ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР»

Под редакцией
доктора технических наук,
академика МАНЭБ
Ж.Жубатова

Алматы-2011

УДК 629.7: 504
ББК 39.61: 20.1
Э 40

Авторский коллектив:
Ж. Жубатов, А.Товасаров, В. Козловский,
Д. Алексеева, Ш. Бисариева, А. Позднякова, Н. Гусарова

Э 40 Экологическая безопасность деятельности космодрома «Байконур» / Под ред. д.т.н., академика МАНЭБ Ж. Жубатова. Изд. - Алматы, 2011. - 555 с.

ISBN 978-601-06-1549-6

Книга посвящена 10-летнему юбилею организации Дочернего государственного предприятия «Инфракос-Экос» РГП «Инфракос» Национального космического агентства Республики Казахстан.

В данной книге рассматривается круг вопросов по экологическому нормированию и оценке воздействия ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур» на состояние объектов окружающей среды и здоровья населения, как итог исследований, выполненных предприятием ДГП «Инфракос-Экос» за прошедшие годы.

Публикуемые в книге данные могут представлять интерес для широкого круга специалистов, имеющих отношение к ракетно-космической деятельности.

УДК 629.7: 504
ББК 39.61: 20.1

ISBN 978-601-06-1549-6

© Коллектив авторов, 2011
©

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!

10 лет Дочернему государственному предприятию «Инфракос-Экос»

Поздравляю руководство и коллектив Дочернего государственного предприятия «Инфракос-Экос» со славным юбилеем!

Ваше предприятие создано Постановлением Правительства Республики Казахстан с целью контроля обеспечения экологической безопасности при осуществлении ракетно-космической деятельности космодромом «Байконур». Эта проблема приобретает особую актуальность в настоящее время, когда наша страна выбрала стратегию на долгосрочное и устойчивое развитие космической деятельности в Республике Казахстан. При этом приоритеты экологической безопасности, декларированные в Стратегии развития Казахстана до 2030 года, Концепции экологической безопасности и Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на период до 2015 года, выдвигаются на лидирующие позиции. Статус и масштаб деятельности космодрома «Байконур», а также нынешние и долгосрочные политико-экономические интересы государства объективно требуют использования современных, соответствующих мировому уровню технологий при организации, планировании и реализации программ и мероприятий в сфере экологической безопасности космической деятельности.

Принципы соблюдения требований экологической безопасности, правил природопользования, охраны окружающей среды, мероприятий по очистке районов падения от отделяющихся частей ракет-носителей, способствующие минимизации негативного влияния космической деятельности на здоровье населения, отражены в Договоре аренды космодрома и последующих соглашениях Казахстана и России. Именно они способствуют эффективному использованию и развитию научно-технического потенциала и инфраструктуры комплекса «Байконур».

За прошедшие 10 лет пройден славный путь от формирования концептуального направления научно-производственной деятельности до организации непрерывного мониторинга экологической безопасности ракетно-космической деятельности на основе современных передовых технологий.

Основными направлениями деятельности предприятия в решении задач экологической безопасности ракетно-космической деятельности являются:

-научное обоснование исследований в области экологической безопасности;

-экологическое сопровождение пусков ракет космического назначения;

- всесторонняя оценка качества окружающей среды и здоровья населения;

-участие в проведении работ по ликвидации экологических последствий эксплуатации ракетной техники;

-разработка рекомендаций, нормативно-методических документов, направленных на снижение и стабилизацию экологической и социально-гигиенической ситуации в районах, подверженных влиянию ракетно-космической деятельности.

Целенаправленному выполнению поставленных задач способствует укрепление материально-технической базы и

кадрового состава предприятия, развертывание стационарных и передвижных лабораторных подразделений в городах Жезказган и Байконыр. Сложившиеся традиции и опыт являются залогом успеха.

Предприятие постоянно осуществляет поиск новых технологических решений по экологическому сопровождению ракетно-космической деятельности, позволяющих минимизировать последствия пусков ракет на экологию и здоровье населения.

Еще раз поздравляю коллектив ДГП «Инфракос-Экос» с юбилеем!

Желаю дальнейших успехов в деле формирования и развития космической отрасли Казахстана!

Қазақстан Республикасының Халық Қаһарманы,
Герой России, летчик-космонавт,
генерал-лейтенант авиации,
д.т.н, академик, профессор,
Председатель Национального
космического агентства
Республики Казахстан

Т. Мусабаев

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая читателю книга является итогом многолетних исследований, проводимых Дочерним государственным предприятием «Инфракос-Экос» по оценке состояния окружающей среды и здоровья населения при осуществлении ракетно-космической деятельности (РКД) космодрома «Байконур».

Отдельные главы книги дают представление о РКД космодрома, связанной с пусками ракет-носителей, о проблемах обеспечения экологической безопасности и их решении.

Подробно разбираются факторы, формирующиеся при осуществлении пусков ракет различного типа, и их воздействие на окружающую природную среду, в том числе при аварийных ситуациях.

Отдельной главой представлено действующее законодательство Республики Казахстан в области контроля экологической безопасности ракетно-космической деятельности.

Следующая глава книги посвящена вопросам экологического контроля и мониторинга РКД космодрома «Байконур». В ней подробно рассмотрены технологические процессы экологического сопровождения при пусках ракет-носителей и система экологического мониторинга объектов космодрома «Байконур».

Далее, на основе обобщения литературных данных и результатов собственных исследований, излагаются современные физико-химические методы определения компонентов ракетного топлива (КРТ) и продуктов их химической трансформации в различных объектах окружающей среды, разработки по развитию методической

и метрологической базы мониторинга окружающей среды в области РКД.

В главе, характеризующей состояние экологического нормирования при осуществлении данного вида деятельности, приведены цели и задачи нормирования, методологические подходы к его осуществлению на основе экологической устойчивости объектов окружающей среды, предлагаются критерии для определения устойчивости и оценка экологического риска различных сред к воздействию неблагоприятных факторов ракетно-космической деятельности.

Отдельной главой излагаются вопросы состояния гигиенической регламентации компонентов жидкого ракетного топлива и продуктов их химической трансформации в различных объектах окружающей среды, приводится общая характеристика токсичности химических соединений.

Следующий раздел книги посвящен анализу современных методов химического обезвреживания гептила в почве, положительных и отрицательных сторонах различных способов его детоксикации; показаны преимущества каталитического и микробиологического обезвреживания несимметричного диметилгидразина и продуктов его химической трансформации. Изложены современные представления о химизме превращения несимметричного диметилгидразина в почве.

Значительный объем исследований, изложенный в разделах книги, посвящен гигиенической оценке состояния среды обитания, анализу состояния здоровья населения по данным статистической отчетности медицинских учреждений и результатам медицинского обследования жителей, в сопоставлении с социально-гигиенической оценкой качества их жизни и реакцией населения на пуски ракет-носителей.

В книге показана возможность использования геоинформационных технологий в отображении и прогнозе состояния окружающей среды и здоровья населения на территориях, прилегающих к объектам комплекса «Байконур».

Авторы выражают искреннюю благодарность организациям, участвующим в совместных экологических и медицинских исследованиях, ответственным исполнителям технических заданий, в том числе специалистам Российской Федерации: к.х.н. А.Д. Кондратьеву, В.В. Самбросу, А.И. Кухореву (ФГУП «ЦЭНКИ)»; доценту, к.б.н., П.П. Кречетову; к.г.н., Т.В. Королевой (МГУ им. М.В.Ломоносова); д.т.н., Я.Т. Шатрову (ООО НТЦ «Экон ЦНИИМаш»); к.м.н. Р.Б.Горшковой и к.м.н В.С. Кушневой (ГНЦ ФМБА Институт биофизики); д.м.н., профессору В.Л. Филиппову; д.м.н Н.В. Криницыну (НИИ ГПЭЧ ФМБА),

и Казахстана: д.х.н., профессору М.К. Наурызбаеву (ДГП ЦФХМА КазНУ им. аль-Фараби); д.б.н, профессору, академику НАН РК И.О. Байтулину (Учреждение «Центр экологической реконструкции»); д.т.н., профессору К.Т. Арынову (ТОО «AspanTau Ltd»); д.х.н., профессору Н.Б. Курманкулову (АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова» МОН РК; д.м.н., профессору Т.И. Слажневой (НЦПФЗОЖ МЗ РК); д.м.н., профессору С.А. Сраубаеву (КГМА МЗ РК); доценту, д.м.н. С.М. Омирбаевой (Ц ГТ и ПЗ МЗ РК); д.м.н., профессору З.К. Султанбекову (ВКО филиал Ц ГТ и ПЗ МЗ РК); д.м.н., профессору К. Толеутайулы (КООЦ).

Выражаем благодарность сотрудникам предприятия, принимавшим участие в сборе первичного материала, его анализа.

Коллектив авторов

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая безопасность пусков ракет-носителей (РН) - одна из основных задач в осуществлении РКД, конечная цель которой охрана здоровья населения, сохранение биоразнообразия, предотвращение загрязнения, устойчивое функцио-нирование экологических систем, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов. Законодательно это определение заложено в ст. 23 Экологического кодекса Республики Казахстан. И дальше в ст. 57 указано, что под экологической безопасностью понимается « …состояние защищенности жизненно важных интересов и прав личности, общества и государства от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду».

Ежегодно с космодрома «Байконур» стартуют десятки ракет космического назначения, в том числе работающих на высокотоксичном ракетном топливе.

Пуски ракет, как любой вид техногенного воздействия, оказывают влияние на состояние окружающей среды и здоровье населения.

Договор аренды комплекса «Байконур» Российской Федерацией и последующие межправительственные соглашения Казахстана и России заложили основу по экологии и природопользованию на территории комплекса «Байконур» в условиях его аренды Российской Федерацией.

На самом высоком уровне принято решение о поэтапном сокращении пусков РН, работающих на высокотоксичном топливе - гептиле.

Внимание, уделяемое сегодня проблемам охраны окружающей среды в процессе освоения космоса не случайно. Космическая деятельность как один из видов техногенного воздействия на окружающую среду обладает рядом специфических особенностей, делающих ее принципиально отличной от других видов хозяйственной деятельности. Это обусловлено тем, что воздействие распространяется практически на все геосферы - поверхность Земли, приземный слой атмосферы, озоновый слой, ионосферу, околоземное космическое пространство и на природную среду территорий регионов и государств.

В Республике Казахстан создается космическая отрасль для целей устойчивого развития Казахстана, национальной безопасности, интеграции страны в мировой рынок и вхождения в сообщество экономически развитых государств с высоким социальным и экологическим статусом, путем эффективного использования космической техники и технологий.

Стратегия на долгосрочное и устойчивое развитие космической деятельности в Республике Казахстан должна служить не только целям её реализации и планам экономического роста страны, но и обеспечивать приоритеты принципов ее экологической безопасности. Это отвечает как международным обязательствам Казахстана, так и сохранению окружающей среды и здоровья населения.

Экологическая безопасность ракетно - космической

деятельности в плане охраны окружающей среды и здоровья населения обеспечивается комплексом мер:

- правовым и нормативным регулированием;
- реализацией программ научных исследований;
- проектами технических решений;
- исполнением природоохранных мероприятий в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей;
- экологической паспортизацией объектов космодрома;
- проведением экологической экспертизы технических проектов;
- мониторингом экологической безопасности деятельности космодрома;
- прогнозом развития экологической ситуации и здоровья населения в районах, подверженных ракетно-космической деятельности;
- разработкой рекомендаций для принятия управленческих решений;
- информированием государственных органов и населения о результатах и т.д.

Разработка методических подходов и формирование нормативно-методической базы по проведению экологического обследования районов падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧ РН), мест аварийного падения РН и медицинского обследования населения, проживающего на территориях, прилегающих к объектам комплекса «Байконур», заложили основу исследований в области оценки воздействия РКД на окружающую среду и здоровье населения. Головной организацией, курирующей это направление деятельности в Казахстане, является ДГП «Инфракос-Экос».

На предприятии накоплены фактические данные об экологическом состоянии РП ОЧ РН и здоровья населения, проживающего в зонах влияния РКД. Разработаны

методики анализа объектов окружающей среды на наличие загрязнений компонентами ракетного топлива (КРТ) и продуктами их химической трансформации и порядок их утверждения и использования при реализации совместных программ.

Параллельно с этим улучшена материальная база для проведения химико-аналитических исследований. Так, с целью создания оперативного изучения экологической ситуации в местах аварий и штатных РП ОЧ РН в городах Байконыр и Жезказган на средства госбюджета созданы филиалы лабораторий ДГП «Инфракос-Экос» и мобильная экологическая лаборатория. Все они оснащены современным аналитическим оборудованием, портативными средствами экспресс-контроля, метеокомплексом и системой жизнеобеспечения персонала лаборатории.

Создан электронный банк данных и успешно развивается мониторинг окружающей среды на объектах космодрома «Байконур», санитарно-гигиенического состояния населенных пунктов на прилегающих территориях и здоровья их жителей, на основе геоинформационной системы.

Многолетние исследования по изучению влияния пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения легли в основу разработки концепции экологического нормирования ракетно-космической деятельности. Она выполнена с учетом Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы, положений международных соглашений по экологическим проблемам, ратифицированных Казахстаном.

В Концепции аргументированы научно-методологические основы национальной системы экологического нормирования РКД, сформулированы

приоритеты и принципы нормирования, определены механизмы его обеспечения. Этот документ можно рассматривать как первый шаг к установлению допустимого уровня воздействия РКД на компоненты окружающей среды территорий комплекса «Байконур».

В процессе постоянной эксплуатации РП ОЧ РН, как показал многолетний опыт их исследования, сформировались природные комплексы с почвенными контурами, загрязненными КРТ и продуктами их трансформации. Даже в старых местах падения отделяющихся частей ракет-носителей по истечению 10-15 лет обнаруживается несимметричный диметилгидразин (НДМГ) в концентрациях, превышающих ПДК.

Многочисленные экспедиционные и экспериментальные научные исследования наглядно подтвердили, что ракетно-космическая техника, как при штатном режиме её эксплуатации, так и при аварийных ситуациях, оказывает воздействие на все объекты окружающей среды – почву, воду, атмосферный воздух, на растительный и животный мир.

Повышенную обеспокоенность состоянием окружающей среды и своим здоровьем, особенно в случаях нештатных ситуаций, проявляет часть населения, проживающая на территориях, прилегающих к объектам комплекса «Байконур».

Поэтому для Казахстана, где длительное время ведется эксплуатация космодрома, увеличивается частота пусков тяжелого класса РН, работающих на токсичном топливе, происходит техногенное загрязнение РП ОЧ РН вредными химическими соединениями, крайне важно совершенствование методических подходов к оценке экологического риска и нормированию воздействия РКД.

Накопленный опыт показал, что оценивать риск РКД возможно на основе экологического нормирования, которое определяет приоритеты и принципы, механизмы

обеспечения, включая научно - методологические подходы, а также новые стандарты. Это в целом соответствуют современным экологическим требованиям и государственной стратегии развития космической деятельности.

К примеру, начиная с 1967 г. по 2010 г., в районах падения №15 и 25, которые служат для приема первой ступени РН «Протон», произошло 285 падений ОЧ РН. Как долго может окружающая природная среда справляться с такими нагрузками? В целях поиска ответа на подобные вопросы, в рамках республиканской бюджетной программы 002 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности», была разработана система критериев экологической устойчивости территорий к воздействию РКД. За основу взято представление о том, что экосистемы – это сложные полифункциональные многокомпонентные системы, устойчивость которых в целом зависит от устойчивости каждого компонента. Для оценки экологической устойчивости экосистем использована информация о техногенных воздействующих факторах, устойчивости всех объектов экосистемы, способствующих локализации очага загрязнения компонентами ракетного топлива, и индикаторах этой устойчивости.

Самое важное – это установление пределов устойчивости, т.е. диапазона между экологическим минимумом и экологическим максимумом допустимых колебаний влияющих факторов; и экологический порог, определяющий точку, за которой любые нарушения или изменения экосистемы становятся необратимыми для нее самой.

Созданная система оценки экологической устойчивости территорий позволяет судить о

потенциальных возможностях экосистемы и ее компонентов.

Недостаточные знания химизма трансформации НДМГ в почве затрудняют разработку прогнозов изменения экологического состояния РП ОЧ РН. Так, в ходе мониторинга в период 2007-2010 гг. мест аварийного падения частей РН «Протон-М» в Карагандинской области установлено, что по истечении трех лет после проведения детоксикационных работ до нулевого уровня НДМГ в почве он и его производные выявлены вновь. В растениях обнаруживается нитрозодиметиламин (НДМА), наличие которого может служить индикатором гептильного загрязнения почв.

В этой связи нужно продолжить научный поиск экологически безопасных методов обезвреживания почв, загрязненных НДМГ и продуктами его трансформации с учетом климато-географических особенностей территорий Казахстана, характеристик почвенного покрова. Оптимальным следует считать такой метод, который бы давал максимально положительный эффект детоксикации почв и сохранил бы их природные качества.

Параллельно с этим должны быть продолжены исследования по разработке методов агротехнической рекультивации и реабилитации поврежденных почв в результате РКД как в РП ОЧ РН, так и на территории аварийных падений РН.

Опыт работ по оценке экологических последствий аварийных пусков ракет космического назначения (РКН) показал необходимость разработки и совершенствования более эффективных методик обнаружения НДМГ и его токсических производных, а также подготовки проб для анализа.

Необходимо продолжить исследования по установлению параметров токсичности продуктов

химической трансформации гептила и разработку гигиенических нормативов предельно допустимого содержания их в объектах окружающей среды.

Риски РКД и связанные с ними обеспокоенность населения за своё здоровье должны компенсироваться проведением работ по контролю здоровья жителей, проживающих на территориях, прилегающих к объектам комплекса «Байконур».

Медицинские исследования, осуществляемые параллельно с экологическими, позволяют получить более полное представление о влиянии пусков РКН, что соответствует требованиям экологической безопасности РКД, цель которых заключается в предотвращении вредного воздействия на окружающую среду и человека.

Таким образом, в рамках решения проблем экологической безопасности деятельности космодрома «Байконур» вырисовывается ряд задач, требующих реализации.

Настоящая книга представляет собой обстоятельный обзор выполненных работ по обеспечению экологической безопасности ракетно-космической деятельности комплекса «Байконур», подготовленный специалистами ДГП «Инфракос-Экос», которому в этом году исполняется 10 лет со дня организации.

Глава 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР» И ФАКТОРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

- Объекты космодрома «Байконур»
- Ракетно-космические комплексы и типы ракет-носителей
- Воздействие ракетно-космической деятельности на окружающую среду

Объекты космодрома «Байконур»

Космодром «Байконур» основан в 1955 г. как испытательный полигон ракетно-космической техники, расположен на территории Кызылординской области Республики Казахстан, занимает площадь 6717 км^2.

Космодром «Байконур» представляет собой территорию с размещенными на ней технологическими, производственно-техническими, обеспечивающими и административно-служебными объектами, входящими в комплекс «Байконур» и предназначенными для выполнения космических программ. В комплекс входит и город Байконыр [1].

Космодром предназначен для подготовки и осуществления запусков космических аппаратов (КА) связи, навигации, топогеодезических, метеорологических и научных, в том числе пилотируемых и межпланетных кораблей и станций. К настоящему времени он включает в себя промышленные объекты по монтажу, испытанию ракетно–космической техники (РКТ), изготовлению и сборке ее отдельных узлов, 9 стартовых комплексов, оборудованных 15 пусковыми установками, 34 технических комплексов и 3 заправочные станции.

Кроме технических и стартовых комплексов космодром «Байконур» оснащен необходимой наземной инфраструктурой, включающей командно-измерительный комплекс, вычислительный центр, аэродромы «Крайний» и «Юбилейный», системы связи, энерго-, водо- и теплоснабжения, авто- и железные дороги, жилищно-бытовой фонд.

Районы падения отделяющихся частей ракет-носителей предназначены для приема отработавших ступеней ракет-носителей, головных обтекателей и

хвостовых отсеков. Они расположены на значительном удалении от позиционного района (300-1600 км).

На этих территориях отсутствуют здания, сооружения или системы, используемые в интересах космодрома. Наличие районов падения отделяющихся частей ракет-носителей является необходимым условием для запуска на орбиту космических аппаратов [2].

Согласно Договору аренды комплекса «Байконур» на территории Казахстана выделены 22 зоны падения с 46 районами падения отделяющихся частей ракет-носителей с общей площадью 41 364,7 км^2 в Кызылординской, Карагандинской, Костанайской, Акмолинской, Северо-Казахстанской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской областях [1].

По разовому разрешению используются 6 районов падений (в Мангыстауской, Карагандинской, Костанайской, Актюбинской и Восточно-Казахстанской областях).

Пуски с космодрома «Байконур» осуществляются по 20 и более трассам (рисунок 1). Районы падений ОЧ РН определяются характеристиками рабочих орбит, на которые РН выводят космические объекты. Районы падений первых ступеней РН «Протон» (РП 15, 25, 148, 191, 192), запускаемых на наклонения орбиты 51,6°, 64,8°, 72,7°, расположены в Карагандинской и Костанайской областях, вторых ступеней - в Восточно-Казахстанской области и в Российской Федерации, головных обтекателей - в Костанайской, Акмолинской и Карагандинской областях.

По трассам выведения РН «Союз» на наклонения орбиты 70°, 64,8°, 51,6° для полей падения боковых блоков первой ступени отведены 14 районов падения в Карагандинской и Костанайской областях, головных обтекателей - 7 районов падения в Костанайской,

Акмолинской и Карагандинской областях, хвостовых отсеков, центрального блока – 3 района падения в Восточно-Казахстанской области и в Алтайском крае РФ.

Под поля падения первых ступеней РН «Зенит» выделены территории в Карагандинской и Акмолинской областях: по трассе выведения РН с наклонением орбиты 65° - РП 210 в Акмолинской области (этот район также использовался для падения первой ступени МБР, в настоящее время используется под падение первой ступени РН «Днепр»); по трассе выведения РН с наклонением орбиты 51,6° - РП 227 в Карагандинской области.

Для РН «Циклон-М» на территории Казахстана выделены 3 района падения первой ступени в Карагандинской и Костанайской областях.

Первая ступень РН «Рокот» падает и на казахстанскую часть РП 213 в Павлодарской области. На территории Северо-Казахстанской области имеются поля падения первых ступеней МБР.

На территории Кызылординской и Карагандинской областей имеется район падения, отведенный для падения ОЧ РН «Энергия».

Ракетно-космические комплексы и типы ракет-носителей

Системы наземного обеспечения комплексов космодрома «Байконур» рассчитаны на определенный тип ракет космического назначения (РКН) и отличаются как тактико-техническими характеристиками, так и эффективностью применения. В то же время подготовка и пуск РКН определенного типа характеризуется замкнутым

технологическим циклом, который реализуется в рамках определенного ракетно-космического комплекса (РКК) [3].

1. РКК «Протон». РН «Протон» выводит на околоземную орбиту до 20 тонн полезной нагрузки и около 4 тонн (в отдельных случаях и свыше 4 тонн) – на геостационарную орбиту. Среди РН тяжелого класса является самой надежной в мире, используется в основном для коммерческих пусков, а также для целевых пусков по военным и гражданским программам России. Стартовые комплексы РН «Протон» имеются только на Байконуре.

РН «Протон» применяется для запусков космических аппаратов на геостационарную орбиту, тяжелых космических станций на низкую околоземную орбиту, межпланетных кораблей на отлетные траектории к планетам солнечной системы, космических аппаратов специального назначения на высокие околоземные орбиты.

В настоящее время с космодрома «Байконур» осуществляются пуски модернизированных РН «Протон-М» и «Протон-К» по трем трассам выведения на наклонения 72º; 64,8º и 51,6º. Кроме того, с 2007 года по 2011 год при запусках КА «Дирек ТВ-10», «Инмарсат-4Ф3», «Экспресс-АМ44» и «Экспресс-МД1», «W2A», «Дирек ТВ-12», «КазСат-2» и «ОС-2, была использована трасса на наклонение 48º. На обеих ступенях и разгонной ступени РН «Протон» используется топливо, состоящее из горючего НДМГ и окислителя азотного тетраоксида (АТ). Оба компонента представляют собой высокотоксичные вещества соответственно 1-го и 2-го класса опасности.

РН «Протон» эксплуатируется с 1965 г. С 1967 г. начались пуски «Протон-К», а с 2001 г. - «Протон-М». С помощью «Протонов» запущены орбитальные станции «Салют», «Мир», тяжелые космические модели, КА «Луна», «Марс», «Вега».

2. РКК «Союз». РН «Союз» выводит на околоземную орбиту до 7,5 тонн полезной нагрузки и имеет высокую степень надежности. Используется для запусков пилотируемых КА «Союз-ТМ», грузовых кораблей «Прогресс», спутников связи и военного назначения, коммерческих спутников.

РН «Союз» является трехступенчатой ракетой-носителем. В настоящее время с космодрома осуществляются пуски «Союз-У», «Союз-У2» и «Союз-ФГ», для которых на территории Республики Казахстан выделены районы падения по наклонениям 70º; 64, 8º и 51,6º . Кроме того, с октября 2006 года в рамках программы летно-конструкторских испытаний проведено три пуска РН «Союз-2» с различными КА на геостационарную орбиту на наклонение 98º.

3. РКК «Циклон». С августа 1969 г. начались пуски ракеты, получившей впоследствии название «Циклон-2». РН «Циклон-2» -двухступенчатая ракета легкого класса, предназначена для запуска КА на низкие круговые и эллиптические орбиты. Использовалась для запуска аппаратов для Минобороны РФ. В настоящее время РКК «Циклон-2» находится на модернизации.

На обеих маршевых ступенях и разгонной ступени РН «Циклон-М» используется штатное топливо, состоящее из НДМГ и азотного тетраоксида АТ. Пуски РН «Циклон-М» с космодрома «Байконур» производятся по трем наклонениям 62,3º , 65º , 65,1º.

4. РКК «Энергия». Технические и стартовые комплексы сверхтяжелого класса «Энергия» и орбитального корабля «Буран», которые в связи с закрытием в 1989 году программы «Энергия-Буран» не эксплуатируются и находятся в режиме «холодного» резерва.

5. РКК «Зенит». РН «Зенит» выводит на околоземную орбиту до 14 тонн полезной нагрузки и является современной и перспективной. Используется для выведения спутников военного и коммерческого назначения.

РН «Зенит» эксплуатируется с 1985 года. Пуски РН «Зенит» с космодрома «Байконур» производится по трем наклонениям: 65°, 51.6^o, 98°. На космодроме начата реализация программы «Наземный старт», в рамках которой в апреле 2008 года произведен пуск «Зенит-3SLБ».

6. РКК «Рокот» и «Днепр», МБР. Шесть шахтных пусковых установок (ШПУ) для испытательных пусков МБР РС-20 и РС-18.

На базе доработки РС-20 и РС-18 разработаны соответственно РН среднего класса «Днепр» и РН легкого класса «Рокот» для запусков КА коммерческого назначения. РН «Рокот» разработана с использованием блока ускорителя МБР РС-18 и разгонного блока (РБ) «Бриз», обеспечивающего выведение на орбиту высотой 200 км полезного груза массой до 1,9 т, а 1500 км – 1,2 т. С космодрома «Байконур» РН «Рокот» впервые стартовала в 1994 г.

Первый пуск РН «Днепр» осуществлен 21 апреля 1999 г., а с 2000 года продолжилось её использование в коммерческих целях. Со штатным разгонным блоком она может вывести на низкую орбиту до 4,5 т полезного груза.

Характеристика ракет-носителей, пускаемых с космодрома «Байконур» приведена на рисунке 2 (а,б).

Воздействие ракетно-космической деятельности на окружающую среду

При осуществлении РКД на окружающую природную среду (ОПС) оказывается *неспецифическое и специфическое воздействие*. Неспецифическое связано с эксплуатацией производственных объектов наземной инфраструктуры комплекса «Байконур». Эксплуатация таких объектов сопровождается выбросами в окружающую природную среду оксидов азота и углерода, сероводорода, аэрозолей серной и азотной кислот, аммиака, этилена, йодистых соединений, незначительного количества пентаоксида ванадия, синильной кислоты, фторидов, оксидов хрома, марганца и его соединений, акролеина, взвешенных веществ, оксидов олова и других металлов [3, 4].

Специфическое воздействие РКД на ОПС характерно только для ракетно-космической деятельности сопряжено с подготовкой ракет космического назначения (РКН) к пуску, пуском и полетом её, отстыковкой и приземлением отработавших ступеней ракет. Воздействие на окружающую среду проявляется химическим загрязнением в результате проливов и выбросов КРТ, продуктов их сгорания и трансформации; механическим загрязнением фрагментами отделившихся частей ракет носителей (ОЧ РН) районов падения; акустическим; электромагнитным излучениями [3, 8-13].

Источниками химического загрязнения природной среды при штатной эксплуатации РКТ в ***позиционном районе космодрома*** являются средства транспортирования, базовые и пристартовые хранилища КРТ, системы и станции заправки и перекачки КРТ.

При наземных работах по подготовке РН к пуску и проведении работ по приему, хранению, заправке и сливу КРТ выбросы вредных веществ могут иметь место при выполнении следующих операций: стыковка и расстыковка железнодорожных цистерн с заправочными колонками;

слив КРТ из цистерн в емкости хранилища и прием КРТ из хранилища в цистерны; сброс давления (дренаж) паров КРТ из емкостей хранилищ; сборка (расстыковка) схемы заправки (слива) КРТ и баков РН; заправка баков РН; слив КРТ из баков РН; выброс паров КРТ при вентиляции помещений; выброс продуктов сгорания паров и промстоков КРТ при их сжигании в агрегатах нейтрализации [3].

В предстартовых операциях могут иметь место выбросы и проливы КРТ при отстыковке заправочных магистралей, предусмотренные штатной циклограммой подготовки РН к пуску. На заключительном этапе подготовки к пуску, предшествующем началу полета, для ракет космического назначения (РКН), использующих криогенные КРТ, проводятся технологические операции для поддержания стабильных с момента заправки характеристик этих компонентов в нормальных температурных условиях. Проведение этих операций обязательно содержит испарение компонентов в атмосферу.

При пуске РН и работе объектов теплоэлектроснабжения выделяется большое количество тепловой энергии, а над местом старта образуется послестартовое облако, содержащее продукты сгорания КРТ. В дальнейшем, после отрыва ракеты от стартового стола, продукты сгорания образуют в атмосфере след вдоль траектории ее полета. По мере подъема ракеты над стартовой площадкой и дальнейшего ее продвижения в атмосфере, наблюдаются как выброс тепловой энергии, так и акустические шумы. Продукты сгорания КРТ состоят из газообразных и конденсированных компонентов. Конкретный состав и масса выбрасываемых продуктов сгорания компонентов ракетного топлива зависят от типа ракет и вида топлива.

По временной продолжительности, непосредственное воздействие РН и МБР на окружающую среду занимает относительно короткий период, необходимый для вывода КА на орбиту. Более продолжительным является воздействие на начальных этапах полета РН вблизи стартового комплекса.

В процессе старта и полета ракеты происходит химическое загрязнение атмосферы при работе её. Продукты сгорания или испарения КРТ, в зависимости от состава ракетного топлива и метеоусловий могут распространяться в газовой, аэрозольной или жидкой фазе. Тепло, выбрасываемое РН **по трассе полета** в атмосферу, также как и продукты сгорания, достаточно интенсивно диффундируют в воздушной среде. Через 1-2 суток концентрация тепла и примесей оказывается в пределах, допустимых для окружающей среды. Существует предположение, что в окрестности примерно 100 км после пуска РН могут возникнуть локальные возмущения в виде конвективных облаков, барических депрессий, усилении фронтальных процессов (если они там были), пыльных бурь и т.п. Однако такие возмущения не могут существовать продолжительное время и сравнительно быстро исчезают. В тропосфере в течение 2-3 суток после запуска РН наблюдается понижение температуры воздуха на 2-8ºС [3].

Изменение концентрации стратосферного озона из-за воздействия пусков РН носит локальный характер, среднее понижение концентрации существует не более часа [3-6].

Ионосферные возмущения вызваны воздействием ударной воздушной волны. 90% возмущений приходится на летний сезон, 10% на зиму и весну. При полете РН происходит разрушение ионосферы по траектории вдоль «шнура» диаметром 120 м, величина возмущения

электронной концентрации может достигать порядка 91% от фонового значения электронной концентрации [3].

Геомагнитные возмущения, вызванные пуском и полетом РН, распространяются на большую часть территории Казахстана. Воздействие пусков РН с космодрома «Байконур» на сейсмический режим Северного Тянь-Шаня проявляется более интенсивно в летние сезоны, когда после пусков происходит активизация сейсмогенерирующих процессов [4].

Вариации акустического шума с превышением амплитуды колебания давления в 10-1000 раз относительно фоновых значений возникают при столкновении атмосферных фронтов, тайфунов, ураганов, землетрясений, извержений вулканов, цунами. Такими же по характеру и масштабам воздействия на фон атмосферы источниками техногенного шума являются испытания и пуски РН и возвращение на Землю их отделяющихся частей. Вблизи источника уровень шума может быть очень большим; его частотный состав обычно чрезвычайно широк. Однако из-за сильного затухания в воздухе высокочастотных составляющих на больших удалениях от источника наиболее значимыми по энергии вклад в шум вносит инфразвук – колебания с частотами менее 16-20 Гц.

Исследования закономерностей возбуждения и распространения акустических волн при пусках ракет интенсивно проводились с конца 50-х годов и носили чисто прикладной характер (оценивалась лишь мощность двигателя, и определялось место падения на землю ОЧ РН). В дальнейшем по мере накопления данных цели и задачи исследования приобрели геофизическую и экологическую направленность [3, 5].

Исследования, проведенные ДГП «Инфракос-Экос» и ДГП «Институт ионосферы» в рамках задания «Контроль уровня инфразвукового излучения при запусках ракет-

носителей и оценка его влияния на здоровье населения» [17], показали, что ближайший к космодрому п. Торетам (расстояние 41 км от ПУ №5) находится в тени по отношению к ударным волнам, генерируемых РН «Союз» при полете со сверхзвуковой скоростью. Инфразвуковые волны, распространяющиеся от места старта вдоль земной поверхности до п.Торетам, имеют амплитуду, не превышающую уровень фона – 65 дБ. Амплитуда инфразвука в п.Карсакпай от места старта и от пролетающей РН не превысила уровень фона – 50-55 дБ. Заметным источником инфразвука явилась падающая первая ступень РН, которая привела к возникновению выраженных пиков в области частот 2 и 4 Гц на линейном выходе 552, 655 и 905 с, при этом длительность каждого пика не превышала 5 с, а уровень амплитуды не превысил 80 дБ, что на 20 дБ ниже предельно допустимого уровня.

Существенное воздействие РКД на окружающую среду испытывают ***районы падения отделяющихся частей*** ракет носителей. Их функциональной задачей является прием на своей территории первой и второй ступеней, головного обтекателя и хвостового отсека. С точки зрения воздействия на окружающую среду необходимо различать отделяющие части, содержащие резервный остаток КРТ, и конструкции, в которых отсутствуют КРТ. К первым относятся ступени (двигатели и баки) РН, содержащие жидкие топлива, ко вторым – головные обтекатели, хвостовые отсеки.

Воздействие на окружающую среду первых и вторых ступеней РН, работающих на жидком топливе, различается по характеру и масштабу в связи с особенностями процессов их приземления [7, 8].

Отработавшие первые ступени отделяются на высотах 60-90 км. Скорость движения ступени при вхождении в плотные слои атмосферы недостаточна для её

разрушения, которое может произойти в результате аэродинамических перегрузок или вследствие взрыва при перегреве баков остатками топлива. В случае падения первых ступеней, содержащих остатки НДМГ и азотного тетраоксида, при ударе об грунт возможен взрыв, в результате чего фрагменты ступени разлетаются в стороны от места падения, а продукты сгорания и не прореагировавшие остатки топлива попадают в атмосферу и почву [9]. На рисунке 3 приведены примеры разброса ОЧ РН при падении отработавшей ступени на землю и очистки территории от фрагментов ступени.

Первые ступени ракет, использующих углеводородное топливо, падают без взрыва. Керосин, оставшийся в незначительных объемах в элементах конструкции, проливается на почву и испаряется в атмосферу. В некоторых случаях может происходить воспламенение проливов.

Таким образом, при падении первых ступеней нарушается почвенно-растительный покров, происходит загрязнение приземного слоя атмосферы, почвы, растительности остатками КРТ и продуктами их сгорания и трансформации, а также возгорание растительного покрова и засорение территории фрагментами ступени [9].

Вторые ступени ракет-носителей отделяются на высотах 140-160 км. При вхождении в плотные слои атмосферы происходит нагрев ступени до температуры, приводящей к взрыву остатков топлива в баках и его разрушение. По предварительным теоретическим оценкам, взрыв происходит на высотах от 35 до 40 км. В наибольшей степени разрушаются бак горючего и двигательная установка. Бак горючего разваливается на фрагменты, представляющие собой плоские куски корпуса, размером 1-2 м^2, двигатели разрушаются на более мелкие

части. В отдельных случаях бак окислителя достигает поверхности земли неповрежденным.

Вторые ступени весят от 12 до 22 тонн и разрушаются в воздухе на мелкие фрагменты, их разлет по территории района падения может достигать нескольких километров. Остатки топлива и продукты его сгорания поступают в атмосферу на большой высоте, и по теоретическим оценкам, не могут достичь поверхности Земли.

В настоящее время в РН «Протон-М» при отстыковке ступени осуществляется продувка баков от остатков топлива. Этот процесс сопровождается загрязнением атмосферы компонентами топлива на больших высотах, но значительно меньшим загрязнением территории в месте падения ОЧ РН. Загрязнение почвы может происходить только при проливе остатков топлива [9].

Воздействие РКД на почвы может быть выражено в виде химического и механического загрязнения. Химическое загрязнение почв при штатной эксплуатации РКТ происходит в результате оседания продуктов сгорания стартового облака и в результате проливов КРТ. Загрязнение почвы углеводородными горючими веществами (УВГ) приводит к значительным физико-химическим превращениям, выражающимся в изменении микроэлементного состава почвы, ее воздушного и окислительно-восстановительного режимов. Механическое загрязнение почв является следствием падения ОЧ РН. В зависимости от массы ОЧ РН и количества КРТ, этот процесс может сопровождаться повреждением гумусового слоя почв и возгоранием [8, 2].

Грунтовые и поверхностные воды являются преемниками НДМГ и продуктов его распада и трансформации. При попадании гептила в воду, происходит

его окисление кислородом, содержащимся в воде, а также активное разложение под влиянием солнечного излучения и в присутствии химически активных примесей. Наиболее активно процесс окисления в воде происходит первые 7-10 суток, в результате образуются диметиламин (ДМА) и формальдегид (ФА), другие продукты химической трансформации КРТ. Наиболее стабильными в водной среде являются НДМГ, нитрозодиметиламин (НДМА), тетраметилтетразен (ТМТ); менее стабильными – ДМА и ФА [9, 14-17].

Основным фактором, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду, прежде всего на животных, являются пожары, инициированные падением ОЧ РН, уничтожающие их кормовую базу и в связи с этим способствующие исчезновению растительноядных млекопитающих, насекомоядных пресмыкающихся и зерноядно-насекомоядных птиц, а также уничтожению энтомофауны и беспозвоночных животных. Доказано, что гептил в дозе 0,125 мг на 1 грамм живой массы животного является высокотоксичным политропным ядом, вызывающим гибель 70% животных уже через сутки после введения.

Воздействие РКД на растительные организмы в значительной степени зависит от связей внутри почвенно-растительного покрова, определяющих геохимическую дифференциацию вертикального профиля ландшафта. Накопление НДМГ растениями зависит от комплекса факторов: семейства растений, геохимических условий мест их произрастания, близости источников поступления техногенных загрязнителей, количества поступившего на поверхность почвы и растений КРТ. Малые концентрации гептила не оказывают существенного воздействия на цитоморфологическую структуру растений, используются ими как дополнительный источник азота и углерода для

стимулирования роста и развития. Действие больших концентраций гептила (1000 мкл гептила в воде) вызывают у опытных растений морфологические и анатомические изменения в виде увеличения толщины эпидермиса, первичной коры, диаметра ксилемных сосудов и их площади [15, 16].

