зависимость состояния здоровья населения от гигиено-экологической ситуации в населенном пункте (исследования). Для комплексной оценки риска используется оценка опасности для здоровья населения химических нагрузок - поступления в организм вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, воде и почве, нередко и в продуктах питания. При этом используются методические документы Минздрава Республики Казахстан.

Даже небольшие экспозиционные дозы могут приводить к мутациям на клеточном уровне и новообразованиям. В таких случаях для оценки действия применяется подход в соответствии с концепцией беспорогового воздействия канцерогенов.

Полноценная информация о токсическом воздействии не возможна без учета времени воздействия (экспозиции) токсических веществ.

При непосредственном воздействии (попадание обломков РН в населенный пункт) возможно развитие экстремального варианта аварийной ситуации [82-85].

Следствием воздействия поражающих факторов могут рассматриваться следующие патологические состояния:

- механические и термические повреждения (травмы и ожоги);
- отравление компонентами ракетного топлива;
- реактивные состояния, прежде всего сопровождающиеся явлениями психомоторного возбуждения [62-63, 86-88].

На величину санитарных потерь оказывают влияние:

- механически травмирующие фрагменты РН и обломки местных объектов, при их разрушении;
- открытое пламя в очагах возгорания компонентов ракетного топлива, либо очагов вторичного возгорания местных объектов (легковоспламеняющиеся постройки, разрушенные газопроводы, леса и т.п.), а также продукты горения (угарный газ, дымы и т.п.);
- токсическое воздействие компонентов ракетного топлива, вследствие выброса в приземный слой атмосферы токсичных КРТ, главным фактором при этом выступают содержащие КРТ аэрозольные образования - облака, туманы, определенную долю в химическом загрязнении занимает также десорбция КРТ, сорбирующегося на поверхности части фрагментов РН.

Следует отметить, что большинство перечисленных поражающих факторов ограничивается, в основном, техногенными воздействиями аварии РН на среду обитания и могут служить пусковым фактором отдаленных патологических изменений у пострадавшего населения. Однако нельзя исключать прямого воздействия всего комплекса данных факторов.

Зона развития механических повреждений от прямого либо вторичного травмирования (вследствие разрушения имеющихся в зоне поражения объектов) может иметь различные границы.

При оценке токсической опасности учитываются класс опасности КРТ и продуктов их распада. Гидразин и его производные – жидкости с удельным весом от 0,78 до 1,1, являются мощными восстановителями, благодаря этому они термодинамически неустойчивы и легко разлагаются кислородом воздуха. Гидразины легко сорбируется поверхностями конструкций и вследствие явления десорбции может явиться причиной вторичного воздействия на контактирующих с ними людей. Токсичность гидразина

и его производных достаточно высока. Пути проникновения в организм – любые, но общетоксический эффект воздействия во всех случаях будет одинаков. Основной путь попадания гидразинсодержащих соединений в организм – ингаляционный, что ускоряет поступление токсикантов в кровь, попадание в органы и ткани организма, вследствие чего следует ожидать разнообразные патологические состояния организма. У трети экспонированных отмечаются дерматиты, даже при невысокой концентрации КРТ [1, 89].

Выделяют 3 степени тяжести острых отравлений: легкая, средней степени и тяжелая.

Первые признаки отравления гептилом проявляются головокружением, тошнотой, першением в горле, кашлем, резью в глазах. При резорбции гидразина к проявлениям местного действия токсикантов присоединяются признаки поражения ЦНС, крови, печени и почек. Симптоматика отравления развивается спустя 30-90 мин от начала воздействия.

При легкой интоксикации (наиболее вероятная форма поражения в зоне химического загрязнения) появляются беспокойство, возбуждение, чувство страха, бессонница, нарушение работоспособности в течение суток и более.

При средней тяжести на 3-4-тый день появляются боли в правом подреберье, диспептические расстройства, рвота, эрозивный гастрит, бульбит, иктеричность склер, присоединяются явления токсического ларинготрахеита, бронхита; выраженные астено-невротический и астено-вегетативный синдромы; сосудистая дисфункция, повышение давления крови; токсический гепатит; ретикулоцитоз, лейкоцитоз со сдвигом влево, лимфо- и моноцитоз; длительность заболеваний 2-3 недели, нарушения функции печени могут сохраняться длительно.

В тяжелых случаях нарушается функция печени, развивается судорожный синдром, энцефалопатия с диэнцефальными нарушениями, понижается артериальное давление, развивается коллапс, шок, миокардиодистрофия. Причем наиболее тяжелое проявление интоксикации в рассматриваемом очаге химического загрязнения в случае образования высокой концентрации могут отмечаться в течении 1 часа и более [86].

При авариях ракет-носителей (РН) в случае отсутствия разрушений, пожаров и химического загрязнения населенного пункта наибольшую опасность представляет стресс.

При воздействии на организм человека стрессового раздражителя (в данном случае аварийной ситуации) в коре головного мозга формируется стойкий интенсивный очаг возбуждения – доминанта. Вслед за ее появлением развивается ряд физиологических реакций: выброс аденокортикотропного гормона, и как следствие выброс адреналина и кортизола. Происходит учащение сердечного ритма, учащение дыхания, изменение водно-электролитного баланса, ускорение биохимических процессов и др. Благодаря этим процессам происходит адаптация к воздействию раздражающего фактора. Адаптационный синдром протекает в три стадии: тревоги, резистентности (адаптации) и истощения. Если стресс протекает в рамках первых двух стадий – с физиологической точки зрения все нормально. Если стрессовая ситуация сохраняет свою актуальность, а также человек постоянно вспоминает пережитое, то в коре головного мозга вновь начинается поддержка доминанты и в кровь продолжают поступать гормоны стресса и наступает снижение защитных сил организма и наступает дизадаптация, что приводит к различным отрицательным изменениям в организме [62-63, 86-88].

Нарушения здоровья, связанные со стрессом, сопровождаются *психосоматическими расстройствами*. В результате стресса одни люди реагируют апатией, вялостью, слабостью, медлительностью, сильным потоотделением; другие – перепадами настроения, рабочего тонуса, склонностью делать ошибки, повышением голоса.

Невротическая форма переживания стресса состоит в том, что человек его переживший ищет слушателя и желанием поделиться с ним болями.

Наиболее вреден для человека острый стресс, который вызывает страх, панику, невозможность продолжения работ, повышенную возбудимость, стремление принять лекарства, резкое возрастание числа выкуриваемых сигарет, усиленное употребление алкогольных напитков.

Известно, что у населения, пострадавшего в результате чрезвычайных ситуаций, непосредственно после аварии и в последствии возникают различные нарушения здоровья, в том числе связанные со стрессом (психосоматические расстройства): у 75 % людей возникает обычная физиологическая реакция страха (сохраняется целесообразность поступков, возможность преодолеть страх «усилием воли»); у 20 % людей развивается панические

(субпатологические) реакции, характеризующиеся тесной связью с устрашающей ситуацией (ограничение сферы сознания, непродолжительная потеря волевых способностей); у части лиц этой группы могут наблюдаться более продолжительные расстройства невротического характера; 5% могут составлять «психогенные варианты реактивных состояний» [62-63, 86-88].

Депрессивное состояние встречается в 6,1% случаев в угрожающих ситуациях, в 1-3% протекает в виде астенического (перепады давления крови) и истерического (психосоматические состояния) синдромов [62-63, 86-88].

Ранее нами были разработаны методические рекомендации по гигиеническим и медицинским мероприятиям в районах аварийного падения РН, но в них рассматривались вопросы отдаленных исследований аварийной ситуации [54, 64, 66-69].

В данном же случае речь идет о ранней фазе. По результатам проведенных нами исследований в среде обитания населенных пунктов, прилегающих к местам аварийного падения РН, химического загрязнения почвы, воды, воздуха ракетным топливом и продуктами его химической трансформации не обнаружено.

В тоже время, результаты проведенных социальных опросов свидетельствует о том, что часть жителей после падения РН предъявляет жалобы на ухудшение состояния здоровья – следствие психоэмоционального стресса.