Недра земли также испытывают воздействие РКД. Оно выражено в химическом загрязнении почвенных профилей и грунтовых вод гидразиновыми горючими веществами и их производными. Чем выше концентрация загрязнителей на поверхности и чем больше водная нагрузка при детоксикации загрязненных почв, тем глубже проникают в почву токсические соединения - продукты химической трансформации горючего. При проливе на подзолистую почву через 2 месяца после обезвреживания загрязненной территории гептил и продукты его окисления могут проникать на глубину 5-70 см. Лучшей фильтрационной способностью обладает песок, глинистые почвы препятствуют миграции горючих веществ в глубь.

На вертикальную миграцию углеводородного горючего сильно влияют сорбционные, физико-химические, водно-физические, фильтрационные свойства почвенных пород, минералогический состав, интенсивность процессов разбавления грунтовыми водами, количество углеводородов, попавших в почву. Основное количество нефтепродуктов сосредотачивается в верхнем горизонте; ниже их содержание уменьшается на порядок. При просачивании углеводородного горючего в нижнюю часть профиля образуется достаточно устойчивый ареал загрязнения, оказывающий неблагоприятное длительное воздействие на грунтовые и поверхностные воды. Миграция по профилю происходит как с нисходящими, так и с восходящими потоками влаги. Скорость изменения содержания углеводородного горючего в почве

неравномерна – основная масса их теряется через три месяца после попадания в почву. В результате техногенной нагрузки происходит также механическая деформация земных пластов, горных пород, наблюдаются оползни, сели и карсты [4].

Воздействие ракетно-космической деятельности **в аварийных ситуациях** может проявляться более интенсивно**.**

Статистика мировых пусков РН показывает, что риск аварийных и нештатных ситуаций при пусках ракет невелик до 7% от всех пусков космических аппаратов [10, 18]. Об этом же свидетельствует и практика использования РН на космодроме «Байконур», с которого ежегодно производится до 30 пусков РКН. За время эксплуатации космодрома «Байконур» с 4 октября 1957 г. по 25 февраля 2002 г. по данным ИТАР-ТАСС, количество успешных пусков РН составило 1077, частично успешных – 35, аварийных – 77 [19, 20]. В таблице 2 представлена статистика тех пусков РН с космодрома «Байконур», когда был зафиксирован отрыв РН от пусковой установки.

Все пуски были условно разделены на три категории. Успешными считают такие ситуации, при которых КА отделился от последней ступени РН или РБ и выведен на заданную траекторию полета. К частично успешным отнесены те случаи, когда ракета не была выведена на расчетную орбиту или не отделился от РН (РБ), или был поврежден при выведении, или не был сброшен головной обтекатель. В категорию аварийных вошли разрушения РН на участке выведения, отказы в работе ступеней РН, в результате чего КА не был выведен на околоземную орбиту.

Таблица 2 – Статистика пусков РН, проведенных с космодрома «Байконур»

Год	Орбитальные			Суборбитальные		Всего пусков в год	Всего частично успешных и аварийных запусков за год
	успешный	частично успешный	аварийный	успешный	аварийный		
1	2	3	4	5	6	7	8
1957	1	1				2	1
1958	1		4			5	4
1959	3		1			4	1
1960	3	1	5			9	6
1961	5	1	1			7	2
1962	8	5	1			14	6
1963	11	2	3			16	5
1964	22	1	5			28	6
1965	40	2	2			44	4
1966	29	4	4			37	8
1967	31	2	4	1		38	6
1968	36		3	2	1	42	4
1969	28	2	8	1		39	10
1970	27	1	1	1		30	2
1971	28	1	2			31	3
1972	19	1	2			22	3
1973	24					24	0
1974	25		1			26	1
1975	26		2			28	2
1976	34					34	0
1977	27		3			30	3
1978	24	1	3			28	4
1979	19					19	0
1980	24					24	0
1981	38		1			39	1
1982	40	1	3			44	4
1983	32		1			33	1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
1984	33					33	0
1985	33	2	1			36	3
1986	35		2			37	2
1987	46	2				48	2
1988	42	1	3			46	4
1989	29					29	0
1990	27		2	1		30	2
1991	22		1	1		24	1
1992	21		1			22	1
1993	20	1	1			22	2
1994	30					30	0
1995	19					19	0
1996	13	2*	1*			16	3
1997	20	1*	1*	н/д	н/д	22	2*
1998	18		1*	н/д	н/д	19	1*
1999	20		2*	н/д	н/д	22	2*
2000	30			н/д	н/д	30	0
2001	18			н/д	н/д	18	0
2002	15		1*	н/д	н/д	16	1*
2003	14			н/д	н/д	14	0
2004	19			н/д	н/д	19	0
2005	20			н/д	н/д	20	0
2006	17	1*	1*	н/д	н/д	19	2*
2007	20		1*	н/д	н/д	21	1*
2008	21			н/д	н/д	21	0
2009	24					24	0
2010	24	1				24	1
Всего	1281	36	80	7	1	1298	125

Примечание:

1 (*) - звездочкой представлены данные из архивов ДГП «Инфракос-Экос»;

2 «н/д» - обозначает отсутствие официальных данных.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что общее количество неудачных пусков (т.е. частично успешных и аварийных) за весь период 1957-2010 гг. составило 125 случаев, или 10% от общего числа запусков КА с космодрома «Байконур» [21].

По статистике взрывы первой и второй ступеней РН занимают, соответственно 10 и 12% от общего числа аварийных случаев. Аварии такого вида влекут за собой целый ряд негативных последствий, таких как пролив на грунт и испарение высокотоксичных загрязнителей, падение обломков металлических конструкций, сейсмическое и акустическое воздействия на окружающую среду в РП ОЧ РН. Как правило, аварийное падение сопровождается пожарами.

Наиболее значимые экологические последствия аварийных и нештатных ситуаций на РКТ связаны с воздействием на поверхность земли и характеризуются длительным загрязнением почв, грунтов, поверхностных и подземных вод, заражением растительности, воздействием на живые организмы и человека.

Выделяют несколько сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций, оказывающих экологическое воздействие на поверхность земли. Это аварии при перевозке и хранении КРТ, аварии при подготовке и пуске РКТ, нештатное падение неразрушенной РН на поверхность земли.

Для каждой из указанных выше аварийных ситуаций характерен специфический перечень видов воздействия на компоненты окружающей среды территорий и пространств, задействованных в процессе запусков РН.

Основными видами экологического воздействия являются:

- раздельный (без смешивания и возгорания) пролив КРТ;

- пролив и горение (или взрыв) компонентов ракетного топлива (КРТ) в результате химической реакции.

Возможными последствиями воздействий на окружающую среду в случае возникновения аварийных ситуаций могут быть:

- сбросы и выбросы химических веществ, в том числе первого и второго класса опасности, в окружающую среду в объемах, превышающих нормативные или в нештатных местах;
- пожары;
- механическое загрязнение территории.

Взрывы РКТ относятся к наиболее серьезным техногенным ситуациям. К поражающим факторам взрывов изделий РКТ относятся:

- ударная волна;
- тепловое излучение от возникающей высоконагретой области пространства;
- химические загрязнения высокотоксичными продуктами взрыва;
- электромагнитный импульс;
- разлетающиеся с большой скоростью обломки и элементы конструкции.

На состояние окружающей среды наиболее интенсивное воздействие оказывают ударная волна, механическое воздействие разлетающихся фрагментов конструкции и тепловое излучение.

Степень поражения экосистем вследствие пожаров существенно зависит от природных условий. Так степь особенно уязвима в сухой сезон. Пожар может принять огромные размеры и охватить территории в сотни и тысячи квадратных километров и продолжаться очень долго.

Ударная волна от взрыва способна вызвать местное нарушение почвы путем образования воронок. Наиболее опасным для экосистемы является разрушение почвы.

Выделяют два основных типа нарушения почвы в результате взрыва: перемещение грунта, изменение структуры и состава почвы. Образование воронок от взрыва при определенных условиях могут привести к нарушению горизонта грунтовых вод и местной системы водостока [22].

В результате непосредственного воздействия взрывов, пожаров, разлета фрагментов конструкции, перемещения грунта или биоцидного воздействия может произойти уничтожение растительного покрова. Даже частичное уничтожение растительного покрова может повлечь за собой такие серьезные негативные последствия, как нарушения в транспирации влаги, повышение грунтовых вод. Это в свою очередь, окажет неблагоприятное влияние на среду обитания, продуктивность и разложение остатков растительных видов, приспособленных к прежним условиям меньшего увлажнения, разложения. Эти изменения, наряду с понижением увлажнения, влекут за собой также снижение концентрации двуокиси углерода в приземном слое (приводящее к замедлению фотосинтеза), усиление инсоляции почвы и скорости ветра. Увеличиваются суточные колебания температуры в приземном слое воздуха, что крайне неблагоприятно для молодых побегов растений и мелкой фауны. Разреженная растительность снижает способность почвы отражать солнечную радиацию, и в свою очередь влечет за собой изменение микроклимата [22, 23].

В верхних слоях атмосферы взрывы приводят к разрушению озона, появлению в ионосфере возмущений на больших расстояниях от места взрыва РН.

Факторы, связанные с заражением ОПС токсичными КРТ, усугубляются тем, что значительные дозы заражения стойкими компонентами (например, НДМГ), которые

способны накапливаться в почве при определенных обстоятельствах.

Значимые экологические последствия аварийных и нештатных ситуаций в процессе выведения КА определяются следующими сценариями:

- попадание фрагментов РН в водный объект или болото;
- попадание на другие участки трассы (степи, горы, лес и т.п.);
- попадание в населенный пункт или народнохозяйственный объект (трубопровод, электросеть и т.п.).

Последствия такого падения определяются:

- механическим воздействием фрагментов РН;
- проливами, испарением и горением КРТ;
- горением объектов на местности.

Наибольшую опасность представляет попадание в населенный пункт и народнохозяйственные объекты типа нефтепроводов[24].

ДГП «Инфракос-Экос» принимало участие в работах по оценке и ликвидации экологических последствий аварийных пусков МБР РС-20 «Днепр» 27 июля 2006 г. и РН «Протон-М» 6 сентября 2007 г. с космодрома «Байконур» и выполнении двух Программ, посвященных изучению экологических и социально-гигиенических последствий этих аварий.

Таким образом, воздействие РКД на окружающую среду в той или иной степени происходит во всех стадиях жизненного цикла изделий ракетно-космической техники. Условия воздействия РКД могут быть штатными или аварийными, а по продолжительности воздействия – кратко- и долговременными. Характер воздействия РКД может быть однородным и комбинированным, а уровень экологической опасности - допустимым и недопустимым.

Экологические последствия факторов воздействия РКД на ОПС зависят от конкретных физических и природно-географических условий, которые могут усиливать или ослаблять воздействие РКД. К таким факторам относятся гелиографические, погодно-климатические, физико-географические, пространственно-временные и фоновая экологическая обстановка.

К гелиофизическим факторам относят солнечную активность, сейсмичность, магнитную активность, сезон, время суток. Погодно-климатическими факторами можно назвать осадки, ветер, влажность и температуру воздуха. Перечень физико-географических факторов включает природную зону, тип почвы, ее кислотность и бонитет, геоморфологические и гидрологические характеристики местности. Фоновая экологическая обстановка в зоне воздействия РКД определяется факторами вредного воздействия на ОПС, не обусловленного космической деятельностью [2, 3 , 10].

Проведенные исследования позволили усовершенствовать систему экологического мониторинга РКД. Утверждены порядок и объем медицинских исследований в районах аварийного падения ракет-носителей, методика проведения обследования места аварийного падения ракеты-носителя и регламент взаимодействия и обмена информацией российской и казахстанской Сторон при осуществлении экологического мониторинга объектов космодрома «Байконур». Сформирован банк данных о состоянии объектов окружающей среды на территориях позиционного района космодрома и в РП ОЧ РН, социально-гигиеническую ситуацию в населенных пунктах, прилегающих к РП и здоровье проживающего в них населения, а также по методикам проведения научных исследований [25-31].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Договор аренды комплекса «Байконур» между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан (Москва, 10 декабря 1994 г.).

2. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы / Под. ред. Н.С. Касимова, О.А. Шпигуна. - М.: Рестарт, 2011. - 472 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. Руководство по организации безопасной эксплуатации космических средств Российского космического агентства. (РОБЭКС-99). М.: РКА, 1999. – 195 с.

5. Дмитриев А.Н., Робертус Ю.В., Шитов А.В. К проблеме локальных геомагнитных возмущений при пусках ракет-носителей // Физические проблемы экологии (Экологическая физика). М.: МАКСПресс, 2002. - № 8. -С.32-42.

6. Чекалин С.В., Шатров Я.Т. Экологическое воздействие на атмосферу массовых пусков ракет-носителей / Труды научно-технической конференции «Экологические проблемы создания и применения ракетно-космической техники». - М.: НПО «Энергия». – 1991. – с. 11.

7. Чекалин С.В., Шатров Я.Т. Влияние пусков ракет-носителей на окружающую среду / Труды Первой Международной авиакосмической конференции «Человек-Земля-Космос», 28 .09-2.10 1992 г. Москва.- 1992.с 5-10.

8. Сосунова И.А., Н.Е. Мамонов. Крестникова С.И. Российская космонавтика: Социальная отдача и социально-экологические проблемы в зеркале общественного мнения. – М.: РЭФИА, 2004. – 268 с.

9. Кондратьев А.Д., Кречетов П.П., Королева Т.В. Особенности экологической безопасности при эксплуатации районов падения отделяющихся частей ракет-носителей. - М.: Пеликан. – 2007. – 80 с.

10. Шатров Я.Т. Экологические проблемы использования средств ракетно-космической техники» / Труды XVI научных

чтений по космонавтике, посвященной памяти акад. С.П.Королева. М. – РАН. - 1992. - 10 с.

11. Чекалин С.В., Шатров Я.Т. Разработка рекомендаций по экологически безопасной эксплуатации разгонных блоков «Бриз-М» и КВ РБ при выведении КА на ГСО. ТС., ЦНИИМаш, НТЦ «Экон ЦНИИМаш». - 1998. - 37 с.

12. Шатров Я.Т. Разработка методов обеспечения экологической безопасности космических средств выведения: Дис. докт. техн. наук. ФГУП «ЦНИИМаш». - М., 2002. - 556 с.

13. Бушмарин А.Б., Бурак А.Ю., Соловьев В.В., Царева О.А. Комплексная экологическая оценка районов падения отделяющихся частей ракет-носителей на полигоне «Плесецк» // Экологические аспекты воздействия компонентов жидких ракетных топлив на окружающую среду / Матер. научно-практ. конф. 19–22 сентября 1995 г. С-Пб.: Российский научный центр «Прикладная химия», 1996. - С.5-8.

14.Ушакова В.Г., Шпигун О.Н., Старыгин О.И. Особенности химических превращений НДМГ и его поведение в объектах окружающей среды // Ползуновский вестник, 2004. - № 4. – С. 177-184.

15. Методические рекомендации по проведению эколого-геохимических исследований в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей / Под редакцией чл.-корр. РАН Н.С. Касимова. – М.: Пеликан. 2000. – 56 с.

16. Ворожейкин А.П. Анализ результатов экологического обследования, паспортизация районов падения отделяющихся частей и экологического сопровождения пусков ракет с космодромов «Байконур» и «Свободный» // Матер. научно-практ.семинара «Проблемные вопросы методического обеспечения экологической паспортизации объектов эксплуатации РВСН». - М., 2000. – с. 59-78.

17. Контроль уровня инфразвукового излучения при запусках ракет-носителей и оценка его влияния на здоровье населения: отчет о НИР / ДГП «Институт ионосферы – Алматы. 2006. – с. 113.

18. Клюшников В.Ю., Николаева М.Н. Некоторые правовые аспекты обеспечения экологической безопасности

ракетно-космической деятельности при авариях и катастрофах // Двойные технологии. - 2002, - №2. – С.11-12.

19. Аэрокосмос. Еженедельный обзор российской и зарубежной прессы. - М.: ИТАР-ТАСС, 2002. - №9. – С.19.

20. Железняков А. Последние космические новости. 1997-2008: Энциклопедия «Космонавтика». Федерация космонавтики России, Москва. 2008.

21. Братков А.А., Серегин Е.П., Горенков А.Ф. и др. Химмотология ракетных и реактивных топлив. М.: Химия, 1987. 304 с.

22. Клюшников В.Ю. Основные аспекты изучения состояния окружающей среды в районах эксплуатации ракетно-космической техники // Двойные технологии.– 2000,- №3.– С.3.

23. Перменев Ю.Г., Батырбекова С.Е. и др. Определение токсичных компонентов в продуктах сгорания ракетного топлива // Материалы межд. форума «Аналитика и Аналитики». Т.II, - Воронеж, 2003. – С.544.

24. Жубатов Ж. Оценка уровней воздействия токсичных веществ на местах падения фрагментов аварийных изделий // «Вестник Жезказганского университета имени О.А.Байконурова», №1, 2008. - С. 90-94.

25. Порядок и объем медицинских исследований в районах аварийного падения ракет-носителей (Методические рекомендации). Алматы-Москва, 2009. 30 с.

26. Методика проведения обследования места аварийного падения ракеты-носителя (МБР). Утв. Федеральным космическим агентством. 2010.- 35 с.

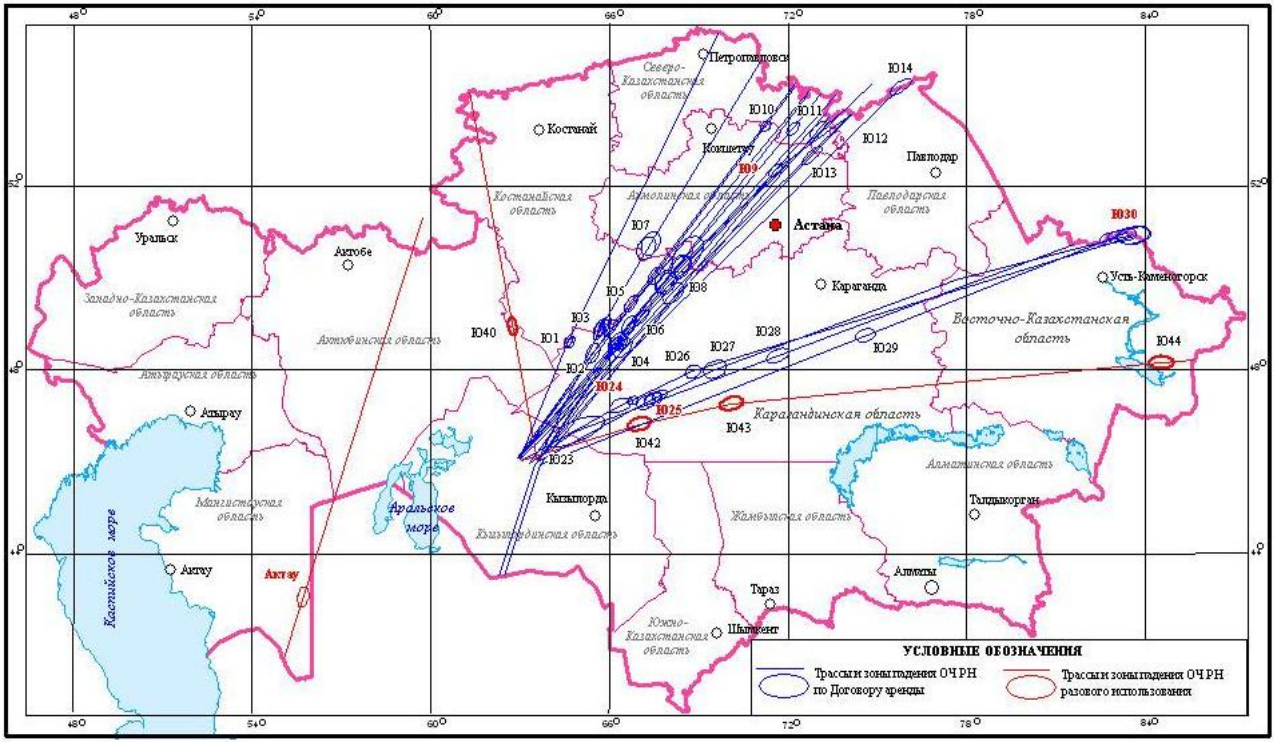
27. Регламент взаимодействия и обмена информацией Российской и Казахстанской Сторон при осуществлении экологического мониторинга объектов космодрома «Байконур». Утв. Федеральным космическим агентством. 2010. – 34 с.

28. Жубатов Ж.К., Позднякова А.П., Козловский В.А. и др. Медико-демографическая ситуация в зоне влияния ракетно-космической деятельности /Межд. научно-практ. конф., посвященная 75-летию КазНУ им.Аль-Фараби и 75-летию биологического факультета «Биоразнообразие и устойчивое развитие природы и общества», 2009 г., Алматы. - С. 181-184.

29. Козловский В.А., Жубатов Ж.К., Мухамеджанов Э.К. Позднякова А.П. и др. Характеристика среды обитания и состояния здоровья населения в регионе аварийного падения «Протон-М» в Карагандинской области / Межд. научно-практ. конф., посвященная 75-летию КазНУ им.Аль-Фараби и 75-летию биологического факультета «Биоразнообразие и устойчивое развитие природы и общества», 12-13 мая 2009 г., Алматы. - С. 209-212.

30. Козловский В.А., Товасаров А.Д., Позднякова А.П., Алексеева Д.С. и др. Медико-экологические исследования в районах, подверженных влиянию запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» // Матер. XII Межд. конф. «Экология и развитие общества», 1-4 июля 2009 г., Санкт-Петербург-Сосновый Бор / Под ред. проф. Л.К. Горшкова. - СПб.: МАНЭБ, 2009. – С. 32-36.

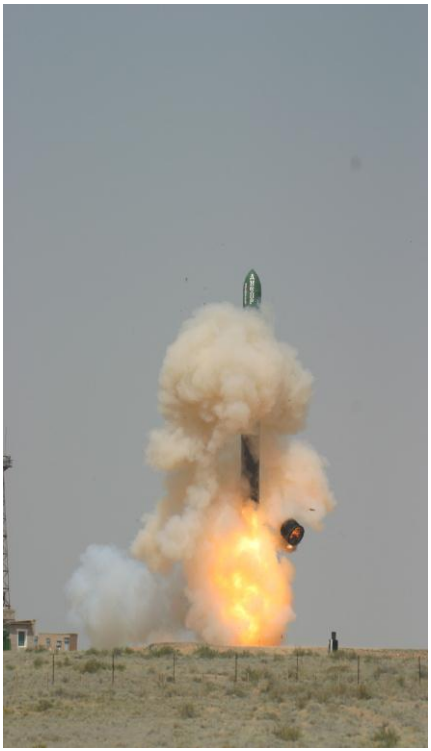
31. Жубатов Ж.К. О программе экологического мониторинга территорий, подвергшихся техногенному воздействию в результате аварийного падения РКН РС-20 27 июля 2006 года в Кызылординской области и выполненных работах по экологическому обследованию района аварийного падения РКН РС-20 и принятых мерах по реализации программы // Матер. научно-практ. конф. «Итоги реализации Программы экологического мониторинга территорий, подвергшихся техногенному воздействию в результате аварийного падения ракеты космического назначения РС-20 27 июля 2006 года в Кызылординской области», 7-8 октября 2009 г., г.Кызылорда. – Алматы, 2009. - с. 118-130.



Глава 1. Рисунок 1 - Карта трасс пусков РН и МБР с космодрома «Байконур» и РП ОЧ РН.

РН «Протон-М»

РН «Союз»



МБР «Днепр»

Глава 1. Рисунок 2(а). Ракеты-носители, стартующие с космодрома «Байконур»

РН «Рокот»

РН «Зенит»

РН «Циклон»

Глава 1. Рисунок 3. Работы по эвакуации отделяющихся частей ракет-носителейс мест падения

Глава 2

НОРМАТИВНОЕ ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР»

- Структура нормативной правовой базы в области обеспечения экологической безопасности космической деятельности в Республике Казахстан
- Международные конвенции в области охраны окружающей среды при осуществлении космической деятельности, к которым присоединилась Республика Казахстан
- Международные Правительственные соглашения Республики Казахстан, касающиеся экологической безопасности космической деятельности
- Экологическое законодательство Республики Казахстан

Законы Республики Казахстан в области обеспечения экологической безопасности основаны на положении 31 статьи Конституции Республики Казахстан, которая гласит: «Государство ставит целью охрану окружающей

среды, благоприятной для жизни и здоровья человека. Сокрытие должностными лицами фактов и обстоятельств, угрожающих жизни и здоровью людей влечет ответственность в соответствие с законом»

Космодром «Байконур» по количеству осуществляемых пилотируемых пусков РН лидирует во всем мире и является крупнейшим космодромом на планете.

Интенсивная деятельность имеет, к сожалению, и обратную сторону - увеличивается воздействие неблагоприятных факторов ракетно-космической деятельности на окружающую среду. Законы Республики Казахстан не предусматривают обязательное страхование жизни, здоровья и имущества населения от возможного ущерба при осуществлении РКД. В то же время Конвенцией о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами от 29 марта 1972 г., и Договором аренды комплекса «Байконур» между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации (ст.8, п. «г») предусматривается ответственность за любой причиненный ущерб.

Экологическим кодексом Республики Казахстан определен порядок расчета ущерба, нанесенного природопользователем окружающей среде при осуществлении хозяйственной деятельности (ст.108-110)

На территориях, прилегающих к объектам космодрома, отмечается социальная напряженность, обострившаяся после двух аварий РН «Протон» в 1999 году, аварийных падений РС-20 «Днепр» в 2006 году и РН «Протон-М» в 2007 году.

В то же время, по информационным материалам НАСА, в США не существует противостояния между ракетно-космическими комплексами и населением. Районы падения обозначены, вся необходимая информация

доступна и каждый гражданин может через Интернет получить любые документы, касающиеся обеспечения безопасности населения при осуществлении РКД.

В большинстве космически развитых стран общество рассматривает космодромы как желанный источник повышения благосостояния. Сейчас в США проходит конкурс среди нескольких штатов, которые хотят строить у себя новый космодром. Им это выгодно, и никто не протестует.

Защищенность населения от экологически опасной деятельности обеспечивается страхованием.

Страхователем выступает владелец опасного производства или государство. Например, в Японии рыбопромысловые организации получают компенсацию за акустическое загрязнение (шум), создаваемое японскими космодромами.

Таким образом, международного опыта участия общественности в обеспечении безопасности в районах воздействия космодромов, скорее всего, просто не существует, поскольку во всем мире все возможные проблемы в этой области были решены еще на стадии проектирования, строительства и правового обеспечения деятельности космодромов.

Принципами «Декларации по окружающей среде и развитию» предусмотрено, что государства должны разрабатывать национальные законы, касающиеся ответственности и компенсации за негативные последствия экологического ущерба, причиняемого деятельностью, которая ведется под их юрисдикцией или контролем, районам, находящимся за пределами их юрисдикции.

В соответствии с этими принципами Республика Казахстан принимает меры по совершенствованию национального законодательства в области охраны окружающей среды и экологической безопасности

отраслей народного хозяйства, в том числе по вопросам, касающимся экологической безопасности РКД.

Расположение и активное функционирование на территории Казахстана космодрома «Байконур», его статус и масштаб деятельности, а также нынешние и долгосрочные политико-экономические интересы государства объективно требуют применения новых подходов в области правового регулирования экологических отношений в сфере космической деятельности с учетом международных принципов охраны окружающей среды.

Структура нормативной правовой базы в области обеспечения экологической безопасности космической деятельности в Республике Казахстан

Говоря о правовом регулировании космической деятельности в Республике Казахстан, прежде всего, необходимо отметить, что в соответствии с пунктами 1 и 3 ст. 4 Конституции Республики Казахстан от 30 августа 1995 года действующим правом в нашем государстве являются нормы Конституции, соответствующие ей законы, иные нормативные правовые акты, международные договорные и иные обязательства, а также нормативные постановления Конституционного Совета и Верховного Суда республики.

Международные договоры, ратифицированные Республикой Казахстан, имеют приоритет перед ее законами и применяются непосредственно, кроме случаев, когда из международного договора следует, что для его применения требуется издание закона.

Согласно подпункту 8) ст.1 Закона Республики

Казахстан от 30 мая 2005 года № 54-III «О международных договорах Республики Казахстан» обязательства сторон регулируются международным договором или международным соглашением, заключенным Республикой Казахстан с иностранным государством (иностранными государствами) или с международной организацией (международными организациями) в письменной форме. В соответствии с международным правом, они подлежат исполнению независимо от того содержится ли такое соглашение в одном документе или в нескольких, связанных между собой документах, а также независимо от его конкретного наименования (например, договор, конвенция, пакт, соглашение и т.п.). Согласно ст.4 данного Закона международный договор подлежит применению, если Республика Казахстан выразила согласие на обязательность для нее международного договора посредством подписания договора, обмена документами, ратификации договора, его принятия, утверждения, присоединения к договору, либо любым другим способом, о котором условились договаривающиеся стороны.

Положения международных договоров, не требующие издания законов для применения, действуют в Республике Казахстан непосредственно. В иных случаях, наряду с международным договором, следует применять соответствующий закон, принятый для реализации положений ратифицированного международного договора.

Согласно постановлению Конституционного Совета Республики Казахстан от 10 июля 2008 года № 1 «О применении норм международных договоров Республики Казахстан» международные договоры, заключаемые от имени Республики Казахстан, являются меж-государственными договорами, от имени Правительства Республики Казахстан – межправительственными договорами, от имени центральных исполнительных

органов, а также государственных органов, непосредственно подчиненных и подотчетных Президенту Республики Казахстан – межведомственными договорами.

Согласно постановлению Конституционного Совета Республики Казахстан от 18 мая 2006 года № 2 «Об официальном толковании подпункта 7) статьи 54 Конституции Республики Казахстан» акты Республики Казахстан о ратификации международных договоров и акты Республики Казахстан о присоединении к международным договорам являются равнозначными по своей юридической силе и правовым последствиям. В этой связи международные договоры, обязательность которых для Казахстана установлена нормативными правовыми актами о присоединении к международным договорам, принятыми высшим представительным органом Республики, осуществляющим законодательные функции (Парламентом Республики Казахстан) и указами Президента Республики Казахстан, имеющими силу закона, приравниваются к ратифицированным Республикой Казахстан международным договорам.

Нератифицированные международные договоры Республики Казахстан приоритетом перед законами Республики Казахстан не обладают и должны исполняться в той мере, в какой они не входят в противоречие с законами Республики. В случае коллизии между ними стороны договоров имеют возможность в соответствии с Законом Республики Казахстан от 30 мая 2005 года «О международных договорах Республики Казахстан», а также нормами международного права разрешать ее путем согласительных процедур и принятия иных мер по преодолению коллизии.

В связи с этим Казахстан, при осуществлении космической деятельности, руководствуется положениями международных соглашений в области космоса,

участником которых он является.

Вместе с тем, отдавая приоритет международному праву, нельзя недооценивать значение и роль национальных правовых норм, регулирующих космическую деятельность государств. Правовое регулирование космической деятельности в Республике Казахстан в настоящее время является ключевым элементом и занимает важное место в обеспечении стабильного развития отечественной космической отрасли.

Основным способом связи между нормативными правовыми актами как компонентами законодательства является иерархическая (вертикальная) связь. Эта связь характеризуется тем, что каждый нормативный правовой акт не может содержать нормативные предписания, противоречащие нормативным предписаниям нормативных правовых актов вышестоящего уровня. То есть, нормативные правовые акты образуют иерархическую систему соподчиненных звеньев, когда их юридическая сила зависит от места и компетенции органа, принимающего акт.

Систематизация по вертикали нормативных правовых актов в области обеспечения экологической безопасности космической деятельности представлена на рисунке 1.

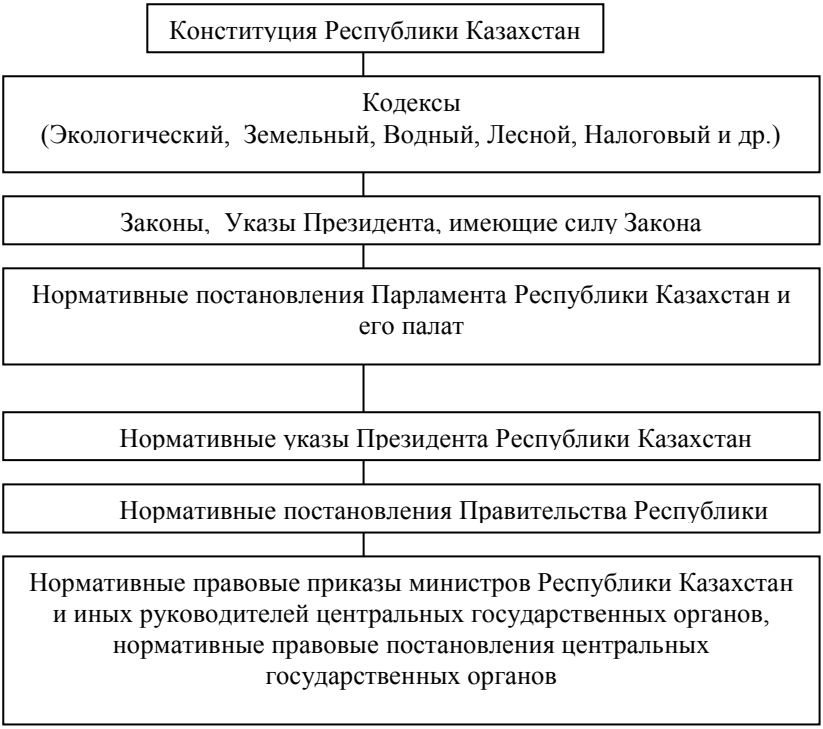


Рисунок 1. Структура основных нормативных правовых актов в области обеспечения экологической безопасности космической деятельности

В дополнение к основным нормативным правовым актам принимаются производные нормативные правовые акты в области обеспечения экологической безопасности космической деятельности, к которым относятся:

- регламенты, технические регламенты, регламент оказания государственной услуги, стандарты оказания государственной услуги;
- положение;
- правила;
- инструкции;
-иные формы нормативных правовых актов производного вида.

Основные принципы природопользования и охраны окружающей среды, государственная политика в области

охраны окружающей среды закреплены в главном законе страны - Конституции Республики Казахстан 1995 года.

В соответствии со ст.31 Конституции Республики Казахстан государство ставит целью охрану окружающей среды, благоприятной для жизни и здоровья человека. Сокрытие должностными лицами фактов и обстоятельств, угрожающих жизни и здоровью людей, влечет ответственность в соответствии с законом» (ст.31).

Правительство Республики Казахстан в соответствии со ст.9 Конституционного закона Республики Казахстан от 18 декабря 1995 года № 2688 «О Правительстве Республики Казахстан» разрабатывает и осуществляет мероприятия по обеспечению рационального использования и охраны природных ресурсов и окружающей природной среды; обеспечивает реализацию правовой политики; разрабатывает и реализует меры по охране и защите прав и свобод граждан, обеспечению законности и правопорядка, безопасности и обороноспособности Республики, территориальной целостности и охраны государственных границ Республики; принимает решения о проведении переговоров и подписании межправительственных соглашений; обеспечивает развитие взаимоотношений Республики с иностранными государствами, международными и региональными организациями; разрабатывает меры по реализации внешнеэкономической политики.

Одной из первоочередных задач долгосрочной стратегии развития Республики Казахстан «Экология и природные ресурсы – 2030» является создание эффективной системы управления охраной окружающей среды.

Приняты основополагающие нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды:

1.Кодексы Республики Казахстан: Экологический (2007), Земельный (2003), Водный (2003), Лесной (2003).

2. Законы Республики Казахстан: «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира» (2004); «О радиационной безопасности населения» (1998); «Об использовании атомной энергии» (1997); «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах» (2002); «О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» (1996), «Об особо охраняемых природных территориях (2006), «Об обязательном экологическом страховании (2005), «О техническом регулировании» (2004).

В Экологическом кодексе Республики Казахстан (ст. 1, п.1) дано понятие «экологическая безопасность» как состояние защищенности жизненно важных интересов и прав личности, общества и государства от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду.

В Кодексе Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения» от 18 сентября 2009 года № 193-IV, принято понятие «состояние здоровья населения, при котором отсутствует вредное воздействие на человека факторов среды обитания, и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности». В ст.4 (п.8) Кодекса «обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения» отнесено к принципам государственной политики в области здравоохранения. При этом государственный контроль и надзор направлен на предупреждение, выявление, пресечение нарушений законодательства Республики Казахстан в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также контроль за соблюдением нормативных правовых актов в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения и гигиенических нормативов в целях охраны здоровья и среды обитания населения (ст. 19, 21).

Международные конвенции в области охраны окружающей среды при осуществлении космической деятельности, к которым присоединилась Республика Казахстан

Республика Казахстан, как субъект международных отношений, после обретения суверенитета и независимости в числе других стран СНГ присоединилась ко многим международным правовым актам по вопросам охраны окружающей среды и взяла на себя ряд обязательств перед международным сообществом, направленных на рациональное, эффективное и безопасное использование природной среды. Республика Казахстан присоединилась, подписала, одобрила и/или ратифицировала многие важные международные акты по вопросам охраны окружающей среды. Необходимость гармонизации экологического законодательства республики с принципами и нормами международного права определяется ст. 5 Экологического кодекса Республики Казахстан как основной принцип экологического законодательства государства.

В Республике Казахстан подписаны или ратифицированы следующие конвенции в области охраны окружающей среды, в том числе при осуществлении космической деятельности:

- Конвенция о биологическом разнообразии (1992, Рио-де-Жанейро) (одобрена постановлением Кабинета Министров РК от 19 августа 1994 г. №918);
- Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992, Нью-Йорк), ратифицирована Указом Президента РК от 4 мая 1995 г. №2260;
- Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием (1994, Париж), ратифицирована Законом РК от 7 июля 1997 г. №149-1;
- Киотский протокол к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (подписан Указом Президента РК от 12 марта 1999 г. №84), ратифицирован Законом РК от 26 марта 2009 г. №144 – IV.

- Конвенция о доступе к информации, участию общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (1998, Орхус), ратифицирована Законом РК от 23 октября 2000 г. №92-II;

- Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (2001, Стокгольм), ратифицирована Законом РК от 7 июня 2007 г. №259-III.

Республика Казахстан присоединилась к следующим конвенциям:

-Конвенция Всемирной метеорологической организации (1947, Вашингтон) (постановление Верховного Совета РК от 18 декабря 1992 г. № 1791-XII);

-Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (Закон РК от 23 октября 2000 г. №91-II);

- Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (1989, Базель) (Закон РК от 10 февраля 2003 г. №389-II);

-Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (1992, Хельсинки) (Закон РК от 23 октября 2000 г. №94- II);

-Монреальский Протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (1987, Монреаль) (Закон РК от 30 октября 1997 г. №176- I);

-Поправка к Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой (1990, Лондон) (Закон РК от 7 мая 2001 г. №191- II);

-Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979, Женева) (Закон РК от 23 октября 2000 г. №89- II);

- Венская Конвенция об охране озонового слоя (1985, Вена) (Закон РК от 30 октября 1997 г. №177-1);

- Конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью (1969, Брюссель, с изменениями в 1976) (Постановление Кабинета Министров РК от 4 марта 1994 г. № 244);

-Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду (1977, Женева) (Постановление Верховного Совета РК от 20 февраля 1995 г. № 301-XIII);

-Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (1991, Эспо) (Закон РК от 21 октября 2000 г. №86- II);

-Конвенция о сохранении мигрирующих видов диких животных (1979, Бонн) (Закон РК от 13 декабря 2005 года № 96);

-Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц (1971, Рамсар) (Закон РК от 13 декабря 2005 года № 94).

В Республике Казахстан приняты законы о выполнении принятых конвенций [1-3].

В области космической деятельности

1) Конвенция о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами

Конвенция подписана в городах Москва, Лондоне и Вашингтон 29 марта 1972 года и ратифицирована Законом Республики Казахстан от 15 мая 1997 года № 107-I.