При этом у этих людей увеличивается относительный риск обострения хронических заболеваний. Подобное явление в научной литературе описано [62-63, 86-88]. Проявляются оно ростом обращений населения за медицинской помощью. Но психоэмоциональное состояние формируется не только в таких случаях, но и под влиянием множества других факторов: бытовых, экологических и др. При этом необходимо дифференцировать значимость каждого фактора в развитии психосоматической заболеваемости населения.

Таким образом, ввиду отсутствия КРТ в среде обитания населенных пунктов, прилегающих к местам аварийных падений РН, стресс является ведущим фактором, воздействующим на состояние здоровья населения. В результате воздействия стресса могут возникнуть неадекватные ответные реакции организма в виде нарушений функций систем, органов и тканей организма.

В случаях аварийного падения РН возникают ситуации, при которых у подавляющего большинства людей возникают физиоло-

гические реакции на стресс с преобладанием психоэмоционального напряжения, психомоторных, психовегатативных и гипотимических (депрессивных) проявлений при сохранении критической оценки происходящего и способности к целенаправленным действиям.

7.2 Обобщение практического опыта медицинских обследований в населенных пунктах, прилегающих к районам аварийного падения РКН

Проведение оценки состояния здоровья как населения в целом, так и отдельных групп [57-59] является необходимой частью работ в районах и населенных пунктах, прилегающим к местам аварийного падения РН.

Здоровье составляет главную относительно неспецифическую динамическую основу продуктивности всех аспектов труда и общего благополучия человека [59].

Непосредственно после аварии медицинские обследования и помощь оказывается специализированной бригадой Федерального медико-биологического агентства. Бригада располагает необходимым составом специалистов, способных оказать весь спектр необходимых услуг населению, подверженному воздействию факторов аварийной ситуации (хирургических, травматологических, терапевтических, клинико-биохимических и др.). В необходимых случаях производится лечение острых проявлений интоксикации компонентами ракетного топлива.

В тоже время, местная медицинская сеть также оказывает помощь всем обратившимся пациентам. В первую очередь в медицинские учреждения населенных пунктов обращаются люди с различными невротическими и кардиологическими расстройствами, причиной которых является стресс, обусловленной аварийной ситуацией.

Последствия стресса аварийной ситуации являются одним из существенных факторов, влияющих на изменение состояния здоровья жителей этих территорий. До настоящего времени вообще нет окончательного ответа на вопрос о том, как аварии РН отражаются на состоянии здоровья людей, живущих вблизи от районов падения.

В научной литературе последних лет обращается все большее внимание на значение стрессовых ситуаций в развитии соматической патологии у человека. Острый или хронический стресс может развиться у любого человека вследствие многих причин [60].

Слово «стресс» является одним из наиболее часто употребляемых психологических понятий. Точное число лиц, страдающих от стресса, неизвестно по трем обстоятельствам:

- нет точной статистики, а если в научных изданиях или в средствах массовой информации приводятся какие-то цифры, то они весьма противоречивы (специалисты, например, склонны к завышению масштабов проблемы стресса);
- нет строгих критериев того, какое из неблагоприятных психических состояний следует называть стрессом;
- стресс может протекать незаметно для окружающих.

В литературе высказано мнение, что именно с психоэмоциональной реакцией, развивающейся у населения в ответ на аварийные ситуации, пуски ракет-носителей, является ведущей в развитии острой и всей последующей соматической патологии, связанной со стрессом. Психоэмоциональное напряжение приводит к нарушению процессов гомеостатического равновесия, сопровождающемуся психической и соматической дизадаптацией [61, 62].

Хроническое эмоциональное напряжение при длительном действии стрессора, который представлен последствиями ракетно-космической деятельности, сопровождается изменением функционального состояния и снижением адаптационных возможностей организма [63].

Страх получения отравления при вдыхании воздуха, насыщенного специфическим запахом химических соединений, образующихся в процессе трансформации гептила, резко увеличивает обращаемость населения за медицинской помощью. В этот период психоэмоциональные расстройства вызывают конфликты в семье, на работе, способствуют «самолечению» алкоголем и др. Основная масса поступающих пациентов лица с повышенной чувствительностью к химическим соединениям, хронические больные с обострениями различных заболеваний. По этим причинам в послеаварийный период увеличивается уровень заболеваемости по обращаемости, статистические показатели заболеваемости превышают фоновые значения (районные, областные и республиканские). Как правило, повышенный уровень заболеваемости длится в течение нескольких месяцев, и постепенно идет на убыль по сравнению с доаварийным периодом. При этом, наибольшее число обращений необходимо ожидать при непосредственном попадании аварийных обломков РН в населенный пункт и значительном загрязнения объектов среды обитания.

При опосредованном воздействии в случаях падения обломков в стороне от населенного пункта психоэмоциональные расстройства испытывают жители ряда населенных пунктов, непосредственно прилегающих к месту аварии и даже удаленных от него на десятки километров. Поэтому статистические показатели обращаемости населения за медицинской помощью растут в целом по району, что отмечалось в случаях аварии РКН РС-20 «Днепр» в 2006 г. в Кармакшинском районе Кызылординской области, при аварийном падении РН «Протон-М» в Улытауском районе Карагандинской области.

Опыт устранения последствий аварии в остром периоде показывает, что органы здравоохранения (районные, областные и центральные) должны быть готовы к проведению аварийно-спасательных и других неотложных медицинских мер в случаях аварии. Необходимо заранее формировать подразделения медицинских служб для участия в ликвидации последствий медико-санитарных потерь, отрабатывать на учениях готовность их для работы в подобных условиях. И это могут быть не только службы ЧС, но и отряды медицинской службы, сформированные в областях, прежде всего в Карагандинской и Кызылординской областях. Должны отрабатываться оценка обстановки, планироваться силы и средства медико-санитарного обеспечения, в зависимости от характера очагов поражения, на случай аварийных ситуаций при пусках РН. По этому вопросу были выпущены в 2006 г. с участием ГУ «Центр медицины катастроф МЗ РК»; ДГП «Инфракос-Экос Аэрокосмического комитета МОН РК», а также ФГУП НИИ гигиены, профпатологии и экологии) Методические рекомендации «Разработка планов действий территориальных и республиканских служб в случае нештатных аварийных ситуаций при запуске ракет-носителей» [64].

Опыт показывает, что работы таких бригад должны продолжаться в течение всего периода устранения острых последствий аварийного падения обломков РН: восстановления разрушенных объектов и проведения детоксикационных работ. Длительность его зависит от эффективности ликвидации последствий аварийного падения РН, достижения содержания КРТ в объектах окружающей среды до уровня ПДК и оказания в полном объеме необходимой медицинской помощи.

По данным анализа материалов за годы исследований, можно утверждать, что аварийные падения РН не отражаются на статис-

тике обращений населения за скорой медицинской помощью и структуре патологии, проявляются ростом обращаемости с жалобами на плохое самочувствие.

Таким образом, оценка здоровья населения непосредственно после аварии должна основываться на результатах медицинских осмотров, а также учитывать стрессовое состояние организма жителей, проживающих на территориях, прилегающих к местам аварии.

Учитывая мало обоснованную негативную психологическую настроенность населения по отношению к ракетно-космической деятельности, следует усовершенствовать систему психологической помощи жителям регионов, подверженных влиянию аварийных падений РН.

7.3 Алгоритм комплексной оценки риска нарушений здоровья

Порядок действий при оценке состояния здоровья аварийного падения РКН разрабатывается для определенного временного периода. Условно в авариной ситуации можно выделить три фазы: раннюю, промежуточную и позднюю.

Первая фаза продолжается несколько дней до установления риска здоровью, выявления пострадавших и оказания им неотложной медицинской помощи. Она протекает при обязательном гигиеническом обследовании загрязнения объектов среды обитания в населенном пункте до и после проведении детоксикации (нейтрализации КРТ в почве на загрязненной территории) и заканчивается при обеспечении условий в среде обитания не представляющие опасность для жизни и здоровья населения.

В промежуточной фазе продолжается проведение медицинских мероприятий по устранению острых последствий аварии.

В отдаленном периоде (поздняя фаза) осуществляется мониторинг состояния здоровья жителей в населенных пунктах, подверженных воздействию аварийных ситуации.

С учетом изложенного порядок действий в очаге аварии можно представить следующим образом (рисунок 20).