Подписанием этой Конвенции государства взяли на себя обязательства по восполнению материального ущерба, нанесенного территориям, имуществу или здоровью граждан той или иной страны в результате своей космической деятельности.

Основной принцип Конвенции заключается в том, что запускающее государство несет абсолютную ответственность за выплату компенсации за ущерб,

причиненный ее космическим объектом на поверхности Земли или воздушному судну в полете (ст.2).

Нормы Конвенции отражают современные принципы международного права и в настоящее время и в будущем направлены на защиту потерпевших от ущерба в результате использования космических объектов. Конвенция в целом предусматривает эффективные правила и процедуры, относительно ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами.

Компенсация, которую запускающее государство обязано выплатить на основании настоящей Конвенции, за причиненный ущерб, определяется в соответствии с международным правом и принципами справедливости, с тем, чтобы обеспечить возмещение ущерба, восстанавливающее физическому или юридическому лицу, государству или международной организации, от имени которых предъявляется претензия, положение, которое существовало бы, если бы ущерб не был причинен (ст.12).

Конвенцией подробно урегулированы условия ответственности запускающих космические объекты сторон. При этом кроме ответственности одной стороны - запускающего государства, предусмотрена солидарная ответственность, в случае если вред нанесен запуском (или космическим объектом) государствами - членами международной организации. Поэтому государство, которому причинен вред (гражданам, юридическим лицам, территории) может предъявить претензию к одному или нескольким запускающим государствам - членам международной организации (ст.5), с соблюдением предусмотренных процедур.

Конвенцией предусмотрен порядок комиссионного урегулирования споров, возникающих между истцом и ответчиком в случае, если стороны не пришли к договоренности через переговоры. Основываясь на нормах

конвенции, комиссия определяет степень вины ответчика и размер причиненного ущерба. Решение комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

2) Конвенция о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство (1974, Нью-Йорк)

Казахстан присоединился к конвенции (Нью-Йорк, 14 января 1975 г.) Законом Республики Казахстан от 15 мая 1997 года № 108-1.

Основными целями Конвенции являются:

-национальная регистрация запускающими государствами космических объектов, запускаемых ими в космическое пространство;

-учреждение на обязательной основе централизованного реестра запущенных в космическое пространство объектов, который будет вести Генеральный секретарь ООН;

-обеспечение государств-участников дополнительными средствами и процедурами, которые могли бы способствовать идентификации космических объектов, считая, что обязательная система регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство, будет, в частности, способствовать их идентификации и содействовать применению и развитию международного права, регулирующего исследование и использование космического пространства.

В соответствии с целями конвенции предусмотрен порядок, в соответствии с которым:

-запускающее государство регистрирует космический объект, запускаемый на орбиту вокруг Земли или дальше в космическое пространство, путем записи в соответствующий регистр, которым им ведется. Каждое запускающее государство информирует генерального секретаря ООН об учреждении такого регистра (ст.2);

-генеральный секретарь ООН ведет Реестр, в который

заносится информация, представляемая запускающими государствами, к содержащейся в этом Реестре информации обеспечивается полный и открытый доступ (ст.3);

-государство регистрации представляет Генеральному секретарю ООН информацию о каждом космическом объекте, занесенном в его регистр (ст.4).

Международные Правительственные соглашения Республики Казахстан, касающиеся экологической безопасности космической деятельности

В области охраны окружающей среды Республикой Казахстан соглашения приняты со многими государствами.

Основными направлениями и задачами международных соглашений являются проведение согласованной политики в области экологии и охраны окружающей природной среды стран СНГ, развитие сотрудничества в сфере гидрометеорологии, комплексное принятие мер охраны водных объектов от загрязнения и истощения, осуществление координации научных исследований для составления долгосрочных прогнозов и др.

Республикой Казахстан подписаны многосторонние соглашения со странами СНГ в области охраны окружающей среды, в той или иной мере касающихся вопросов обеспечения экологической безопасности космической деятельности:

-Соглашение о взаимодействии в области экологии и охраны окружающей природной среды (Москва, 8 февраля 1992 г.);

-Соглашение о взаимодействии в области гидрометеорологии (Москва, 8 февраля 1992 г.);

-Соглашение об основных принципах взаимодействия в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов государств - участников СНГ (Москва, 11 сентября 1998 г.);

-Соглашение об информационном сотрудничестве в области экологии и охраны окружающей природной среды (Москва, 11 сентября 1998 г.);

-Соглашение о сотрудничестве в области экологического мониторинга (Саратов, 13 января 1999 г.);

-Соглашение об обмене информацией, о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, об информационном взаимодействии при ликвидации их последствий и оказании помощи пострадавшему населению (Ялта, 18 сентября 2003 г.).

В 2005 году Республика Казахстан ратифицировала Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о сотрудничестве в области охраны окружающей среды (Москва, 22 декабря 2004 года).

Республика Казахстан ратифицировала следующие международные соглашения в области использования космического пространства:

-Соглашение о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях (Москва, 13 июля 1976 г.);

-Соглашение о совместной деятельности по исследованию и использованию космического пространства (Минск, 30 декабря 1991 г.);

-Положение о Межгосударственном совете по космосу (Москва, 13 ноября 1992 г.).

В вопросах регулирования экологической безопасности при осуществлении космической деятельности в отсутствии национального космического законодательства Республика Казахстан руководствуется положениями национального экологического законодательства и двусторонних соглашений по сотрудничеству с Российской Федерацией в области космической деятельности на космодроме «Байконур».

15 мая 1992 года на встрече руководителей государств-участников СНГ было подписано «Соглашение о порядке содержания и использования объектов космической инфраструктуры в интересах выполнения космических программ».

В связи с положениями Соглашения от 15 мая 1992 г., 25 мая 1992 года между Российской Федерацией и Республикой Казахстан было заключено двустороннее Соглашение о порядке использования космодрома «Байконур». Россия и Казахстан передают право пользования недвижимым, пользования и владения движимым имуществом космодрома, находящимся на их территории, Стратегическим Силам СНГ. При этом было отмечено, что состав передаваемых объектов и условия их использования, включая объекты социальной сферы, должны быть, определены специальным соглашением.

В Соглашении определены составные части, входящие в космодром «Байконур»: технические, стартовые, посадочные комплексы, районы падения отделяющихся фрагментов ракетно-космического назначения и баллистических ракет.

В документе определяется предмет соглашения – порядок использования этих объектов, а также устанавливается, что границы районов падения отделяющихся фрагментов согласуются с местными органами власти.

Оговорен порядок осуществления координации научно-производственной деятельности и определены ответственные органы – Агентство космических исследований Республики Казахстан и Российское Космическое Агентство.

Согласно Соглашению Республика Казахстан создает на космодроме «Байконур» специальный орган для решения возникающих вопросов.

Определен порядок финансирования деятельности космодрома «Байконур», долевое участие каждой из сторон.

Порядок решения экологических проблем эксплуатации космодрома «Байконур» оговорен в ст. 6 Соглашения. В ней указывается, что возмещение ущерба, связанного с нарушением экологических нормативов космодрома «Байконур» в результате эксплуатации объектов космодрома «Байконур», а также с нарушением нормального функционирования объектов и сооружений космической инфраструктуры и выполнением космических программ, осуществляется виновником ущерба в порядке и размерах, определяемой межгосударственной комиссией. Участники Соглашения обязуются принять меры по ликвидации экологических последствий, связанных с предыдущим периодом эксплуатации космодрома «Байконур» поэтапно до 2000 года.

В данном Соглашении все экологические аспекты РКД сведены к нештатным ситуациям и обязательствам по компенсациям ущерба.

Соглашение было одним из первых документов, регулирующих отношение между правительствами РК и РФ использование космодрома «Байконур» после распада союзного государства.

2 октября 1992 года представителями России и Казахстана было подписано межправительственное «Соглашение о составе объектов космодрома «Байконур», передаваемых Стратегическим Силам Содружества Независимых Государств (Военно-космическим силам), условиях их использования и обеспечения».

При этом предусмотрено, что часть объектов космодрома «Байконур» может быть использована в интересах Республики Казахстан и города Ленинска. В Соглашении было произведено разграничение отношений

пользования собственностью и согласованы интересы российской и казахской сторон.

В конце 1993 – начале 1994 г. Главы правительств России и Казахстана в процессе переговоров разрабатывают и подписывают Меморандум, по которому казахстанская сторона согласилась передать космодром «Байконур» России в аренду. Вопрос о статусе космодрома переходит в плоскость разработки принципиально нового соглашения относительно аренды.

28 марта 1994 года заключается «Соглашение между Российской Федерацией и Республикой Казахстан об основных принципах и условиях использования космодрома «Байконур».

В Соглашении определено, что испытательные, технологические объекты и обеспечивающая структура космодрома и города Ленинска с их движимым и недвижимым имуществом составляют единый научно-технический и социальный комплекс «Байконур». Объекты этого комплекса передаются Республикой Казахстан в аренду Российской Федерации. В качестве арендодателя по указанному комплексу выступает Правительство Республики Казахстан, а в качестве арендатора – Правительство Российской Федерации.

В Соглашении из вопросов природопользования и охраны окружающей среды оговорено, согласно ст. 2, Республика Казахстан сохраняет за Российской Федерацией право пользования земельными участками, занятыми объектами комплекса «Байконур», и землями, отведенными под районы падения отделяющихся частей ракет-носителей.

Во исполнение положений, определенных данным Соглашением, правительствами России и Казахстана 10 декабря 1994 года заключается Договор аренды комплекса «Байконур», который ратифицирован Республикой Казахстан Указом Президента Республики Казахстан от 17 апреля 1995 г. № 2195.

В соответствии со ст.4 Договора аренды, комплекс «Байконур» передается Республикой Казахстан Российской Федерации в аренду на 20 лет с возможностью продления Договора на 10 лет.

В статье 5 Договора аренды комплекса «Байконур» определен размер арендной платы в сумме 115 млн. долларов США в год. При этом оговорено, что арендатор не вносит арендодателю иных платежей, налогов и сборов в связи с использованием комплекса «Байконур», в том числе за право пользования водными ресурсами.

В примечании к Координатам земельных участков оговорено, что порядок использования земель в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей в обеспечение запусков космических аппаратов и в интересах хозяйственной деятельности Республики Казахстан определяется отдельным меж-правительственным соглашением.

Согласно подпункту 6.15 Договора аренды комплекса «Байконур», вопросы экологии и природопользования регулируются отдельными соглашениями, протоколами и регламентами, согласованными Сторонами.

Существенными для целей

природопользования и охраны окружающей среды являются обязанности арендатора, оговоренные в подпункте 8.4 Договора аренды комплекса «Байконур».

На Российскую Сторону была возложена обязанность использовать, и содержать арендуемые объекты с учетом требований экологической безопасности, правил природопользования, охраны окружающей среды, проводить мероприятия по очистке районов падения от отделяющихся частей ракет-носителей.

В Дополнительных условиях аренды оговорено, что государственные органы Российской Федерации и Республики Казахстан признают имеющими силу нормативно-технические и другие руководящие документы, устанавливающие порядок работы с ракетно-космической техникой, а также порядок эксплуатации объектов обеспечивающей инфраструктуры, утвержденные государственными органами Российской Федерации и бывшего СССР.

Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о порядке использования земельных участков комплекса «Байконур» в условиях аренды Российской Федерацией от 27 апреля 1996 г. определяет:

-порядок пользования земельными участками, переданными Российской Федерации, которые включают в себя г. Байконыр и космодром «Байконур», в том числе участки земли, отведенные под районы падения отделяющихся частей ракет-носителей;

-порядок ликвидации Российской Стороной

последствий своей деятельности на этих участках.

Российская Сторона ликвидирует последствия своей деятельности на территории комплекса «Байконур», приведших к нарушению и загрязнению земельных участков и водных объектов согласно рекомендациям специальной рабочей комиссии, создаваемой из представителей заинтересованных министерств и ведомств в соответствии с решениями Российско-Казахстанской Межправительственной комиссии по комплексу «Байконур».

В Соглашении между Республикой Казахстан и Российской Федерацией о статусе города Байконур, порядке формирования и статусе его органов исполнительной власти от 23 декабря 1995 г. [28], ратифицированным Республикой Казахстан от 22 декабря 1998 г. № 329-I ЗРК определены состав и порядок использования земель города Байконур.

Согласно ст. 3 данного Соглашения, все земли в пределах городской черты находятся в ведении администрации при соблюдении права собственности на землю. Конкретное использование земель, отнесенных к той или иной категории, осуществляется в соответствии с генеральным планом города Байконур.

В ст. 11 Соглашения определены права городской администрации в области земельных отношений. В пользовании городской администрации находятся земельные участки с объектами, переданными по акту приема-передачи.

Городская администрация:

-утверждает по согласованию с Координационным советом комплекса «Байконур» перечень земельных участков и природных объектов, передача которых в субаренду может осуществляться только с согласия Координационного совета комплекса «Байконур»;

-осуществляет контроль за соответствием использования земель и других природных ресурсов на территории города всеми землепользователями требованиям законодательства Республики Казахстан, генеральному плану города, а также установленным в городе правилам использования земельных и других природных ресурсов;

-принимает решения по вопросам предоставления в пользование и изъятия земельных участков, выделенных в пользование городу.

Из Соглашения вытекает, что по городу Байконыр допускается субаренда земельных участков и природных ресурсов, а также должны устанавливаться правила использования земельных и других природных ресурсов.

В соответствии с подпунктом 6.15 Договора аренды комплекса «Байконур» 4 октября 1997 г. заключено Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по экологии и природопользованию на территории комплекса «Байконур» в условиях его аренды Российской Федерацией.

Предметом Соглашения являются две группы вопросов:

-по загрязнению окружающей среды, возникающему вследствие осуществляемой на территории комплекса «Байконур» хозяйственной и иной деятельности;

-взаимодействие Сторон при разрешении вопросов государственного регулирования вследствие загрязнения окружающей среды на территории комплекса «Байконур».

В Соглашении отражены следующие вопросы государственного регулирования при загрязнении окружающей среды:

-нормирование качества окружающей среды;

-мониторинг – организация мониторинга

окружающей природной среды;

-экологическая паспортизация объектов комплекса «Байконур» и космодрома в целом;

-плата за загрязнение окружающей среды;

-статистическая отчетность;

-информирование об аварийных ситуациях, связанных с негативными экологическими последствиями;

-государственная экологическая экспертиза;

-ведомственный экологический контроль;

-разрешения на природопользование.

В Соглашении охвачено большинство вопросов государственного регулирования при загрязнении окружающей среды, предусмотренных Экологическим кодексом Республики Казахстан .

В Соглашении было заложено требование о руководстве в вопросах охраны окружающей природной среды нормами природоохранного законодательства Республики Казахстан, действующего на момент заключения Договора аренды.

В целях исключения данного положения, постановлением Правительства Республики Казахстан 13 декабря 2005 года №1242 утверждено Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по экологии и природопользованию на территории комплекса «Байконур» в условиях его аренды Российской Федерацией от 2 июня 2005 г.

В ст. 2 Соглашения указывается, что в части касающейся вопросов окружающей среды, порядок деятельности предприятий и организаций, воинских частей и других юридических лиц на территории комплекса «Байконур» определяется отдельным протоколом, который будет заключен Сторонами в рамках Договора аренды.

Данный протокол упоминается в тексте Соглашения в статьях 2, 3, 4, 6 и 10 в связи с решением следующих

вопросов:

- установление порядка представления необходимых материалов для получения разрешения на природопользование от уполномоченных органов Республики Казахстан в области охраны окружающей среды для вновь строящихся объектов (ст.3).

-установления порядка внесения предприятиями и организациями, воинскими частями и другими юридическими лицами платежей за сверхнормативные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и сверхлимитное размещение отходов (ст.3);

-необходимости учета положений Протокола при проведении государственной экологической экспертизы проектных материалов на перспективные образцы ракет и ракет-носителей (ст.3);

-необходимости учета положений Протокола при проведении Казахстанской Стороной государственной экологической экспертизы проектов строительства новых объектов и реконструкции действующих объектов на территории комплекса «Байконур» (ст.4);

-определения порядка доступа к информации, касающейся совместных российско-казахстанских программ экологической тематики (ст.6);

-прекращения действия Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по экологии и природопользованию на территории комплекса «Байконур» в условиях его аренды Российской Федерацией от 4 октября 1997 г. с даты вступления в силу протокола (ст.10). Соглашение не ратифицировано Парламентом Республики Казахстан, т.к. Протокол Сторонами не подписан.

18 ноября 1999 г. подписано Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о порядке взаимодействия в случае

возникновения аварий при пусках ракет с космодрома «Байконур»

Соглашение имеет целью определение обязанностей Сторон в случае возникновения аварий при пусках ракет с космодрома «Байконур», порядок проведения в состоянии 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 Стороны для ликвидации последствий аварии.

Соглашением дано определение терминов «ракета», «авария». Так, под словом «Ракета» подразумевается любая ракета космического назначения (включая космический аппарат, разгонный блок и другие составные части) или баллистическая ракета с элементами оснащения; а «Авария» означает падение ракеты или ее части на территории Республики Казахстан за пределами территории арендованной Российской Стороной у Казахстанской Стороны.

Определены силы и средства, которые Казахстанская Сторона может привлекать для ликвидации последствий аварии:

-специальные аварийно-спасательные и поисково-спасательные подразделения;

-противопожарные, санитарно-эпидемиологические, медицинские, природоохранительные и другие службы, а также правоохранительные органы;

-запасы продовольствия и материальных ресурсов для устройства временного жилья и организации пунктов питания при проведении, в случае необходимости, эвакуационных мероприятий и прием лиц, которые эвакуируются из населенных пунктов, попавших в зону аварии.

Устанавливается порядок осуществления действий

поисково-спасательных и аварийно-спасательных подразделений сторон по оценке обстановки, медицинскому обследованию населения, ветеринарному обследованию территории и определения величины материального ущерба в результате аварии, который производится Сторонами совместно.

В Соглашении между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о сотрудничестве в области охраны окружающей среды от 22 декабря 2004 г., утвержденном постановлением Правительства Республики Казахстан от 9 сентября 2005 г. № 907 определяется принцип устойчивого развития как руководящий при осуществлении сотрудничества, назначены компетентные органы, ответственные за реализацию Соглашения, определены основные направления сотрудничества.

Соглашение определяет основные пути сотрудничества: совместная разработка нормативно-методической документации по охране и улучшению качества окружающей среды; обмен научно-технической документацией в области охраны окружающей среды; обмен учеными и специалистами в исследовательских и учебных целях, для проведения консультаций, стажировки и обмена опытом; проведение совместных исследований и экспериментальных работ обмен результатами исследований и опытов, экспертными заключениями; организация и проведение симпозиумов, конференций, выставок, учебных курсов; осуществление совместных программ и проектов; совместное инспектирование окружающей среды приграничных районов, включая космическое инспектирование; обмен ежегодными докладами о состоянии окружающей среды.

Экологическое законодательство Республики

Казахстан

Экологическое законодательство Республики Казахстан основывается на Конституции Республики Казахстан и состоит из Экологического кодекса и иных нормативных правовых актов Республики Казахстан.

Экологический кодекс определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение и восстановление окружающей среды, биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности страны.

Кодексом определено, что объектами охраны окружающей среды являются земли, недра, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, леса и иная растительность, животный мир, генофонд живых организмов, естественные экологические системы, климат и озоновый слой Земли (ст. 7). Все указанные компоненты окружающей среды, подвергаются негативному воздействию в процессе осуществления ракетно-космической деятельности.

Кодексом определено, что природопользование подразделяется на общее и специальное.

Ракетно-космическая деятельность осуществляется в порядке специального природопользования, под которым подразумевается деятельность физического или юридического лица, осуществляющего на платной основе пользование природными ресурсами и эмиссии в окружающую среду в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан.

Реализация права на специальное природопользование природопользователей, осуществляющих эмиссии в окружающую среду, допускается только

при наличии экологических разрешений, выданных в установленном порядке.

Кодексом установлено, что государство осуществляет функции регулирования в области охраны окружающей среды, которое включает в себя:

-экологическое нормирование;

-лицензирование деятельности в области охраны окружающей среды;

-техническое регулирование в области охраны окружающей среды;

-государственную экологическую экспертизу;

-выдачу экологических разрешений;

-государственный экологический контроль;

-систему экологического регулирования охраны окружающей среды, стимулирования внедрения наилучших экологически чистых технологий;

-государственный экологический мониторинг.

В соответствии с Экологическим кодексом нормирование окружающей среды производится с целью установления научно-обоснованных предельно-допустимых норм воздействия на окружающую среду, гарантирующих экологическую безопасность и охрану здоровья населения, обеспечивающих предотвращение загрязнения окружающей среды сверх допустимых пределов, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов.

В систему экологических нормативов входят (ст. 23-29):

- нормативы качества окружающей среды;
- целевые показатели качества окружающей среды;
- нормативы эмиссии;
- иные нормативы состояния природных ресурсов.

Разнообразие видов воздействия на окружающую среду, осуществляемого на различных этапах РКД,

обуславливает сложность системы экологического нормирования ее воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

Негативное воздействие на окружающую среду объектов инфраструктуры космодрома «Байконур», обеспечивающих подготовку к запуску и старт ракет-носителей принципиально не отличаются от воздействия обычных промышленных предприятий. К таким объектам без каких-либо ограничений может быть применена система экологического нормирования, регулирующая деятельность промышленных предприятий в штатных условиях. Она основана на нормативах ПДК, достаточно обоснована в научном плане, соответствует законодательным положениям Экологического кодекса и для ее реализации в условиях позиционного района.

В ст. 36 Кодекса предусмотрено обязательное проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) для любых видов хозяйственной и иной деятельности, которые могут оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду и здоровье населения, и что оценке воздействия на окружающую среду подлежит перспективная деятельность проектируемых и существующих объектов.

В Кодексе «мониторинг ракетно-космического комплекса «Байконур» выделен в специальный вид мониторинга, как система наблюдений за состоянием окружающей среды на территориях, подверженных влиянию ракетно-космической деятельности (ст. 143, п. 3).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Закон Республики Казахстан «О присоединении

Республики Казахстан к Монреальскому Протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой» от 30 октября 1997 г. № 176.

2 Закон Республики Казахстан «О присоединении Республики Казахстан к Венской конвенции об охране озонового слоя» от 30 октября 1997 г. № 177-I.

3 Закон Республики Казахстан «О присоединении Республики Казахстан к Поправке к Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой, Лондон, 27 - 29 июня 1990 года» от 7 мая 2001 г. № 191-II.

Глава 3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР»

- Экологический контроль технологических процессов при пусках ракет-носителей
- Экологическое сопровождение пусков РН и МБР с космодрома «Байконур»
- Система экологического контроля и мониторинга космодрома «Байконур»

Одним из важнейших направлений обеспечения

экологической безопасности РКД, является экологическое сопровождение пусков ракет-носителей и экологический мониторинг объектов космодрома Байконур.

В советское время космодром Байконур эксплуатировался без осуществления должного экологического контроля. Казахстанские научные организации, эпизодически привлекаемые к этим исследованиям, не обладали достаточной информационной, нормативной, правовой и аналитической базой для оценки экологического состояния территорий в районах воздействия.

Только с провозглашением независимости Казахстана к проблеме обеспечения экологической безопасности РКД стало уделяться особое внимание.

Экологический контроль технологических процессов при пусках ракет-носителей

С 2001 года ДГП «Инфракос-Экос» проводится большая работа по осуществлению совместных с Российской стороной работ по обеспечению экологической безопасности РКД космодрома Байконур.

В частности, работы по экологическому сопровождению процессов подготовки и пусков РКН осуществляются в позиционном районе космодрома Байконур, в РП первых и вторых ступеней, а также на прилегающих и подтрассовых территориях в соответствии с Планом совместных работ, которые составляются на очередной год с учетом программы запусков космических аппаратов.

В Плане учитываются запланированные пуски по Федеральной космической программе РФ, Федеральным

целевым программам, программам международного сотрудничества и коммерческим проектам.

В октябре 2009 года Казахстан и Россия согласовали «Порядок организации работ по экологическому сопровождению пусков ракет-носителей и МБР с космодрома Байконур» (далее – Порядок), утвержденный Казкосмосом, Роскосмосом и Министерством охраны окружающей среды Республики Казахстан. Данный Порядок определяет требования к организации работ по экологическому мониторингу при подготовке и осуществлении пусков с космодрома Байконур РН и МБР, использующих в качестве топлива - гептил.

Экологическое сопровождение пусков РН включает до- и послепусковое экологическое сопровождение.

До- и послепусковое экологическое сопровождение заключается в оценке экологического состояния позиционного района космодрома, РП и сопредельных территорий до и после пуска. В указанных территориях отбираются пробы всех компонентов экосистем (почвы, растения, природные воды) в постоянных точках мониторинга, а также в фоновых биогеоценозах вблизи населенных пунктов на КРТ и их производные.

Работы по экологическому сопровождению выполняются на этапах при проведении следующих технологических операций по подготовке РН к пуску:

- проведения работ по заправке РБ на заправочной станции;
- проведения работ на СК при подготовке и пуске РКН;
- приземления отделяющихся частей РКН в отведенном районе падения.

Химико-аналитические исследования проб объектов окружающей среды проводятся для определения

показателей и концентраций загрязняющих веществ.

Отбор проб объектов окружающей среды и инструментальные замеры в позиционном районе космодрома Байконур выполняются до начала спецработ, при заправке РБ, РН, МБР горючим - НДМГ и окислителем - АТ и через 1 час после пуска РН и МБР на содержание: НДМГ, НДМА, ТМТ, нитрат- и нитрит-ионов, формальдегида (ФА), pH среды - в пробах почвы, воды и снега; в атмосферном воздухе - НДМГ, оксида и диоксида азота, оксида углерода, диоксида серы, в растительности – НДМГ и НДМА.

При заправке ракет-носителей и разгонных блоков инструментальные измерения и отбор проб объектов окружающей среды проводятся для определения содержания загрязняющих веществ на заправочной станции (ЗС) и стартовом комплексе (СК).

на ЗС:

- в пробах почвы, воды (снега) - НДМГ, НДМА, ТМТ, нитрат- и нитрит-ионов, нефтепродуктов, определение pH;
- в атмосферном воздухе - оксида и диоксида азота, оксида углерода, диоксида серы, углеводородов, НДМГ, ФА;
- в растениях – НДМГ и НДМА.

на СК:

- в пробах почвы, воды (снега): нефтепродуктов, нитрат-ионов, определение pH;
- в атмосферном воздухе: керосина, оксида углерода, диоксида серы, диоксида азота, предельных углеводородов C_6-C_{10} (суммарно).

Проведение отбора проб, подготовка к проведению и непосредственное проведение их химического анализа

производится в соответствии с ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения, ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовка проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа, ГОСТ 17.2.4.02-84 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ, ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб, ГОСТ 17.15.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков и РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы [1-6].

Экологическое сопровождение пусков РН и МБР с космодрома Байконур

Экологический контроль пусков РН «Протон-М» - позиционный район космодрома «Байконур»

Штатные работы при наземной подготовке РН «Протон-М», использующей в качестве ракетного топлива несимметричный диметилгидразин, а в качестве окислителя – азотный тетраоксид, включают работы по приему, хранению, заправке и сливу компонентов ракетного топлива.

Работы по экологическому сопровождению выполняются при проведении следующих технологических операций по подготовке РКН к пуску:

- заправке баков высокого давления РБ;
- заправка топливных баков двигательной установки РБ на ТЗП;

- заправка РН окислителем и горючим.

Проведение работ на заправочной станции

На объектах ЗС проводится работа по заправке РБ *высокого давления* компонентами топлива и сжатыми газами космических аппаратов и разгонных блоков, которая состоит из следующих этапов:

- заполнение емкости хранилищ компонентами топлива;
- подготовка станции и компонентов топлива к заправке;
- заправка РБ;
- нейтрализация паров и промстоков окислителя и горючего;
- приведение станции в исходное положение.

Загрязнение окружающей среды возможно при проливах КРТ на грунт в ходе выполнения спецработ по заправке РБ или неполной нейтрализации дренируемых паров КРТ.

Источниками выделения загрязняющих веществ в окружающую природную среду на ЗС являются:

- агрегат термической нейтрализации дренажных паров и промстоков окислителя;
- агрегат термической нейтрализации дренажных паров и промстоков горючего;
- дизельные электростанции.
- паровая котельная;
- мазутохранилище;
- автомобильный транспорт;
- железнодорожный транспорт.

Контроль наличия загрязняющих веществ в объектах ОПС при проведении работ на ЗС.

- инструментальные измерения и отбор проб атмосферного воздуха до начала спецработ по заправке РБ

компонентами ракетного топлива, во время проведения заправки РБ окислителем и горючим и после окончания спецработ по заправке РБ;

- отбор проб почвы (снега) и растительности до начала спецработ по заправке РБ и после окончания спецработ по заправке РБ.

Проведение работ в районе расположения технологической заправочной площадки

Технологическая площадка предназначена для заправки компонентами ракетного топлива *баков низкого давления разгонного блока «Бриз-М»*.

Заправка РБ производится в составе полностью собранного изделия РН «Протон-М» на открытом воздухе, под навесом, раздельно по времени: окислителем и горючим.

Источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при проведении работ по заправке РБ являются:

- агрегаты нейтрализации паров КРТ;
- стыковочные узлы заправочных магистралей;
- дизельные электростанции;
- автомобильный транспорт.

Загрязнение окружающей среды возможно при проливах КРТ на грунт в ходе выполнения спецработ и неполной нейтрализации паров КРТ во время проведения работ по заправке РБ.

Контроль наличия загрязняющих веществ в объектах ОПС при проведении работ в районе расположения ТЗП включает:

- инструментальные измерения и отбор проб атмосферного воздуха до начала проведения спецработ по заправке РБ;
- инструментальные измерения и отбор проб

атмосферного воздуха во время заправки РБ;

- отбор проб почвы (снега) и растительности, до начала работ по заправке РБ и после их окончания.

Проведение работ на стартовом комплексе

На объектах стартового комплекса проводится работа по подготовке и пуску РН «Протон-М». Технологическое оборудование СК обеспечивает доставку РН с КГЧ с технического на стартовый комплекс, установку ее на пусковое устройство, проведение электрических проверок РН с КГЧ, заправку РН и РБ компонентами топлива и сжатыми газами, набор готовности двигательной установки РН и пуск.

Заправка КРТ проводится с помощью системы заправки, элементы которой подсоединяются к заправочным трубопроводам, проложенным в корпусе РН и соединяемым с наземными элементами с помощью устройства связи системы заправки. Через эти устройства заправляются баки окислителя и горючего ракетных блоков первой и второй ступеней.

Источниками выбросов вредных веществ в атмосферу при заправке РН на СК являются:

- система нейтрализации паров окислителя;
- система нейтрализации паров горючего;
- система нейтрализации промстоков окислителя;
- система нейтрализации промстоков горючего;
- ДУ РН в период проведения запуска;
- дизельные электростанции.

Загрязнение компонентов окружающей среды возможно в случае проливов КРТ на грунт в ходе выполнения спецработ, неполной нейтрализации паров КРТ во время проведения работ по заправке РН и дожига промстоков после проведения пуска.

Контроль наличия загрязняющих веществ в объектах ОПС при проведении работ на СК:

- инструментальные замеры и отбор проб атмосферного воздуха до начала спецработ и во время проведения спецработ по заправке РН и через 1 час после пуска РН;

- отбор проб почвы (снега) и растительности на пробных площадках с внешней стороны периметра СК вдоль векторов «розы ветров» и в 4-х точках по направлению ветра от внешнего периметра СК до начала спецработ по заправке РН и после пуска РН.

Отбор проб атмосферного воздуха до начала проведения спецработ выполняется по направлению ветра от периметра ЗС, ТЗП и СК в одной или нескольких точках.

Отбор проб атмосферного воздуха во время заправки РБ «Бриз-М» на РС или ТЗП проводится по направлению ветра на расстоянии удаления точки максимума от трубы агрегата нейтрализации и в точках слева и справа на линии, перпендикулярной оси факела.

Отбор проб атмосферного воздуха во время заправки РН «Протон-М» и через 1 час после пуска проводится по направлению ветра от ПУ в одной или нескольких точках.

Инструментальные измерения и отбор проб атмосферного воздуха осуществляются на высоте 1,5 – 3,5 м от поверхности земли.

Пробные площадки располагаются с внешней стороны периметра ТЗП вдоль векторов «розы ветров». На этих же площадках отбираются пробы растительности.

Определение загрязнения атмосферного воздуха проводится по МВИ №29-04 «Методика выполнения измерений 1,1 – диметилгидразина в атмосферном воздухе методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием» и МВИ №25-01 «Методика выполнения

измерений массовой концентрации оксидов серы в атмосферном воздухе» [7, 8].

Экологический контроль пусков РКН «Зенит» - позиционный района космодрома «Байконур»

Проведение работ по заправке РБ на заправочной станции

Основным видом производственной деятельности на объектах ЗС является проведение работ по заправке компонентами топлива и сжатыми газами космических аппаратов и разгонных блоков.

Источниками выделения загрязняющих веществ в окружающую природную среду на ЗС являются:

- агрегат термической нейтрализации дренажных паров и промстоков окислителя;
- агрегат термической нейтрализации дренажных паров и промстоков горючего;
- дизельные электростанции;
- паровая котельная;
- мазутохранилище;
- автомобильный транспорт;
- железнодорожный транспорт.

Контроль наличия загрязняющих веществ в объектах ОПС при проведении работ на ЗС.

- инструментальные измерения и отбор проб атмосферного воздуха до начала цикла заправки, во время заправки РБ горючим и окислителем и после окончания цикла заправки РБ;
- отбор проб поверхностного слоя почвы и проб растительности до начала спецработ по заправке РБ и после окончания спецработ по заправке РБ.

Инструментальные измерения и отбор проб

атмосферного воздуха, поверхностного слоя почвы и образцов растений проводятся в 5-ти точках расположенных по внешнему периметру ЗС.

Проведение работ на стартовом комплексе при подготовке и пуске РКН «Зенит»

Производственная деятельность на СК связана с проведением работ по подготовке и пуску РКН.

Источниками выбросов вредных веществ в атмосферу на площадке являются:

- ДПК баков горючего РКН «Зенит»;
- ДУ РКН «Зенит» в период запуска;
- система нейтрализации промстоков горючего;
- ДЭС- 500;
- внутренние проезды.

Для сбора образовавшихся производственных условно-чистых и хозяйственно-бытовых сточных вод на площадке обустроена самотечная канализационная сеть. Далее сточные воды поступают для очистки в септик, расположенный в естественном понижении местности в пределах охранного периметра площадки. Объем сточной воды – до 1 $м^3$/сут.

Контроль наличия загрязняющих веществ в объектах ОПС при проведении работ на СК:

- инструментальные измерения и отбор проб атмосферного воздуха до начала спецработ по пуску РКН «Зенит», во время проведения заправки РКН и после пуска РКН;
- отбор проб поверхностного слоя почвы и проб растений по периметру СК до начала спецработ по пуску РКН «Зенит» и после пуска РКН;
- исследование уровней звукового давления (инфразвука) при пуске РКН «Зенит-3SLБ» на границе СЗЗ.

Экологический контроль пусков РКН «Союз» - позиционный район космодрома «Байконур»

Проведение работ по заправке РБ на заправочной станции.

Источниками загрязняющих веществ при подготовке и пуске ракеты-носителя «Союз», использующей в качестве топлива керосин, а в качестве окислителя – жидкий кислород, являются дренажные клапаны систем и агрегатов заправки и баков ракеты-носителя топливом.

Контроль наличия загрязняющих веществ в районе расположения ЗНС (ЗС):

- инструментальные измерения и отбор проб атмосферного воздуха в районе расположения ЗНС во время проведения спецработ по заправке РБ гидразином, окислителем и горючим;
- отбор проб поверхностного слоя почвы и растительности в районе расположения ЗНС после проведения спецработ по заправке РБ гидразином, окислителем и горючим.

Проведение работ на стартовом комплексе при подготовке и пуске РКН «Союз».

Производственная деятельность на СК связана с проведением работ по подготовке и пуску РКН.

Источниками выделения загрязняющих веществ в окружающую природную среду на СК являются:

- ДПК баков горючего «Т-1»;
- ДЭС-60;
- ДЭС-1000;
- ДУ РН «Союз» в период проведения запуска;

- подвижные автотранспортные средства.

Контроль наличия загрязняющих веществ в районе расположения СК:

- отбор проб поверхностного слоя почвы до начала цикла заправки и пуска РКН и через час после пуска РКН в контрольных точках по периметру СК и по направлению ветра от ПУ для определения pH и содержания нефтепродуктов.

Экологический контроль пусков МБР «РС-20» - позиционный район космодрома «Байконур»

Проведение работ по заправке РБ на унифицированной заправочной позиции (УЗП).

Унифицированная заправочная позиция используется для обеспечения заправочно-сливных работ компонентами ракетного топлива и сжатыми газами разгонной ступени.

Контроль наличия загрязняющих веществ в районе расположения унифицированной заправочной позиции (УЗП):

- отбор проб почвы по внешнему периметру УЗП после проведения спецработ по заправке разгонной ступени МБР «РС-20» горючим и окислителем.

Проведение работ по заправке и пуску МБР на шахтной пусковой установке (ШПУ).

Пусковая установка шахтного типа предназначена для проведения работ по предстартовой подготовке МБР, заправки первой и второй ступеней ракеты компонентами топлива, при стыковки разгонной ступени ко второй ступени ракеты, приведения в готовность к пуску ракеты с

космическим аппаратом и пуска МБР.

Источниками выбросов вредных веществ в атмосферу на пусковой установке являются:

- ДУ МБР;
- система гарантированного электроснабжения (ДЭС);
- агрегат нейтрализации паров и промстоков окислителя;
- агрегат нейтрализации паров и промстоков горючего;
- обмывочно-нейтрализационная машина;
- унифицированная компрессорная станция;
- унифицированный моторный подогреватель;
- отопительно-вентиляционные установки;
- автомобильная техника.

Старт РН минометный, то есть двигательная установка первой ступени запускается после выхода носителя из транспортно-пускового контейнера.

Сверхнормативное загрязнение компонентов окружающей среды возможно при нарушении технологии заправки, возможных проливах КРТ при расстыковках заправочных коммуникаций, неполной нейтрализации паров компонентов ракетного топлива во время проведения заключительных операций и в результате работы вспомогательного и обеспечивающего оборудования.

Контроль наличия загрязняющих веществ в районе расположения ШПУ:

- отбор проб атмосферного воздуха, почвы и растительности до начала спецработ по заправке МБР, во время и после заправки МБР окислителем и горючим;
- инструментальные измерения атмосферного воздуха во время заправки МБР «РС-20» окислителем и горючим;
- отбор проб почвы и растительности на границе СЗЗ ШПУ после пуска МБР.

Отбор проб почвы и растительности до начала и

после проведения наземных операций по заправке МБР проводится на границе СЗЗ ШПУ, до пуска и через 1 час после пуска МБР выполняется отбор проб почвы и растительности в точках расположенных по направлению ветра от СЗЗ ШПУ с шагом 100 м.

Пробы атмосферного воздуха в районе расположения ШПУ отбираются в одной точке на границе СЗЗ площадки по направлению ветра при проведении наземных операций по заправке МБР окислителем и горючим.

Отбор проб проводится в периоды заправки МБР компонентом ракетного топлива и при нейтрализации компонента ракетного топлива по 1 пробе на каждое загрязняющее вещество.

Экологический контроль пусков РН и МБР по трассе выведения

Пуск РН и МБР сопровождается воздействием на различные слои атмосферы (от поверхности земли до мезосферы), проявляющимся от момента старта ракеты до вывода космического аппарата на околоземную орбиту. Экологическое воздействие ракет-носителей в процессе штатного выведения определяется:

- составом и массой выбрасываемых продуктов сгорания;
- физико-химическими процессами взаимодействия продуктов сгорания с компонентами атмосферы.

Так как ракета-носитель быстро набирает высоту (примерно на 50-й секунде полета она достигает высоты 5 км) и продолжительность выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы незначительна, загрязнение атмосферы при пуске может рассматриваться как залповый выброс (в зоне старта) и загрязнение верхних слоев атмосферы движущимся источником.

Экологическое воздействие ракеты-носителя и МБР на различные слои атмосферы вдоль траектории полета ракеты-носителя носит кратковременный характер. По траектории полета формируется след, содержащий турбулентную смесь продуктов сгорания с воздухом. Из-за интенсивного перемешивания продуктов сгорания и воздуха термодинамические параметры следа через несколько десятков минут несущественно отличаются от параметров окружающей атмосферы. Дальнейшая эволюция следа происходит под действием турбулентной диффузии и ветра. В следе может идти осаждение продуктов сгорания на капельках атмосферной влаги, которые при сочетании некоторых неблагоприятных атмосферных условий могут изменить свои свойства (на кислотные) [9].

Контроль наличия загрязняющих веществ по траектории полета ракеты-носителя и МБР

В составе работ по инструментальному контролю оценки воздействия процессов подготовки и пусков РН «Союз-2», РН «Зенит-2(3) SLБ» и МБР «РС-20» на окружающую среду Республики Казахстан производится оценка воздействия на окружающую природную среду, в том числе измерение вариаций общего содержания озона в атмосфере.

Количество циклов измерения определяется программами инструментального контроля оценки воздействия процессов подготовки и пуска указанных РН на окружающую среду Республики Казахстан.

Контроль состояния приземного слоя атмосферного воздуха на подтрассовых участках местности проводится за один час до пуска и через час после пуска РН и МБР.

Химическое загрязнение приземного слоя атмосферы при пуске РН по трассе полета определяется одновременно в нескольких точках. В исследованиях используют

общепринятые гигиенические методы. Измерение метеорологических параметров: температуры, относительной влажности атмосферного воздуха, давления атмосферного воздуха, направления и скорости ветра. Отбор проб воздуха на предмет определения химического загрязнения приземного слоя атмосферы проводится на уровне 1,5 м от поверхности земли. В каждом исследуемом пункте пробы воздуха отбираются за один час до пуска РН (фоновое содержание), второй отбор – через 1 час после пуска. Пробы воздуха анализируются на содержание КРТ (формальдегида, диоксида азота, оксида углерода, углеводородов алифатического ряда и др.)

Содержание диоксида азота определяется методом, основанным на улавливании диоксида азота из воздуха раствором иодидом калия. Образующийся нитрит-ион определялся фотометрическим методом по азокрасителю, получающимся в результате взаимодействия нитрит-ионов с сульфаниловой кислотой и 1-нафтиламином [6]. Содержание оксида углерода определяется фотометрическим методом, основанным на способности оксида углерода восстанавливать серебро из его нитрата с сульфаниловой кислотой.

При пуске МБР пробы воздуха анализируются на содержание оксида азота, диоксида азота и формальдегида.

Контроль содержания озона в атмосфере.

Оценка динамики общего содержания озона проводится на основе системного анализа данных стационарных наблюдений метеостанций (МС) Аральское Море и Караганда сети Казгидромета.

На МС Аральское море проводятся наблюдения за общим содержанием озона и метеорологической ситуацией в допусковой период и контроль наличия кратковременных аномалий ОСО над позиционным районом космодрома Байконур.

На МС Караганда проводятся наблюдения за общим содержанием озона и метеорологической ситуацией на подтрассовых участках по траектории выведения КА и над территорией РП первой ступени РН.

Измерения ОСО проводятся в 2 этапа. В ходе выполнения 1-го этапа проводится измерение ОСО в течение одного светового дня до пуска РН, в соответствии с сезонным расписанием наблюдений за ОСО, с периодичностью один раз в час в светлое время суток. 2-ой этап выполняется после пуска РН, с регулярностью озонометрических наблюдений в течение первого часа после вхождения Солнца в зенит один раз в 15 минут, в оставшееся светлое время суток этого же дня – один раз в час. Озонометрические измерения сопровождаются наблюдениями за метеорологической ситуацией (температурой и влажностью воздуха, атмосферным давлением, облачностью и атмосферными явлениями).

Экологический контроль пусков РН и МБР в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей.

Воздействие на окружающую среду при падении ступеней существенно зависит от того, какая именно ступень падает (первая или вторая) и какое жидкое топливо используется в конкретном носителе. В настоящее время в качестве компонентов жидких топлив используются сочетания: керосин (горючее) и кислород (окислитель) или НДМГ (горючее) и АТ (окислитель).

В случае падения ступеней, содержащих остатки НДМГ и АТ, при их взаимодействии возможен взрыв, в результате которого мелкие фрагменты конструкции разлетаются в окрестностях места падения, а продукты горения и не прореагировавшие остатки топлива попадают в атмосферу и в почву. Чаще всего взрывы происходят при

падении ступени на открытую, с разреженным растительным покровом, твердую поверхность (летом в районах падения, расположенных в степной и пустынной зонах). В результате этого происходит загрязнение приземной атмосферы, почвы и растительности остатками топлива и продуктами его горения (в случае взрыва), а также засорение территории фрагментами ступени.

При падении ОЧ РН вторых ступеней РН, использующих жидкое топливо, в результате взрыва происходит загрязнение атмосферного воздуха остатками топлива, почвы и растительного покрова и в целом засорение территории фрагментами ракеты.

При падении головных обтекателей и хвостового отсека вследствие их сравнительно малого веса нарушение почвенно-растительного покрова в местах их падения незначительно. Как правило, головные обтекатели при падении не разрушаются, и не составляет особого труда их обнаружение и вывоза.

В настоящее время при создании новых ракет-носителей и совершенствовании уже эксплуатируемых в числе других учитываются и требования к снижению степени негативного воздействия на окружающую среду. Примером может служить ракета-носитель «Протон-М». Ее конструкция предусматривает выброс остатков компонентов топлива из первой и второй ступеней в верхних слоях атмосферы (сразу после их отделения). Это позволяет практически исключить проливы остатков топлива на грунт, ликвидировать случаи взрыва первой ступени при ударе о землю, уменьшить зону разлета обломков. Кроме того, осуществляются работы по доработке конструкций отделяющихся частей с целью обеспечения более точного их приземления и сокращения площади РП [9].

Контроль наличия загрязняющих веществ в районах падения отделяющихся частей РН

После падения ОЧ РН силами поисковой группы Баз

ЦЭРП ОАО «ВПК «НПО Машиностроения» выполняется поиск места падения отработавших ступеней РН, визуально обследуется место падения ОЧ РН, нейтрализуется пирогенное воздействие в случае образования возгорания растительности, нейтрализуется, проливы КРТ на грунт и проводится оперативный сбор и утилизация ОЧ РН.

На месте падения ОЧ РН совместными группами казахстанских и российских специалистов проводится:

- проведение фото- и видеодокументирования процесса входа ОЧ РН в плотные слои атмосферы, состояния фрагментов ступеней и их взаимное расположение;
- описание территории места падения (рельеф, почвенный и растительный покров, наличие водотоков и водоемов, разброс частей изделия) с составлением карты-схемы с указанием возгорания растительности и проливов КРТ, определением географических координат места падения каждого обнаруженного фрагмента ОЧ РН;
- экспресс-анализ содержания КРТ в атмосферном воздухе;
- определение точек отбора проб почвы (снега), растительности, воды (при наличии). Методическая схема опробования включает в себя определение густоты и характера размещения сети опробования. Общая площадь опробования зависит от характера разрушения ОЧ РН, площади разброса фрагментов ступени, содержавших КРТ;
- отбор проб объектов окружающей среды на содержание КРТ, а также подготовка их к транспортировке к месту проведения химико-аналитических исследований;
- оформление актов экологического обследования.

Система экологического контроля и мониторинга космодрома «Байконур»

Одним из основных положений государственного регулирования в области охраны окружающей среды и государственного управления в области использования природных ресурсов является государственный экологический контроль и экологический мониторинг.

На территории комплекса «Байконур» осуществляются государственный и производственный экологический мониторинг.

Государственный экологический мониторинг осуществляется специально уполномоченными государственными органами Республики Казахстан, в соответствии с Экологическим кодексом РК. Государственный экологический мониторинг на территории комплекса «Байконур» проводится по согласованию с уполномоченными органами Российской Стороны в соответствии с принадлежностью объектов.

В Экологическом кодексе РК «мониторинг ракетно-космического комплекса «Байконур» отнесено к специальным видам мониторинга и включает систему наблюдений за состоянием окружающей среды на территориях, подверженных влиянию ракетно-космической деятельности комплекса «Байконур».

В ст. 132 Экологического кодекса рассмотрены виды и организация проведения производственного мониторинга, в соответствии с которой производственный мониторинг является элементом производственного экологического контроля, выполняемым для получения объективных данных с установленной периодичностью [10].

К объектам производственного мониторинга комплекса Байконур относятся объекты атмосферный

воздух, земля, поверхностные и подземные воды, недра, животный и растительный мир, а также климат и озоновый слой Земли, экологические системы, факторы воздействия РКД на окружающую среду и здоровье населения.

Экологический мониторинг и контроль на космодроме Байконур осуществляется в соответствии с экологическими законодательствами Республики Казахстан и Российской Федерации, а также другими нормативными и методическими, межгосударственными и межправительственными соглашениями между Российской Федерацией и Республики Казахстан, регламентирующими проведение таких работ.

Производственный экологический контроль проводится природопользователем на основе программы производственного экологического контроля, разрабатываемой природопользователем и согласованной с уполномоченными органами в области охраны окружающей среды РФ и РК.

В программе производственного экологического контроля устанавливаются обязательный перечень параметров, отслеживаемых в процессе производственного экологического контроля, критерии определения его периодичности, продолжительность и частота измерений, используемые инструментальные или расчетные методы.

Производственный мониторинг, осуществляется предприятиями, организациями и воинскими частями, эксплуатирующими объекты комплекса «Байконур», или уполномоченной Федеральным икосмическим агентством организацией.

Объектами производственного экологического мониторинга являются:

- позиционный (стартовый) район косомдрома Байконур и прилегающие к нему территории, включая город Байконыр, поселки Акай, Торетам;

- участки территории Республики Казахстан по трассам выведения (полета) ракетно-космической техники;

- районы падения отделяющихся частей и фрагментов ракет-носителей, и сопредельные с ними территории;

При осуществлении экологического мониторинга и контроля на космодроме Байконур в зависимости от характера воздействий на окружающую среду и мест их проявления реализуется три вида мониторинга:

- *операционный мониторинг* (мониторинг производственного процесса);

- *мониторинг эмиссий в окружающую среду* (экологический мониторинг источников постоянных общепромышленных и фоновых воздействий на космодроме (включая строительные работы на площадках космодрома);

- *мониторинг воздействия* (экологический мониторинг источников постоянных воздействий обеспечивающей инфраструктуры космодрома; экологический мониторинг запусков РКН и космических аппаратов (наземной подготовки, процесса выведения на орбиту, спуска КА (частей КА) в заданный район, регламентных работ на техническом комплексе (ТК) и стартовом комплексе (СК) при подготовке к запуску и в межпусковой период); экологический мониторинг штатных районов падения ОЧ; экологический мониторинг районов падения аварийных изделий.

В рамках осуществления производственного экологического контроля выполняются операционный мониторинг, мониторинг эмиссий в окружающую среду и мониторинг воздействия [10, 11].

Операционный мониторинг или мониторинг производственного процесса включает в себя наблюдение за параметрами технологического процесса для подтверждения того, что показатели

деятельности природопользователя находятся в диапазоне, который считается целесообразным для его надлежащей проектной эксплуатации и соблюдения условий технологического регламента данного производства. Содержание операционного мониторинга определяется природопользователем.

Мониторинг эмиссий в окружающую среду включает в себя наблюдение за эмиссиями у источника для слежения за производственными потерями, количеством и качеством эмиссий и их изменением.

Проведение *мониторинга воздействия* включается в программу производственного экологического контроля в тех случаях, когда это необходимо для отслеживания соблюдения экологического законодательства Республики Казахстан и нормативов качества окружающей среды.

Мониторинг воздействия является обязательным в случаях:

1) когда деятельность природопользователя затрагивает чувствительные экосистемы и состояние здоровья населения;

2) на этапе введения в эксплуатацию технологических объектов;

3) после аварийных эмиссий в окружающую среду.

Производственный мониторинг окружающей среды осуществляется производственными или независимыми лабораториями, аккредитованными в порядке,

установленными законодательствами Республики Казахстан и Российской Федерации о техническом регулировании. Следовательно, измерения осуществляются в соответствии с аттестованными методиками.

Данные производственного мониторинга используются для оценки состояния окружающей среды в рамках ведения Единой государственной системы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов.

Экологический мониторинг состояния окружающей среды проводится с целью получения объективных данных с установленной периодичностью в соответствии с ежегодными планами проведения ведомственного экологического мониторинга окружающей среды в зоне влияния космодрома Байконур и включает:

систематические наблюдения за состоянием компонентов природной среды, а также за источниками антропогенного воздействия на окружающую среду;

оценку состояния природной среды (с точки зрения устойчивости биологических циклов);

прогноз изменения состояния природной среды с учетом планируемых техногенных нагрузок.

Контроль источников загрязнения и соблюдения нормативов предельно допустимых выбросов (далее - ПДВ), предельно допустимых сбросов (далее - ПДС) и проектов нормативов обращения с отходами, мониторинг состояния окружающей среды, анализ и оценка воздействия на окружающую среду осуществляются с помощью целевых исследований, инструментальных измерений, расчетов, визуальных обследований, информации по аналогам и экспертных оценок.

При осуществлении экологического контроля и мониторинга проверяются источники загрязнения, в которых контролируются:

характеристики выбросов (химический состав и объем) загрязняющих веществ в атмосферу от специального технологического оборудования и оборудования обслуживающей инфраструктуры, в том числе при подготовке к пускам и пусках РКН, а также МБР;

характеристики сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности от специального технологического оборудования и оборудования обслуживающей инфраструктуры;

условия размещения отходов производства и потребления на территории космодрома;

концентрации загрязняющих веществ в атмосфере при падении отделяющихся частей РКН (МБР);

концентрации загрязняющих веществ в поверхностных и подземных водах, почве, снеговом покрове, растительности в пределах санитарно-защитных зон (СЗЗ).

Таким образом, на верхнем уровне законодательных документов Республики Казахстан однозначно закреплено подлежащее безоговорочному выполнению положение о Государственном экологическом мониторинге.

Для хранения и обработки данных используются геоинформационные технологии. Система программных средств должна позволять осуществлять накопление, обработку и хранение информации на единой методической основе, обеспечивая обмен информацией между различными уровнями, а также банками данных отдельных подсистем в стандартизированном виде.

Картографической базой мониторинга экологического состояния территории комплекса «Байконур» и зоны его влияния являются топографические, гидрогеологические, геоэкологические и иные специальные карты.

Геоинформационная система (ГИС) мониторинга экологического состояния территории комплекса «Байконур» и зоны его влияния включает:

- сбор и обработку информации о характере и видах воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду;
- сбор и обработку информации о состоянии природных сред и объектов окружающей среды;
- степень изменения свойств компонентов экосистем;
- определение масштабов аварий и источников загрязнения;
- прогнозирование последствий аварий;
- обеспечение государственных органов управления информацией для анализа и прогнозирования экологической ситуации в районах осуществления РКД.

Методическое руководство системой государственного мониторинга экологического состояния территории комплекса «Байконур» и районов его влияния осуществляется уполномоченным органом Республики Казахстан в области охраны окружающей среды и его соответствующими территориальными подразделениями, координирующими работу других государственных органов по осуществлению мониторинга окружающей среды и природных ресурсов.

Кроме того, физические и юридические лица, производственная деятельность которых может оказать вредное влияние на состояние подземных вод, обязаны вести мониторинг подземных вод и своевременно принимать меры по предотвращению загрязнения и истощения водных ресурсов и вредного воздействия вод (ст. 120 Водного кодекса РК) [12].

В соответствии с Водным кодексом Республики Казахстан государственный учет поверхностных и подземных вод представляет собой систематическое

определение и фиксацию количественных и качественных показателей водных ресурсов, имеющихся на территории Республики Казахстан, в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан (ст. 58). Данные государственного учета поверхностных и подземных вод характеризуют состояние поверхностных и подземных водных объектов по качественным и количественным показателям, степень их промышленной и экологической безопасности для жизни и здоровья человека, изученности и использования. Государственный учет поверхностных и подземных вод осуществляется уполномоченным органом в области использования и охраны водного фонда совместно с уполномоченным органом по использованию и охране недр на основе данных учета использования поверхностных и подземных вод, представляемых водопользователями и гидрометеорологической службой.

Водные объекты подлежат охране (ст. 112):

- от природного и техногенного загрязнения вредными опасными химическими и токсическими веществами и их соединениями, теплового, бактериального, радиационного и другого загрязнения;
- от засорения твердыми, нерастворимыми предметами, отходами производственного, бытового и иного происхождения;
- от истощения.

Правила ведения государственного мониторинга водных объектов, государственного учета вод и их использования утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан от 26 января 2004 года №85 [13].

Мониторинг земель осуществляется согласно Земельному кодексу Республики Казахстан от 20 июня 2003 года №442-II [14]. Земельный кодекс Республики Казахстан (ст. 140) устанавливает обязанность собственников земельных участков и землепользователей

проводить мероприятия, направленные на:

- защиту земель от истощения и опустынивания, водной и ветровой эрозии, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства и потребления, химическими, биологическими, радиоактивными и другими вредными веществами, от других процессов разрушения;
- защиту от заражения сельскохозяйственных земель карантинными вредителями и болезнями растений, от зарастания сорняками, кустарником и мелколесьем, от иных видов ухудшения состояния земель;
- рекультивацию нарушенных земель, восстановление их плодородия и других полезных свойств земли и своевременное вовлечение ее в хозяйственный оборот;
- снятие, сохранение и использование плодородного слоя почвы при проведении работ, связанных с нарушением земель.

Мониторинг и контроль почв и растительного покрова на территории комплекса «Байконур» проводится с целью получения данных, позволяющих определить влияние комплекса «Байконур» на состояние окружающей среды, согласно Соглашению между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о порядке использования земельных участков комплекса «Байконур», переданного в аренду Российской Федерацией от 27 апреля 1996 года [15].

Приказом Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 24 апреля 2007 года №123-п утверждены Правила согласования программ производственного экологического контроля и требований

к отчетности по результатам производственного экологического контроля [16].

Согласование программы производственного экологического контроля природопользователей, имеющих объекты I категории, производится центральным исполнительным органом в области охраны окружающей среды в рамках процедуры рассмотрения материалов заявки на получение разрешения на эмиссии в окружающую среду.

Аэрокосмическая деятельность, включая эксплуатацию и вывод из эксплуатации космических аппаратов и объектов космической деятельности, включена в перечень экологически опасных видов хозяйственной и иной деятельности, согласно Постановлению Правительства Республики Казахстан от 27 июня 2007 года №543 «Об утверждении перечня экологически опасных видов хозяйственной и иной деятельности» [17]. Соответственно к этому виду деятельности предъявляются строгие требования по производственному мониторингу окружающей среды и отчетности.

Проведение экологического контроля и мониторинга комплекса «Байконур», включая районы падения отделяющихся частей ракет-носителей, согласно ст. 3 Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по экологии и природопользованию на территории комплекса «Байконур» в условиях его аренды Российской Федерацией, обеспечивают уполномоченные органы Российской Федерации - Федеральное космическое агентство и Министерство обороны.

Экологический мониторинг космодрома «Байконур» осуществляется в рамках функционирования ведомственной системы экологического мониторинга космодрома «Байконур» (СЭМК) [18]. Развитие и

совершенствование ее проводится с учетом изменений природоохранного законодательства России и Казахстана, опыта, приобретаемого в процессе работ, а также экологической обстановки в районах мониторинга и перспективных планов осуществления космической деятельности.

СЭМК является ведомственной (отраслевой, производственной) системой, увязанной с Единой государственной системой мониторинга окружающей среды и природных ресурсов Республики Казахстан и способной на фоне общего техногенного воздействия выделить составляющую, обусловленную ракетно-космической деятельностью.

Согласно Концепции СЭМК головным пользователем, имеющим доступ к любой информации в полном объеме, является Федеральное космическое агентство. Предприятием, обеспечивающим функционирование СЭМК и соответственно отвечающим за правильность и своевременность представления итоговой информации, является Федеральное государственное унитарное предприятие «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» (ФГУП «ЦЭНКИ»).

Функциональные блоки системы мониторинга, оценки, прогнозирования и контроля экологического состояния космодрома и районов его влияния (функциональные блоки СЭМК) приведены на схеме.

Схема функциональных блоков СЭМК

1. Блок «Исходные данные»
• характеристики фонового состояния окружающей природной среды (ОПС) в районах РКД;
• воздействующие на ОПС факторы на различных этапах эксплуатации изделий РКТ;
• экологические характеристики изделий РКТ и объектов

наземной инфраструктуры;

- схемы расположения объектов и режимы их функционирования;
- картографическая привязка объектов и нфраструктуры и отображение характеристик объектов ОПС.

2. Блок «Мониторинг воздействий РКД на ОПС»

- перечни наблюдаемых параметров экологического состояния ОПС в районах РКД;
- требования к характеристикам технических средств, используемых для наблюдений и измерений;
- методики проведения наблюдений и измерений;
- методики и перечень технических средств пробоотбора в различных объектах ОПС;
- перечень и характеристики технических средств картографической привязки мест пробоотбора;
- данные обследований и наблюдений (база данных);
- модели распространения загрязнений.

3. Блок «Оценка и контроль воздействий РКД на ОПС»

- методики и перечень технических средства исследования образцов (проб);
- методики идентификации и количественной оценки содержания различных веществ в пробах;
- нормативы (уровни) допустимых воздействий на ОПС (ПДК, ПДУ, ПДВ, ПДС и пр.);
- программы проведения наблюдений и исследований;
- средства документирования и представления результатов оценок воздействий;

базы данных с результатами оценок (количественными и качественными характеристиками).

4. Блок «Прогноз и подтверждение последствий воздействий РКД на ОПС»

- расчетные модели, методики программы расчета воздействий и их последствий (в том числе при возникновении аварийных ситуаций);
- вычислительные средства, средства отображения и представления информации;
- принципы, методики, механизмы ранжирования территорий

по степени опасности;

- типовые сценарии развития экологической ситуации в районах РКД;
- базы данных с результатами прогноза воздействий РКД на ОПС при различных сценариях;
- программы мониторинговых наблюдений в подтверждение прогноза последствий;
- принципы организации (определения) СЗЗ в районах РКД.

5. Блок «Принятие решений»

- формы отображения типовых сценариев экологических воздействий РКД на ОПС;
- результаты для различных сценариев и уровней принятия решений;
- принципы (условия) перевода территорий на другой (по степени экологического риска) уровень;
- алгоритмы принятия решений;
- технологии проведения природоохранных мероприятий.

В соответствии с Соглашением между Российской Федерацией и Республикой Казахстан о развитии сотрудничества по эффективному использованию комплекса «Байконур» от 9 января 2004 года [19], предусматривается проведение совместных работ по обеспечению экологической безопасности и решению проблем охраны окружающей среды, связанных с осуществлением ракетно-космической деятельности.

Объекты экологического контроля и мониторинга

Объектами производственного экологического мониторинга позиционного района космодрома «Байконур» являются: почво-грунты, атмосферный воздух, воздух рабочей зоны, вода открытых водоемов, промышленные стоки, растительный покров, озоновый слой.

Задачи производственного экологического мониторинга в позиционном районе космодрома являются фоновые измерения объектов окружающей среды,

мониторинг загрязнения воздуха, в том числе воздуха рабочей зоны, мониторинг почвенного покрова, мониторинг сточных вод, биологический контроль.

Обязательный перечень параметров, отслеживаемых в процессе производственного мониторинга космодрома «Байконур», осуществляется с учетом требований Постановления Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2007 г. «Об утверждении Перечня загрязняющих веществ и отходов, для которых устанавливаются нормативы эмиссии, и взимается плата за эмиссии в окружающую среду» [20].

В позиционном районе космодрома мониторинг проводится при работах на ЗНС, ТК, СК, ШПУ, а также прилегающих территориях, попадающих в зону их влияния.

Фоновые наблюдения проводятся в течение года и непосредственно перед началом работ по подготовке РН к пуску.

Для изучения суточного хода концентрации примеси в атмосферном воздухе измерения могут выполняться каждые 2 часа.

Задачами экологического мониторинга в РП ОЧ РН являются:

1. Определение границ и объемов загрязнений при падении ОЧ РН.
2. Изучение миграции загрязняющих веществ с мест проливов КРТ.
3. Изучение процессов деструкции КРТ в почве.
4. Выработка предложений о порядке нейтрализации КРТ в районах падения.
5. Создание базы данных об очагах загрязнения на территории районов падения.

Исходя из задач экологического мониторинга, устанавливается следующий порядок проведения работ.

Подготовительный этап начинается с четкого определения задачи исследований, определяющей масштабы и объем работ. На данном этапе производится сбор и анализ исходных данных: тип РН, район падения, расчетное время падения отделяющейся части в районе падения, расчетное время разгерметизации баков отработавшей ступени, расчетная точка падения отделяющейся части, метеоданные.

В конечном итоге по результатам мониторинга формируется единый банк данных.

Порядок и форма обмена информацией между государственными органами, организациями и предприятиями России и Казахстана осуществляется согласно «Регламенту взаимодействия и обмена информацией Российской и Казахстанской Сторон при осуществлении экологического мониторинга объектов космодрома Байконур», согласованным с Министерством охраны окружающей среды и Национальным космическим агентством Республики Казахстан и утвержденным Федеральным космическим агентством в 2010 году [21].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовка проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
3. ГОСТ 17.2.4.02-84 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
5. ГОСТ 17.15.05-85 Охрана природы. Гидросфера.

Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.

6. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

7. МВИ №29-04. Методика выполнения измерений 1,1 – диметилгидразина в атмосферном воздухе методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием.

8. МВИ №25-01 Методика выполнения измерений массовой концентрации оксидов серы в атмосферном воздухе.

9. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы / Под ред. Н.С. Касимова, О.А. Шпигуна. – М.: Рестарт, 2011. – 472 с.

10. Экологический кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212.

11. Положение о порядке экологического контроля и мониторинга на территории комплекса «Байконур». Утв. Приказом Федерального космического агентства от 2 июля 2010 г. № 107.

12. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года №481-II.

13 Правила ведения государственного мониторинга водных объектов, государственного учета вод и их использования. Утв. постановлением Правительства Республики Казахстан от 26 января 2004 года №85.

14. Земельный кодекс Республики Казахстан от 20 июня 2003 года №442-II.

15. Соглашению между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о порядке использования земельных участков комплекса «Байконур», переданного в аренду Российской Федерацией от

27 апреля 1996 года.

16. Правила согласования программ производственного экологического контроля. Утв. Приказом Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 24 апреля 2007 года №123-п.

17. Перечень экологически опасных видов хозяйственной и иной деятельности. Утв. постановлением Правительства Республики Казахстан от 27 июня 2007 года №543.

18. Соглашение между Российской Федерацией и Республикой Казахстан о развитии сотрудничества по эффективному использованию комплекса «Байконур» от 9 января 2004 года.

19. Концепция ведомственной системы мониторинга, оценки, прогнозирования и контроля экологической обстановки при осуществлении ракетно-космической деятельности на комплексе «Байконур».

20. Перечень загрязняющих веществ и отходов, для которых устанавливаются нормативы эмиссии, и взимается плата за эмиссии в окружающую среду. Утв. постановлением Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2007 г.

21 Регламент взаимодействия и обмена информацией Российской и Казахстанской Сторон при осуществлении экологического мониторинга объектов космодрома Байконур». Утв. Федеральным космическим агентством, 15 ноября 2010 г.

Глава 4

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА. РАЗВИТИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ

- Анализ методов определения компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды
- Создание стационарной и передвижной химико-экологических лабораторий

Анализ методов определения компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды

Необходимость оценки уровня загрязнений и

допустимых нагрузок на природные объекты по химически загрязняющим веществам повышает роль эколого-аналитического контроля.

Результаты многочисленных научных исследований последних лет по поведению компонентов ракетного топлива и их токсичных производных в объектах окружающей среды показали, что необходим качественно новый подход к методам контроля и прогнозирования ее состояния.

В этих условиях большую значимость приобретают высокоэффективные методы определения компонентов ракетного топлива и продуктов их разложения и химической трансформации в объектах окружающей среды.

Сложность проблемы корректного определения в воздухе, воде, почве и биосредах очень низких содержаний токсичных химических соединений и надежной идентификации контролируемых компонентов предъявляет высокие требования к метрологическим характеристикам аналитических методик (достоверность идентификации, предел обнаружения, селективность и др.).

Определение загрязнений воздуха, воды и почвы и биоматериалов принадлежит к наиболее трудным задачам аналитической химии [1], поскольку в анализируемой пробе могут одновременно находиться сотни вредных химических соединений, относящихся к органическим и неорганическим соединениям различных классов.

Совместные усилия химиков различных стран в области экологической аналитической химии привели за последние 10 лет к существенному прогрессу в развитии методологии аналитической химии в этой отрасли науки [2-4].

Были пересмотрены возможности большинства методов из арсенала аналитической химии,

усовершенствована техника и значительно увеличена эффективность детектирования примесей [5-7].

Созданы новые методы контроля за содержанием загрязняющих веществ в воздухе [3, 5, 6], воде [8-10] и почве, выбросах промышленных предприятий и других объектах окружающей среды, отличающиеся высокой селективностью, низким пределом обнаружения (C_H) и высокой информативностью (надежностью) получаемых результатов при идентификации загрязнений различной природы.

Эти методы основаны на реакционной газовой хроматографии [11], высокоэффективной жидкостной хроматографии [12], ионной хроматографии [13], тонкослойной хроматографии [14], лазерной спектроскопии [15], ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье [16], потенциометрии с ион-селективными электродами[17], ядерном магнитном резонансе [18], газовой хроматографии с атомно-эмиссионным детектированием, а также на основе сочетания газовой или жидкостной хроматографии с масс-спектрометрией, ИК-Фурье спектроскопией [7] или использования гораздо более сложных аналитических систем типа ГХ/МС/ИК-Фурье или ГХ/МС/ИК/АЭД (атомно-эмиссионный детектор). Повысилось качество тест-методов [19].

Снижению $C_н$ токсичных веществ, примерно, в 100-1000 раз с одновременным повышением надежности их идентификации и селективности определения способствовало развитие методов и совершенствование техники получения производных контролируемых компонентов. Этот прием, который все чаще используют в практической аналитике, особенно эффективен с газохроматографическим окончанием определения, предполагающим применение чрезвычайно чувствительных ($C_н$ вплоть до фемтограммов) хроматографических детекторов, обладающих высокой селективностью (электронозахватный, пламенно-фотометрический, хемилюминесцентный, термоионный, атомно-эмиссионный, Холла и др.) [4, 7, 11].

Наряду с использованием селективных детекторов [20] для

получения надежной информации о составе сложных смесей загрязнений (особенно в случае проб неизвестного состава) незаменимы гибридные методы на основе газовой или жидкостной хроматографии - ГХ/МС [21], ГХ/ИК- Фурье [22], ГХ/АЭД [6], а также комбинации «on-line» ВЭЖХ/ГХ [23] или ВЭЖХ/МС [24].

В настоящее время газовая хроматография превратилась в наиболее эффективный метод исследования качества воздуха и воды и степени загрязнения почвы, который широко используют в экологической химии. Об этом, в частности, можно судить по росту числа публикаций об использовании аналитических методов для целей экологии (табл. 1). Как видно из табл. 1, в течение последних лет происходит неуклонный рост количества хроматографических методик и сокращение электрохимических методик, в то время как публикации по применению в экологии спектральных методов анализа веществ остаются стабильными на уровне примерно 30%.

Более тщательный анализ и классификация научных публикаций в экологической аналитической химии за 1986-2002 гг. показал [25], что лидирующее положение среди применяемых в экологии аналитических методов занимают

Таблица 1- Распределение научных публикаций по основным группам аналитических методов, используемых для определения органических соединений и неорганических газов в экологической химии, %%

Методы	1967	1975	1985	1990	1998	2003
Хроматографические	46	45	53	60	66	70
Спектральные	32	30	30	29	25	25
Электрохимические	16	18	11	7	8	3
Прочие	6	7	6	4	1	2

спектральные и хроматографические, наиболее используемые в аналитической практике методы при определении микропримесей органических и неорганических загрязняющих веществ. За ними следуют гибридные и электрохимические методы (табл. 2).

Объектами анализа чаще всего являются вода и воздух. При анализе газов и воздуха на содержание неорганических примесей часто используют атомную абсорбцию (ААС) и ядерно-физические методы (ЯФМ), которые оказываются предпочтительными при определении в воздухе и воде брома, церия, цезия, рубидия, стронция, урана, циркония и РЗЭ [1].

Неорганические анионы определяют преимущественно методом ионной хроматографии (ИХ), а хроматографические методы не имеют конкурентов при определении высокотоксичных органических и металлорганических соединений (диоксины, алкильные соединения ртути, свинца, кадмия и др.).

Таблица 2 - Распространенность различных аналитических методов при определении загрязнений в объектах окружающей среды

Приори-тетное место	Органические соединения	Неорганические соединения	Сложные смеси токсичных веществ
1	Хроматография	Спектральный анализ	Гибридные методы
2	Спектральный анализ	Электрохимия	Газовая хроматогра фия
3	Гибридные методы*	Хроматография**	ВЭЖХ
4	Электрохимия	Гибридные методы	-
5	Термохимия и кинетические методы	Ядерно-физические методы	-
6	Традиционные методы***	Кинетические и традиционные методы	-
7	Ядерно-физические методы	-	-

* Хроматомасс-спектрометрия и комбинация хроматографии с ИК-Фурье спектроскопией. ** При определении газов газовая хроматография применяется в подавляющем большинстве случаев *** Гравиметрия и титрометрия.

Как видно из табл. 2, хроматографические методы уверенно занимают ведущее место не только при определении органических соединений и анализе сложных смесей загрязнений воздуха и воды, но и при определении в этих объектах примесей токсичных неорганических соединений (газы, летучие неорганические соединения, металлорганические соединения).

Анализ работ последних лет показывает, что эта тенденция сохраняется [21, 26-31], и хроматографические методы, в особенности газовая хроматография, превалируют в большинстве методик, предназначенных для определения в воздухе, воде и почве летучих органических соединений ($J_{10}C$) и неорганических газов.

При этом нельзя не учитывать, что метод газовой хроматографии наиболее активно применяют при определении $J_{10}C$, на долю которых приходится не менее 80% всех загрязнений атмосферы и воздуха рабочей зоны промышленных предприятий, природных, питьевых и сточных вод, почвы и биосред.

В настоящее время существует ряд методик, разработанных специалистами российских и казахстанских организаций, которые используются при осуществлении исследований воздействия химических факторов, связанных с пуском РН на объекты окружающей среды и здоровье населения, а также при выполнении работ по экологическому мониторингу объектов космодрома «Байконур».

Для определения в почве, воде, растениях, воздухе и биосредах 1,1-диметилгидразина (НДМГ) и продуктов его трансформации, в частности нитрозодиметиламина (НДМА), тетраметилтетразена (ТМТ), используются аттестованные методики, разработанные российскими

учеными. В таблице 3 представлены методы определения НДМГ, НДМА и ТМТ в пробах почвы.

Таблица 3 – Сравнительная оценка методик определения содержания НДМГ и продуктов его распада в пробах почв

Метод измерения, номера методики	Диапазон измерений	Относительная погрешность приР=0,95
Фотоколориметрический (НДМГ) МУК 4.1.018 –06	0,02-10 мг/кг	±50% - при диапазоне измерений 0,02-0,2 мг/кг;±44% - св. 0,2-1,0 мг/кг; ±40% - св.1,0-10,0 мг/кг.
Ионная хроматография с амперометрическим детектированием (НДМГ), МВИ №41-01	0,05-10,0 мг/кг	Не превышает ±53%.
Обращенно-фазовая хроматография со спектрофотометрическим детектированием (НДМА), МВИ №103-08	0,05-2,5 мг/кг, Массовая концентрация в почвенной вытяжке 0,02 – 1,00 мг/дм^3 соответственно.	не превышает ±28%.
Фотоколориметрический (НДМА) МУК4.1.019–06	0,1-50,0 мг/кг сухо – воздушной пробы.	±55% – при концентрациях 0,1-1,0 мг/кг; ±40%–св.1,0-5,0 мг/кг; ±30% – св.5,0-50,0 мг/кг.
Ионная хроматография с амперометрическим детектированием (ТМТ), МВИ №85-09	0,05-5,00 мг/дм^3	Не превышает ±45%.

Как видно из таблицы 3 методики определения НДМГ, основанные на переводе вещества в удобную аналитическую форму посредством дериватизирующих реагентов имеют ряд недостатков: проведение дериватизации при повышенной температуре, а такжеприменение значительного количества реагентов, недостаточно эффективное хроматографическое разделение пары реагент-продукт, низкая информативность получаемой спектральной информации не позволяющей надежно идентифицировать НДМГ. Анализ НДМГ и его производных в почве методом жидкостной ионной хроматографии с соответствующим детектором, осуществляемое путем извлечения подвижных форм этих соединений соляной кислотой и отгонкой пара идентифицируемого вещества в раствор кислоты выявляет погрешность метода при P=0,95 в диапазоне от 28 до 53 %.

Аналитическим центром МГУ им. М.В. Ломоносова разработаны новые методики определения содержания компонентов углеводородных топлив в объектах окружающей среды: методики выполнения массовой концентрации ракетного керосина РГ-1 в питьевой, природной воде, почве методом газовой хромато-масс-спектрометрии. ДГП «ЦФХМА» РГП КазНУ им. аль-Фараби МОН РК разработаны и прошли процедуру метрологической аттестации 3 методики выполнения измерений массовой концентрации подвижных форм несимметричного диметилгидразина в почве, воде, растениях методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием с n-нитробензальдегидом[26].

ДГП «Инфракос-Экос» разработана методика выполнения измерений массовой концентрации 1,1- диме-

тилгидразина в биологической среде (молоке) методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием [27].

Существуют методики определения НДМГ в образцах воды, почвы и растений методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором [32].

Для определения содержания углеводородных топлив - керосина Т-1 в почве используются методы ИК-спектроскопии.

Появлению новых методов предшествуют, исследования по изучению физико-химических основ поведения компонентов жидкого ракетного топлива в различных объектах окружающей среды с моделированием процессов их трансформации и распространения [33, 34].

Количественно НДМГ в различных объектах окружающей среды чаще всего определяют методами спектрофотометрического анализа в виде диметилгидразонаn-нитробензальдегида, образующегося по реакции конденсации. В литературе приведены также хроматографические методики анализа (газовая и ионная хроматография).

В последнее время все большее развитие приобретают тест-методы анализа.

Однако эти методики не всегда обеспечивают достаточную степень точности, необходимый уровень чувствительности и селективности, и поэтому разработка надежных способов определения НДМГ с высокими метрологическими характеристиками представляет актуальную задачу экоаналитического контроля.

Низкий уровень значений ПДК НДМГ, НДМА, ТМТ, ДМА и других веществ на фоне сложного состава природных матриц создает трудности при его определении и требует повышения чувствительности и селективности

методик, реализация которых возможна путем использования новых аналитических реакций, обеспечивающих лучшие метрологические характеристики анализа.

Таким образом, основное внимание специалистами должно уделяться проблемам определения НДМГ и его токсичных продуктов трансформации в объектах окружающей среды.

При разработке новых методик анализа нитрозных соединений нельзя не учитывать особенности их характеристик, таких как многокомпонентность, структурная и фазовая неоднородность, полидисперсность и т.д. Эти особенности обусловливают не только вариацию в широких пределах свойств объектов в зависимости от окружающих условий, но и существенно ограничивают применимость (и в общем случае - достаточность) стандартных химических и физико-химических методов анализа, в частности, наиболее распространенных на практике атомно-спектральных, спектро-фотометрических, хроматографических и электрохимических.