В ранней фазе (первые дни после аварии РКН) для оценки ситуации и оказания медицинской помощи привлекаются специализированные бригады гигиенистов, врачей, химиков-аналитиков, клинико-лабораторные службы. Они оказывают весь спектр

неотложной медицинской помощи (клинико-лабораторные и биохимические исследования, сортировку лиц по тяжести повреждений и квалифицированную медицинскую помощь), проводят психологические консультации для населения.

Рисунок 20 - Схема оценки воздействия аварийной ситуации на здоровье и минимизации последствий

Для комплексной оценки риска принимается во внимание: химические нагрузки при поступлении в организм вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, воде и почве, нередко и в продуктах питания; их токсичность, а также время контакта (экспозиция) с токсическими соединениями – продуктами распада КРТ.

7.4 Методика оценки психоэмоционального состояния лиц, подверженных воздействию аварийной ситуации, связанной с падением ракеты-носителя

Учитывая результаты выполненных научно-исследовательских работ в районах аварийного падения РН, предлагается методический подход к экстренной оценке психоэмоционального состояния и связанных со стрессом ответных реакций организма (рисунок 20).

В ранней фазе аварийной ситуации при оценке психоэмоционального состояния лиц, находившихся в зоне аварии должны выполняться:

- определение психоэмоциональной напряженности, латентной невротической симптоматики (астено-невротическое, ипохондрической, обсессивно-фобической, тревожно-депрессивной);

- оценка дезадаптационного состояния.

Реакции человека или группы людей на аварийное падение РН во многом определяются как индивидуальными факторами (знания, опыт, личностные особенности и эмоциональное состояние), так и факторами, определяющими аварийную ситуацию и информированностью о ней.

С целью объективной оценки ситуации при аварийном падении РН в задачи исследований входит:

- сбор социально-психологического анамнеза при обследовании жителей с помощью специально разработанного опросника для выявления причин развития психоэмоциональных реакций у людей при аварийной ситуации;

- учет типов психоэмоциональных реакций у пациентов, обратившихся за медицинской помощью в период аварии с учетом возраста, пола, образа жизни и др.;

- анализ причин обращений жителей за медицинской помощью на момент аварии и в последующие дни;

- оценка гигиенической ситуации по уровню химического загрязнения в местах аварии и объектах среды обитания населенного пункта для исключения возможности отравления жителей вредными веществами.

Так как психоэмоциональное состояние формируется не только при воздействии аварийных ситуаций, но и под влиянием множества других условий, медицинские работники должны дифференцировать значимость каждого фактора в развитии психосоматических реакций.

Выявление пострадавших сразу после аварии производится силами специализированных врачебных бригад, усиленных специалистами региональных и республиканских учреждений. При этом оказывается помощь всем обратившимся пациентам, в первую очередь с различными невротическими, кардиологическими и другими проявлениями нарушений в состоянии здоровья, причинами которых является стресс, обусловленный аварийной ситуацией.

Выявляются стресс-зависимые признаки заболевания со стороны различных органов и систем, характеризующиеся:

– со стороны центральной нервной системы - нарушением сна, депрессией, повышенной возбудимостью или тревожностью, а также другими проявлениями психологического воздействия;

- со стороны сердечно-сосудистой системы - учащением сердечного ритма, повышением давления, инсультом, инфарктом;

- со стороны органов дыхания - нарушением дыхания, обострением астмы;

- при заболеваниях кожи - обострением псориаза, экземы и других нозологических форм;

- со стороны органов пищеварения - тошнотой, спазмами в желудке, рвотой и другими проявлениями.

Клиническая картина психоэмоциональных реакций проявляется симптомами и жалобами на головную боль, раздражительностью, слезливостью, дрожью в конечностях, усилением потоотделения, пересыханием во рту, учащением сердечных сокращений, повышением кровяного давления и др. Поведенческие признаки напряжения проявляются паникой, фобиями, желанием покинуть населенный пункт, принятием успокоительных лекарств, алкоголя, учащением табакокурения и т.д. [54, 68-69].

Необходимо иметь в виду, что медицинский работник должен учитывать весь спектр психосоматических расстройств для установления истинной причины нарушения здоровья.

В последнем случае основными условиями, которые предрасполагают к развитию состояния повышенной психоэмоциональной напряженности, являются наследственность, гормональные нарушения и склад характера.

Большинство таких состояний усугубляются под воздействием вредных привычек (злоупотребление алкоголем, курением, приемом психоактивных веществ и др.), переутомления, бесконтрольного употребления лекарственных препаратов и заболеваний сердца и сосудов.

Поэтому, при аварийных падениях РН для оказания экстренной помощи населению в медицинскую бригаду в обязательном порядке должны входить психологи, психотерапевты, невропатологи, психиатры, кардиологи, терапевты, педиатры и другие специалисты. Их работа заключается не только в оказании специализированной медицинской помощи по диагностике и лечению отдельных клинических проявлений изменений состояния здо-

ровья, но и в психологическом обследовании людей для выявления причин формирования возможных психоэмоциональных реакций.

Развивающиеся при стрессе реактивные психозы могут протекать во времени от одного часа до нескольких дней. Поэтому медицинские работники должны находиться в зоне, подверженной аварийному воздействию, в течение всего времени до снятия острых проявлений психоэмоционального напряжения среди жителей, нормализации гигиенической ситуации в среде обитания и проведения профилактических мероприятий. Эта работа выполняется с участием медицинских работников сельских врачебных амбулаторий, фельдшерских акушерских пунктов.

Не исключается госпитализация больных в специализированные лечебные учреждения района, области, республики (стационары терапевтического профиля и центры психического здоровья и другим клиникам клиники по видам патологии).

В раннем периоде после аварии РН формируются группы риска по возрасту и полу для последующего медицинского контроля и лечения.

Подход к оценке риска должен применятся при угрозе загрязнения населенного пункта газопылевым облаком, распространяющимся с места аварийного падения РН, когда у жителей возникают выраженные проявления психоэмоциональных реакций с чувством опасности и тревоги.

Исходя из изложенного, необходимо указать, что пребывание медицинских сил в населенном пункте зоны аварии диктуется сценарием развития медицинской ситуации, объемом необходимой помощи. И завершается пребывание после нормализации гигиенических условий в среде обитания и оказания экстренной медицинской помощи нуждающимся лицам.

В дальнейшем медицинская помощь осуществляется в обычном порядке с учетом рекомендаций врачебных бригад. В завершении работ в ранней фазе аварийной ситуации составляется акт о выполненных работах, делается заключение о состоянии здоровья населения, составляется список потерпевших с указанием диагнозов их болезней и оказанной медицинской помощи, а также разрабатывается план необходимых в дальнейшем лечебно-профилактических мероприятий.

Объективная оценка связи развития психоэмоциональных расстройств со стрессовым воздействием при аварийном падении РН начинается со сбора анамнеза заболевания. По жалобам лица,

обратившегося за медицинской помощью, определяется время их появления, наличия аналогичных симптомов в прошлом, выраженность показателей в настоящем времени. Врачом оценивается эмоциональное состояние, особенности личности и удовлетворенность своим социальным положением, работой, семейно-бытовыми отношениями, зависимость от лекарств и т.д.

Со слов обратившихся выявляется причина, которая, по его мнению, вызвала нарушение здоровья, длительность воздействия фактора, принятые меры по самолечению или по назначению медицинского работника и эффективность лечения. Полученная информация от них позволяет сформировать «группы риска» для углубленного обследования психологом, психиатром или другими специалистами узкого профиля – невропатологом, кардиологом, гастроэнтерологом и др.

Изучение риска здоровью в ранней фазе аварии необходимо для прогнозирования:

- вреда здоровью при воздействии других факторов, связанных с аварией (звукового, светового), а также сопутствующих - социально-экономических, семейно-бытовых, образа жизни, условий труда и т.д.;

- социально-психологического здоровья лиц в группе риска, испытывающих повышенное нервно-психическое напряжение.

В результате психоэмоциональных исследований разрабатываются мероприятия по снятию социальной напряженности населения в зоне аварии. Это достигается путем:

- информирования населения о результатах экологических, гигиенических и медицинских исследований с привлечением общественности к квалифицированному и доброжелательному обсуждению проблем, связанных с аварийной ситуацией;

- проведения разъяснительной работы (в случае необходимости) о привлекаемых силах, средствах и месте оказания медицинской помощи пострадавшим.