Сложность хроматографического выделения микроколичеств НДМГ на фоне мешающих легколетучих примесей делает затруднительным прямое хроматографическое определение этого вещества, а интенсивный ионный фон в определенной области масс, даваемый многими природными соединениями, препятствует его непосредственному хромато-масс-спектральному определению. Предложен метод, основанный на переводе НДМГ в анализируемую форму реакцией с n-НБА, выделении анализируемого продукта из реакционной смеси методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии, с последующим количественным и качественным определением его методом масс-спектрометрии. С целью повышения чувствительности аналитических методов - снижения пределов обнаружения

НДМГ предложены методы его концентрирования, основанные на отгонке с водяным паром. Одним из эффективных методов концентрирования НДМГ является ионобменное извлечение в кислых растворах катиона диметилгидразина твердыми или жидкими ионообменниками в Н-форме. Для концентрирования НДМГ могут быть использованы обменные реакции катиона диметилгидразина с амальгамами электроотрицательных металлов. Определение НДМГ в объектах окружающей среды методом хроматографии с предварительным выделением и концентрированием НДМГ позволяет сделать заключение о достаточной неточности и достоверности идентификации в почвах, растениях и пищевом сырье.

Научные исследования в области экологической безопасности ракетно-космической деятельности должно идти в направлении совершенствования методов физико-химического и биологического анализов.Достаточной универсальностью среди широко распространенных недеструктивных методов анализа природного органического сырья обладают методы спектроскопии - оптической, ядерно-магнитный резонанс (ЯМР)[29].

ЯМР-спектроскопия имеет на сегодняшний день наиболее богатый и успешный опыт установления как химической структуры индивидуальных органических соединений природного и синтетического происхождения, так и деталей их электронного и пространственного строения.

Наиболее перспективным является использование хромато-масс-спектрометрического метода, позволяющих экспрессно и с высокой надежностью идентифицировать компоненты сложных органических смесей и определять энергетические параметры, характеризующие взаимодействие гептила и продуктов его трансформации с

грунтами и составляющими их минеральными компонентами. Актуальной остается разработка экспресс методов определения КРТ в ООС. Исследования образцов почв в РП ОЧ РН хромато-масс-спектрометрическим методом на содержание компонентов ракетного топлива выявили продукты распада НДМГ, которые до сих пор не были идентифицированы и не оценены в токсикологическом плане.

Широкое применение газовой хроматографии в разных областях науки, техники и промышленности, несомненно, связано с ее преимуществами по сравнению с другими методами анализа. Это высокая разделительная способность, универсальность метода, низкий предел обнаружения, высокая чувствительность, экспрессность, и т.д. несмотря на высокие достоинства газовой хроматографии, этот метод имеет свои недостатки. В газовых хроматографах измерения относительные, т.к. на выходе измеряется концентрации, сильно отличающиеся от начальной концентрации в пробе. При вводе в поток газа-носителя она разбавляется, затем при продвижении по слою сорбента в колонке еще дополнительно разбавляется за счет диффузионных и кинетических факторов. Поэтому необходима градуировка, т.е. установление связи между концентрациями в анализируемых пробах и сигналами, полученными на выходе из колонки. При изменении любых условий разделения необходима новая градуировка.

Перспективными являются комбинированные методы газовой хроматографии с масс-селективным детектированием (ГХ-МС).

В последние десятилетия метод ГХ-МС получил исключительное развитие. Принято считать, что самая надежная идентификация неизвестных соединений в сложных смесях может быть проведена ГХ-МС. Системы ГХ-МС могут укомплектовываться банками

(библиотеками) масс-спектров до 450000 ед. МС-детектор позволяет проводить одновременно как качественный, так и количественный анализ.

Для улучшения аналитического контроля загрязнения объектов окружающей среды компонентами ракетного топлива и продуктами их распада необходимо совершенствовать методическую базу и оснащать лаборатории высокоточными приборами. Это откроет новые возможности решения актуальных проблем в области аналитических исследований КРТ и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды, особенно в условиях, когда НДМГ пока остается оптимальным компонентом ракетного топлива при осуществлении пусков РН с космодрома «Байконур». Прогресс невозможен без расширения арсенала точных методов количественного анализа, адекватно описывающих не только элементный состав, но и молекулярное строение, и надмолекулярную структуру органического вещества, полупродуктов и целевых продуктов. Именно эти характеристики позволят достоверно оценить ситуацию.

В перспективе целесообразно провести исследования по совершенствованию и разработке методик определения с использованием комбинированных методов, не только гептила, но и других продуктов его химической трансформации:

1) в почве - НДМА, гидразина, метилгидразина, ТМТ, ДМА, МТ, ДМТ (диметилтриазол) ДМФА;

2) в воде - НДМА, гидразина, метилгидразина, ТМТ, ДМА, МТ, ДМТ, ДМФА ;

3) в растениях - НДМА, гидразина, метилгидразина, ТМТ, МТ, ДМТ, ДМФА;

4) в биоматериалах - НДМА, ТМТ, МТ, ДМТ.

Необходимость определения в объектах окружающей среды вышеуказанных продуктов превращения НДМГ

подтверждается результатами исследований последних лет, проведенных казахстанскими и российскими предприятиями по оценке влияния пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду, экологическому мониторингу участков территорий Республики Казахстан, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности.

Таким образом, разработка физико-химических основ и совершенствование существующих методов количественного анализа НДМГ и продуктов его метаболизма в объектах окружающей среды позволят внести вклад в решение проблем экологии, связанной с определением и прогнозированием экологической ситуации в регионах, подверженных воздействию РКД.

Создание стационарной и передвижной химико-экологических лабораторий

Мониторинг окружающей среды и природных ресурсов проводятся с целью информационного обеспечения о состоянии природной среды для принятия оптимальных решений в области охраны окружающей среды и осуществлении природоохранных мероприятий.

Основой экологического мониторинга являются химико-аналитические службы.

При аварийных падениях РН «Днепр» в 2006 г. в Кызылординской области и «Протон-М» в 2007 году в Карагандинской области, из-за отсутствия специализированных лаборатории в регионах, была организована поэтапная доставка проб в аналитическую лабораторию ДГП «Инфракос-Экос», которая находиться в г.Алматы силами авиации МЧС и автотранспортом. Процесс доставки проб занимало определенное время, что могло приводить к естественному разложению гептила в

пробах почвы, и влияло на результаты анализа. То есть отсутствие мобильной лаборатории, оснащенной экспресс-приборами, затруднило получение реальной картины загрязнения атмосферного воздуха, почвы, воды, растений, особенно в первые часы и дни после аварии, и соответственно оценить нанесенный ущерб[35].

Развитие стационарной и мобильной лаборатории представляет собой комплекс организационных, экономических и образовательных мероприятий, направленных на повышение уровня качества проводимых работ, за счет повышения качества лабораторного оборудования, рационального и эффективного использования ресурсов, внедрения новой техники и технологий, повышения требований к специалистам службы и развития новых форм хозяйствования.

В 2007 году в рамках программы проведения работ по развитию и совершенствованию системы экологического мониторинга космодрома «Байконур» (2006-2008 гг.) проведена совместная работа казахстанских и российских специалистов по определению состава специализированных лабораторий экологического мониторинга[36].

В целях создания химико-аналитического обеспечения системы мониторинга экологической безопасности космической деятельности и для оперативного реагирования на нештатные и штатные ситуации в 2009-2010 годах ДГП «Инфракос-Экос» были развернуты 2 стационарные лаборатории в городах Байконыр и Жезказган, 1 передвижная (базируется в г. Жезказган) в составе двух автомобилей КАМАЗ и автомобиля «NISSAN» для транспортировки людей и проб. Дооснащена базовая лаборатория в г. Алматы (рисунки 1-7).

В основу концепции создания мобильной

лаборатории заложено оптимальное сочетание функций автоматизированного контроля, экспресс-анализа на борту и отбора проб с последующим их анализом, как в самой мобильной лаборатории, так и в стационарных лабораториях[37].

Широкий спектр измеряемых параметров природной среды, компактность, мобильность, возможность проводить измерения в различных климатических зонах, пригодность для работы в труднопроходимых районах обеспечивают высокую эффективность создаваемой лаборатории.

Компоновка мобильной лаборатории:

- Салон водителя;
- Салон-лаборатория;
- Отсек для размещения вспомогательного оборудования;
- Отсек для транспортировки средств измерения.

Оборудование общего назначения:

- Электрооборудование (3 системы электропитания), устройство отопления, система кондиционирования и вентиляции воздуха.
- Средства пожаротушения;
- Средства оказания первой медицинской помощи;
- Средства мобильной связи для передачи данных.

Мобильная лаборатория создана на базе двух автомобилей КАМАЗ с фургонами повышенной проходимости.

Один автомобиль предназначен для обеспечения жизнедеятельности персонала лаборатории, оснащен спальным местом на 5 человек, встроенной мойкой и газовой плитой с баллоном, баком для технической воды, кухонным и рабочим столами, закрытыми стеллажами, вещевым шкафом, имеется автономная электростанция. Фургон оборудован системами отопления и вентиляции.

Автомобиль прошел апробацию в 2009-2010 годах в ходе работ по экологическому сопровождению пусков РКН.

Второй автомобиль предназначен собственно для химико-экологической лаборатории.

Задачи специализированной мобильной лаборатории:

1. Постоянная готовность к аварийным ситуациям при пусках РН различных типов;

2. Доставка к месту забора проб специалистов и лабораторного оборудования по дорогам различных категорий сложности;

3.Оперативный отбор проб атмосферного воздуха, почвы, воды, растений и биоматериалов, проведение физико-химических анализов и измерений и обработка данных;

4.Сбор необходимых данных и оперативная передача результатов анализа и измерений;

5. Временное хранение и доставка образцов проб и данных на место дальнейшей стационарной камеральной обработки;

6. Жизнеобеспечение аналитической лаборатории и специалистов.

Задачи региональных химико-экологических лабораторий в городах Байконыр и Жезказган:

1. Экологическоке сопровождение пусков в позиционном районе космодрома «Байконур» (лаборатория в г.Байконыр).

2. Участие в работах по экологическому сопровождению пусков в районах падения отделяющихся частей первых ступеней РН (лаборатория в г.Жезказаган).

3. Участие в комплексных экологических и санитарно-гигиенических обследованиях территорий, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур».

4. Выполнение химических анализов объектов окружающей среды (атмосферный воздух, почва, вода, растительность, биоматериалы) на компоненты ракетного топлива, продуктов их распада и химической трансформации, определение физико-химических показателей для оценки экологического состояния объектов.

5. Выполнение химико-аналитических работ на отдельные контролируемые показатели, а также общепромышленные загрязняющие вещества в объектах окружающей среды.

6. Формирование и ведение базы и банка данных по профилю своей деятельности.

Задачи базовой аналитической лаборатории в г.Алматы:

1. Участие в комплексных экологических и санитарно-гигиенических обследованиях территорий, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур», и районов падения вторых ступеней РН в Восточно-Казахстанской области.

2. Выполнение химических анализов объектов окружающей среды (атмосферный воздух, почва, вода, растительность, биоматериалы) на компоненты ракетного топлива, продуктов их распада и химической трансформации, определение физико-химических показателей для оценки экологического состояния объектов.

3. Определение в объектах окружающей среды тяжелых и переходных металлов.

4. Участие в разработке нормативно-методических документов.

5. Разработка методик выполнения измерений, и их метрологическая аттестации по профилю деятельности лаборатории.

В соответствии с поставленными задачами в объектах окружающей среды лабораториями будут определяться следующие ингредиенты и показатели:

в воздухе: НДМГ, гидразин, метил- и диметиламины, оксиды азота, формальдегид, метеопараметры **(**температура, атмосферное давление, направление и скорость ветра).

в воде: НДМГ, НДМА, ТМТ, нефтепродукты, нитрат- и нитрит-ионы, ряд переходных металлов, взвешенные вещества, pH, температура, удельная электропроводность.

в почве: НДМГ, НДМА, ТМТ, нефтепродукты, формальдегид, нитрат- и нитрит-ионы,катионно-анионный состав, pH, окислительно-восстановительный потенциал, температура.

в растениях: НДМГ, НДМА, ряд переходных и тяжелых металлов.

Перечень основных оборудовании стационарных и передвижной лаборатории приведены в таблицах 4, 5 и 6.

Все лаборатории аккредитованы в соответствии с СТ РК ИСО /МЭК 17025-2007.

Таблица 4 - Перечень основного оборудований имеющихся в лабораториях ДГП «Инфракос-Экос» (стационарные лаборатории в гг. Алматы, Байконыр и Жезказган)

Наименование прибора	Тип (марка), завод-изготовитель	Назначение
1	2	3
Хроматограф жидкостный и ионный аналитический малогабаритный с амперометрическим детектором	«Цвет-Яуза» ОАО «НПО Химавтоматика», г. Москва	Анализ проб объектов окружающей среды на содержание НДМГ и его производных
Хроматограф жидкостный с спектрофотометрическим детектором UVV-104	«Стайер -UV/VIS» ЗАО «НПКФ Аквилон», г. Москва	Для оценочного определения НДМА в почве, воде, растениях
Хроматограф жидкостный с амперометрическим детектором	«Цвет-Яуза» ОАО «НПО Химавтоматика», г. Москва	Анализ проб объектов окружающей среды на содержание НДМГ и его производных
Хроматограф жидкостный с УФ детектором	«Цвет-Яуза» ОАО «НПО Химавтоматика», г. Москва	Для оценочного определения НДМА в почве, воде, растениях
Газовый хроматограф с масс-селективным детектором	«Agilent-7890A» Фирма «Agilent Tehnologies», США	Для арбитражного определения НДМГ и его производные в объектах окружающей среды

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Газовый хроматограф с пламенно-ионизационным детектором Заводской №CN10542100 Инвентарный № II-559	«Agilent-6890» Фирма «Agilent Tehnologies», США	Анализ компонентов ракетного топлива
Хроматограф жидкостный с диодно-матричным и флуоресцентным детекторами	«Agilent-1200» Фирма «Agilent Tehnologies», Германия	Анализ проб объектов окружающей среды на содержание НДМГ и его производных
Анализатор жидкости	«Флюорат-02-3М» ООО «ЛЮМЭКС», Россия	Определение нефтепродуктов в пробах почвы, природных, питьевых и сточных водах нитрит-ионы в пробах природных, питьевых и сточных водах
Фотометр фотоэлектрический	«КФК-3-01» ОАО «ЗОМЗ», Россия	Скрининговый анализ на содержание НДМГ, ТМТ, НДМА в почве, воде, растениях
Спектрофотометр	SPEKOL 1500 «Analytik Jena AG», Германия	Анализ компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды

Продолжение таблицы 4

1	2	3

Атомно-абсорбционный спектрометр	«NovAA-350» Фирма «AnalytikJena AG», Германия	Анализ тяжелых металлов в объектах окружающей среды
Радиометр-Дозиметр	«РКС-01-Соло» ТОО «Соло-ЛТД», Россия	Комплексный радиационный контроль окружающей среды
Иономер лабораторный	«И-160» РУП «Гомельский завод измерительных приборов», Республика Беларусь	Определение pH, нитрат-иона
Иономер лабораторный	"Sartorius", Германия	Определение pH, нитрат-иона
Весы лабораторные электронные (технические)	«ALC-810.2» "Sartorius", Германия	Определения массы веществ
Весы лабораторные электронные (аналитические)	«Adventurer AR 2140» Фирма «Mettler-Toledo GmbH», Швейцария	Определения массы веществ
Аспиратор электрический 4-х канальный со встроенным аккумулятором	«ПУ-4Э»ЗАО «Химко», Россия	Отбор проб атмосферного воздуха

Таблица 5 - Перечень оборудований имеющихся в передвижной лаборатории ДГП «Инфракос-Экос»

Наименование прибора	Тип (марка), завод-изготовитель	Назначение
1	2	3
Хроматограф жидкостный с амперометрическим детектором	«Цвет-Яуза» ОАО «НПО Химавтоматика», г. Москва	Анализ проб объектов окружающей среды на содержание НДМГ и его производных
Хроматограф жидкостный с УФ детектором	«Цвет-Яуза» ОАО «НПО Химавтоматика», г. Москва	Для оценочного определения НДМА в почве, воде, растениях
Анализатор жидкости	«Флюорат-02-3М» ООО «Люмекс-Маркетиег», Россия	Определение нефтепродуктов в пробах почвы, природных, питьевых и сточных водах, нитрит-ионы в пробах природных, питьевых и сточных водах
Спектрофотометр	«SPEKOL 1500» Фирма «Analytik Jena AG», Германия	Анализ компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды
pH-метр портативный	«PT-10P» «SartoriusAG», Германия	Определение pH, нитрат-иона

Продолжение таблицы 5

1	2	3
Метеометр	«МЭС-200 А» ОАО «РНИИ Электростандарт»	Измерение метеопараметров (тем-ра, давления, влажность воздуха и скорость ветра)
Портативная система детекции газа (Компактный портативный анализатор Серия 4000)	«Interscan corporation»4189UL, «Interscan corporation» 4160SP, США	Экспресс-контроль гидразина, аминов, оксидов азота, метил-и диметиламинов, формальдегида
Переносной комплект-Лаборатория	(ПКЛ) «Обь»: АНИОН 7051 ООО НПП «Инфраспак-Аналит»,Россия	Экспресс анализ гидрохимических показателей различных водных сред непосредственно на исследуемом объекте
Портативный прибор для проверки почв (Фотометр)	«Palintest®», Англия	Тест-контроль на загрязнение почвы (Ca^{2+}, $Cu,^{2+}$ Fe^{3+}, NO^{3-},Cl^{-}, $SO_4{}^{2-}$, pH и проводимость)
Весы лабораторные электронные (технически)	«CPA 224S» «Sartorius», Германия	Определения массы веществ
Весы технические лабораторные электронные (аналитически)	«CPA 2202S» «Sartorius», Германия	Определения массы веществ
Аспиратор электрический 4-х канальный со встроенным аккумулятором (12 В+220В)	«ПУ-4Э» ЗАО «Химко», Россия	Отбор проб атмосферного воздуха производится одновременно в двух и более точках на определенном расстоянии в зависимости от ситуации

Таблица 6 - Набор оборудования и материалов общего назначения для лабораторий

Наименование
Лабораторная мебель
Вытяжной шкаф с комплектом сантехники
Шкаф для посуды
Стол химический с застекленной полкой и 2 ящиками
Стол приборный с застекленной полкой и 2 ящиками
Тумба подкатная с 3 ящиками
Тумба подкатная с полками
Стол приборный с 2 ящиками
Стол весовой с гранитной плитой
Стол мойка двойная с полками для сушки посуды
Стол письменный
Стол компьютерный с тумбой
Табурет лабораторный крутящийся
Шкаф для одежды
Локеры
Вспомогательное оборудование и материалы
Бидистиллятор
Дистиллятор
Муфельная печь
Сушильный шкаф
Водяная баня
Магнитная мешалка
Встряхиватель
Сита лабораторные
Почвенный бур
Пробоотборник для воды
Пробоотборник для донных отложений
Центрифуга
Плитка электрическая
Гигрометр психрометрический
Морозильная камера
Холодильная камера
Холодильник бытовой
Аккумулятор холода
Термоконтейнер

Контейнер для проб
Герметичные пластиковые баночки для проб почвы и донных отложений
Сейф 2-х дверный
Сейф 1 дверный
Мельница лабораторная
Лабораторный штатив для пипеток
Лабораторный штатив для пробирок
Насос водоструйный
Дегазатор
Криостат
Шланги резиновые
Шпатели разные
Фильтры бумажные
Ерш для посуды
Секундомер
Груша резиновая
Материалы и оборудование, обеспечивающие соблюдение требований ТБ и противопожарной безопасности
Комплект спецодежды
Комплект химической посуды
Комплект химических реактивов
Оргтехника (компьютеры, принтеры, факс, фотоаппарат, видеокамера, GPS приемник и др.)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карасек Ф., Клемент Р. / Введение в хромато-масс-спектрометрию. Пер. сангл. -М.: Мир, 1993. - 237с.

2. Smith B.C. /Advd Fourier Transform Infrared Spectroscopy. Springer Verlag (Books on Display), 1997.

3. Sasaki T., Wilkins C. L. //J. Chromatogr. (A). -1999. -v. 842. - № 1-2. - p.341-349

4. Pretsch E., Clerc J. T. /Spectra Interpretation of Organic Compounds. - New-York: Wiley, 1997. - 190p.

5. Бродский Е.С., Калинкевич Г.А.

Газохроматографическое определение суммарного содержания полихлорированныхбифенилов в воде методом перхлорирования// Хроматография и сорбционные процессы. -2004. -Т. 4. -Вып. 2. -С. 199-205.

6. БродскийЕ.С., ЛукашенкоИ.М., КалинкевичГ.А., СавчукС.А. Идентификация нефтепродуктов в объектах окружающей среды с помощью ГЖХ и ХМС // Журнал аналитической химии. -2002. -Т. 57. - №6. -С. 592-596.

7. RichardsonS. D. // Anal. Chem., 2000. - v. 72. - № 18. - p. 4477-4496.

8. Определение органических веществ в почвах и отходах производства и потребления / Сборник методических указаний. МУК 4.1.1061-4.1.1062-01. Изд. официальное. М.: Минздрав России, 2001. - 26с.

9. Определение массовой концентрации органических веществ в воде методом хромато-масс-спектрометрии /Сборник методических указаний. МУК 4.1.663-97. М.: Минздрав России, 1997. - 40с.

10. Определение концентраций химических веществ в воде централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения / Сборник методических указаний МУК 4.1.737-4.1.754-99. - М.: Минздрав России, 1999. -Вып. 2.-175с.

11. U.S. EPA Compendium Method TO-14A / Determination of VOC in Ambient Air Using Special Prepared Canisters with Subsequent Analysis by GC.1997.

12. U.S. EPA Method IP-1A. Determination VOC in Indoor Air. 1989.

13. Clean Air Act Amendments of 1990, United States Code // Hazardous Air Pollutants. - Title III.

14. ASTM Method D5466-93, Standard Test Method for Determination of Volatile Organic Chemicals in Atmospheres (Canister Sampling Methodology) / Annual Book of ASTM Standards, 1995, V. 11.03. -404p.

15. U.S. EPA Compendium Method TO-15. Determination ofVolatile Organic Compounds (VOC) in Air Collected in Specially Prepared Canisters and Analyzed by GC/MS. 1997.

16. BRUKER. Bruker Analytische Messtechnik GmbH

(Germany), Moscow: 1996, 15p.

17. SoderstromM.T., Ketola R.A. // Jap. Anal., 1994. - v.43. - №4.-p. 162-168.

18. Franzen J.: Abstr. book P.L. 13 // 22nd Eur. Conf. Mol. Spec. (EUCMOS XXII) - Essen, 1994. -65p.

19. Berresheim H. e.a. //Anal. Chem., 1993. - v. 65. - № 21. - p. 3168-3170.

20. SytsmaL.F. e.a. // Тамже. -p. 354.

21. Бродский Е.С., КиреевА.Ф. // Журн. аналит. химии. - 1997. - т. 52. - № 8. -с. 884-888.

22. Miao Zhuange.a. //J. Chromatogr. Sci. -1995. -v. 33. - № 9. -p. 493-499.

23. Analysis with Supercritical Fluids: Extraction and Chromatography / Ed. WenclawiakB. -SpringerVerlag, 1992. - 213p.

24. Методика определения полихлорированных дибензоло-n-диоксинов и дибензофуранов в атмосферном воздухе и газообразных выбросов в атмосферу, в природных и очищенных сточных водах, в почве и донных отложениях (ФГУ ЦЭКА), № 224.03.11.115 (2002); № 224.01.11.117 (2002); № 224.02.11.116 (2002) // Материалы XXVIII годичной сессии Научного совета РАН по аналитической химии. Москва, 2002.

25. МУК 4.1.018–06. Методика выполнения измерений массовой доли 1,1 - диметилгидразина в пробах почвы

фотоколориметрическим методом. [Разработчик: ФГУП «Институт биофизики» ФМБА России. Л.П. Болтромеюк, Т.В. Рябова]. М., 2008.

26. Кенесов Б.Н., Калугина СМ., Алимжанова М.Б. и др. Разработка методик определения 1,1-диметилгидразина в воде, почве и растениях методом высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Сер.хим. 2007. - № 5 (49). -С. 73–77.

27. Методика выполнения измерений массовой концентрации 1,1-диметилгидразина в биологической среде (молоке) методом ионной хроматографии с амперометрическим детектированием. [Разработчик: ДГП «Инфракос-Экос»].

Алматы, 2009.

28. Товасаров А.Д. Разработка методики выполнения измерений массовой концентрации керосина Т-1 в воде, почве и растениях методом газовой хроматографии // Вестник КазАТК им. М.Тынышпаева. – 2010. - №5. – С. 21-27.

29. Товасаров А.Д., Жубатов Ж.К., Бисариева Ш.С. Методы определения компонентов ракетного топлива // Промышленность Казахстана. – 2011. - №1. – с. 82-84.

30. Жубатов Ж.К., Товасаров А.Д. Актуальные вопросы идентификации компонентов ракетного топлива в объектах окружающей среды // Материалы Межд. научно-прак. конф. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности». – Москва, 2011. - с. 85-89.

31. Жубатов Ж.К., НаурызбаевМ.К., Товасаров А.Д. и др. Предложения по созданию системы физико-химической диагностики содержания компонентов ракетного топлива в объектах окружающей среды // Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. - 2010.- №1 (77) - с. 186-192.

32. Другов Ю. С., Родин А. А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов /Практическое руководство. - СПб, 2007. - 270 с.

33. Кенесов Б.Н., Батырбекова С.Е., Наурызбаев М.К. Продукты трансформации 1,1-диметилгидразина в почвах районов падения первых ступеней ракет-носителей на территории Центрального Казахстана // Материалы международной. научно-практической конференции. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности». – Москва, 2011. - с. 95-99.

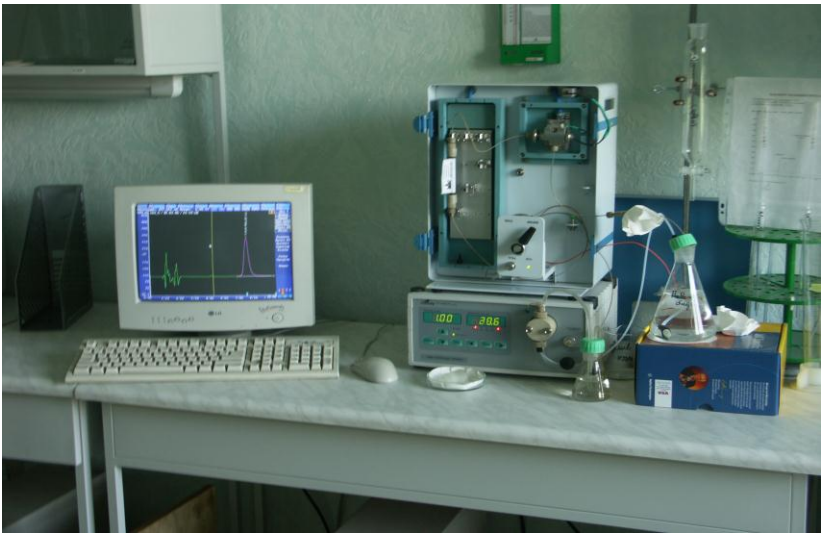
34. Создать систему физико-химической диагностики содержания компонентов ракетного топлива (КРТ) и продуктов их превращения в объектах окружающей среды методами высокоэффективной жидкостной хроматографии: отчет о НИР (заключительный) / ДГП «Инфракос-Экос»; рук. Жубатов Ж. Алматы, 2008.

35. Итоги реализации Программы экологического мониторинга территорий, подвергшихся техногенному воздействию в результате аварийного падения ракеты

космического назначения РС-20 27 июля 2006 года в Кызылординской области // Матер. научно-прак. семинара, 7-8 октября 2009 года, г. Кызылорда. – Алматы, 2009. – 215 с.

36. Пункты 4, 5, 7 Перечня работ (услуг), выполняемых Исполнителем при осуществлении коммерческого пуска КА «ДИРЕК ТВ-10» с использованием РН «Протон-М» с космодрома «Байконур» в 2007 году: отчет о НИР, научн. рук. Жубатов Ж.К. / ДГП «Инфракос-Экос».–Алматы. – 2007. – 471 с.

37. Рекомендации по организации работ в химико-аналитических службах экологического мониторинга. РГП «Казгидромет» МООС РК. Алматы, 2005. - 85 с.



(а)

(б)

Глава 4. Рисунок 1(а,б). Оборудование базовой лаборатории в г. Алматы

Глава 4. Рисунок 2. Лаборатория в г. Байконыр

Глава 4. Рисунок 3. Лаборатория в г. Жезказган

Глава 4. Рисунок 4. Мобильная лаборатория на базе автомобилей КАМАЗ повышенной проходимости

Глава 4. Рисунок 5. Салон фургона, предназначенный для обеспечения жизнедеятельности персонала лаборатории

Глава 4. Рисунок 6. Салон фургона, предназначенный для химико-экологической лаборатории

Глава 4. Рисунок 7. Автомобиль «NISSAN» в составе передвижной лаборатории.

Глава 5

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Методологические подходы экологического нормирования
- Система экологической устойчивости участков территории Республики Казахстан к воздействию РКД
- Апробация системы критериев экологической устойчивости в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей в РП №148, №15,25, №210
- Оценка экологического риска РКД в РП № 320
- Приоритеты развития экологического нормирования РКД

Нормирование экологических факторов при осуществлении РКД является важнейшим направлением работ по экологической безопасности, сохранению здоровья населения, генетического фонда человека,

растений и животных, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

Основы и методологический подход экологического нормирования РКД сформулированы в Концепции экологического нормирования ракетно-космической деятельности. Этот документ был разработан специалистами ДГП «Инфракос-Экос» в рамках реализации Государственной программы «Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 годы» [1]. Основные положения документа ориентированы на приоритеты Государственной стратегии «Казахстан – 2030», Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы, международные соглашения по экологическим проблемам, ратифицированные Казахстаном [2, 3]. Помимо прочих аспектов, в Концепции представлена стратегия поэтапной разработки эффективной системы экологического нормирования РКД в Казахстане.

В соответствии с современными научными определениями, *экологическое нормирование* означает регламентирование антропогенного воздействия на экосистему в пределах экологической емкости. В связи с этим, формулировка цели экологического нормирования РКД звучит, как регулирование антропогенных воздействий до экологически обоснованного, социально и экономически приемлемого уровня, при котором не происходит существенных структурно-функциональных изменений в окружающей среде[4].

В задачи экологического нормирования РКД входит:

– обеспечение экологической безопасности РКД;

– регулирование качества окружающей среды при осуществлении РКД;

– лимитирование и минимизация негативного воздействия РКД на окружающую среду;

– сохранение экологических систем и биологического разнообразия.

Решение поставленных задач достигается путем:

– установления уровня допустимого воздействия РКД на окружающую среду;

– совершенствования и систематизации существующих, разработки новых экологических нормативов РКД и требований для установления допустимых объемов загрязнения окружающей среды;

– разработки механизмов научно-методического обеспечения и эффективного функционирования системы экологического нормирования РКД;

– развития научно-исследовательских работ в области экологического нормирования, экологической статистики и экологического мониторинга.

В Казахстане экологическое нормирование имеет ряд специфических особенностей, связанных с многофакторным и крупномасштабным характером воздействия РКД на экосистемы. В первую очередь это вызвано наличием специальных объектов с особенными технологиями и индивидуальным режимом функционирования, использованием специфических веществ и устройств. Кроме того, особые условия природопользования для ракетно-космического комплекса «Байконур» заключаются в разрешении сбросов высокотоксичных КРТ на неподготовленную поверхность при пусках ракет-носителей, на этапе отделения и сброса отработанных ступеней РН. Экологическая опасность от реализации РКД обусловлена также повторяющимся характером негативных последствий РКД. Эта особенность имеет прямое отношение к РП ОЧ РН. Здесь происходит технологическое загрязнение неподготовленных участков местности токсичными химическими веществами при проведении запусков космических аппаратов различного

назначения с использованием многоступенчатых ракет-носителей. Эти и другие аспекты в значительной мере повлияли на выбор для экологического нормирования РКД особых методологических подходов:

– учитываются природно-климатической характеристики и фоновая экологическая нагруженность отдельных территорий, существующих типов экосистем и природно-территориальных комплексов и отраслевой специфики;

– нормативы устанавливаются на базе санитарно-гигиенических норм, а также на основе оценки уровней экологического риска РКД, проведенной с использованием критериев экологической устойчивости территорий к воздействию РКД;

– при определении критериев экологической устойчивости территорий учитывается их полифункциональность, т.е. обеспечение биосферных функций и экономико-социальных потребностей регионов;

– нормируются преимущественно интегральные нагрузки и параметры.

Специфика осуществления экологического нормирования РКД на казахстанской территории обусловила следующие принципы работы:

– использование экосистемного подхода к регулированию РКД;

– соблюдение эколого-хозяйственного баланса территорий, подверженных РКД, что означает учет реального соотношения различных видов деятельности на подверженной территории, и рассмотрение потенциальных и реальных возможностей экосистемы к самовосстановлению, обеспечивающих ее стабильность;

– презумпция экологической опасности планируемой РКД и обязательности оценки воздействия на окружающую среду и здоровье населения;

– обеспечения национальных интересов при использовании природных ресурсов и воздействии на окружающую среду;

– гармонизации экологического нормирования РКД в Республике Казахстан с принципами и нормами международного права.

Научные разработки в области экологического нормирования применительно к РКД в Казахстане ведутся с 2005 года, в рамках Государственной программы «Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 годы» и Республиканской бюджетной программы «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» на 2008-2010 и 2011 годы. На протяжении ряда лет специалисты ДГП «Инфракос-Экос» сотрудничают с казахстанскими и российскими организациями, с экспертами в области экологического нормирования. За период 2005-2010 гг. соисполнителями научных изысканий в области экологического нормирования РКД стали: географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, ДГП ГНПОПЭ «Казмеханобр», ТОО «Эконт» и ряд других научно-исследовательских организаций. В ходе выполнения научных исследований проводится обобщение и анализ результатов экологических обследований территорий, подвергаемых воздействию РКД. Из года в год конкретизируются и детализируются методологические подходы к проведению комплексной экологической оценки и определению допустимых уровней воздействия РКД на экосистемы. Ведутся научно-практические разработки санитарно-гигиенических нормативов на содержание КРТ и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды, включая продукты питания и биологические материалы. Результатом этих научных разработок явился приказ Министерства здравоохранения Республики Казахстан № 899 от 18.11.2010 «Об утверждении гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации компонентов жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды» [5-8].

В последние годы научных исследований в области экологического нормирования РКД применяется практика определения предельных уровней техногенного воздействия на основе системы балльных оценок устойчивости природных экосистем. Для этого рассматривается комплекс показателей функционирования

экосистем и производится балльная оценка каждого из них. Для оценки устойчивости экосистем и территорий используется сумма баллов всего комплекса оценочных показателей. Достоинством такой системы оценки является максимальный учет всего многообразия факторов, их вклада в общую оценку. Это обстоятельство позволяет достаточно объективно отразить уровень экологической устойчивости по отношению к воздействию РКД.

Оценка экологического риска РКД с помощью балльной оценки базируется на критериях экологической устойчивости, ранжированных по уровням экологической опасности, с учетом географических и природных условий. Такой методологический подход позволяет определить более оптимальные пределы техногенного воздействия РКД, конкретизированные для различных по площади и природным условиям участков территории Республики Казахстан.

Важнейшим инструментом для экологического нормирования РКД является Система критериев экологической устойчивости (СКЭУ) участков территорий Казахстана к воздействию космической деятельности. СКЭУ разработана в 2005-2007 гг. ДГП «Инфракос-Экос», в сотрудничестве с казахстанскими и российскими специалистами-экологами. На протяжении ряда лет, в 2008-2011 гг. критерии и показатели СКЭУ проходят апробацию в различных географических и природных условиях РП ОЧ РН, расположенных на территории Казахстана [5-10].

Основные методологические аспекты экологического нормирования РКД и некоторые результаты научных разработок в этой области представлены в следующих подразделах.

Методологические подходы экологического нормирования

Для экологического нормирования РКД на территории Казахстана используются *количественный и полуколичественный методологические подходы*. Количественный подход применим при определении *критических нагрузок*, т.е. максимально допустимого воздействия одного или нескольких загрязнителей на природный объект. Полуколичественный подход

необходим при разработке экспертных балльных оценок устойчивости природных экосистем, учитывающих в комплексе природные условия, факторы воздействия, состояние экосистемы, ее отклик на техногенное воздействие и пр.

Количественный подход положен в основу при разработке санитарно-гигиенических нормативов качества окружающей среды – предельно допустимых концентраций (ПДК, ПДВ, ПДС, ПДУ) загрязняющих веществ. ПДК определяются в ходе выполнения комплексных исследований. Как правило, при определении ПДК учитывают степень влияния загрязняющих веществ на здоровье человека, на животных, растения, микроорганизмы. В настоящее время в Казахстане действуют ПДК вредных химических веществ для атмосферного воздуха, воды и почв.

При содержании в природном объекте нескольких загрязняющих веществ учитывают их совместное воздействие. Сумма их концентраций не должна превышать при расчете единицы:

$$C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + ... + Cn/ПДКn < 1, \qquad (1)$$

где $C_1, C_2, ..., Cn$ — фактические концентрации вредных веществ в воздухе, воде, почве, продуктах питания; $ПДК_1, ПДК_2, ..., ПДКn$ — предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые установлены для их изолированного присутствия [4].

Практика проведения экологических исследований неоднократно доказывает тот факт, что человек не является самым чувствительным из биологических видов. Например, загрязнение окружающей среды, вызванное РКД, при сохранении здоровья людей, может спровоцировать пролонгированные во времени процессы,

приводящие к разрушительным последствиям для экологических систем. Таким образом, становится очевидной необходимость использования для нормирования РКД помимо санитарно-гигиенических нормативов, оценочных характеристик источников опасности (экологический риск) и показателей устойчивости экосистем и человеческого организма к негативному техногенному воздействию.

Экологический риск — это вероятность появления негативных изменений в окружающей природной среде, вызванных воздействием антропогенной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, с учетом величины возможных ущербов. Мера экологической опасности рассматривается как вероятность нарушения природного равновесия и вероятность негативного воздействия на человека. Экологический риск может быть оценен количественно по формуле:

$$R = p \times y, \qquad (2)$$

где R — экологический риск; p — вероятность негативного воздействия источника опасности на население, экосистемы или иные объекты; y — предполагаемая величина ущерба от воздействия.

Для оценки экологического риска РКД вполне приемлемы балльные оценки критериев воздействий, в соответствии со следующим алгоритмом:

$$Q^i_{integr} = Q^t_i \times Q^s_i \times Q^j_i ,$$

где Q^i_{integr} - комплексный оценочный балл для заданного воздействия;

Q^t_i - балл временного воздействия на *i-й* компонент природной среды;

Q_i^s. - балл пространственного воздействия на *i-й* компонент природной среды;

Q_i^j - балл интенсивности воздействия на *i-й* компонент природной среды.

Категория значимости антропогенного воздействия определяется по баллу, полученному при расчете комплексной оценки.

Обязательным элементом оценки риска является анализ потенциальной экологической устойчивости территории, испытывающей воздействие РКД. *Экологическая устойчивость экосистемы* определяется, как способность экосистемы сохранять и восстанавливать естественное состояние и осуществлять функционирование несмотря на разнообразные (физические, химические, биологические) внешние воздействия, и с учетом непрерывно идущего эволюционного процесса.

При оценке экологической устойчивости учитывается:

1) вид устойчивости (структурная, функциональная, энергетическая, информационная);

2) масштаб пространства и времени;

3) вид и число воздействующих факторов;

4) параметры состояния системы, по которым будет оцениваться ее устойчивость;

5) норму изменчивости параметров состояния, относительно которой предполагается оценивать устойчивость системы.

На стадии изучения изменчивости (вариабельности) состояния экосистемы определяются: *пределы устойчивости*, т.е. диапазон между экологическим

минимумом и экологическим максимумом допустимых колебаний влияющих факторов; и *экологический порог*, определяющий точку, за которой любые нарушения или изменения экосистемы становятся необратимыми.