Основные принципами информирования населения в ранней фазе аварии должны быть:

- правдивое освещение ситуации для объяснения задач проводимых исследований;

- четкая формулировка и доступное объяснение для исключения перегрузки информации профессиональными терминами и излишними статистическими данными;

- координация работы и сотрудничество с другими медицин-

скими подразделениями, участвующими в исследованиях района аварийной ситуации;

- учет существующих социальных проблем местного населения и интересов различных групп населения с четкой формулировкой передаваемой информации;

- учет запросов средств массовой информации для выработки единого подхода к достоверному освещению хода работ по изучению состояния здоровья населения и качества объектов среды обитания в районе, прилегающем к аварийному падению РН, а также предпринимаемых мер;

- обеспечение участия представителей общественности во всех решениях, касающихся населения.

При этом, следует вести разъяснительную работу для предупреждения недобросовестного и недостоверного распространения информации о событии, которое влечет повышение социальной напряженности

Таким образом, на основе анализа существующей литературы и собственного опыта исследований решаются следующие задачи:

1 *Разработка систематизированного методического подхода и порядка действий при проведении медицинских обследований в ранней фазе аварийной ситуации после падения РН.*

2 *Установление основных проявлений психоэмоциональных реакций у лиц, оказавшихся в зоне аварийной ситуации, и подходов к формированию групп риска для прогноза развития ситуации и оказания медицинской помощи на ее последующих этапах.*

3 *Обоснование необходимости проведения информационного обеспечения населения достоверными данными о результатах экологического, санитарно-гигиенического и медицинского контроля ситуации.*

4 *Рекомендации по срокам пребывания медицинских сил в зоне аварии, которые должны находиться в населенных пунктах района аварийного падения РН до снятия острых проявлений психоэмоционального напряжения среди жителей, нормализации гигиенической ситуации в среде обитания и осуществления необходимых профилактических мероприятий.*

Указанные меры на практике необходимы для принятия оперативных и научно обоснованных управленческих решений по минимизации последствий аварийной ситуации для здоровья местного населения непосредственно после аварийного падения РН.

8 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОПЕРАТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

На основе проведенного анализа мероприятий по ликвидации последствий аварий РН в 2006, 2007 и 2013 гг., а также практического опыта НИЦ «Ғарыш-Экология», предлагается следующий алгоритм проведения экологических обследований сразу после аварийного падения РКН.

1 Первичное визуальное обследование места аварии. На этом этапе работ проводится подробное полевое визуальное описание места аварии, включая наличие и размеры воронки, образовавшейся при аварии РКН, площади возникших пожаров (при наличии) и разлета фрагментов аварийной РКН, наличие приливов КРТ, особенностей рельефа местности, наличие строений, координаты места падения РКН и разлетевшихся фрагментов.

Параллельно с первичным визуальным обследованием места аварии, дается *характеристика аварийной ситуации.* На основании полученных от запускающей РКН стороны данным дается оценка количества топлива в РН на момент аварии, мощности взрыва. По поступающим оперативным данным с места аварии РКН создаются карты места аварии. Также уточняются метеоданные на момент аварии, включая скорость и направление ветра, наличие осадков, температуру и влажность воздуха, атмосферное давление и наличие неблагоприятных метеорологических условий.

2 Экстренное экологическое обследование места аварии РН. Работы по данному этапу выполняются на 1-4 сутки после аварии РКН и включают отбор проб объектов окружающей среды. Пробы почвы (поверхностный слой), атмосферного воздуха, растений и воды (при наличии) отбираются в течение 1-2 суток после аварии РКН по разработанной схеме, по румбам одномоментно на основных местах падения фрагментов аварийной РН, а также под крупными фрагментами РН.

После отбора проб объектов окружающей среды на месте аварии РКН выполняется *количественный химический анализ отобранных проб.* Период выполнения данных работ охватывает 1-4 сутки после аварии РКН и зависит от масштабов аварии и числа отобранных проб. Результаты данной работы позволяют выявить очаги и уровни загрязнения территории места аварийного падения РКН.

3 Уточнение объемов и уровней загрязнения. Работы по данному этапу выполняются на 5-10 сутки после аварии РКН и включают отбор проб объектов окружающей среды. Отбор проб почвы с помощью почвенного бура, на глубину до 1,0 м проводится по разработанной расширенной схеме по сетке в течение 5-8 суток после аварии.

После отбора проб объектов окружающей среды на месте аварии РКН выполняется *количественный химический анализ отобранных проб.* Период выполнения данных работ охватывает 5-10 сутки после аварии РКН и зависит от масштабов аварии и числа отобранных проб. Результаты данной работы позволяют оценить объемы загрязнения, глубину проникновения загрязнителя в почву и уровни загрязнения отдельных участков территории.

4 Оконтуривание загрязненных участков территории для дальнейшей детоксикации. На этом этапе проводится выделение участков с разными уровнями и глубиной загрязнения, определенных в предыдущих работах.

Для оконтуривания и определения распространения загрязнения в почвенном покрове можно применять метод интерполяции. Это один из геостатистических методов, позволяющий, опираясь на известные значения в опорных точках, произвести расчет значений между опорными точками. Этот метод доступен в программном обеспечении *ArcGis* - модули *Spatial Analyst или Geostatistical Analyst* - интерполяция по методу обратно-взвешенных расстояний:

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i Z(S_i) \qquad (1)$$

где $Z(S_0)$ – искомое значение для точки S_0;

N - число опорных точек, находящихся в окрестности искомой точки и используемых в вычислениях;

I_i – веса, присвоенные каждой опорной точке, из числа тех, которые будут использованы в вычислениях (эти веса уменьшаются с расстоянием);

$Z(S_i)$ - измеренное значение в точке S_i.

Формула метода выглядит следующим образом:

$$\lambda_i = d_{i0}^{-p} / \sum_{i=1}^{N} d_{i0}^{-p} \qquad \sum_{i=1}^{N} \lambda_i = 1 \qquad (2)$$

где I_i (веса) определяются по зависимости: с увеличением расстояния I_i уменьшается за счет коэффициента p;

d_{i0} – это расстояние между искомой точкой, S_0, и i-той опорной точкой S_i.

Параметр степени *p* влияет на присвоение весов опорным точкам. Это значит, что по мере того, как увеличится расстояние между опорными точками и искомой точкой, влияние (или вес), которое опорная точка будет оказывать на искомую точку, уменьшается по экспоненте. Сумма весов опорных точек, которые будут использованы при выполнении интерполяции, должна быть равна 1 [65].

Результатом таких расчетов является растр, имеющий значение в каждой точке исследуемого участка. Классификация растра расчетных значений в соответствии с заданными интервалами определяет места прохождения изолиний (контуров). Зоны между изолиниями с заданными значениями – зоны загрязненности почвенного покрова (рисунок 21).

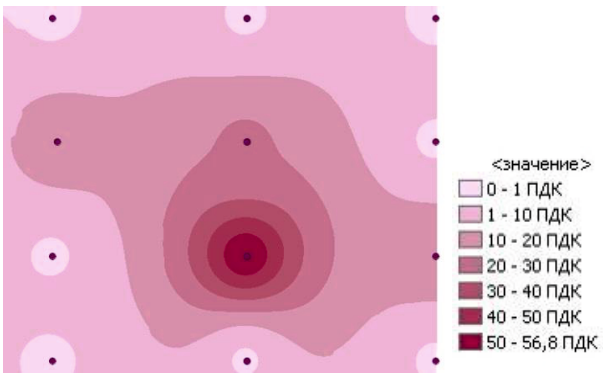

Рисунок 21 – Результат расчетов по методу обратно-взвешенных расстояний

Интерполяционные расчеты проводятся для каждого почвенного слоя, соответствующего глубине отбора проб, а объем загрязнения почвенного слоя можно рассчитать произведением площади оконтуренного загрязнения на мощность почвенного слоя:

$$V_{0-20} = S_{0-20} * a \qquad (3)$$

где V_{0-20} – объем поверхностного слоя почвы (0-20 см);

S_{0-20} – площадь загрязнения поверхностного слоя почвы;

a – мощность почвенного слоя 20 см.

Общий объем загрязнения на исследуемом участке высчитывается как сумма объемов загрязнения всех почвенных слоев:

$$V_{ob} = V_{0-20} + V_{20-40} + V_{40-60} + V_{60-80} + V_{80-100} \qquad (4)$$

5 После выполнения предыдущих этапов работ *разрабатываются рекомендации по проведению детоксикации загрязнений почвы.* На этом этапе даются предложения по методу детоксикации выявленных загрязнений, расчету необходимого количества детоксиканта для участков с различными уровнями и глубиной загрязнения, срокам проведения работ. Также в зависимости от масштабов выявленного загрязнения и глубины его проникновения в почвы рекомендуются работы по проведению работ по детоксикации (выемка загрязненного грунта и его раскладка на прилегающей территории, детоксикация без выемки грунта и т.д.).

6 Проведение работ по детоксикации на участках выявленного загрязнения. Работы по детоксикации выявленного загрязнения выполняются на основе предыдущих работ, с учетом рекомендаций по проведению детоксикации загрязнений почвы. На этом этапе выполняются непосредственно работы по проведению детоксикации почвы. В зависимости от типа загрязнения (углеводородное горючее или гептил), в соответствии с технологией детоксикации (технологическим регламентом) выполняются работы по вспашке и рыхлению загрязненного грунта, подвергнутого детоксикации, выполняется контроль влажности и увлажнение грунта и т.д.

7 Оценка эффективности детоксикационных работ осуществляется через период, который согласно технологическому регламенту применяемого метода детоксикации, необходим для деструкции КРТ. Выполняется отбор проб почвы по сетке по глубинам, с их дальнейшим химическим анализом. По результатам количественных химических анализов выполняется оценка результатов. В случае выявления загрязнения почвы КРТ выше установленных ПДК необходимо проведение повторной детоксикации и соответственно контроля результатов ее проведения. Работы проводятся до снижения концентрации КРТ в загрязненной почве до уровня ПДК.

8 Разработка рекомендаций по дальнейшим природоохранным мероприятиям в районе аварии. После проведения работ по детоксикации загрязнений на месте аварии РКН, разрабатываются рекомендации по дальнейшим природоохранным мероприятиям в районе аварии, включающие проведение технической и биологической рекультивации места аварийного падения РН, работы по экологическому мониторингу места аварии, мероприятия по ограничению доступа животных и людей и т.д.

9 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОТЧЕТНЫХ ФОРМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РКН И НА ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ СРАЗУ ПОСЛЕ АВАРИИ

Справка по результатам экстренных обследований мест аварийного падения РКН содержит основные показатели техногенных нарушений с указанием даты обследования (отбора проб, выполнения анализов).

Отчетные формы по результатам экстренного обследования (таблица 11) содержат следующие данные:

– результаты первичного визуального обследования места аварии РКН (помимо данных о местонахождении обследованного участка и о наличии следов аварийного падения, указываются характеристики состояния почвенно-растительного покрова и водных объектов, а также уровень радиации);

– характеристика аварийной ситуации (тип конструкции РКН, вид КРТ, количество их остатков и мощности взрыва на момент аварии; данные об облаке, образованном при взрыве и упавших фрагментах аварийной конструкции, наличии в районе падения населенных пунктов и крестьянских хозяйств; метеоданные; карта района аварийного падения);

– результаты экстренного экологического обследования места аварии РКН и гигиенического обследования в прилегающих населенных пунктах (приводятся схемы отбора проб и результаты лабораторного испытания (КХА) на содержание в пробах техногенных загрязнений в зависимости от вида КРТ; указывается уровень радиации в населенных пунктах);

– результаты дополнительных обследований месте аварийного падения РКН, для уточнения объемов и уровней загрязнения (приводятся схемы отбора проб почвы и результаты КХА на содержание в пробах техногенных загрязнений в зависимости от вида КРТ; а также схема оконтуривания выявленного загрязнения почвы, с указанием его параметров);

– результаты детоксикации загрязненной почвы (приводится название метода детоксикации; количество операций по детоксикации и площадь обработанных территорий сопровождается результатами повторного КХА проб почвы);

– рекомендации по реабилитации места аварийного падения РКН (уточняются рекомендуемые меры - техническая и биологическая рекультивация нарушенных земель, работы по экологичес-

кому мониторингу места аварии, мероприятия по ограничению доступа людей и животных, и т.д.).

Сводная таблица по экспликации деградированных земель включает данные, отражающие количественные и качественные параметры выявленных аварийных нарушений (таблица 12).

Таблица 11 - Отчетные формы по результатам обследования территории сразу после аварии РКН

Этап	Дата обследования (отбора проб, выполнения анализов)	Результаты
1	2	3
1 Результаты первичного визуального обследования места аварии РКН		Адрес участка, географические координаты
		Наличие обломков РКН, взрывной воронки, пожара, видимого пролива КРТ, их размеры
		Рельеф территории, тип почв
		Доминанты растительного покрова, высота травостоя, проективное покрытие, характер повреждения растительного покрова
		Наличие водных объектов, их характеристики (водоток, озеро, скважина, колодец, временный водоем (лужа), снег, лед)
		Характеристика радиационной обстановки
2 Характеристика аварийной ситуации		Вид РКН
		Оценка количества и вида топлива в РН на момент аварии, мощность взрыва
		Наличие взрывного облака, его цвет, траектория движения, время существования
		Площадь разлета фрагментов аварийной РКН; их координаты
		Наличие населенных пунктов, строений, крестьянских хозяйств в районе аварии
		Метеорологические данные на момент аварии: температура, атмосферное давление, влажность, скорость и направление ветра
		Карта района аварийного падения РКН, с указанием фрагментов, площади разлета, населенными пунктами, землепользователями
3 Результаты экстренного экологического обследования места аварии РКН		Схема отбора проб объектов окружающей среды (почва (поверхностный слой), атмосферный воздух (приземный слой), растения и вода (при наличии) на основных местах падения, а также под крупными фрагментами РКН
		Результаты КХА отобранных проб для топлива с использованием НДМГ: – в атмосферном воздухе: НДМГ, формальдегид, оксид и диоксид азота – в почве и в воде (при ее наличии): НДМГ, НДМА, нитрат- и нитрит-ионы, pH – в растениях (при наличии): НДМГ, НДМА.
		Результаты КХА отобранных проб для топлива с использованием керосина: – в атмосферном воздухе: предельные углеводороды C_6 и выше, оксид и диоксид азота – в почве и в воде (при ее наличии): нефтепродукты, pH

Продолжение таблицы 11

1	2	3
4 Результаты экстренного гигиенического обследования среды обитания населенных пунктов, прилегающих к месту аварии РКН		Схема отбора проб объектов среды обитания населенных пунктов (почва, атмосферный воздух (приземный слой), растения и питьевая вода)
		Результаты КХА отобранных проб для топлива с использованием НДМГ: – в атмосферном воздухе: НДМГ, формальдегид, оксид и диоксид азота. – в почве и в питьевой воде: НДМГ, НДМА, нитрат- и нитрит-ионы, pH – в растениях: НДМГ, НДМА
		Результаты КХА отобранных проб для топлива с использованием керосина: – в атмосферном воздухе: предельные углеводороды C_6 и выше, оксид и диоксид азота – в почве и в питьевой воде: нефтепродукты, pH;
		Характеристика радиационной обстановки населенных пунктов
5 Результаты уточнения объемов и уровней загрязнения на месте аварийного падения РКН		Схема отбора проб почвы (с помощью почвенного бура)
		Результаты КХА отобранных проб почвы для топлива с использованием НДМГ: НДМГ, НДМА, нитрат- и нитрит-ионы, pH
		Результаты КХА отобранных проб почвы для топлива с использованием керосина: нефтепродукты, pH
		Схема оконтуривания выявленного загрязнения почвы, с указанием объемов, площадей и уровней загрязнения
6 Результаты детоксикации загрязненной почвы		Использованный метод детоксикации, количество проведенных детоксикаций и площадь обработанной территории, результаты детоксикации на основании КХА проб почвы
7 Рекомендации по реабилитации территории аварийного падения РКН		Проведение технической и биологической рекультивации места аварийного падения РН, работы по экологическому мониторингу места аварии, мероприятия по ограничению доступа животных и людей и т.д.