Степень вариабельности параметров состояния определяется при помощи статистической обработки результатов экологического обследования, как в зоне техногенного влияния, так и на фоновых участках (эталон), до и после воздействия РКД.

Значение параметра состояния до воздействия фактора может быть оценено по сравнению с эталоном, или экспертным путем.

После этого проводится расчет максимума и минимума параметра в зоне воздействия, а также на эталонной территории или до воздействия.

Выявление и исследование причинно-следственной связи между техногенным вмешательством и ответной реакцией природной среды позволяет получить данные, необходимые для разработки нормативов допустимого техногенного воздействия на природные процессы.

Для выбора критериев экологической устойчивости избран *территориальный экосистемный подход*, позволяющий всесторонне и во взаимосвязях оценить состояние компонентов природной среды [4].

Система экологической устойчивости участков территории Республики Казахстан к воздействию РКД

Комплекс критериев и показателей экологической устойчивости к воздействию РКД отражает ключевые проблемы устойчивого развития страны. Он отвечает международным требованиям к определению экологической устойчивости и обеспечивает сопоставимость с существующими классификациями Комиссии по устойчивому

развитию ООН, Всемирного Банка, Европейского агентства по окружающей среде (ЕАОС), Комиссии по устойчивому развитию США, других стран и организаций [11-14].

Структура СКЭУ построена таким образом, чтобы наилучшим образом предоставить знания о пространственно-временном распределении концентраций вредных веществ, с приемлемым разрешением по пространству и по времени. Согласно методологическим подходам, принятым в практике ЕАОС, для оценки экологической устойчивости к РКД, кроме показателей техногенной нагрузки от РКД и состояния природной среды, используются критерии последствий для биоразнообразия, здоровья человека, растительных и животных организмов.

К критериям, отражающим процессы накопления или транспортировки загрязнения КРТ, отнесены показатели динамики атмосферы и климатообразующие факторы, ландшафтно-геохимические условия и физические свойства почвенного покрова.

На рисунке 1 критерии СКЭУ систематизированы по степени полноты отражения (чувствительности) процессов трансформации природных комплексов, ухудшения под воздействием РКД.

К наиболее чувствительным индикаторам отнесены показатели пожарной опасности, химические и биологические свойства почвы, химический состав природных вод.

К менее чувствительным показателям отнесены анатомические и морфометрические характеристики живых организмов, медико-демографические показатели.

Для удобства работ, критерии СКЭУ систематизированы по важнейшим направлениям оценки окружающей среды, и при необходимости могут быть расписаны по уровням экологической опасности, в

зависимости от условий исследуемого участка территории [15].

Согласно международной методологии, СКЭУ включает такие приоритетные разделы для комплексной оценки экологической устойчивости территорий Казахстана к РКД, как: атмосфера, климат и озоновый слой; ландшафты; пресноводные экосистемы; почва; растения; животный мир; санитарно-гигиенические и медико-демографические критерии [15-17].

В теме *«Атмосфера»* для оценки техногенной нагрузки используется критерий химического загрязнения КРТ и продуктами их распада. Атмосферное загрязнение происходит в результате аэрогенного рассеивания от выбросов продуктов сгорания ракетного топлива, штатных и аварийных проливах КРТ. Расчетными показателями для определения химического загрязнения являются: кратность ПДУ (ОБУВ), отклонение от фонового загрязнения ЗВ атмосферного воздуха и снежного покрова.

В качестве критерия состояния атмосферы используются метеорологические параметры атмосферы (температура и влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, облачность, атмосферные явления). Для определения динамических параметров атмосферы служат показатель типа атмосферной циркуляции (циклональная, антициклональная).

В теме «*Климат и озоновый слой*» к экологической оценке подключен критерий климатического воздействия на объекты окружающей среды, который оценивается с помощью показателей продолжительности солнечного сияния, температуры воздуха и атмосферных осадков. Исходя из выводов, сделанных в ходе научных исследований об участии снега в атмосферном переносе химических загрязнений, к оценке экологической устойчивости привлекаются количественные

характеристики свежевыпавшего снега. Для оценки воздействия ракетно-космической техники на стратосферный озон привлекается критерий «изменение озонового слоя», определяемый на основе показателей общего содержания озона (ОСО), осредненных за разные временные отрезки (сутки, месяц, сезон, год, десятилетие и пр.).

Основными источниками исходной информации для перечисленных тем СКЭУ являются метеорологические и климатические данные, а также результаты замеров химического загрязнения атмосферы и снежного покрова, выполненные при экспедиционных выездах или в стационарных условиях экологических постов и метеорологических станций. Для построения оценочной таблицы экологической устойчивости по критериям химического загрязнения атмосферы привлекаются нормативные документы, используемые в экологической практике на территории Казахстана [18, 19]. Уровни экологической устойчивости критериев состояния атмосферы, климата и озонового слоя определяются на основе результатов системного научного и картографического анализа [20].

Тема «*Ландшафты*» базируется на критериях и показателях нагрузки РКД на исследуемые территории. Используются количественные и качественные показатели химической и механической нагрузки при падении ОЧ РН, показатель частоты падений ОЧ РН. Критерий трансформации территорий основан на расчетных характеристиках трансформации наземных экосистем за ряд лет. Дополнительно при определении критерия трансформации территорий используется комплексный показатель степени пожароопасности исследуемых территорий.

Для определения критериев темы «Ландшафты» привлекаются результаты научных исследований и экспериментов, выполняемых в полевых и лабораторных условиях, научные публикации, картографические материалы. Оценочная система для критериев данной темы построена на справочных и методических материалах [21-23], научных публикациях [24] и нормативных документах.

Тема *«Почвы»* представлена критериями экологической устойчивости, отражающими многообразие и сложность трансформации и миграции КРТ в почве, процессов обмена техногенным загрязнением, совершаемой почвой с растениями, водой, воздухом, живыми организмами.

Критерий «Химическая трансформация почв» базируется на показателях нагрузки - кратности концентраций КРТ и продуктов их трансформации ПДК (ПДУ), отклонения от фоновых концентраций ЗВ в почве.

Критерий «Физическая трансформация почв» позволяет оценить свойства почвы, определяющие условия для миграции или стабилизации в ней КРТ, а также для механической трансформации почвенных слоев.

Разными исследователями в разные годы установлено, что благоприятной для миграции НДМГ в почве является окислительно-щелочная среда; что накопление КРТ и продуктов окисления происходит на геохимическом барьере, при определенных сочетаниях физико-химических свойств, а перераспределение КРТ в профиле почв обеспечивают фильтрационные свойства почв и грунтов [23, 24].

В связи с этим, для оценки физической трансформации почв выбраны такие показатели, как крепость почвогрунтов, содержание гумуса, емкость поглощения, засоленность, pH и Eh, плотность, порозность, естественная влажность. Для комплексной оценки

физической деградации почв применен комплексный показатель экологического риска почвы от загрязнения КРТ (Кп), учитывающий балл бонитета $I_б$ (показатель состояния)и уровень загрязнения почвы КРТ $I_з$ (показатель техногенной нагрузки).

Критерий «Биологическая трансформация почв» является важнейшим индикатором изменений химических и физических свойств почвы под воздействием КРТ. Для оценки экологической устойчивости микрофлоры почв привлечены показатели численности основных групп микроорганизмов: сапрофитных бактерий, актиномицетов, почвенных микромицетов. В качестве дополнительной характеристики процесса деструкции органического вещества в почве используется показатель интенсивности трансформации углерода и азота в почве (дыхание почвы). Оценку деградации микрофлоры почвы на генном уровне позволяет сделать количественный показатель генотоксичности почвы.

Для определения экологической устойчивости почвы используются результаты научных и экспериментальных исследований, проводимых в полевых и лабораторных условиях. Система балльной оценки экологической устойчивости почвы к воздействию РКД целиком строится на основе нормативных документов, действующих на территории Казахстана [18, 19, 21].

Тема *«Пресноводные экосистемы»* включает критерии, отражающие процессы окисления КРТ под воздействием кислорода, присутствующего в воде под влиянием естественных природных факторов (солнечная радиация, присутствие химически активных примесей и т.д.). Грунтовые и поверхностные воды являются приемниками КРТ и путями его выноса на обширные территории.

Критерий «Химическое загрязнение КРТ и продуктами их распада и трансформации» предполагает использование расчетных показателей кратности ПДК КРТ и продуктов их распада и трансформации, отклонения от фоновых концентраций в воде.

Создание благоприятных условий для трансформации и миграции КРТ в водных экосистемах зависит от биохимических и морфологических свойств водных объектов. Поэтому для экологической оценки состояния природных вод привлечен критерий состояния воды, базирующийся на показателях биохимического и химического потребления кислорода ($БПК_5$, ХПК), содержания растворенного кислорода, и коэффициента накопления в гидробионтах.

В качестве исходной информации для определения экологической устойчивости пресноводных экосистем под воздействием РКД используются результаты полевых наблюдений и лабораторных экспериментов, выполняемых в рамках экологического мониторинга районов воздействия РКД. Балльная оценка состояния природных вод базируется на нормативных документах, принятых к использованию на территории Казахстана [18, 19].

Тема *«Растения»* включает критерии химического и физического воздействия ракетно-космической техники (РКТ) на растительные организмы. В соотвествии с выводами ученых, из прочих других компонентов окружающей среды, растительность наиболее интенсивно захватывает КРТ из других объектов окружающей среды. Процессы дальнейшего перераспределения и накопления КРТ в растительных организмах в значительной степени зависят от комплекса таких факторов, как разновидность растений, геохимические условия мест их произрастания, близость к источникам химического загрязнения КРТ, количество загрязняющих веществ, поступивших на

поверхность растительного покрова. Для обследования растительного покрова к воздействию РКД производится выбор индикаторных видов и органов растений для опробования, выявления биогеохимических ореолов [22].

Исходными оценочными показателями степени химического загрязнения растительности служат кратность оценочного показателя (ОП) содержания КРТ и продуктов их трансформации в растениях, а также отклонение от фоновых концентраций химических элементов и металлов в растениях. К критериям состояния растительности помимо показателей видового разнообразия, структуры растительных сообществ, фитоценометрических характеристик, отнесены показатели генеративности и пороков развития растительных организмов. В ходе экологической оценки степени деградации растительности под воздействием РКД применяется критерий антропогенной трансформации, основанный на комплексном показателе механической нарушенности растений и показателе антропогенной трансформации от РКД относительно всех других факторов антропогенного воздействия.

Исходными данными для оценки состояния растительности при помощи критериев СКЭУ служат результаты полевых обследований и лабораторных опытов, выполняемых в рамках экологического мониторинга и научно-исследовательских работ [23, 24]. Оценочная система определения деградации растительности под воздействием РКД базируется на нормативных документах и научных публикациях [18, 21, 22].

Животный мир. Для оценки экологической устойчивости к воздействию РКД фауны применяются критерии биоразнообразия и состояния индикаторных видов диких позвоночных и беспозвоночных животных. Отдельно рассматриваются также промысловые, редкие,

охраняемые и исчезающие виды животных, а также представители фауны, занесенные в Красную Книгу. Критерий биоразнообразия включает в себя систематические характеристики животных, описание видового состава, популяционные характеристики, описание условий обитания и пребывания животных, показатели их миграции и размножения. Критерий состояния животных основан на морфометрических и функциональных показателях, таких как габитус, метрические экстерьерные и интерьерные параметры, индексы развития, индексы внутренних органов. Критерии и показатели темы «Животный мир» определяются в ходе выполнения экспедиционных выездов и лабораторных экспериментов.

В тему *«Санитарно-гигиенические и медико-демографические критерии»* включен критерий воздействия «Санитарно-гигиеническая ситуация в населенных пунктах». Для проведения оценки в этой теме привлекаются показатели санитарно-эпидемиологического состояния источников питьевой воды, почвы в жилых местах, а также показатели радиационной безопасности в населенных пунктах.

Критерий состояния «Демография населения», основан на перечне медико-демографических показателей, включая показатели возрастно-половой структуры населения», естественного прироста/убыли населения, средней ожидаемой продолжительности жизни мужчин и женщин, характеристики общей и младенческой смертности, рождаемости.

Основой для критерий состояния «Уровень здоровья населения» служат показатели заболеваемости населения специфическими заболеваниями, этиологически связанными с характером загрязнения территории КРТ и продуктами их трансформации.

Работа по теме *«Санитарно-гигиенические и медико-демографические критерии»* предполагает использование разнообразной исходной информации. Привлекаются данные контроля за санитарно-гигиенической обстановкой в жилых районах, результаты медицинского осмотра местного населения. Кроме того, используются статистические сборники и научные публикации [25-32]. Для построения балльной системы оценки привлекаются нормативные документы [18].

В соответствии с общепринятой практикой, разработанная система критериев нуждается в апробации в условиях конкретных территорий, подверженных воздействию РКД. Такие испытания критериев позволяют сделать выводы об эффективности СКЭУ, достоверности выбранных показателей, помогают выявить слабые стороны в методологии сбора, систематизации и анализа исходных данных.

В период 2007–2010 гг. в ходе выполнения научных исследований в области экологического нормирования РКД, отдельные критерии СКЭУ прошли апробацию в условиях РП первых ступеней РН (РП №148, №15,25, №210) и РП второй ступени – РП №320. Рассмотренные территории расположены в различных географических и природных зонах и имеют разную степень техногенной нагрузки [33-36].

Апробация системы критериев экологической устойчивости (СКЭУ) в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей в РП №148, №15,25, №210

В 2008 г. была проведена апробация СКЭУ территорий Казахстана к воздействию РКД на примере РП первой ступени РН «Протон» (РП №148, РП №15,25), РП

первой ступени РН «Днепр» (РС-20) и «Зенит» (РП №210), расположенных, соответственно, в центральном и северном регионах Казахстана.

Основной причиной выбора данных объектов для исследования были различия в уровне техногенной нагрузки от РКД и географическом положении. Среди трех рассматриваемых РП ОЧ РН наибольшую техногенную нагрузку от пусков РН принимает РП №15,25.

РП №148, РП №15,25находятся на участке территории
Улытауского района Карагандинской области, в полупустынной природной зоне, с засушливым климатом (среднегодовое количество осадков около 180 мм) и активной ветровой деятельностью (среднегодовая скорость ветра 4,2-4,6 м/с). Эти факторы способствуют миграции КРТ в местных ландшафтах.

Геолого-морфологическое строение почвенного покрова в РП №148 и РП №15,25, обуславливает неустойчивость почв к загрязнению КРТ и продуктами их распада. Почвенный покров РП №148 в северной и северо-восточной части контура эллипса представлен малоразвитыми щебнистыми солонцеватыми почвами на глинисто-песчаных почвообразующих отложениях олигоцена. В юго-западной части контура РП почвы бурые, буро-серые малоразвитые щебнистые солонцеватые, на глинисто-песчанистых почвообразующих отложениях миоцена. Гумусированность почв очень слабая и не превышает 0,6-0,8%. Для РП №15,25, характерны различные виды бурых пустынных почв, содержание гумуса колеблется в более широких пределах - от 0,6 до 2,0%.

РП №210 занимает участок территории Акмолинской области, расположенный в Аккольском и Енбекшильдерском районах. Территория РП №210

находится в степной природной зоне с умеренно влажным климатом залесённых мелкосопочников. Среднегодовое количество осадков здесь составляет около 300-350 мм/год, среднегодовая скорость ветра - 5 м/с. Увлажненность РП создает благоприятные условия для накопления и трансформации КРТ в почве, растительности, водных объектах. Одновременно, усиленный ветровой режим является фактором аэрогенного переноса техногенных загрязнений.

Ландшафт РП №210 представляет собой холмисто-грядовую равнину (северная часть Казахского мелкосопочника), слабо расчлененную неглубокими долинами рек. К зональным типам почв относятся южные черноземы, темно-каштановые и каштановые почвы. Кроме того, представлены болотно-луговые почвы, солончаки, солонцы и солоди. На склонах гряд и холмов распространены щебеночно-суглинистые и щебеночно-супесчаные, супесчаные грунты, неустойчивые к воздействию ОЧ РН. В понижениях местности преобладают глинистые и суглинистые грунты, которые так же неустойчивы к воздействию ОЧ РН.

Несмотря на различия в природных условиях, все три РП ОЧ РН объединяет неустойчивость почво-грунтов к воздействию ОЧ РН. Этот факт был взят за основу при определении для апробации в этих районах критериев экологической устойчивости почв, перечень которых представлен на рисунке 2 и в таблице 1.

К рассмотрению приняты процессы химической, физической и биологической деградации почв под воздействием РКД.

В качестве показателей физической деградации почв использованы такие морфологические характеристики, как механический состав, влажность, цвет, мощность почвенных горизонтов, включая степень турбированности

гумусового горизонта. Для химической деградации почв использованы показатели щелочно-кислотных характеристик почвы (pH-Eh), буферности почвы, содержания в почве общего азота, общего углерода, общего содержания солей, содержания в почве НДМГ, НДМА, ТМТ и других устойчивых продуктов трансформации НДМГ, содержания иона аммония, нитрат-

Таблица 1 – Перечень критериев экологической устойчивости почв в РП № 148, РП №15,25, РП №210

Наименование критерия	Используемые показатели	Критические уровни
1	2	3
1. Частота падений ОЧ РН за весь период РКД на территории РП ОЧ РН	- отношение числа падений за весь период эксплуатации к единице площади, равной 25 км^2	критические уровни не определены
2. Периодичность, интенсивность падения ОЧ РН и виды техногенных загрязнений	- количество падений за весь период - количество падений за каждый год - виды загрязнений от РН (металл, гептил, керосин)	-“-
3.Населенность РП ОЧ РН и сопредельной территории	- численность населения - плотность населения - расселение населения	-“-
4. Использование земель в народном хозяйстве	- общая площадь земель РП - площадь сельскохозяйственных земель РП - общая площадь земель РП и сопредельной территории - площадь сельскохозяйственных земель РП и сопредельной территории - общая площадь земель в области/площадь сельскохозяйственных земель в области	-“-

1	2	3
5 Степень крепости почво-грунтов	- разновидности горных пород в РП - коэффициент крепости почвогрунтов М.М.Протодьяконова (КК) - категории и степень крепости пород	Высоко устойчивые 20-8 КК Устойчивые 6-1,5 КК Неустойчивые 1-0,3 КК
6. Устойчивость почве к НДМГ	- высокая -средняя -низкая	критические уровни не определены
7. Трансформационные условия КРТ в почвах	- гумус - pH-Eh - сорбционные свойства почв	критические уровни не определены
8. Гидрогеологические условия	- показатели типов подземных вод - показатели глубинных геологических разломов	-“-
9. Химическая деградация почвы	- значении pH, содержание нитратов в поверхностном слое почвы (фактические) - значения концентрации нитратов в поверхностном слое почвы (фактические) - ПДК нитратов в поверхностном слое почвы (фактическая) отношение фактического значения pH к фоновому значению	*изменение pH почвенной среды % от среднего показателя* очень слабое <10; слабое 10-15; среднее 16-20 повышенное 21-25 высокое >25 *ПДК нитраты, по*

		NO_3, мг/кг, >130

1	2	3
10. Химическое загрязнение почв тяжелыми металлами	- фоновые значения Cu, Pb, Zn - фактические значения Cu, Pb, Zn в поверхностном слое почвы - отклонения Cu, Pb, Zn от фонового значения индекс химического загрязнения почв Zc	*химическое загрязнение почвы* допустимая опасность загрязнения (Zc)<16; умеренно опасная 16-32; опасная 32-128; чрезвычайно опасная >128
11. Ландшафтно-фитологические условия региона и присутствие НДМГ в почве (комплекс)	- ландшафтно-фитологические показатели - показатель степени восприимчивости растительных сообществ к химическому загрязнению КОМПОНЕНТЫ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА - показатель кратности ПДУ содержания НДМГ в верхних слоях почвы	критические уровни не определены
12. Экологическая безопасность плодородия земель (комплекс)	- балл бонитета почв - уровень экологической безопасности плодородия земель показатель кратности по ПДУ содержания НДМГ	*по баллу бонитета* 31-50 высокая 16-30 средняя 0-15 низкая

	в верхних слоях почвы	

и нитрит- ионов. Для биологической деградации почв в качестве характеристик представлены снижение уровня активной биомассы почвенных микроорганизмов в слое 0-20 см; видовой состав микробного сообщества и его изменение; фитотоксичность и генотоксичность почвы.

Для апробации критериев основным источником исходных данных

явились результаты полевых работ по экологическому мониторингу на местах падения ОЧ РН, а также площадные и локальные эколого-геохимические исследования.

В качестве дополнительных источников информации рассматривались материалы Агентства РК по статистике, научные публикации.

После отбора критериев, изучена изменчивость их характеристик и показателей. Выявленные интервалы изменчивости разделены по трем основным уровням экологической устойчивости (низкий, средний, высокий, или критический). Для пяти из одиннадцати показателей определены критические уровни.

Сравнительный анализ границ вариабельности показал, что наибольшей изменчивости подвержены критерии экологической устойчивости почв РП №15,25, территория которого наиболее интенсивно подвергается воздействию РКД (таблица 2).

К примеру, показатель интенсивности техногенного воздействия на РП №15,25, изменяется в пределах 0 - 29 падений на 25 км^2. Для РП №210 границы тех же показателей составляют 0 - 3 падений на 25 км^2.

Для почвенного покрова РП №15,25, также отмечена самая высокая из трех исследуемых территорий вариабельность показателя крепости почво-грунтов (0,5-6 КК), характеристик химического загрязнения нитрат-

ионами (1,4-50 ПДК) и показателя отклонения pH от фоновых значений (0,5- 4,2).

Таблица 2 – Показатели вариабельности критериев экологической устойчивости почв в РП № 148, РП №15, 25, РП №210

Наименование критерия	Пределы вариабельности
1.Частота падений ОЧ РН за весь период РКД на территории РП ОЧ РН	Ю-2 0-3 падений на 25 км^2; Ю-9 0-6 падений на 25 км^2; Ю-24 0-29 падений на 25 км^2
2. Степень крепости почвогрунтов	Ю-2 и Ю-9 0,5-1,0 КК Ю-24 0,5 – 6 КК
3. Устойчивость почв к НДМГ	все зоны - от слабого до высокого уровня устойчивости
4. Уровень трансформационных условий КРТ в почвах	Ю-2 низкий – средний – высокий уровни устойчивости; Ю-9 низкий – средний – высокий уровни устойчивости; Ю-24 низкий - высокий уровни устойчивости
5. Гидрогеологические условия	уровни не определены
6. Химическая деградация почвы	*Кратность ПДК содержания нитратов в поверхностном слое почвы* Ю-2 1,06 – 1,9; Ю-9 1 – 13,1; Ю-24 1,4 - 50 *Отклонение pH от фоновых значений* Ю-2 0,15 – 0,8; Ю-9 0,43 – 3,84; Ю-24 0,5 – 4,2
7. Ландшафтно-фитоэкологические условия региона и присутствие НДМГ в почве	*Концентрация НДМГ в поверхностном слое почвы, кратно ПДК* Ю-2 2,5 – 6,5; Ю-9 1,5 – 3,5; Ю-24 19 - 1098
8. Экологическая безопасность	*Балл бонитета*

плодородия земель	Ю-2 0 - 30; Ю-9 0 - 50; Ю-24 0 - 30

Результаты исследований вариабельности критериев экологической устойчивости стали основой для зонирования территорий РП ОЧ РН по показателям:

1) частота падений ОЧ РН за весь период РКД на территории РП ОЧ РН;
2) степень крепости почвогрунтов;
3) устойчивость почв к НДМГ;
4) уровень трансформационных условий КРТ в почвах;
5) гидрогеологические условия;
6) химическая деградация почвы;
7) ландшафтно-фитологические условия региона и присутствие НДМГ в почве;
8) экологическая безопасность плодородия земель;
9) использование земель в народном хозяйстве.

Показатель частоты падений ОЧ РН получен путем отнесения общего за весь период эксплуатации числа падений к единице площади, равной 25 км^2. Максимальные показатели частоты падений ОЧ РН приходятся на центральную часть исследуемых территорий, и достигают максимального значения в РП №25,15 (рисунок 3). Для сравнения, в РП №148 максимальная частота падений составляет 3 падения на25 км^2, в РП №210 этот показатель доходит до 6 падений на 25 км^2 (рисунок 4).

Показатель крепости почво-грунтов характеризует относительную сопротивляемость породы к разрушению при механическом воздействии. По шкале М.М.Протодьяконова, значения показателя КК>1 отнесены к устойчивым и высокоустойчивым почво-грунтам (щебень, сланец, железные руды, гранит и т.п.) [37].

В результате зонирования территорий всех трех РП по этому показателю, стал очевидным тот факт, что зоны с

высокой восприимчивостью к механическому воздействию (КК = 0,5 - 1,0) приходятся на земельные участки, чаще всего подвергаемых падению ОЧ РН. Особого внимания заслуживает картина, наблюдаемая в РП №25,15 (рисунок 5). Здесь зоны с низкими показателями крепости почво-грунтов (КК = 0,5) и высокими показателями технической нагрузки, приходятся преимущественно на русла пересыхающих рек. Это позволяет предположить возможность проникновения химического загрязнения КРТ в водные объекты, почвенные горизонты и растительный покров.

Методология классификации исследуемых территорий РП по геоморфологическим и геохимическим свойствам почвенного покрова, предложенная сотрудниками МГУ им. М.В.Ломоносова и КазНУ им. аль-Фараби, привлечена для зонирования РП по показателям устойчивости к НДМГ и трансформационных условий для КРТ [21, 38, 39].

Результаты зонирования приводят к общему выводу о высоком потенциале почвенного покрова к накоплению НДМГ и к химической трансформации КРТ, на подавляющей части исследуемых территорий РП ОЧ РН.

Устойчивость почв к НДМГ или способность почвы к накоплению НДМГ, определяется на основе анализа геоморфологических свойств почвенного покрова. Зонирование РП ОЧ РН по этому показателю привело к однозначному выводу о высокой восприимчивости к НДМГ почв на подавляющей части исследуемых территорий. К примеру, примерно 90 % территории РП №15,25 занимают бурые пустынно-степные, бурые пустынно-степные солонцеватые и автоморфные солонцы, характеризуемые слабой устойчивостью к НДМГ (рисунок 6).

Гидроморфным солонцам и солончакам, занимающим около 3% исследуемого РП, соответствует средняя степень устойчивости к НДМГ. Луговые и лугово-болотные почвы обладающие хорошей устойчивостью к НДМГ, занимают около 1% РП №15,25 и приходятся на территории, наименее интенсивно используемые под падения ОЧ РН.

Показатели уровня трансформационных условий КРТ в почвах исследуемых РП разбиты по трем уровням – высокий, умеренный и низкий, в зависимости от геохимических условий. С учетом этой шкалы, практически вся территория РП почвенного покрова к накоплению НДМГ и к химической трансформации КРТ, на подавляющей части исследуемых территорий РП ОЧ РН.

Около 1% исследуемой территории занимают солончаки, отнесенные к почвам с низким уровнем трансформационных условий для КРТ [33].

Почвенный покров РП №148, покрывающий примерно 90% территории, обладает высоким потенциалом к трансформации КРТ (рисунок 7). В эту группу объединены аллювиально-луговые, болотные, бурые почвы и лугово-пустынные-степные солонцы. К группе почв со способностью трансформации отнесены луговые солонцы. Они занимают около 1% территории РП. Примерно 10% исследуемой территории представлена солончаками, создающими неблагоприятные условия для трансформации КРТ. В отличие от предыдущих двух РП ОЧ РН, большая часть РП №210 (около 80% от общей площади) занята почвами со средним уровнем трансформационных условий для КРТ (рисунок 8).

К этой группе почв отнесены лугово-черноземные, солонцы, степные, темно-каштановые и темно-каштановые солонцовые почвы. Примерно на 15% территории РП

находятся почвы с низким уровнем трансформационных условий (солончаки типичные и черноземы южные неполноразвитые и малоразвитые). Небольшая часть территории РП (около 5%) приходится на почвы с высоким уровнем трансформационных условий (лугово-каштановые, лугово-болотные почвы и солонцы луговые) [34].

Показатель гидрогеологических условий включает в себя комплекс характеристик подземных вод и глубинных геологических разломов. Зонирование по этому показателю проведено на основе материалов по итогам комплексных исследований, приведенных в экологических паспортах исследуемых РП ОЧ РН [35, 38]. Территории РП разбиты на зоны с трещинными подземными водами в нижнепалеозойских отложениях, в протерозойских и интрузивных породах, и с трещинно-пластовыми водами в каменноугольных отложениях. Гидрогеологические условия во всех трех РП ОЧ РН оцениваются как чрезвычайно благоприятные для проникновения НДМГ и продуктов его трансформации на большие глубины и их циркуляции в глубинных слоях подземных вод.

Химическая деградация почвы. Разбивка этого показателя по уровням экологической устойчивости проведена с учетом того, что щелочно-кислотная характеристика почвы на уровне pH=8 и выше является показателем щелочной среды и одновременно индикатором усиления трансформации НДМГ в почве. В среде, приближенной к слабощелочному и нейтральному уровню (pH 7,2–5,6), происходят процессы накопления НДМГ и перемещения его в почвенных слоях. Значения pH и показатели концентрации нитратов в поверхностном слое разных видов почв были взяты из экологических паспортов исследуемых РП и результатов экспедиционных обследований. Определение показателя кратности

содержания нитратов в поверхностном слое почвы основано на ПДК содержания нитратов в почве, обозначенном в гигиенических нормативах, принятых к использованию на территории РК.

В РП №15,25 выделены зоны с щелочной средой (pH выше 8,0) в солонцах бурых и бурых почвах. На участках, наиболее интенсивно подвергаемых падению ОЧ РН отклонения pH от своих фоновых значений в пределах от -1,11 до -3,67 сопровождаются превышением в 1,4 – 22,5 ПДК нитратов в поверхностном слое почвы.

Для РП №148 характерны высокие (до 1,9) превышения ПДК нитратов в поверхностном слое почвы, и одновременно отрицательные отклонения pH (до - 0,81) от фонового значения, равного 8,0.

На территории РП № 210 также выделены зоны химического загрязнения солонцов, черноземов и темно-каштановых почв с щелочной фоновой pH-средой. Также как и в предыдущих двух случаях, отрицательные отклонения pH от своих фоновых значений (до -2,74) наблюдаются параллельно с повышенным (до 1,8 ПДК) содержанием нитратов. Наглядным примером такой зависимости служит точка 8 на карте (рисунок 9). Здесь, в степных солонцах установлено 13,1 ПДК нитратов и отклонение от фоновых значений pH равное -1,57. В темнокаштановых почвах (точка 19) и солонцах (точка 13) с кратностью ПДК нитратов 1,1 и 1,36, соответственно, отклонения pH от фона составили -3,32 и -3,84, соответственно.

Таким образом, зонирование РП ОЧ РН по показателю химической деградации позволило установить общую для всех трех РП закономерность. Нитратное загрязнение в перечисленных выше видах почв создает благоприятные условия для окислительного выщелачивания КРТ.

Показатель ландшафтно-фитологических условий региона и присутствия НДМГ в почве представлен комплексом показателей кратности ПДК НДМГ в почве и восприимчивости растительных сообществ к техногенному химическому загрязнению.

Шкала степени восприимчивости растительных сообществ к НДМГ и комплексных ландшафтно-фитоэкологических показателей разработана на основе выводов, сделанных в ходе выполнения комплексных экспедиций в РП ОЧ РН [40, 41]. Во всех трех исследуемых РП места химического загрязнения почв НДМГ находятся в зонах с растительностью, обладающей высокой и средней восприимчивостью к НДМГ (рисунок 10). Кратность ПДК НДМГ в почвах РП № 25,15 варьирует от 19 до 1098 раз, в РП № 148 – от 2,5 до 6,5 раз, а в РП №210 - от 1,5 до 3,5 раз. Столь высокие показатели токсического загрязнения почвы в обследованных РП могут стать индикатором активных процессов миграции и трансформации КРТ в растениях.

Экологическая безопасность плодородия земель. Зонирование РП ОЧ РН по этому критерию предполагает использование показателя плодородия почв по баллу бонитета, разбитого по градациям, в сопровождении с указанием на место расположения падений ОЧ РН.

В РП №25,15 и РП №148 местам падения ОЧ РН соответствуют низкие характеристики плодородия почв, оцененные в 15 баллов бонитета.

В РП №210 места падения ОЧ РН приходятся на более плодородные почвы, в пределах 16-30 баллов бонитета. Отдельно следует отметить наличие в РП №210 каштановых и черноземных почв, балл бонитета которых определен в 43-50. На момент исследования участки РП с этими почвами не попали под воздействие РКД.

Таким образом, установлено, что для малопродуктивных почв РП №25,15, РП №148 и для средне- и высокоплодородных почв РП №210 существует потенциальная угроза снижения или утраты плодородных свойств почв из-за химического и физического воздействия при падении ОЧ РН.

Использование земель в народном хозяйстве. Этот критерий служит для логического продолжения выводов о возможности ухудшения качественных характеристик почвы из-за воздействия РКД. Теперь, будет изучен вопрос о воздействии на почвы, а также на природные комплексы РП ОЧ РН сельскохозяйственной отрасли – единственного возможного здесь вида антропогенной деятельности [42].

С привлечением материалов Национального атласа Республики Казахстан, установлено, что для производства сельскохозяйственной продукции используется:

– 17% от общей площади РП №210;
– 0,021% от общей площади РП №25,15;
– 0,0002% от общей площади РП №148.

При этом, в наиболее востребованном в народном хозяйстве РП №210, на плодородных почвах выращивают зерновые растительные культуры. А в двух других РП земельные угодья используются в качестве пастбищ и для сенокоса.

В качестве негативных последствий воздействия на почвы сельскохозяйственной деятельности, можно выделить два аспекта. Первый заключается в изменении плодородных свойств почв, вызванной интенсивным земледелием в РП №210 и вытаптыванием земельных участков в результате выпаса скота – в РП №25,15 и РП №148.

Второй, не менее важный аспект связан с тем, что сельскохозяйственная продукция, полученная в результате обработки земельных участков, зараженных КРТ, несет с

собой реальную угрозу передачи высокотоксичных КРТ по пищевой цепочке животным и человеку.

Таким образом, зонирование территорий РП первой ступени РН по критериям экологической устойчивости предоставило возможность не только сделать оценку состояния почвенного покрова, но и установить ряд закономерностей, возникающих при взаимодействии различных параметров окружающей среды.

1) Установлено, что при воздействии РКД на экосистемы РП №25,15, РП №148, и РП №210, природные условия являются вспомогательным фактором химической, механической и биологической деградации почв. В частности:

– низкие показатели крепости почвогрунтов, демонстрирующие неустойчивость почвы к механическому воздействию, соответствуют участкам, наиболее интенсивно подвергаемым падению ОЧ РН;

– геоморфологические свойства почв подавляющей части территории исследуемых зон падения ОЧ РН обуславливают их высокую восприимчивость к НДМГ и способствуют процессам химических трансформаций НДМГ;

– гидрогеологические условия во всех трех зонах падения оцениваются как чрезвычайно благоприятные для проникновения НДМГ и продуктов его трансформации на большие глубины и их циркуляции в глубинных слоях подземных вод;

– ландшафты и местные разновидности растительных сообществ во всех трех РП ОЧ РН обладают высокой и средней восприимчивостью к НДМГ;

– наиболее интенсивно НДМГ поглощается растениями из семейств сложноцветных и маревых, а также злаками с анионогенной биохимической специализацией, накапливающих в своих органах

химические соединения, подвижные в щелочных условиях выявлена зависимость между превышением ПДК нитрат-ионов и превращением изначально щелочной среды в слабощелочную, практически во всех участках РП с химическим загрязнением почвы.

2) Сделаны выводы об угрозе снижения плодородия почв в РП ОЧ РН под воздействием сельскохозяйственной деятельности и ухудшении качества сельскохозяйственной продукции.

Подводя итоги апробации СКЭУ, упомянуто, что наибольшей изменчивости подвержены параметры состояния окружающей среды в РП №15,25 подвергаемого интенсивному воздействию РКД на протяжении многих лет. Сделан общий вывод об экологической неустойчивости почв всех трех рассмотренных РП ОЧ РН к воздействию РКД.

Выводы о неустойчивости природных систем и критических пределах экологической устойчивости к воздействию РКД, сделанные в 2008 г., в дальнейшем были конкретизированы с привлечением более подробных данных о состоянии экосистем и технических параметрах ОЧ РН. В последующие годы к экологической оценке были подключены современные методологии экологического нормирования, включая метод балльной оценки.

Оценка экологического риска РКД в РП №320

Объектом исследования, проведенного в 2010 г., стал РП второй ступени РН «Протон-М», расположенный в Курчумском районе Восточно-Казахстанской области, используемый для разовых пусков РН. Необходимость экологической оценки на территории РП обусловлена особым общественным резонансом, возникшим по поводу высокого риска токсического воздействия КРТ на уникальный природный комплекс, расположенный на территории РП [43, 44].

В соответствии с физико-географическим районированием РП № 320 и прилегающие к нему территории находятся в пустынной зоне, подзоне северных пустынь на бурых почвах. РП расположен в Зайсанской котловине, которая является в своем роде уникальным природным комплексом, сочетающим в себе высокое биологическое и геологическое разнообразие. Немаловажен и ресурсный потенциал данной территории, акватории самого озера, р.Иртыш и их прибрежной зоны.

Экологическая ситуация в РП № 320 рассмотрена в контексте способности экосистем сохранять и восстанавливать естественное состояние под внешним (физическим, химическим, биологическим) воздействием. Блок исходных данных об объектах окружающей среды формировался с учетом непродолжительного характера воздействия РКД в РП №320, что предполагает сохранение природой экологической устойчивости к факторам РКД.

Для проведения исследования использован полуколичественный подход, подразумевающий бальную экологическую оценку. Порядок анализа экологического риска от РКД в РП №320, построенный в соответствии с международным стандартом ISO 17776, включал три этапа:

1) определение опасных производственных

процессов;

2) оценка риска;

3) разработка предложений по устранению или уменьшению степени риска.

При выполнении первого этапа исследования, на основе имеющихся данных об РП № 320 проведен анализ источника риска, определены факторы риска, изучены особенности конкретной экологической обстановки, и обозначены механизмы взаимодействия факторов техногенного воздействия и структурных элементов окружающей природной среды.

К специфическим воздействиям РКД на объекты окружающей среды в РП второй ступени РН отнесены:

– химическое загрязнение остатками КРТ, продуктами их трансформации;

– механическое загрязнение металлическими фрагментами ОЧ РН;

– дорожная дигрессия из-за использования транспортных и технических средств технического обслуживания и экологических обследований РП и сопредельной территории.

При определении факторов риска в РП № 320 выделены ключевые техногенные и антропогенные факторы, представленные в таблице 3.

Обязательным элементом второго этапа исследовательской работы – оценки риска, стал анализ потенциальной экологической устойчивости в РП № 320 на основе имеющихся полевых и экспериментальных материалы. Полевые данные были получены в ходе выполнения маршрутных и локальных почвенно-ботанических, гидрологических и зоологических экспедиционных исследований.

Таблица 3 – Негативное техногенное воздействие на территорию РП № 320

Факторы воздействия	Результаты воздействия						
	загрязнение атмосферы	изменение погоды	акустические шумы	истощение и загрязнение вод, нарушение водного режима	деградация и истощение почв	деградация и истощение биоты	комплексное нарушение земель и разрушение локальных геосистем
Антропогенная деятельность							
Выпас скота					+	+	
Транспорт	+			+	+	+	+
Космическая деятельность							
Разрушение и последующее падение фрагментов отработавших вторых ступеней РКН	+	+	+	+	+	+	+
Выезды в РП для вывоза фрагментов ОЧ РН и экологических обследований	+		+		+		

Методологической основой для проведения экспедиционных обследований РП послужил экосистемный подход, позволяющий всесторонне подойти к оценке состояния растительности, почвы, водных объектов и животного мира, выявить связи компонентов природной среды.

Для получения детального представления о состоянии экосистемы РП № 320, результаты полевых и камеральных работ были систематизированы и подвергнуты многокритериальному анализу. По совокупности имеющихся биогенных, абиогенных и антропогенных характеристик, было выбрано 16 оценочных критериев экологической устойчивости состояния элементов структуры экосистемы (воздух, ландшафт, вода, почва, флора, фауна) РП № 320 (рисунок 11).