Таблица 12 - Сводная экспликация выявленных деградированных земель в результате аварии РКН

Проведено обследований, га	Выявлено											
	Тип деградации	Степень деградации	Площадь деградированных земель, га									
			Всего	Сельскохозяйственных угодий в т.ч.:					Населенных пунктов	Природоохранного назначения	Водного фонда	Лесного фонда
				Всего	Пашни	Сенокосы	Пастбища	Многолетних насаждений				

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Экологическая безопасность деятельности космодрома «Байконур» / под ред. д.т.н., академика МАНЭБ Ж. Жубатова. – Алматы, 2011. – 430 с.

2 Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы / под ред. акад. РАН Н.С. Касимова, чл.-корр. РАН О.А. Шпигуна. – М: РЕСТАРТ, 2011. – 470 с.

3 Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду: справочное пособие / под ред. В.В. Адушкина, С.И. Козлова, А.В. Петрова. – М: Анкил, 2000. – 640 с.

4 Отчет о результатах работ по реализации Программы экологического мониторинга территорий, подвергшихся техногенному воздействию в результате аварийного падения ракеты космического назначения РС-20 27 июля 2006 г. в Кызылординской области: отчет о НИР (заключит.) / ДГП «Инфракос-Экос»; науч. рук. Ж. Жубатов; отв. исп. А.Д. Товасаров. – Алматы, 2010. – 87 с.

5 Отчет о результатах работ по реализации Программы экологического и социально-гигиенического мониторинга территорий Карагандинской области Республики Казахстан, подвергшихся воздействию неблагоприятных факторов, связанных с аварийным пуском ракеты-носителя «Протон-М» с космодрома «Байконур» 06 сентября 2007 г. (на 2008-2010 гг.): отчет о НИР (заключит.) / ДГП «Инфракос-Экос»; науч. рук. Ж. Жубатов; отв. исп. А.Д. Товасаров. – Алматы, 2010. – 493 с.

6 Оценка результатов проведения мероприятий по ликвидации последствий аварии РН «Протон-М» Плана мероприятий по реализации Программы «Ликвидация 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»: научно-техн. отчет (заключит.) / РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология»: научн. рук. Ж. Жубатов. – Алматы, 2016. – 184 с.

7 Операционное Руководство Всемирного банка по проведению экологической оценки: Операционная Директива 4.01 / Департамент экологической оценки, январь 1999 г. – 7 с.

8 Соглашение между Республикой Казахстан и Российской Федерацией о создании на космодроме «Байконур» космического ракетного комплекса «Байтерек» от 22.12.2004 г.: ратиф. Законом РК от 21.10.2005 г., № 82.

9 Соглашение между Республикой Казахстан и Российской Федерацией о развитии сотрудничества по эффективному использованию комплекса «Байконур» от 09.01.2004 г.: ратиф. Законом РК от 29.04.2010 г., № 273-IV.1.

10 Экологический кодекс Республики Казахстна (с изменениями по состоянию на 01.01.2018 г.): утв. 09.01.2007 г., № 212-III.

11 Инструкция по проведению оценки воздействия на окружающую среду (с изменениями и дополнениями по состоянию на 17.06.2016 г.): утв. Пр. МООС РК от 28.06.2007 г., № 204-п.

12 Критерии оценки экологической обстановки территорий: утв. Пр. МЭ РК от 16.03.2015 г., № 202.

13 Гальперин М.В. Экологические основы природопользования: учебник. – М:Форум, 2003. - 256 с.

14 Овчаров А.В. Безопасность жизнедеятельности: конспект лекций. - Харьков: ХНАГХ, 2008. – 167 с.

15 Романов В.И. Прикладные аспекты аварийных выбросов в атмосферу: справочное пособие. – М:Физматкнига, 2006. – 490 стр.

16 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций: уч. пособие / под ред. Ю.Л. Воробьева. – М:КРУК, 2002. – 368 с.

17 Акимов В.А., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.И. и др. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие.– М: Высш. шк., 2007. – 592 с.

18 Статистика химических аварий // Информационная система «Вавилон» http://vawilon.ru/statistika-himicheskih-avarij 18.06.2018.

19 Акатьев В.А. Производственная безопасность: учебное пособие – М: РГСУ, 2011. – 820 с.

20 Национальный план по предупреждению нефтяных разливов и реагированию на них в море и внутренних водоемах Республики Казахстан: утв. приказом Министра энергетики РК от 23.02.2015 г., № 134.

21 Информационный блок «Новости Казахстана» // Интернет-сайт «Zakon.kz» http://www.zakon.kz 21.06.2018.

22 Авенир Е. А город подумал: ученья идут // Интернет-сайт Ярославской областной ежедневной газеты «Северный край» http://www.sevkray.ru/news/9/11406 18.06.2018.

23 Шатров Я.Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности: учебно-методическое пособие. – г. Королев Моск. обл.: Академия, 2009. – 759 с.

24 Железняков А. Тайны ракетных катастроф. Плата за прорыв в космос. – Яуза:Эксмо, 2011. – 544 стр.

25 Экологическая безопасность ракетно-космической деятельности / под ред. акад. Н.С. Касимова. – М: Спутник+, 2015. – 280 с.

26 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»: утв. Пр. МНЭ РК от 28.02.2015 г., № 168.

27 Бисариева Ш.С., Жубатов Ж.К., Бекешев Е.А., Степанова Е.Ю., Агапов О.А. Экологическая оценка последствий аварийного падения РКН РС-20 «Днепр» в Кызылординской области // Гидрометеорология и экология. - 2012. - № 2. - С. 108-117.

28 Жубатов Ж.К., Бисариева Ш.С., Степанова Е.Ю. Геохимические исследования района аварийного падения РКН РС-20 // Доклады НАН РК. – 2013. - № 5. – С. 75-81.

29 Закон РК. О присоединении Республики Казахстан к Конвенции о трансграничном воздействии промышленных аварий: принят 23.10.2000 г., N 91-II.

30 Договор аренды комплекса «Байконур» между Правительством РК и Правительством РФ от 10.12.1994 г. (с изменениями по состоянию на 20.02.2008 г.): ратифицирован Указом Президента РК от 17.04.1995 г., № 2195.

31 Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по экологии и природопользованию на территории комплекса Байконур в условиях его аренды Российской Федерацией: утв. постановлением Правительства РК от 13.12.2005 г., № 124.

32 Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о порядке взаимодействия в случае возникновения аварий при пусках ракет с космодрома Байконур (г. Астана, 18 ноября 1999г., с изменениями от 02.06.2015 г.): ратифицировано Законом РК от 22.05.2006 г., № 141-III.

33 Концепция дальнейшего сотрудничества на комплексе Байконур: утв. Казахстанско-Российской межправительственной комиссией по комплексу Байконур, 26.12.2016 г.

34 Закон РК. О космической деятельности (с изменениями и дополнениями по состоянию на 08.04.2016 г.): утв. пост. Правительства РК от 06.12.2012 г., № 528-IV.

35 Методические рекомендации по проведению эколого-геохимических исследований в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей / под ред. Н.С. Касимова. – М., 2000. – 56 с.

36 Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию: утв. МООС РК 20.04.2003 г. - ПР РК 52.5.06-03.

37 РНД. Охрана земельных ресурсов. Экологические требования в области охраны и использования земельных ресурсов (в том числе земель сельскохозяйственного назначения) // Министерство сельского хозяйства РК. – Астана, 2005.

38 Методика проведения обследования места аварийного падения ракеты-носителя (МБР): утв. Федеральным космическим агентством, согласовано с МООС РК и Национальным космическим агентством РК. – Москва-Астана, 2010. – 31 с.

39 Методические рекомендации по проведению ОВОС в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей: утв. МООС РК 05.08.2011 г., № 202-е.

40 Конституция Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.03.2017 г.): принята на респ. референдуме 30.08.1995 г.