Выполненное с привлечением ГИС-технологий и космоснимков, зонирование РП по выбранным критериям позволило выявить целый ряд закономерностей территориального распределения показателей состояния окружающей среды и характеристик техногенного воздействия.

Зонирование по климатическим показателям и характеристикам позволило выявить признаки, типичные для ненарушенной экосистемы: высокие контрасты температуры воздуха, распределение типов атмосферной циркуляции в разные сезоны года. Слабая ветровая деятельность, невысокая влажность воздуха, небольшие запасы снега – эти и другие особенности исследуемой территории были отнесены к факторам, тормозящим химическую трансформацию и перенос загрязнения за пределы территории. Установлено также, что РП находится в зоне с повышенным количеством дней с грозами и туманами – атмосферными явлениями, обладающими различными свойствами, с точки зрения устойчивости атмосферы к

химическому загрязнению (рисунки 12, 13). Грозы способствуют самоочищению атмосферы, путем ускоренного окисления продуктов техногенеза и последующего вымывания их дождем. Благодаря туманам, при устойчивой стратификации атмосферы и в течение продолжительного времени (до нескольких часов), образуются и распространяются атмосферные аэрозоли с продуктами трансформации загрязнителей.

Ландшафты. Исследуемая территория РП № 320, которая находится в зоне низкогорных пустынных ландшафтов, характеризуется грунтами с повышенной испаряемостью и водопроницаемостью, и как следствие, - со слабой устойчивостью к механическому воздействию. Согласно шкале коэффициентов крепости (КК) почво-грунтов М.М. Протодьяконова, примерно 80% исследуемой территории занимают глинистые и солончаковые грунты, которым соответствует значение КК=1. Такими же свойствами обладают щебнисто-суглинистые и щебеночно-супесчаные грунты, расположенные на северо-востоке исследуемой территории. Более низкие показатели КК=0,6 определены для торфяных грунтов, занимающие около 3% исследуемой территории, на юго-западной периферии РП № 320, недалеко от побережья оз. Зайсан. Минимальные значения КК=0,5 соответствует песчаным грунтам, расположенным на юго-восточной части РП № 320 и занимающим около 15% его территории. Было отмечено, что в зонах с наибольшими показателями техногенной нагрузки РКД, почвы обладают высокой степенью устойчивости к химическому загрязнению, а почво-грунты, напротив, характеризуются низкой сопротивляемостью к механическим нагрузкам (рисунок 14).

Почвы. РП № 320 принадлежит к почвенной провинции Зайсанской межгорной впадины, к пустынному полынно-

солянковому поясу на бурых почвах. Территория РП разбита на зоны с точки зрения разновидностей почв.

Порядка 70% территории РП отнесены к бурым пустынным почвам. Они достаточно равномерно распределены по всей территории РП. Бурые пустынно-степные и бурые малоразвитые почвы на элювии и элюво-делювии коренных пород по щелочно-кислотным и окислительно-восстановительным условиям благоприятны для окисления и миграции КРТ с поверхностным и внутрипочвенным стоком. Около 10% территории занимают солонцы, большей частью расположенные на западе и юге РП. Рядом с солонцами встречаются пестроцветные третичные глины, занимающие в общей сложности не более 5% от общей площади РП. Солончаки занимают сравнительно небольшие участки в центральной и восточной части РП № 320 (примерно 5%).

На пенепленизированных равнинах, сложенных водоупорными глинами и суглинками с бурыми сильно солонцеватыми почвами, солонцами и солончаками, созданы условия для накопления КРТ в верхних горизонтах почв и его миграции с поверхностным стоком в долины рек, лога, местные депрессии, которые являются приемниками КРТ.

Светло-каштановые почвы встречаются на двух небольших участках, расположенных на севере РП. На восточной, обводненной части исследуемой территории, в долинах рек расположены луговые почвы и галечник. Такыр приурочен к небольшому участку слабоволнистой пологой щебнисто-глинистой равнины в центральной части РП. Каждый из перечисленных видов почв занимает около 3-5% от общей площади исследуемой территории. В подчиненных почвах с переменным окислительно-восстановительным режимом (полугидроморфные и гидроморфные солонцы, луговые и обыкновенные солончаки, лугово-болотные и

аллювиально-луговые почвы) КРТ, как правило, сохраняется на продолжительное время.

Имеющиеся данные о водно-физических и морфологических свойствах почв РП № 320, позволяет лишь сделать предположение о том, что большая часть разнообразного почвенного покрова обладает способностью к поглощению КРТ, их дальнейшей трансформации и миграции, т.е. являются устойчивыми к химическому загрязнению. Показатели биологических свойств почвыне обнаруживают признаков деградации почвенных микроорганизмов и фитотоксичности поверхностной почвы из-за воздействия КРТ. Разнообразие почвенной микрофлоры РП № 320 отражает естественные особенности состояния почв, соответствующие сезону и району обследования.

Водные объекты, расположенные на сопредельной территории с РП, имеют сточные и проточные условия водообмена, характеризуются естественным уровнем минерализации, в пределах ПДКх.п., уровень pH находится в пределах 6,5-8,5 ед. (нейтральная и слабощелочная среда). Щелочная среда в поверхностных водах будет способствовать интенсивному окислению КРТ. Интенсивный водообмен, устойчивый химический состав и сравнительно низкая минерализация природных вод – эти свойства способствуют миграции КРТ в воде и в то же время, свидетельствуют о природной ненарушенности исследуемых водных объектов, а значит, и о потенциальной возможности их самоочищения.

Растительность. Принадлежность РП № 320 и прилегающий территории пустынно-степной природной зоне с низкой обводненностью, чередующиеся понижениями с временными водоемами или постоянными водотоками, определяет мозаичность характера растительности. Из существующего перечня видов растительности РП № 320,

отдельно выделены зоны с видами растений, с точки зрения их потенциальных возможностей к поглощению НДМГ, в зависимости от биохимических свойств. Так, растения из семейств сложноцветных, приуроченных к солонцово-солончаковым ландшафтам РП, а также маревые и злаки, при наличии химического загрязнителя, могут формировать аномалии содержания НДМГ. Щелочная, нередко содовая, среда в солонцах и солончаках способствует увеличению подвижности НДМГ и образованию растворимых соединений, которые поглощаются растительностью. На территории выявлены зоны с присутствием в растительном покрове полыни (сложноцветные) и чий (злаки).

По результатам полевых обследований были сделаны выводы о соответствии видового разнообразия растительного покрова РП № 320 естественному фону. Несмотря на значительный охват территории РП полевыми исследованиями, химическое воздействие КРТ на виды-индикаторы растительного покрова не было обнаружено, даже в местах падения фрагментов ОЧ РН «Протон-М».

Таким образом, естественное и ненарушенное состояние фитоценозов РП позволяет сделать предположение об их высоком восстановительном и защитном потенциале и природных способностях растительности к самоочищению от продуктов загрязнения, включая КРТ.

Животный мир РП № 320 характеризуется богатым видовым разнообразием, что также является признаком биологической устойчивости экосистемы к негативному техногенному воздействию.

Зонирование по фактору фоновой техногенной нагруженности было проведено на основе количественных и качественных показателей использования исследуемой территории в сельском хозяйстве, и техногенной нагрузки от автотранспорта (рисунок 15).

Около 6% от общей территории РП выделено под земельные угодья, используемые в качестве пастбищ. В связи с малой продуктивностью, вызванной расположением в засушливой пустынной зоне, эти земельные участки используют для выпаса скота только в осенне-зимний период.

Сеть автомобильных дорог занимает менее 1% от общей площади РП. В первую очередь, рассматривается антропогенное воздействие от автомобильных перевозок, совершаемых с различными целями местным населением, включая владельцев земельных участков на исследуемой территории и жителей соседних населенных пунктов. Второй и немаловажный фактор воздействия автотранспорта вызван работами, связанными с экологическим сопровождением пусков РН с космодрома «Байконур».

Таким образом, только 7% территории РП № 320 находится под антропогенным воздействием. При этом степень нарушенности экосистем из-за пастбищно-отгонной деятельности может быть оценена как незначительная. Передвижения автотранспортной техники могут привести к серьезному нарушению рельефа и почвенно-растительного покрова. Поэтому автотранспорт был выделен в качестве ключевого фактора риска антропогенной деятельности на исследуемой территории.

Зонирование по критериям техногенного воздействия РКД на территорию РП №320, было выполнено на основе таких показателей механического воздействия РКД, как территориальное распределение количества падений фрагментов второй ступени РН и автомобильных трасс.

За время эксплуатации РП № 320, в базе данных ДГП «Инфракос-Экос» зарегистрировано обнаружение около 150 фрагментов второй ступени РН.

Учитывая данную статистику, исследуемая территория была поделена на несколько зон, в зависимости от количества

падений и процентной доли, занимаемой каждой выделенной зоной в общей площади РП.

Территория с наибольшим количеством падений (20-25) находится под трассой полета. Эта зона вытянута вдоль большой оси через центр РП и занимает примерно 40% от его общей площади. Максимальное число падений фрагментов приходится на географический центр РП и составляет 25. Территория с числом падений фрагментов РН в пределах 5-10 занимает около 20% территории РП. Она включает в себя отдельные участки территории, расположенные на западной, южной и восточной периферии РП. На оставшуюся часть территории РП приходится зона с небольшим количеством падений фрагментов (1-5). Эта зона также состоит из отдельных участков, расположенных большей частью на северо-востоке и востоке территории РП.

Отдельно выделены зоны техногенного воздействия РКД, расположенные к западу и востоку от внешних границ РП № 320, на прилегающей территории. Наиболее загруженными являются западные участки (показатели числа падений варьируют от 2 до 20). Восточные участки территории, на которые падают фрагменты, отмечены в долине р. Калжыр - до 7-ми фрагментов. Оценочные показатели разлета падающих фрагментов к западу от границ РП № 320 составляют в среднем 10 км, к востоку – около 30 км.

Отметим, что глинистые, солончаковые и песчаные грунты, на которые большей частью

приходится механическая нагрузка от падения фрагментов РН «Протон-М», характеризуются небольшой крепостью почв-грунтов (от 1 до 0,5 КК).

Учитывая локальный характер механического воздействия фрагментов второй ступени РН «Протон-М», следует подчеркнуть, что площадь воздействия ОЧ (около 150 м^2) ничтожно мала в соотношении с площадью

имеющихся автодорог (4,76 км^2). Кроме того, несравнимо большую степень механического воздействия имеет тяжелый транспорт, применяемый для проведения экологических и поисковых работ.

Зонирование территории РП №320 показало, что наибольшее количество падений фрагментов, равное 108, приходится на пустынные почвы, геохимические свойства которых способствуют окислению и миграции КРТ. На солонцы, которые обладают способностью накапливать КРТ в верхних почвенных горизонтах и в дальнейшем обеспечивать миграцию загрязнений приходится всего 20 падений.

Таким образом, наибольшие показатели техногенной нагрузки РКД на почвы с потенциальными возможностями к самоочищению от химического загрязнения. В итоге, в качестве основного фактора экологического риска РКД в РП № 320, учитывая низкую сопротивляемость почво-грунтов РП к механическим нагрузкам, было обозначено механическое воздействие от автотранспорта и падений фрагментов РН.

В ходе выполнения зонирования РП № 320, в качестве наиболее чувствительных к воздействию РКД параметров функционирования окружающей среды РП №320, были выделены:

– климатические характеристики;
– показатель крепости почво-грунтов;
– параметры водной среды по pH;
– геоморфологические, водно-физические и геохимические свойства почвы;
– анатомические, цитогенетические и гистологические показатели состояния живых организмов.

С целью уточнения выводов, сделанных при зонировании РП №320, а также для изучения вариабельности показателей и характеристик, выявления их пороговых и

критических величин, было проведен этап ранжирования критериев экологической устойчивости. Для этого оценочные параметры были распределены по 4 уровням:

– низкий (плохие условия, идет деградация биогеоценоза - 1 балл);

– средний (неудовлетворительные условия, техногенное воздействие на окружающую среду (ОС) нарушает ее устойчивость, появляются признаки деградации биогеоценоза - 2 балла);

– высокий (удовлетворительные условия, состояние нормы, техногенное воздействие на ОС не превышает допустимых нагрузок - 3 балла);

– очень высокий (условия экологического благополучия, налицо признаки ненарушенности экосистемы - 4 балла).

Основой для ранжирования послужили результаты зонирования территории РП №320, а также гигиенические и экологические нормативные документы и публикации [19, 21, 22, 24, 43, 44].

Атмосфера и климат. Изучение состояния атмосферы на предмет превышения ее естественных возможностей к самоочищению от химического загрязнения, на примере РП №320 возможно с привлечением результатов экспедиционных обследований, а именно, показателей химического загрязнения атмосферных осадков и метеорологических параметров (таблицы 4, 5, 6). Ряд климатических факторов исследован с привлечением справочных данных [45]. Анализ климатических и динамических параметров атмосферы показал высокую контрастность температуры воздуха, и распределение типов атмосферной циркуляции в разные сезоны года, которые являются типичными для ненарушенной экосистемы. Ряд выявленных закономерностей в распределении климатических показателей, свидетельствуют о естественном состоянии

Таблица 4 - Критерии устойчивости атмосферы

Наименование критерия	Показатель, характеризующий оцениваемые критерии		Содержание критерия/показателя
	суммирующий показатель	исходный показатель	
1	2	3	4
АТМОСФЕРА			
1 Химическое загрязнение в атмосфере	• Кратность ПДУ(ОБУВ) КРТ и продуктов их распада и сгорания в атмосфере и атмосферных осадках	- КРТ и продукты трансформации - прочие техногенные загрязнения (ФА, окислы азота (Nox, N_2O))	Уровень химического загрязнения атмосферного воздуха КРТ и продуктами их распада и сгорания. Парниковый эффект в атмосфре из-за выбросов оксидов азота и углерода
	• Отклонение содержания ЗВ от фоновых концентраций ЗВ в атмосфере и в атмосферных осадках		
2 Состояние атмосферы	• Метеорологические параметры	- температура - влажность - давление - скорость и направление ветра - атмосферные явления	Самоочищающая способность атмосферы от загрязнений, атмосферный перенос загрязнений
	• Динамические параметры	- тип атмосферной циркуляции (циклональная, антициклональная)	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
КЛИМАТ И ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ			
3 Климат	• Солнечное сияние	- суммарная продолжительность солнечного сияния за год	Оценка возможности фотохимических реакций в атмосфере
	• Температура воздуха	- температура в приземном слое атмосферы, осредненная за год, сезон, месяц, сутки, измеренная в срок	Характеристика восстановительных процессов природной среды
	• Атмосферные осадки	- годовое количество осадков	Характеристика самоочищения атмосферы и перераспределения ЗВ в компонентах окружающей среды
	• Ветер	- скорость в приземном слое атмосферы, измеренная в срок, или осредненная за за год (сезон, месяц, сутки)	Характеристика подстилающей поверхности и аккумуляции ЗВ

Таблица 5 - Уровни экологической устойчивости атмосферы по показателям климата

Наименование критерия/показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
КЛИМАТ				
Суммарная продолжительность солнечного сияния, час в год	2300-2600	2600-2900	более 2900	
Сезоны года	Теплый (май-сентябрь)	Переходные (октябрь-ноябрь, март-апрель)	Холодный (декабрь - февраль)	
Годовое количество осадков, мм в год	более 260	150-260	менее 150	
Среднегодовая скорость ветра, м/с	0-3	3-10	11-25	более 25

Таблица 6 - Уровни экологической устойчивости атмосферы по степени химического загрязнения

Наименование критерия/показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ				
Кратность превышения ПДК приоритетных по опасности вредных химических веществ в природных водах по классам опасности				
1 класса опасности	3,1-5 ПДК >20% проб	2,1-3,0 ПДК >10% проб	1,1-2,0 ПДК >10% проб	до 1 ПДК 90% проб
2 класса опасности	>10,1 ПДК >20% проб	5,1-10 ПДК >10% проб	1,1-5,0 ПДК >10% проб	до 1 ПДК 90% проб
3 класса опасности	>25,1 ПДК >20% проб	10,1-25,0 ПДК >10% проб	1,1-10 ПДК >10% проб	до 1 ПДК 90% проб

атмосферы, ее способности быстро восстанавливаться после негативного техногенного воздействия

Химическое загрязнение. После пусков РН в РП № 320, проведенных в холодный период года, при различных типах атмосферной циркуляции у поверхности земли, наблюдается различное состояние снега.

Так, в ходе экологического сопровождения пуска с космодрома «Байконур РН «Протон-М» с КА «Дирек ТВ-12», 28 и 30 декабря 2009 г. был обследован свежевыпавший снег в местах падения фрагментов второй ступени, включая бак окислителя.

Условия погоды значительно ухудшились сразу после пуска. В день до пуска, 28 декабря соответствовали циклональному типу циркуляции атмосферы. Температура воздуха составила минус 20°С, безветренно, облачность 50%, наблюдались атмосферные осадки в виде снега. В день пуска, 29 декабря и последующие дни погодные условия значительно ухудшились, температура воздуха понизилась до минус 25°С, появился ветер со скоростью 2,5 м/с, облачность усилилась до сплошной, шел сильный снегопад, временами наблюдался буран. В результате высота снежного покрова в понижениях и старых колеях увеличилась с 5-7 см до 1 м.

В свежевыпавшем на момент проведения обследования снеге, во всех пробах, отобранных в контрольных точках, было обнаружено содержание формальдегида, превышающее $ПДК_{ХБ}$ (0,05 мг/дм^3):

– от 0,10 до 0,27 мг/дм^3 до пуска;
– от 0,18 до 0,35 мг/дм^3 после пуска.

Таким образом, содержание формальдегида в снеге после пуска увеличилось в среднем, наполовину. Кратность ПДК ФА в снеге после пуска составила 3,6 и 7 раз, соответственно. В снеге после пуска также было выявлено присутствие нитрат-иона и нитрит-иона, в пределах ПДК.

Реакция pH, для снега после пуска возле фрагментов, сдвинулась от нейтральной и слабощелочной в сторону слабокислой (от 6,82 до 5,94 ед. (в пробе ФС-1). Для проб ФС-4 и ФС-5 отмечена кислая среда (5,12 и 5,4 ед., соответственно) (рисунок 16) [46].

Проведенный анализ данных по уровню загрязнения осадков в РП, погодных условий, в соответствии с показателями атмосферных явлений и критериями экологической устойчивости показывают, что реакция атмосферы на возможное химическое загрязнение КРТ зимой, во время и после пуска РН оценивается на *среднем уровне экологической устойчивости* (2 балла).

Солнечное сияние. В соответствии с результатами районирования территории Казахстана по продолжительности солнечного сияния за год, РП № 320 относится к зоне с показателями 2700-2800 ч. в год. Эти показатели соответствуют *среднему уровню экологической устойчивости* (2 балла).

Атмосферные осадки. Согласно районированию территории Казахстана по годовому количеству осадков, РП № 320 относится к зоне с показателями от 200 до 150 мм в год, что соответствует *среднему уровню экологической устойчивости* (2 балла).

Температура воздуха по сезонам года. В соответствии с принятой в последние годы практикой, пуски с космодрома «Байконур» РН «Протон-М» на территорию РП №320, производятся преимущественно в холодное время года. В таблицах 4,5 этот показатель соответствует *высокому уровню экологической устойчивости* (3 балла).

Ветер. Согласно результатам зонирования, среднегодовые скорости ветра в РП № 320 находятся в пределах 3,3–3,5 м/с.

Этот показатель соответствует *среднему уровню экологической устойчивости* (2 балла).

Ландшафт. Для оценки устойчивости ландшафта РП № 320 к воздействию негативной техногенной нагрузки, привлечены показатели, представленные в таблицах 7,8. Для анализа использованы справочные и научные материалы [20-25, 43, 44].

*Техногенная нагрузка РКД.*Общее число обнаруженных фрагментов РН, найденных на территории РП № 320 и сопредельной с ним территории составляет 150 (рисунок 15). Территория с наибольшим количеством падений (20-25) занимает 40% общей площади РП № 320. Используя таблицу 8, *экологическую устойчивость ландшафтов к техногенной нагрузке от РКД* можно оценить на *среднем уровне экологической устойчивости* (2 балла).

Низменно-равнинные полупустынные ландшафты, к которым относится РП № 320, по своей структуре соответствуют *среднему уровнюэкологической устойчивости* (2 балла). Почвенно-географические условия ландшафтов РП № 320 *имеют высокий уровень экологической устойчивости* (3 балла) к естественным и антропогенным воздействиям. По *геохимической устойчивости* к техногенному загрязнению, ландшафты отнесены к *высокому уровню устойчивости* (3 балла).

Оценка территории по крепости почво-грунтов, показатели которой по шкале коэффициентов М.М. Протодьяконова (КК) варьируют в пределах 0,5-1, соответствует *низкому уровню экологической устойчивости* (1 балл).

Оценка состояния территории. Последствия эксплуатации пастбищных угодий, используемых в зимнее время и занимающие 6% исследуемой территории, с учетом присутствия сети автомобильных дорог, занимающих менее 1% от общей площади РП № 320, соответствует *среднему уровню экологической устойчивости* (2 балла).

Пожароопасность. Из-за засушливости климата, местность полупустынной зоны отличается высокой пожарной опасностью. По этому показателю РП № 320 соответствует *среднему уровню экологической устойчивости* (2 балла).

Почвы. Особенности почвенной провинции Зайсанской межгорной впадины, принадлежащей к пустынному полынно-солянковому поясу на бурых почвах, в значительной степени обуславливает способность экосистемы РП № 320 к самоочищению от техногенных загрязнений. Несмотря на то, что в РП деградация почвенного покрова не выявлена, для экологической оценки привлечены критерии химической, физической и биологической деградации почв СКЭУ. Эти критерии необходимы для описания потенциальных возможностей почв противостоять негативному техногенному воздействию РКД (таблицы 6, 7). Для оценки привлечены результаты полевых обследований территории РП № 320, и результаты районирования территории Казахстана и ВКО [15, 16, 20, 43, 44, 47-49].

Показатели химической деградации почв. В июне 2007 г., после пуска *РН* «Протон-М» с КА «Дирек ТВ-10» в РП № 320 НДМГ, НДМА и ТМТ не обнаружены. Обнаружено присутствие нитрат-иона в концентрации, не превышающей ПДК. На месте падения малого сопла второй ступени РН в поверхностной почве обнаружен 1-метил-1Н-1,2,4-триазол (МТ), в концентрации 0,8 мг/кг, и в отдельной точке - следы МТ [47].

В августе 2008 года, до и после пуска РН «Протон-М» с КА «Инмарсат 4ФЗ», в почве содержание НДМГ, НДМА, ТМТ не обнаружено. Выявлено в отдельной точке содержание нитрат-иона на уровне 10,7 ПДК. Во всех остальных отобранных пробах концентрации нитрат-иона ПДК не превышали.

В почве (90% проб) и донных отложениях (менее 10% проб) обнаружен формальдегид в пределах ПДК.

Таблица 7 - Критерии экологической устойчивости ландшафтов

Наименование критерия	Показатель, характеризующий оцениваемые критерии		Содержание критерия/показателя
	суммирующий показатель	исходный показатель	
ЛАНДШАФТ			
1 Техногенная нагрузка на РП ОЧ РН	• Количественные и качественные показатели техногенной нагрузки от падения ОЧ РН	- количество падений за весь период и за год; - концентрации КРТ в объектах окружающей среды за весь период эксплуатации и в год - масса металлоконструкций ОЧ РН за весь период эксплуатации и в год	Воздействие РКД на ландшафты
2 Деградация территорий	• Скорость трансформации наземных экосистем	- показатели трансформации наземных экосистем за ряд лет (емкости пастбищ, описание свойств почв, структуры биоценоза, климата, характера использования земель)	Восприимчивость ландшафтов к факторам внешнего техногенного воздействия
	• Степень пожароопасности	- комплексные показатели пожароопасности погоды	

Таблица 8 - Уровни экологической устойчивости ландшафтов

Наименование критерия/показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ				
Типы ландшафтов	Возвышенно-равнинный пустынный и полупустынный ландшафт	Низменно-равнинный пустынный и полупустынный и степной ландшафты	Низменно-равнинный лесостепной ландшафт	Предгорный и низкогорный степной и среднегорные лесной и горно-луговой ландшафты
Почвенно-географические условия	Низко-среднегорная, предгорная степная зона, таежная зона, высокогорная луговая зона	Степная зона, подзона умеренно-засушливых степей	Степная зона, подзона сухих степей Пустынная зона, подзона северных пустынь	
Сельскохозяйственное воздействие на ландшафты, тип	Сильное воздействие (вспашка земли)	Умеренное воздействие(вспашка земли и пастбищный тип)		

Продолжение таблицы 8

Наименование критерия/показателя	1	2	3	4
Геохимическая устойчивость ландшафтов и почв к техногенным нагрузкам (загрязнению НДМГ)	Слабая устойчивость (лугово-каштановые и лугово-бурые почвы, гидроморфные солонцы, лугово-болотные почвы)	Средняя устойчивость (пенепленизирован-ные равнины, сложенные глинами и суглинками с бурыми сильно солонцеватыми почвами, гидроморфными солонцами и солончаками)	Высокая устойчивость (автономные ландшафты мелкосопочника и пенепленов со светло каштановыми, бурыми пустынно-степными, бурыми малоразвитыми почвами, бурые солонцеватые почвы и солонцы, солончаки с нейтральной и слабощелочной окислительной геохимической обстановкой)	
Крепость почвогрунтов, по шкале коэффициентов М.М.Протодьяконова (КК)	Низкая устойчивость < 1,0	Средняя устойчивость 1,0-1,5	Высокая устойчивость > 1,5	
Пожароопасность	Чрезвычайная	Высокая	Средняя пожароопаснось	Отсутствие

	пожароопасность	пожароопасность		пожароопасности
Количество падений ОЧ РН за весь период эксплуатации РП	>35	20-35	10-20	1-5

В апреле 2009 г., до и после пуска РН «Протон-М» с КА «W2A», в почвах РП № 320 не обнаружены НДМГ, НДМА и ТМТ. В отдельных точках отбора проб почвы выявлены концентрации нитрат-иона и формальдегида, не превышающие ПДК.

В сентябре 2009 г., при экологическом обследовании РП № 320, в почвенном покрове НДМГ, НДМА и ТМТ не обнаружены. В отдельных точках обследуемой территории выявлено присутствие нитрат-иона и формальдегида, в пределах ПДК [48].

В августе 2010 г., при комплексном экологическом обследовании РП № 320, в почвенном покрове НДМА и ТМТ не обнаружены. В отдельных точках обследуемой территории также найдены нитрат-ион и формальдегид, в концентрациях, не превышающих ПДК. В 87% исследованных проб почвы (14,4% от общего числа проб) обнаружен МТ, ДМФА и ДМГФ, в концентрациях 0,01 - 0,07 мг/кг.

Обобщение результатов химического анализа проб почвенных образцов, отобранных на местах падения фрагментов РН, и на фоновых участках, в разные сезоны и разные годы, приводит к общему выводу о *высоком уровне экологической устойчивости почв к химическому* загрязнению КРТ (3 балла).

Оценка физической деградации почв основана на анализе физико-морфологических свойств почв[15, 16, 20, 43, 44, 47-49].

В соответствии с обобщением данных и моделирванием процессов миграции, трансфомации и аккумуляции НДМГ для случаев отдельных РП ОЧ РН, накопление НДМГ возможно на восстановительном барьере в солончаках, гидроморфных солонцах, лугово-болотных почвах; кислом барьере - в кислых солончаках; сорбционном - в иллювиальных горизонтах бурых солонцеватых почв и солонцов; биогеохимическом - в луговых и лугово-бурых почвах. Малая гумусированность,

слабощелочная и щелочная среда, высокие показатели карбонатности, характерные для большинства представленных в РП № 320 видов почв - эти и другие свойства обеспечивают *высокий уровень экологической устойчивости* (3 балла).

Оценка биологической деградации почв проведена на основе показателей микрофлоры, играющей важную роль в процессах синтеза органического вещества почвы. Использованы количественные показатели (состав, распределение, и численность) и характеристики ростовой активности вида-индикатора на почвенных образцах (фитотоксичность) (таблицы 9,10). В целом, в почвах РП №320 отмечена активная жизнедеятельность микрофлоры. Согласно показателям фитотоксичности почвы, состояние почвы оценивается как *средний уровень экологической устойчивости к биологической деградации почвы* (2 балла).

Вода. Самоочищающая способность водотоков и водоемов зависит от многих природных факторов: объема стока, скорости потоков, химического состава воды, ее температуры и т.д. Одним из главных условий экологической устойчивости к химическому загрязнению, является наличие запаса растворенного кислорода. Аэрация воды способствует интенсификации процессов самоочищения воды. Поэтому для оценки экологической устойчивости природных вод помимо критерия химического (таблицы 11, 12), а также результаты экспедиционных обследований РП № 320 и научные публикации [15, 16, 43, 44, 47-49].

*Химическое загрязнение вод.*В природных водах РП второй ступени РН «Протон-М» в Курчумском районе ВКО и прилегающей территории в процессе комплексного обследования в августе 2010 года загрязнений КРТ и продуктами их химической трансформации не выявлено. В озере Зайсан обнаружено превышение нитрат-ионов до 4,1 ПДКр.х. В водных объектах, расположенных на сопредельной с РП № 320 территории.

Таблица 9 - Критерии экологической устойчивости почвы

Наименование критерия	Показатель, характеризующий оцениваемые критерии		Содержание критерия/показателя
	суммирующий показатель	исходный показатель	
1	2	3	4
ПОЧВЫ			
Химическая деградаци почв	Содержание КРТ, продуктов их трансформации КРТ в почве (кратность ПДК/ПДУ)	- КРТ и продукты трансформации - прочие техногенные загрязнения (ФА, нитрат-ион, нитрит-ион, аммония нитрат, углеводороды, тяжелые металлы)	Техногенное химическое воздействие на почвы
	Отклонение от фоновых концентраций ЗВ и тяжелых металлов в почве		
Физическая деградация почв	Физико-морфологические показатели	- изменение мощности и содержания гумуса в профиле почвы (А+В), % от исходного	Устойчивость почв к техногенному воздействию
		- содержание валового азота и углерода	
		- величина емкости поглощения (ЕКО)	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
Физическая деградация почв	Физико-морфологические показатели	- содержание обменного калия, натрия, магния (% от средней степени обеспеченности) - засоленность - изменение щелочно-кислотной характеристики почвы (pH) - уменьшение окислительно-восстановительного потенциала (Eh) - сумма частиц физической глины	Устойчивость почв к техногенному воздействию
		- естественная влажность	
		- уровень экологического риска почвы от загрязнения КРТ (Кп)	
Биологическая деградация почв	Видовой и количественный состав микробного сообщества	- изменение видового состава и численности микроорганизмов (бактерии, грибы, актиномицеты), % от исходной	Самоочищающие свойства почвы, способность к восстановлению плодородных свойств
	Дыхание почвы	- уменьшение дыхания почвы, % от исходной	
	Фитотоксичность почвы	- показатели всхожести семян и длины проростка	

Таблица 10 - Уровни экологической устойчивости почв к воздействию РКД

Наименование критерия/показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
ФИЗИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ				
Увеличение содержания физической глины, % от исходного	> 32	26-32	16-25	5-15
Уменьшение суммы илистых фракций, % от исходной	> 20	15,1-20	10,1-15	5-10
Уменьшение емкости поглощения (В+ВС), в % от исходной	> 70	51-70	31-50	10-30
Увеличение плотности верхнего слоя почвы, в % от исходной	> 40	31-40	21-30	10-20
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А+В), % от исходного	> 80	41-80	21-40	10-20
Уменьшение содержания валового азота в профиле почвы (А+В), % от исходного	> 30	25,1-30	15,1-25,0	10-15
Снижение карбонатности почвенного профиля (содержания углекислоты), в % от	> 80	50,1-80	30,1-50	20,1-30

Наименование критерия/показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
исходной				
Изменение pH почвенной среды, % от среднего показателя	> 25	21-25	16-20	10-15
Увеличение суммы легкорастворимых и токсичных солей в верхнем слое, кратно от исходной	> 4	2,1-4,0	1,1-2,0	0,5-1,0
ХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ				
Кратность превышения ПДК/ПДУ компонентов ракетного топлива, продуктов их распада и трансформации в почве по классам опасности				
1 класс опасности	> 3,0> 20 % проб	2,1-3,0 > 10 % проб	1,1-2,0> 10 % проб	< 1 90 % проб
2 класс опасности	> 10,1> 20 % проб	5,1-10,0 > 10 % проб	1,1-5,0> 10 % проб	< 1 90 % проб
3 класс опасности	> 25,1> 20 % проб	10,1-25,0 > 10 % проб	1,1-10,0> 10 % проб	< 1 90 % проб
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ				
Кратность снижения уровня активной микробной массы в верхнем слое почвы по сравнению с фоном	более 100	50-100	10-50	5-10
Кратность снижения длины проростков по	более 10	5– 10	до 5	

Наименование критерия/показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
сравнению с фоном				

Таблица 11 - Критерии экологической устойчивости водных объектов

Наименование критерия	Показатель, характеризующий оцениваемые критерии		Содержание критерия/показателя
	суммирующий показатель	исходный показатель	
ПРЕСНОВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ			
Химическое загрязнение вод КРТ и продуктами их распада и трансформации	Кратность ПДУ/ПДК КРТ и продуктов их распада и трансформации в поверхностных и подземных (грунтовых) водах и донных отложениях, талой воде	- КРТ и продукты трансформации - прочие техногенные загрязнения (ФА, нитрат-ион, нитрит-ион, азот аммонийный, углеводороды, нефтепродукты, ядовитые вещества, тяжелые металлы)	Химическое воздействие РКД
	Отклонение от фоновых концентраций в воде		
Состояние воды	Морфологические показатели природных вод	- щелочно-кислотная характеристика воды (pH) - уровень минерализации	Устойчивость к воздействию РКД, самочищающая способность водных объектов
	Гидрологическая характеристика водного объекта	- гидрологический режим; - гидрохимические характеристики воды; - тип водообмена	

Таблица 12 -Уровни экологической устойчивости водных объектов

Наименование показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
Кратность превышения ПДК приоритетных по опасности вредных химических веществ в природных водах				
1 класса опасности	3,1-5 ПДК >20% проб	2,1-3,0 ПДК >10% проб	1,1-2,0 ПДК >10% проб	до 1 ПДК 90% проб
2 класса опасности	>10,1 ПДК >20% проб	5,1-10,0 ПДК >10% проб	1,1-5,0 ПДК >10% проб	до 1 ПДК 90% проб
3 класса опасности	>25,1 ПДК >20% проб	10,1-25,0 ПДК >10% проб	1,1-10,0 ПДК >10% проб	до 1 ПДК 90% проб
Превышение ПДК биогенных веществ в воде поверхностных водоемов				
Нитраты (по нитрат-иону)	> 20 ПДК	20-10 ПДК	< 10 ПДК	<10 ПДК
Нитриты	> 10 ПДК	5-10 ПДК	1-5 ПДК	Отсутствие
Уровень pH для пресноводных водных объектов, ед.				
	сильнокислая и кислая - 3,0-5,0 сильнощелочная - > 8,5	слабокислая и нейтральная 5,1-6,4	нейтральная и слабощелочная - 6,5-7,0 щелочная - 7,1-8,5	

В реках (Калжыр, Такыр, Ч.Иртыш) обнаружено превышение ПДК общего железа. Высокие показатели содержания тяжелых металлов выявлены также в водных объектах, расположенных на песчаной косе оз. Зайсан, в карьере возле п. Такыр и на солончаках. Восприимчивость к химическому загрязнению водоемов во многом зависит от природных условий. В частности, присутствие в воде тяжелых металлов может быть вызвано природными аномалиями микроэлементов в почвах и процессами выщелачивания металлов из почвы.

В соответствии показателями превышения ПДК биогенных веществ в воде (таблица 11) для водных объектов РП № 320 определен *средний уровень экологической устойчивости к химическому загрязнению* (2 балла).

Состояние воды. Реки Калжыр, Такыр, Черный Иртыш с проточным типом водообмена имеют естественный уровень минерализации, в пределах ПДКх.п.; нейтральную и слабощелочную реакцию pH (6,5-8,5 ед.), что также соответствует естественному состоянию пресноводных объектов. Таким образом, состояние воды в этих реках приближено к его естественному состоянию, при котором экосистема обладает хорошим потенциалом к самоочищению.

В водных объектах с замкнутым типом водообмена, включая водоемы, расположенные на песчаной косе озера Зайсан, в карьере возле п. Такыр и на солончаках (2 точки), обнаружена высокая минерализация и сильнощелочная среда pH (8,95-8,98 ед.). Оба показателя демонстрируют отклонение от естественного состояния пресноводных водоемов.

Таким образом, в соответствии с таблицами 11 и 12, для *состояния водных объектов* в исследуемом РП № 320 и на прилегающих территориях определен *высокий и очень высокий уровень экологической устойчивости* (4 балла). Водоемы, имеющие замкнутый тип водообмена, относятся к *низкому уровню экологической устойчивости* (1 балл).

Флора. Сложность адаптации растительности к техногенным воздействиям позволяет рассматривать растительный покров РП ОЧ РН, как ключевой индикатор. Поэтому при исследовании особенностей поведения НДМГ и для определения степени экологической устойчивости растительного мира существует расширенный перечень критериев и показателей (таблицы 13 14). Помимо данных полевых обследований растений на территории РП ОЧ РН, в анализе использованы научные публикации [15, 18, 19, 50].

Химическое загрязнение растительности. По результатам количественных химических анализов в растительном покрове на территории РП № 320 и прилегающих территорий, НДМА не обнаружен.

В растениях исследуемой территории выявлено присутствие тяжелых металлов, в пределах 0,25-2,57 мг/кг (марганец); 0,03-0,17 мг/кг (свинец); 0,13-0,76 мг/кг (цинк); 0,17-9,88 мг/кг (общее железо); 0,03-1,58 мг/кг (медь). Содержание кадмия во всех отобранных пробах растительности находится ниже предела обнаружения МВИ (<0,001 мг/кг). Содержание никеля в шести пробах растительности составляет 0,02-0,11 мг/кг.

Потенциальные возможности растений к самоочищению от химического загрязнения, обусловленные их биохимическими свойствами позволяют определить для флоры РП № 320 *высокий и очень высокий уровень экологической устойчивости к химическим загрязнениям* (4 балла).

Критерий «Видовое разнообразие». Исследования флоры и растительности показали, что растительный покров РП № 320 характеризуется 228 видами сосудистых растений представителей 134 родов и 43 семейств. В составе флоры присутствуют виды, занесенные в Красную книгу Казахстана, а также эндемики и хозяйственно ценные растения. Это свидетельствует о богатом биологическом

разнообразии растительности, богатстве флоры и высоком ресурсном потенциале растительного покрова. Отсутствие признаков уменьшения биоразнообразия растительности приводит к выводу о соответствии очень *высокому уровню экологической устойчивости* (4 балла).

Критерий «Состояние растительности». Жизненное состояние всех компонентов фитоценозов хорошее, фенологическая фаза видов соответствовала сезону (август). Фоновая растительность низкогорий Курчумского хребта характеризуется показателем видовой насыщенности, равном 15–18 видов на 100 м^2. На подгорных шлейфах и наклонных равнинахпреобладают полынные, биюргуновые и тасбиюргуновые сообщества или их двух - четырехчленные комплексы. По саям распространен терескен и группировки кустарников – таволга, карагана, чингил. Растительность возвышенных волнистых равнин представляет собой сложный комплекс полынных, терескеновых, биюргуновых, тасбиюргуновых, кокпековых, ковыльных и тырсиковых фитоценозов. Для естественных участов побережья оз. Зайсан, террас и пойм равнинных рек характерно большое разнообразие растительных сообществ. Присутствует тугайная и луговая растительность.

Критерий «Антропогенная трансформация».