41 Кодекс РК. О здоровье народа и системе здравоохранения (с изменениями и дополнениями по состоянию на 04.07.2018 г.): принят 18.09.2009 г.

42 Жубатов Ж., Кенесов Б.Н., Товасаров А.Д., Козловский В.А., Батырбекова С.Е. Система экологического нормирования ракетно-космической деятельности космодрома Байконур / под ред. академика НАН РК, д.т.н., проф. М.К. Наурызбаева. – Алматы, 2017. – 146 с.

43 Отчет о результатах работ по выполнению пунктов Плана мероприятий «Программы ликвидации последствий воздействия неблагоприятных

факторов, связанных с аварийным пуском ракеты космического назначения «Протон-М» с космодрома Байконур 2 июля 2013 г. на окружающую среду и здоровье населения»: научно-техн. отчет (заключит.) / ФГУП «Научно–исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства России (ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России): науч. рук. В.Л. Филиппов. – СПб., 2016. - 261 с.

44 Отчет о результатах работ по выполнению «Программы ликвидации последствий воздействия неблагоприятных факторов, связанных с аварийным пуском ракеты космического назначения «Протон-М» с космодрома «Байконур» 2 июля 2013 г. на окружающую среду и здоровье населения»: отчет о НИР (заключит.) / РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» АКК МИР РК: научный рук. Ж. Жубатов. - Алматы, 2016. - 421 с.

45 Исследование динамики показателей состояния объектов окружающей среды и здоровья населения в зонах аварийных падений ракет космического назначения: отчет о НИР (заключит.)/ РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» АКК МИР РК: научный рук. А.П. Позднякова, О.А. Агапов. - Алматы, 2015. - 401 с.

46 Захаров Б.Ю. Информация об аварии РКН РС-20 27 июля 2006 г. в Кызылординской области, анализ ситуации и принятые меры по предупреждению чрезвычайных ситуаций при пуске ракет // Матер. научно-практ. семинара «Итоги реализации Программы экологического мониторинга территорий, подвергшихся техногенному воздействию в результате аварийного падения ракеты космического назначения РС-20 27 июля 2006 г. в Кызылординской области». – Алматы, 2009. – 115 с.

47 Сводный отчет по результатам химико-экологической экспертизы проб, отобранных в районах падения ракетоносителя РС-20 «Днепр», запущенного 27 июля 2006 г. с космодрома Байконур: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос», ДГП «ЦФХМА», ДГП «ИЯФ», АО «Биомедпрепарат-инжиниринговый центр», ДГП «Институт ботаники и фитоинтродукции», ДГП «Институт гидрогеологии и гидрофизики», филиал «Институт почвоведения им. У.У. Успанова», ДГП «Институт зоологии». – Астана, 2006. – 89 с.

48 Совместный отчет по оценке экологических последствий аварии ракеты РС-20 «Днепр», запущенной 27 июля 2006 г. с космодрома Байконур в Кызылординской области Республики Казахстан: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос», ФГУП «ЦЭНКИ». – Астана, Москва, 2006. – 28 с.

49 Отчет о работах по изучению результатов детоксикации почв, загрязненных НДМГ, на местах падения фрагментов аварийной ракеты РС-20, запущенной 27 июля 2006 г. с космодрома Байконур: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос», ДГП «ЦФХМА». – Алматы, 2006. – 36 с.

50 Оценка экологических последствий аварии РН «Протон-М» с КА «ДжейСиСат-11», запущенной 06 сентября 2007 г. с космодрома «Байконур» на территории Карагандинской области Республики Казахстан: отчет НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос»: рук. В.А. Козловский В.А. – Алматы, 2007. – 76 с.

51 Экологический и социально-гигиенический мониторинг территорий Карагандинской области Республики Казахстан, подвергшихся воздействию неблагоприятных факторов, связанных с аварийным пуском ракеты-носителя «Протон-М» с космодрома «Байконур» 06 сентября 2007 г.: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос»: рук. Ж. Жубатов. – Алматы, 2009. – 750 с.

52 Оценка результатов проведения мероприятий по ликвидации последствий аварии РН «Протон-М» Плана мероприятий по реализации Программы «Ликвидация последствий воздействия неблагоприятных факторов, связанных с аварийным пуском ракеты космического назначения «Протон-М» с космодрома «Байконур» 2 июля 2013 г. на окружающую среду и здоровье населения: отчет НИР (заключ.) / РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология»: рук. Ж. Жубатов – Алматы, 2016. – 351 с.

53 Справка по оценке экологического обследования района аварийного падения и территорий вероятного воздействия аварийного пуска РКН «Протон-М» 02.07.2013 г. // РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология». – Алматы, 2013. – 6 с.

54 Методические рекомендации. Разработка планов действия территориальных республиканских медицинских служб в случае нештатных аварийных ситуаций при запуске ракет-носителей / В.Г. Слесарев, Р.К. Казбагаров, Ю.Г. Перменев, В.А. Козловский, Э.К. Мухамеджанов, В.Л. Филлипов // ГУ «Центр медицины катастроф» МЗ РК, ДГУ «Инфракос-Экос» РГП «Инфракос» Аэрокосмического комитета МОН РК, ФГУП «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека». - Алматы, 2006. – 52 с.

55 Куандыков Е.Н., Бисембаев А.Б., Басманова И.П. Результаты предварительного санитарно-гигиенического обследования химического загрязнения почвы, воды в населенных пунктах Комекбаев (Жанакала), Куандария // Матер. научно-практ. семинара «Итоги реализации Программы экологического мониторинга территорий, подвергшихся техногенному воздействию в результате аварийного падения ракеты космического назначения РС-20 27 июля 2006 г. в Кызылординской области». - Алматы, 2009. - С. 174-180.

56 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.

57 Отчет ВОЗ, 1997 // Интернет-сайт Всемирной организации здравоохранения http://www.whogis.com/publications/list/ru/ 20.05.2018.

58 Сидоров П.И., Новикова И.А. Способ скрининговой оценки факторов здоровья // Гигиена и санитария. – 2010. - № 2.- С. 85-89.

59 Ефименко С.А. // Пробл. соц. гиг., здравоохранения и истории мед. - 2007. - №1. - С. 8-14.

60 Здоровье как национальное достояние. Коллективная монография / под ред. А.В. Таймазова, С.П. Евсеева, С.А. Цветкова, Е.И. Богданова, Ю.Н. Федотова // Мин. спорта, туризма и молодежной политики РФ, Нац. гос. ун-т физ. культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта – СПб., 2010. – 690 с.

61 Филиппов В.Л., Криницын Н.В., Филиппова Ю.В., Нечаева Е.Н.,

Киселев Д.Б., Ширяев Д.В., Егоров Н.А., Скорняков М.С. Оценка влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на здоровье населения // Мат. науч.-практ. конф. «Итоги выполнения программ по оценке влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения». - Алматы, Караганда, 2006.- С. 336-342.

62 Филиппов В.Л., Криницын Н.В., Филиппова Ю.В. К проблеме обоснования критериев оценки медико-экологической безопасности ракетно-космической деятельности // Мат. межд. научно-практ. конф. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности». - М.: Географический факультет МГУ, 2011. - С. 23-27.

63 Мешков Н.А. Характер и причинно-следственные связи заболеваемости населения с влиянием последствий ракетно-космической деятельности // Мат. межд. научно-практ. конф. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности». - М.: Географический факультет МГУ, 2011. - С. 46-51.

64 Методические рекомендации. Порядок и объем медицинских исследований в районах аварийного падения ракет-носителей / В.А. Козловский, Ж. Жубатов, А.П. Позднякова, А.И. Кухорев, П.И. Бычко и др. // ДГП «Инфракос-Экос» РГП «Инфракос» НКА РК, ФГП «ЦЭНКИ» РФ. - Алматы-Москва, 2009. – 30 с.

65 ArcGis 9. Geostatistical Analyst. Руководство пользователя // ESRI. Russian Translation by DATA+, Ltd. – 2001. – 278 с.

66 Методические рекомендации. Разработка профилактических мероприятий по предупреждению отрицательного влияния факторов среды обитания, связанных с запуском ракет-носителей на здоровье населения: утв. Пр. Главного Гос. сан. врача РК от 9.12.2004 г., № 40 / под ред. Г.А. Кулкыбаева. - Астана, 2004. – 24 с.

67 Методические рекомендации. Современные методические рекомендации по проведению социально-гигиенического мониторинга в зоне воздействия запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» / А.А. Белоног., Т.И. Слажнева, В.А. Козловский и др. - Алматы, 2006. – 32 с.

68 Методические рекомендации по проведению социально-гигиенического мониторинга населенных пунктов, прилегающих к территориям, подверженным воздействиям космодрома «Байконур» и улучшению здоровья населения / Ж. Жубатов, В.А. Козловский, Э.К. Мухамеджанов, Г.А. Кулкыбаев, А.А. Белоног, Е.Н. Сраубаев, С.М. Омирбаева, З.И. Намазбаева З.И., И.Р. Кулмагамбетов, Н.В. Козаченко, С.В. Ахметова // ДГП «Инфракос-Экос», Национальный центр профессиональных заболеваний и гигиены труда МЗ РК. - Алматы, 2008. – 20 с.

69 СТ БИН РГП 02-2015. Стандарт организации. Опросник качества жизни для населения территорий воздействия ракетно-космической деятельности: утв. и введен в действие НТС РГП «НИЦ «Ғарыш-Экология» от 08.06.2015 г., № 04.

70 Оценка роли психофизиологического фактора в изменении состояния здоровья населения, на территориях, прилегающих к районам возможного влияния пусков ракет-носителей: отчет о НИР (заключит.) / ФГУП «Науч-

но–исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства России (ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России): науч. рук. В.Л. Филиппов. – СПб., 2010. - 92 с.

71 Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин С.Л., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. - 480 с.

72 Оценка химической обстановки для гражданской обороны: пособие для офицеров. - М.: Воениздат, 1987. – 168 с.

73 ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества атмосферного воздуха населенных пунктов.

74 ГОСТ 17.02.6.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Приборы для отбора проб воздуха населенных пунктов.

75 ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

76 ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

77 СТ РК ГОСТ 51592-2003. Вода. Общие требования к отбору проб.

78 ГН 1.2.1311–03. Гигиенический норматив допустимой суточной дозы (ДСД) 1,1 диметилгидразина при поступлении его в организм человека: утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 22 апреля 2003 г.

79 ГН 2.1.6.1845–04. Гигиенические нормативы. Аварийные пределы воздействия 1,1-диметилгидразина в атмосферном воздухе населенных мест: утв. пост. Гл. гос. сан. врача РФ 9 марта 2004 г., № 11.

80 МУ 1.2.39–2003. Методические указания. Оценка опасности комплексного поступления несимметричного диметилгидразина комплексного поступления с воздухом, водой, продуктами питания на основе допустимой суточной дозы (ДСД): утв. Минздравом РФ 23.06.2003.

81 Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Guidelines for Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals) : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 05.03.2004 г.

82 Робертус Ю.В., Любимов Р.В. Факторы воздействия и экологические последствия ракетно-космической деятельности на территории Республики Алтай // Двойные технологии. – 2001. - №3 – С. 25-27.

83 Сахно И.И. Взаимодействие министерств и ведомств Российской Федерации при ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций // Медицина катастроф. - 1999. - № 3. - С. 13—14

84 Организация и тактика медицинской службы: учебник / под ред. Н.Г. Иванова, О.С. Лобастова // Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова. – Л., 1988. – 305 с.

85 Бова А.А., Горохов С.С., Яблонский В.Н. Военная токсикология и токсикология экстремальных ситуаций: уч. пособие для студентов мед. ВУЗов. – Минск, 2002. – 54 с.

86 Оценка психофизиологического фактора в изменении состояния

здоровья населения, проживающего на территории, прилегающих к районам возможного влияния пусков ракет-носителей: отчет о НИР (закл.) / ФГУП «Научно–исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства России (ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России): науч. рук. В.Л. Филиппов. – СПб., 2010. - 92 с.

87 Филиппов В.Л., Криницын Н.В., Филиппова Ю.В. и др. Оценка влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на здоровье населения // Мат. научно-практ. конф. «Итоги выполнения программ по оценке влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения». – Алматы–Караганда, 2006. – С. 336-343.

88 Мешков Н.А., Иванов С.И., Вальцева Е.А. Эпидемиолого-гигиеническая оценка воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения в проблемных регионах: в сб. «Итоги и преспективы по проблемам экологии человека и гигиены окружающей среды» / под ред. акад. РАМН Ю.А. Рахманина. – М., 2011. – С. 203-215.

89 Козловский В.А., Мусабаев Т.А., Жубатов Ж. Гигиеническое регламентирование производных 1,1-диметилгидразина в почве: справочное пособие. – Алматы, 2014. – 264 с.

90 ГОСТ Р 53123-2008. Национальный стандарт Российской Федерации. Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы.

91 Лисицын Ю.Н. Социальная гигиена и организация здравоохранения. – М:Медицина,1978. - 45 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....3
ВВЕДЕНИЕ.....7
1 АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА.....10
1.1 Аварии с биологическим загрязнением, токсичными выбросами, взрывами и возгораниями.....11
1.2 Аварийные падения ракет космического назначения.....18
2 АНАЛИЗ НОРМАТИВНО МЕТОДИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РКН.....34
3 АНАЛИЗ НОРМАТИВНО МЕТОДИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РКН.....52
4 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ О ПОСЛЕДСТВИЯХ АВАРИЙНЫХ ПАДЕНИЙ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....61
4.1 Оценка экологических последствий аварии МБРРС-20 27.07.2006 г. в Кармакшинском районе Кызылординской области.....61
4.2 Оценка экологических последствий аварии РН «Протон-М» 06.09.2007г. в Улытауском районе Карагандинской области.....82
4.3 Оценка экологических последствий аварии РН «Протон-М» 02.07.2013г. в позиционном районе космодрома Байконур.....101
4.4 Выводы по результатам оценки экологических последствий трех аварий РКН.....120
5 РАЗРАБОТКА СХЕМ ОПЕРАТИВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....123
5.1 Схемы экологического обследования мест аварийного падения РКН.....123
5.2 Разработка плана гигиенического обследования прилегающих населенных пунктов.....129
6 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ГИГИЕНИЧЕСКИМ ОБСЛЕДОВАНИЯМ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ РИСКУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ПАДЕНИИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....134

6.1 Методические подходы к гигиенической оценке состояния среды обитания в населенных пунктах, подверженных риску воздействия аварийных ситуаций.....134
6.2 Обобщение практического опыта гигиенических обследований в населенных пунктах, прилегающих к районам падения РКН.....147
6.3 Алгоритм проведения гигиенических обследований и оценки состояния здоровья населения на прилегающих территориях непосредственно после аварийного падения РКН.....155
7 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО МЕДИЦИНСКИМ ОБСЛЕДОВАНИЯМ НАСЕЛЕНИЯ В РАННЕЙ ФАЗЕ НЕШТАТНОЙ СИТУАЦИИ, СВЯЗАННОЙ С ПУСКОМ РАКЕТЫ НОСИТЕЛЯ С КОСМОДРОМА БАЙКОНУР.....159
7.1 Методические подходы к оценке состояния здоровья населения, находящегося в зоне аварии или на сопредельной к месту аварии территории.....159
7.2 Обобщение практического опыта медицинских обследований в населенных пунктах, прилегающих к районам аварийного падения РКН.....165
7.3 Алгоритм комплексной оценки риска нарушений здоровья.....168
7.4 Методика оценки психоэмоционального состояния лиц, подверженных воздействию аварийной ситуации, связанной с падением ракеты-носителя.....169
8 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОПЕРАТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....175
9 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОТЧЕТНЫХ ФОРМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РКН И НА ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ СРАЗУ ПОСЛЕ АВАРИИ.....179
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....182

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ОПЕРАТИВНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНЕ АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Под редакцией доктора технических наук, академика МАНЭБ Ж.Жубатова

Авторский коллектив:
Ж.Жубатов, В.А.Козловский, О.А.Агапов, Е.Ю.Степанова, М.К.Амрин

Компьютерная верстка
и оформление переплета:
Калжанов З.Б.