При обследовании РП и прилегающей к нему территории, на обочинах дорог, пустырях, выгонах скота отмечены признаки угнетенного состояния естественной растительности, выраженные в низкорослости растений и пониженном проективном покрытии. Распространены группировки сорных растений. На месте падежа скота отмечены следы пожара, в результате сжигания трупов павших коров.

При сравнении современного состояния растительного покрова с данными трехгодичной давности (2007 г.), с привлечением критериев, приведенных в таблицах 13 и 14,

Таблица 13 - Критерии экологической устойчивости флоры к воздействию РКД

Наименование критерия	Показатель, характеризующий оцениваемые критерии		Содержание критерия/показателя
	суммирующий показатель	исходный показатель	
1	2	3	**4**
РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			
Химическое загрязнение растительности	Уровень содержания в растениях КРТ и продуктов их трансформации	КРТ и продукты трансформации металлы	Химическое воздействие РКД
	Отклонение от фоновых концентраций химических элементов и металлов в растениях		
Видовое разнообразие	Изменение флористического состава растительных сообществ	доминирующие и субдоминирующие виды растений виды-индикаторы загрязнения КРТ виды растений, занесенных в Красную Книгу	Реакция растений на внешние факторы воздействия, включая РКД

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
Состояние растительности	Изменение структуры растительных сообществ	соотношение вегетативных и регенеративных особей, % соотношение цикла и прохождения фенологических фаз смена доминантов – содоминантов или увеличение фитоценотической роли сорных и дигрессионных видов выпадение ценных (кормовых, лекарственных и других) видов изменение вертикальной и горизонтальной структуры сообществ	Реакция растений на внешние факторы воздействия, включая РКД
	Ухудшение фитоценометрических характеристик	общий габитус высота проективное покрытие, % изменение плотности популяций	
	Ухудшение генеративности, пороки развития	недоразвитые генеративные органы (цветы, плоды) или их отсутствие в взрослых особей	
Антропогенная трансформация	• Комплексный показатель механической нарушенности растений	оценка механической нарушенности, баллы	

Таблица 14 - Уровни экологической устойчивости флоры к воздействию РКД

Наименование показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
Кратность оценочного показателя содержания НДМГ, НДМА в растениях, равного 0,2 мг/кг сухого веса				
	> 10	1-10	<1	отсутствие загрязнения
Уменьшение биоразнообразия, % от фона				
	>50	10-50	<10	отс. уменьшения
Уменьшение плотности популяции вида-индикатора химической нагрузки от РКД, % от фона				
	21-50	10-20	< 10	
Площадь растительности, подвергшейся механическому и химическому воздействию РКД, $м^2$				
	<3 500	3 500-4 500	>4 500	
Изменение проективного покрытия растительности, % от зонального				
Пастбищной растительности	71-90	51-70	11-50	< 10
Пастбищной сухостепной и полупустынной растительности	80-90	50-80	10-50	< 10
Иной растительности	61-80	41-60	< 40	
Видовой состав растительности				
Наличие фитоценоза	отсутствие естественной растительности на 90-100 % площади	смена основных видов растений и появление вторичных сукцессий	присутствие на 70 % и более растительности характерной для данной местности	
Повреждение травостоя, листвы, % от фона				
	> 50	31-50	<30	

каких-либо значительных изменений не обнаружено. Поэтому сделан вывод об общем соответствии состояния *флоры* РП № 320 *высокому уровню экологической устойчивости* (4 балла).

Фауна. Оценка экологической устойчивости животного мира основана на материалах экспедиционных обследований, проведенных в РП ОЧ РН и на прилегающих территориях в 2007, 2009 и в августе 2010 г. [43, 44, 47, 48]. Для исследования привлечены критерии биоразнообразия и состояния животных (таблица 15).

Результаты работ предыдущего исследования, данные, полученные в 2010 году, не выявили значимых отличий нынешнего состава фауны в этом районе от данных 2009 года. По результатам исследований, проведенных в 2010 г., состояние индикаторных видов животных по комплексу установленных морфофункциональных показателей оценено как удовлетворительное. Выявленные у отдельных животных аномалии развития, генетические нарушения, а также отклонения функционального порядка указывают на наличие неблагоприятных для животных факторов в окружающей среде. Современное состояние группы индикаторных видов не обнаруживает прямого негативного воздействия пусков РН на фауну региона.

Таким образом, ориентируясь на критерии и показатели, предложенные в таблице 15, уровень *экологической устойчивости фауны* в РП № 320 соответствует *высокому* (3 балла). Состояние фауны не нарушено в результате техногенного воздействия.

Результаты анализа по бальной системе, систематизированы в виде сводной таблицы, для наглядной демонстрации состояния экосистемы РП № 320 (таблица 16). Так, атмосферные осадки в отдельных точках до и после пусков обнаруживают признаки нитратного загрязнения, и роста превышений ПДК в воде по формальдегиду.

Таблица 15 - Критерии экологической устойчивости фауны к воздействию РКД

Наименование показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
Кратность оценочного показателя содержания НДМГ, НДМА в растениях, равного 0,2 мг/кг сухого веса				
	> 10	1-10	<1	отсутствие загрязнения
Уменьшение биоразнообразия, % от фона				
	>50	10-50	<10	отсутствие уменьшения
Уменьшение плотности популяции вида-индикатора химической нагрузки от РКД, % от фона				
	21-50	10-20	< 10	
Площадь растительности, подвергшейся механическому и химическому воздействию РКД, м^2				
	<3 500	3 500-4 500	>4 500	

Продолжение таблицы 15

Наименование показателя	Наименование и оценочный балл уровня экологической устойчивости			
	низкий	средний	высокий	очень высокий
	1	2	3	4
Изменение проективного покрытия растительности, % от зонального				
Пастбищной растительности	71-90	51-70	11-50	< 10
Пастбищной сухостепной и полупустынной растительности	80-90	50-80	10-50	< 10
Иной растительности	61-80	41-60	< 40	
Видовой состав растительности				
	отсутствие естественной растительности на 90-100 % площади	смена основных видов растений и появление вторичных сукцессий	присутствие на 70 % и более растительности характерной для данной местности	
Повреждение травостоя, листвы, % от фона				
	> 50	31-50	<30	

Таблица 16 – Интегральная оценка устойчивости экосистемы РП № 320

Наименование критерия экологической устойчивости	Наименование показателя, характеризующего оцениваемые критерии	Оценочный балл			
		1	**2**	**3**	**4**
1	2	3	4	5	6
Атмосфера					
Химическое загрязнение атмосферных осадков	Кратность Кратность превышения ПДК приоритетных по опасности вредных химических веществ в природных водах по классам опасности		+		
Состояние атмосферы	Температура воздуха по сезонам				
Климат	Суммарная продолжительность солнечного сияния за год		+		
	Годовое количество осадков		+		
	Среднегодовая скорость ветра		+		
	Средний балл	2,0			

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6
Ландшафт					
Техногенная нагрузка РКД	Количество падений ОЧ РН за весь период эксплуатации РП		+		
Деградация территорий	Типы ландшафтов		+		
	Почвенно-географические условия			+	
	Сельскохозяйственное воздействие на ландшафты		+		
	Геохимическая устойчивость ландшафтов к техногенным нагрузкам (НДМГ)			+	
	Крепость почвогрунтов	+			
	Пожароопасность		+		
	Средний балл	2,1			
Почва					
Химическая деградация почв	Кратность превышения ПДК/ПДУ КРТ по классам опасности			+	
Физическая деградация почв	Изменение мощности и содержания умуса в профиле почвы (А+В), % от исходного, содержание валового азота и углерода, величина емкости поглощения (ЕКО), содержание обменного калия, натрия, магния, засоленность, изменение щелочно-кислотной характеристики почвы (pH), уменьшение окислительно-восстановительного потенциала (Eh), сумма частиц физической глины, естественная влажность			+	

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6
Биологическая деградация почв	Изменение видового состава и численности микроорганизмов, снижение длины проростков по сравнению с фоном (фитотоксичность)		+		
	Средний балл	2,7			
1	2	3	4	5	6
Водные объекты					
Химическое загрязнение вод КРТ и продуктами их распада и трансформации	Кратность превышения ПДК приоритетных по опасности вредных химических веществ в природных водах; Превышение ПДК биогенных веществ в воде поверхностных водоемов		+		
Состояние воды	Щелочно-кислотная характеристика воды (pH), уровень минерализации				+
	Средний балл	2,8			
Флора					
Химическое загрязнение растительности КРТ и продуктами их распада и трансформации, тяжелыми металлами	Кратность оценочного показателя содержания НДМГ, НДМА в растениях, равного 0,2 мг/кг сухого веса				+
Видовое разнообразие	Уменьшение биоразнообразия, плотности популяции вида-индикатора химической нагрузки, видовой состав				+

	растительности				

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6
Состояние растительности	Изменение проективного покрытия растительности				+
Антропогенная трансформация	Площадь растительности, подвергшейся механическому и химическому воздействию РКД, признаки повреждение травостоя, листвы				+
	Средний балл	4,0			
Фауна					
Биоразнообразие	Систематическая характеристика, видовой состав, популяционные характеристики, описание условий обитания и пребывания, показатели миграции и размножения, хозяйственное значение, индикаторные виды диких позвоночных и беспозвоночных животных, промысловые, редкие, охраняемые, исчезающие и виды , занесенные в Красную Книгу, территориальное распределение, экологический статус и зооценотическая стабильность			+	
Состояние животных	Габитус, метрические экстерьерные и интерьерные параметры, индексы развития, индексы состояния внутренних органов, гематологические и цитогенетические показатели, показатели физиологического статуса и стабильности развития индикаторных видов животных			+	

Средний балл	3,0
Средний балл	**2,6**

Наблюдается смещение pH от нейтральной в сторону слабокислой. В зимнее время, при циклональной форме атмосферной циркуляции, после пуска РН наблюдается ухудшение погодных условий. Таким образом, можно говорить о вероятном техногенном воздействии на состояние атмосферы. Условия экологической безопасности в атмосфере оцениваются на среднем уровне экологической устойчивости (2 балла).

Состояние ландшафтов, в целом, соответствует среднему уровню экологической устойчивости (2,1 балла). Необходимо отметить низкие характеристики крепости почво-грунтов с одной стороны, и высокие показатели почвенно-географических условий и геохимической устойчивости к КРТ, с другой.

Состояние водных объектов РП № 320 оценивается как естественное (ненарушенное). Химическое загрязнение техногенного характера, в целом отсутствует. Таким образом, уровень экологической устойчивости природных вод оценивается на высоком уровне (2,8 баллов).

Экологическая устойчивость почв также соответствует высокому уровню (2,7 балла).

Способности почв к самоочищению от химического загрязнения КРТ основываются на их физических и морфологических свойствах. Признаки химического загрязнения почв, а также нарушения микрофлоры почвы не установлены.

Таким образом, общая оценка состояния экосистемы РП № 320 определяется высоким уровнем экологической устойчивости (2,6 балла).

В ходе зонирования и ранжирования РП № 320, на исследуемой территории были выделены зоны интенсивного техногенного воздействия РКД в центральной части территории РП, в которых существует риск трансформации природных систем. Основным фактором негативного воздействия на экосистемы РП №320 был обозначен автотранспорт.

Приоритеты развития экологического нормирования РКД

В ходе исследований в области экологического нормирования РКД, проведенных в 2007-2010 гг., сделан вывод о системе балльных оценок, как наиболее оптимальной для проведения ранжирования показателей и характеристик экологической устойчивости и определения их критических уровней.

Этот метод рекомендуется для выполнения дальнейших этапов проведения оценки экологического риска – детального анализа и определения уровней аварийного и кумулятивного типов риска.

Аварийный риск является результатом внезапных (аварийных) отклонений от нормального функционирования технических и инженерных систем (в нашем случае, РКТ). В результате отклонения происходит выделение вещества и энергии, приводящие к деградации экосистем, или более серьезным, необратимым изменениям природных процессов.

Кумулятивный риск связан с аналогичными же последствиями, но являющимися результатом накопления (аккумулирования) природных процессов, в штатном режиме эксплуатации. Учитывая актуальность для РП второй ступени перечисленных типов риска, считается целесообразным провести оценку каждого из них по отдельности.

Так как оценка риска подразумевает анализ его вероятности или частоты, анализ возможных последствий и их сочетания, для работы привлекаются причинно-следственные матрицы. Наиболее приемлемой для РП второй ступени схемой построения матрицы оценки экологического риска, следует считать построение по горизонтали графы с ожидаемыми

последствиями воздействия, по вертикали последовательно расположить графы с источниками и видами негативного воздействия, отдельно для каждого компонента природной среды.

Ожидаемые последствия воздействия рекомендуется распределить по уровням экологического риска:

- чрезвычайно высокий риск (экологическое бедствие, повсеместная деградация биогеоценозов ниже критического уровня, когда биота не в состоянии восстановиться за период жизни нескольких поколений);
- высокий риск (чрезвычайная экологическая ситуация, повсеместная деградация биогеоценозов на критическом уровне, когда наблюдаются аномальные природные явления, такие как массовые болезни и смерть живых организмов);
- средний риск (неудовлетворительная экологическая ситуация, локальные признаки нарушения экологической устойчивости биогеоценозов, когда появляются отдельные тенденции к деградации, например, нарушение проективного покрытия у растений);
- низкий риск (удовлетворительная экологическая ситуация, нормальное состояние ценозов, когда техногенное воздействие на окружающую среду не превышает допустимых нагрузок);
- отсутствие риска (благополучная экологическая ситуация, ценозы находится в естественном, ненарушенном состоянии).

Каждому из перечисленных уровней экологического риска должен соответствовать показатель его вероятности, рассчитанный для определенного временного периода, например, 10^{-5} в год.

Сформированная по такой схеме, матрица оценки экологического риска поможет определить точки возможного взаимодействия элементов экосистемы с факторами техногенного

воздействия. Эти выводы станут ключевыми для разработки мероприятий по устранению или снижению установленной степени риска.

В области обеспечения экологической безопасности РКД в качестве приоритетных следует обозначить предложения по снижению вероятности аварий и минимизации таких негативных для окружающей среды последствий, как деградация водных объектов, почвы, растительного и животного мира.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Концепция экологического нормирования ракетно-космичяеской деятельности. – Алматы: ДГП «Инфракос-Экос», 2008. – 44 с.

2. Долгосрочная государственная программа «Стратегия развития Республики Казахстан до 2030 года», Послание Президента страны народу Казахстана. Астана, 2008.

3. Концепция экологической безопасности Республики Казахстан 2004-2015 годы, одобренная Указом Президента Республики Казахстан от 3 декабря 2003 года, № 1241.

4. Колесников С.И. Экология: Учебно-методическое пособие. – Ростов на-Дону: Наука-Пресс, 2007. – 384 с.

5. Разработать систему критериев экологической устойчивости территории Республики Казахстан, эколого-гигиенических нормативов и стандартов по допустимому воздействию эксплуатации ракетно-космической техники на объекты окружающей среды: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос. - Алматы, 2007. – 480 с.

6. Обосновать методологические подходы к оценке экологического риска РКД и нормированию на основе устойчивости природных экосистем, дать токсикологическую характеристику воздействия

продуктов химической трансформации несимметричного диметилгидразина на растения и животных, разработать экологически-гигиенические нормативы: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос». – Ч. 1. - Алматы, 2008. – 250 с.

7. Обосновать методологические подходы к оценке экологического риска РКД и нормированию на основе устойчивости природных экосистем, дать токсикологическую характеристику воздействия продуктов химической трансформации несимметричного диметилгидразина на растения и животных, разработать экологически-гигиенические нормативы: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос». – Ч. 1. – Алматы, 2009. – 466 с.

8. Обосновать методологические подходы к оценке экологического риска РКД и нормированию на основе устойчивости природных экосистем, дать токсикологическую характеристику воздействия продуктов химической трансформации несимметричного диметилгидразина на растения и животных, разработать экологически-гигиенические нормативы: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос». Ч. 1. – Алматы, 2010. – 557 с.

9. Мониторинг и оценка окружающей среды: Восточная Европа, Кавказ, и Центральная Азия // Сборник документов, подготовленный Рабочей Группой ЕЭК ООН по мониторингу и оценке окружающей среды, г.Женева, 2003. электронный вариант.

10. Indicator of Sustainable Development. Framework and Methodologies. - New York: Unated Nations, 1996. - 428 p.

11. Scope 58. Ssustainability indicators. Report of the projecton Indicators of Sustainable Development. Edited by B. Moldan and S.Billharz. UNEP. By John Wiley and Sons. New York. 1997. 415 p.

12. Compendium of Sustainable Development. Indicator Initiatives and Publications / International Institute for Sustainable Development. http://iisd1.iisd.ca/measure/ compendium.htm.

13. Frameworks to Measure Sustainable Development: An OECD Expert Workshop / Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, 2-3 September, 1999.

14. Developing indicators. Experience from Central America / The World Bank, UNEP, CIAT 2000.

15. Жубатов Ж. Система критериев экологической устойчивости территории Республики Казахстан к воздействию ракетно-космической деятельности. – Алматы, 2008. – 145 с.

16. Критерии оценки экологической обстановки территорий, утвержденные Постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 июля 2007 года №653.

17. Гигиенические нормативы «Предельно-допустимые концентрации компонентов жидких ракетных топлив, продуктов их трансформации в объектах окружающей среды».

18. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду / Под ред. В.В. Адушкина, С.И.Козлова, А.В.Петрова – М.: Издательство «Анкил», 2000. – 640 с.

19. Ворожейкин А.П. Анализ результатов экологического обследования, паспортизация районов падения отделяющихся частей и экологического сопровождения пусков ракет с космодромов «Байконур» и «Свободный» // Сб. тр. «Материалы научно-практических семинаров по вопросам методического обеспечения экологической паспортизации объектов и изучение окружающей природной среды в районах эксплуатации ракетно-космической техники РВСН» / Под ред. Л.И.Волкова, В.Л.Лукина, А.И.Кузина. - М.: Изд-во «СИП РИА», 200. - С. 24-31.

20. Национальный атлас Республики Казахстан / Том I «Природные условия и ресурсы», Том II «Социально-экономическое развитие», Том III «Окружающая среда и экология. - Алматы, 2006.

21. Ворожейкин А.П., Королева Т.В., Проскуряков Ю.В., Черницова О.В. Методические рекомендации по проведению эколого-геохимических исследований в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей.–М.:Пеликан, 2000 – 56 с.

22. Касимов Н.С., Гребенюк В.Б., Королева Т.В., Проскуряков Ю.В. Поведение компонентов ракетного топлива в в почвах, водах и растениях.–Почвоведение,1994-№9.-С.110-120.

23. Новые аспекты исследования последствий использования гептила в ракетной технике. Книга 1. Гептил и активные формы кислорода: взаимосвязь, взаимовлияние, влияние на живые организмы и животных / Под ред. Я.Т.Шатрова – М.: «Пеликан», 2008. - 120 с.

24. Жубатов Ж.К., Товасаров А.Д., Алексеева Д.С. и др. Особенности ландшафтной характеристики и ее трансформации в результате загрязнения компонентами ракетного топлива в зонах падения первой ступени ракет-носителей «Протон» и «Днепр» // Труды 12-ой Межд. конф. «Экология и развитие общества», 1-4 июля 2009 г., Санкт-Петербург-Сосновый Бор. – Спб.: МАНЭБ. – 2009. – С. 32-36.

25. Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2008 году (Статистический сборник).- Астана-Алматы, 2009. - 311 с.

26. Авакян А.Х. Новые молекулярные критерии оценки токсического действия производных гидразина. Активные формы кислорода как ключевые агенты в механизме токсичности//Фарм. и токсикология.-1990.-Т.53.-№1.-С. 70-73.

27. Башарин В.А., Куценко С.А., Глушков С.И. Влияние острого отравления 1,1-диметилгидразином на тиосульфидный статус тканей различных органов // Актуальные проблемы клинической токсикологии: материалы Всеармейской научно-практической конференции, посвященной 200-летию Российской Военно-медицинской Академии. – СПб., 1999. - С. 160-163.

28. Муравлева Л.Е., Калинич Е.А., Тритэк В.С. Характеристика спектра нуклеиновых кислот лейкоцитов крови людей, проживающих в сфере влияния космодрома «Байконур» // Вестник КарГУ. Спец. Выпуск. - 2001. - №1 (21). - С. 217-218.

29. Токсикология, гигиена и профпатология / Под ред. С.Д. Заугольникова. — М.: Институт биофизики, 1982. - 263 с.

30. Омирбаева С. М., Кулкыбаев Г. А., Шпаков А. Е. и др. Проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения Республики Казахстан // Гигиена и санитария. – 2008. – №1. – С. 23-27.

31. Beije B., Onfelt A., Olsson U. Influence of dietary selenium on the mutagenic activity of perfusate and bile from rat liver, perfused with 1,1-dimethylhydrazine // Mutat. Res. – Apr. 1984.

32. Bleich M., Ecke M., Schwartz M., Fraser M., Greger R. Effects of carcinogen dimethylhydrazine (DMH) on the function of rat colonic crypts // Pflugers Archiv. -1996.- Vol. 43, №3.- P. 254-259.

33. Экологический паспорт района падения отделяющихся частей ракет-носителей №15, 25 – зона Ю-24: отчет о НИР / Институт космических исследований МОН РК. - Алматы, 2002. - 75 с.

34. Экологический паспорт района падения отделяющихся частей ракет-носителей №148 – зона Ю-2 / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2005. - 80 с.

35.Экологический паспорт района падения отделяющихся частей ракет-носителей №210 / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2007. - 81 с.

36. Разработка методологии классификации районов падения и их классификация по степени экологического риска: отчет о НИР / МГУ им. М.В.Ломоносова Географический факультет. – М., 2001. – 141 с.

37. Протодьяконов М.М. Давление горных пород и рудничное крепление. - М., 1933. - Ч. 1. - М. -Л.-Новосибирск,. 1933. - Ч. 2.

38. Изучение динамики трансформации КРТ в результате саморегулирующей способности представительных ландшафтов: отчет о НИР/ (заключ.) / ДГП «ЦФХМА» КазНУ им аль-Фараби МОН РК. - Алматы, 2004, – 61 с.

39. Научно-методические указания по мониторингу земель Республики Казахстан. Алматы, 1994.

40. Организация и проведение экспедиционных работ по оценке экологических последствий пусков ракет-носителей в районах падения ОЧ РН (РП 25,15, РП 75) на территории Улытауского района Карагандинской области на 2000 г.: отчет о НИР (заключ.) / Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК. - Алматы, 2000. – 168 с.

41. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию. Утв. МООС Республики Казахстан - Астана, 2003.

42. Экологические требования в области охраны и использования земельных ресурсов (в том числе земель сельскохозяйственного назначения) / Республиканский нормативный документ в области охраны земельных ресурсов. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. Астана, 2005.

43. Участие в совместных работах по экологическому сопровождению пуска РН «Протон-М» с РБ «Бриз-М» и КА «Экспресс-АМ44» и «Экспресс-МД1» с космодрома «Байконур» в районах падения отделяющихся частей ракеты-носителя»: отчет о выполненных работах (услугах) / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2009. - 187 с.

44. Организация и проведение совместных работ по экологическому сопровождению процессов подготовки и пуска КА «Дирек ТВ-12» с использованием РН «Протон-М» с космодрома «Байконур» на наклонение 48º: отчет о выполненных работах (услугах) / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2010-126 с.

45. Справочник по климату Казахстана. Алматы: РГП «Казгидромет», 2004.

46. Клюшников В.Ю., Овсянников Д.А. Анализ воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую природную среду регионов РФ // Материалы научно-практического семинара ЦНИИ МО РФ «Экологические проблемы разработки и эксплуатации ракетно-космической техники». - Двойные технологии, 2002. №2, С.3-11.

47. Отчет о выполненных работах по пунктам 1, 2, 3 Перечня работ (услуг), выполняемых Исполнителем при осуществлении коммерческого пуска КА «ДИРЕК ТВ-10» с использованием РН «Протон-М» с космодрома «Байконур» в 2007 году / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2007 Часть 2. – 165 с.

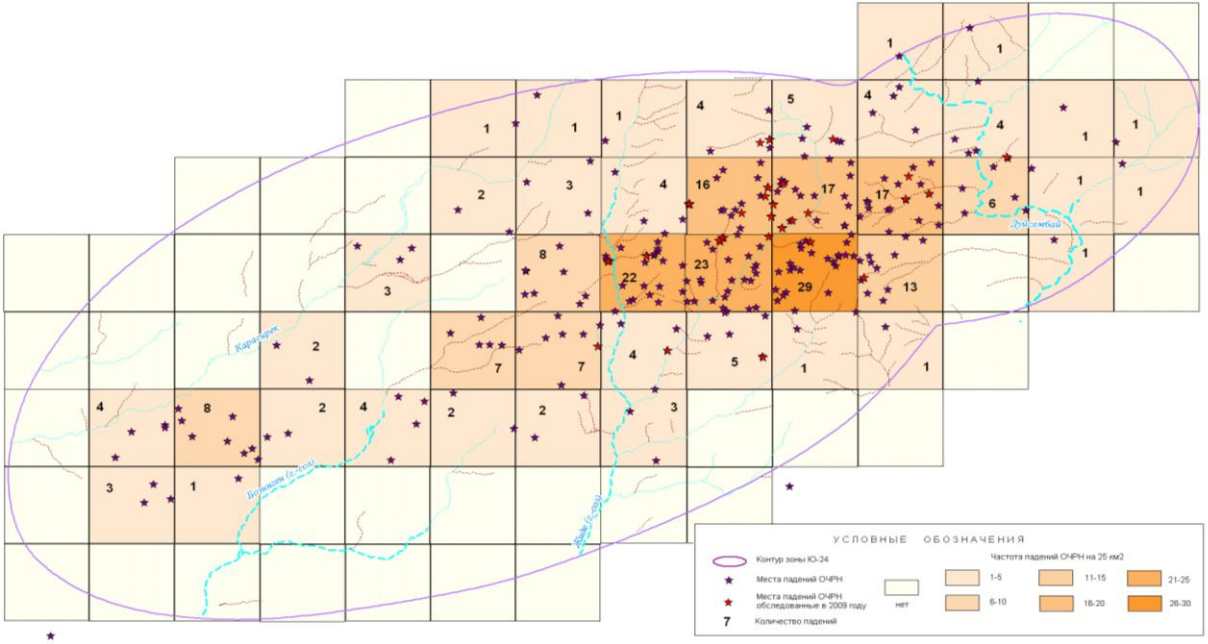
48. Отчет о выполненных работах и услугах по пункту 1 Перечня работ (услуг) выполняемых Исполнителем при осуществлении коммерческого пуска КА «W2A» с использованием РН «Протон» с космодрома «Байконур» в 2009 году. ДГП «Инфракос-Экос». – Алматы, 2009 г. - 165 с.

49. Классификация и диагностика почв СССР // Сост. В.В.Егоров, В.М.Фридланд, Е.Н.Иванова / Главное управление землепользования и землеустройства. Почвенный институт им. В.В. Докучаева (ВАСХНИЛ). – М.: «Колос», 1977. - 223 с.

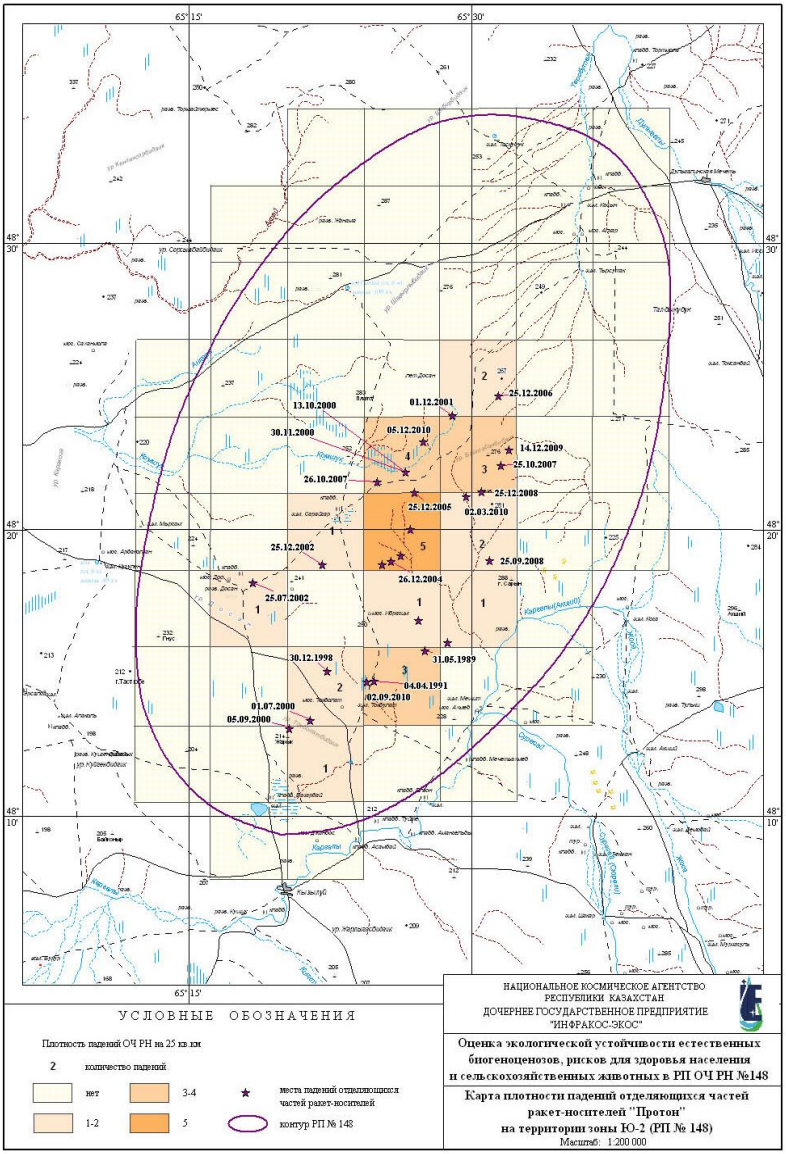
50. Ушакова В.Г., Шпигун О.Н., Старыгин О.И. Особенности химических превращений НДМГ и его поведение в объектах окружающей среды / Ползуновский вестник. – 2004. - № 4. - С. 177-184.

Глава 5. Рисунок 1. Система критериев экологической устойчивости к воздействию РКД на территории Республики Казахстан

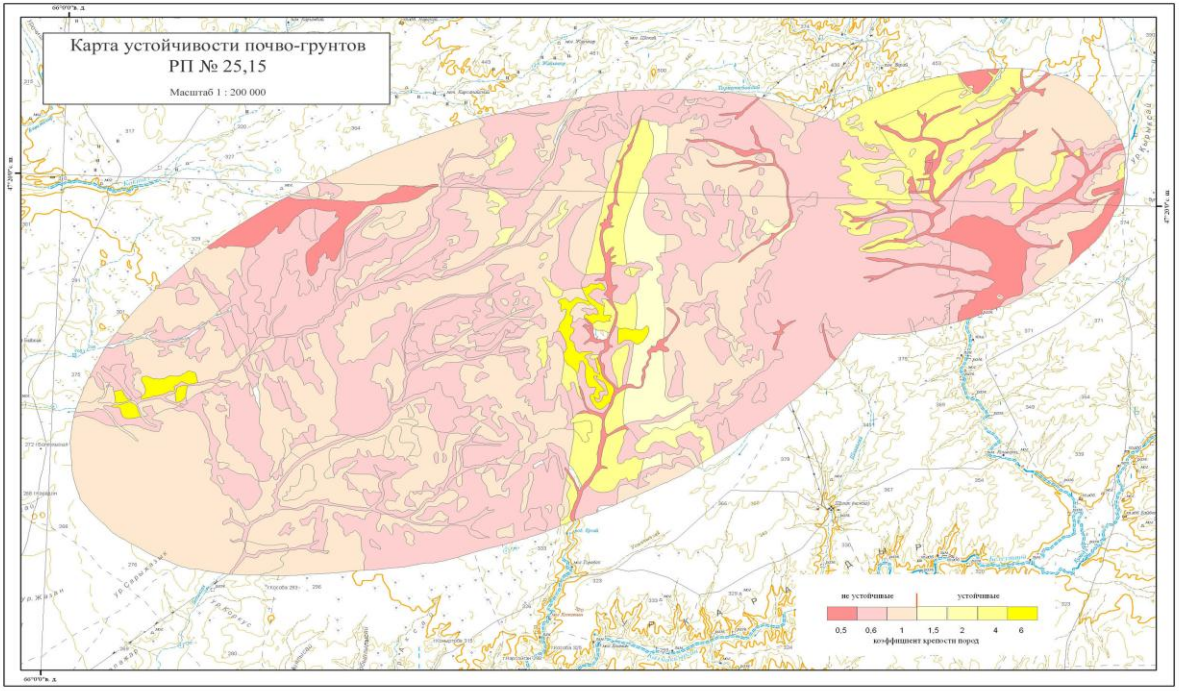
Глава 5. Рисунок 2. Критерии экологической устойчивости почв РП № 148, РП №№15,25, РП №210



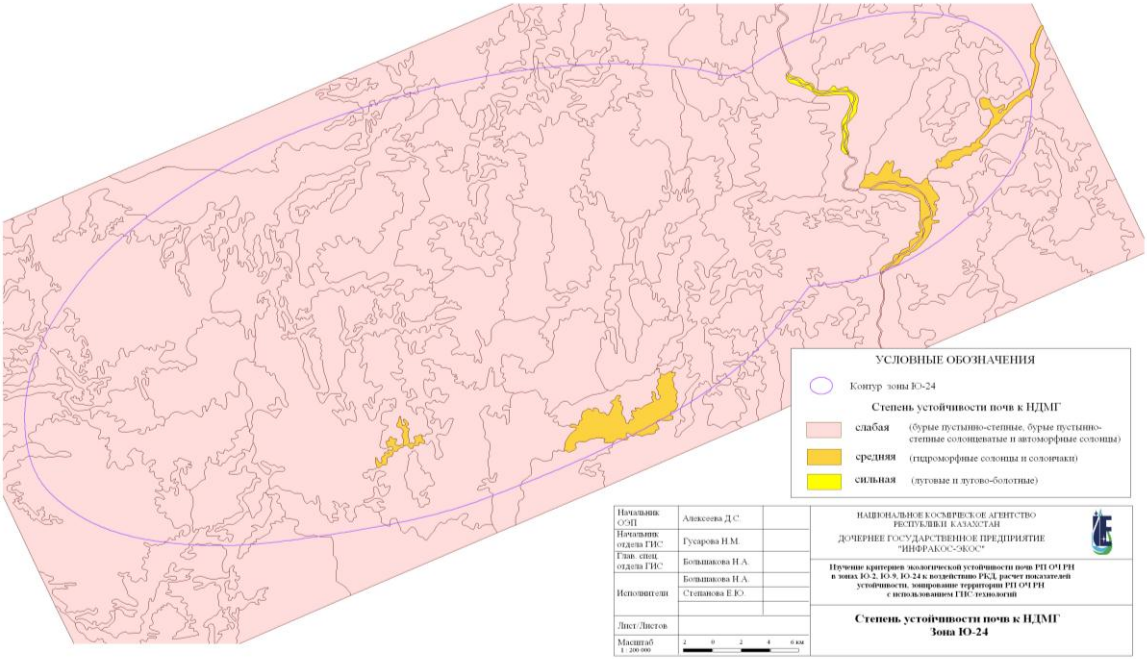
Глава 5. Рисунок 3. Зонирование территории РП №25,15 по показателю частоты падений



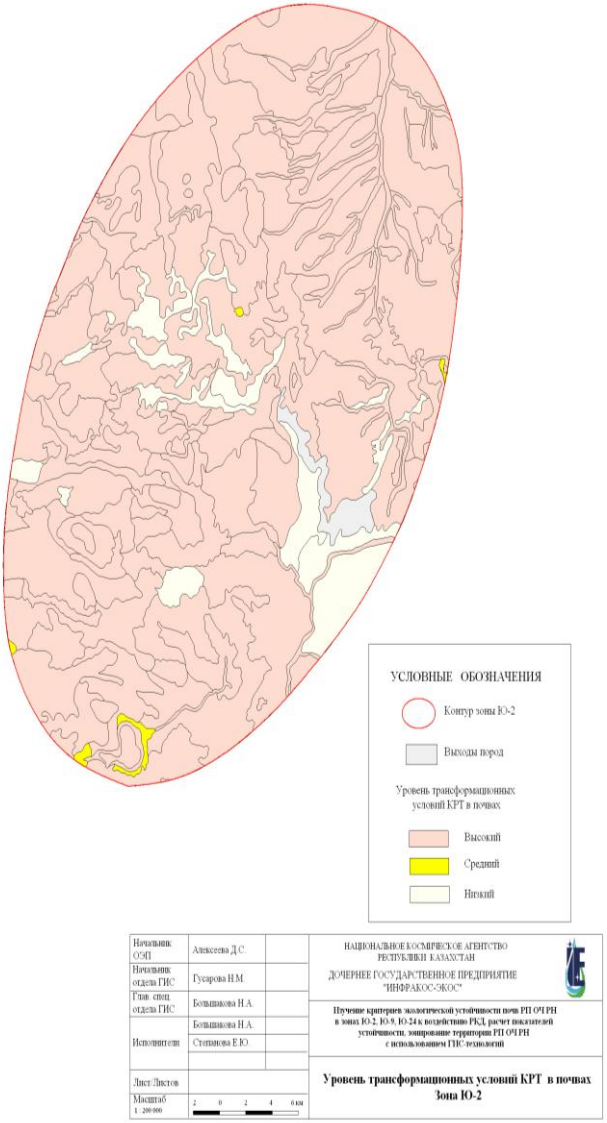
Глава 5. Рисунок 4. Зонирование территории РП №148 по показателю частоты падений



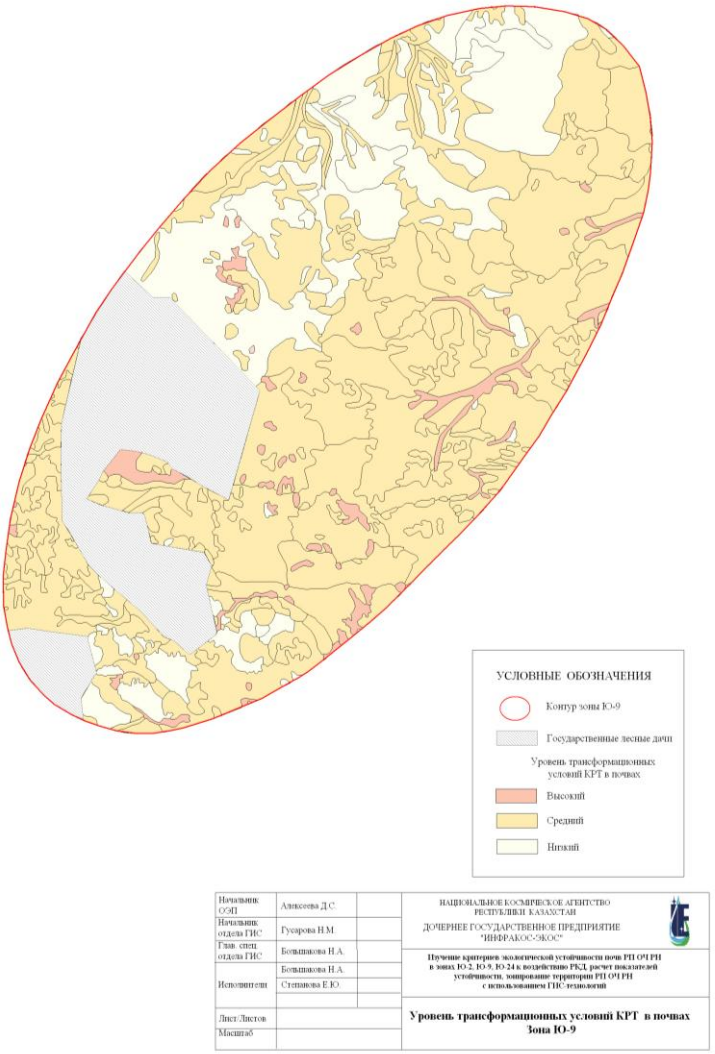
Глава 5. Рисунок 5. Зонирование территории РП №25,15 по показателю крепости



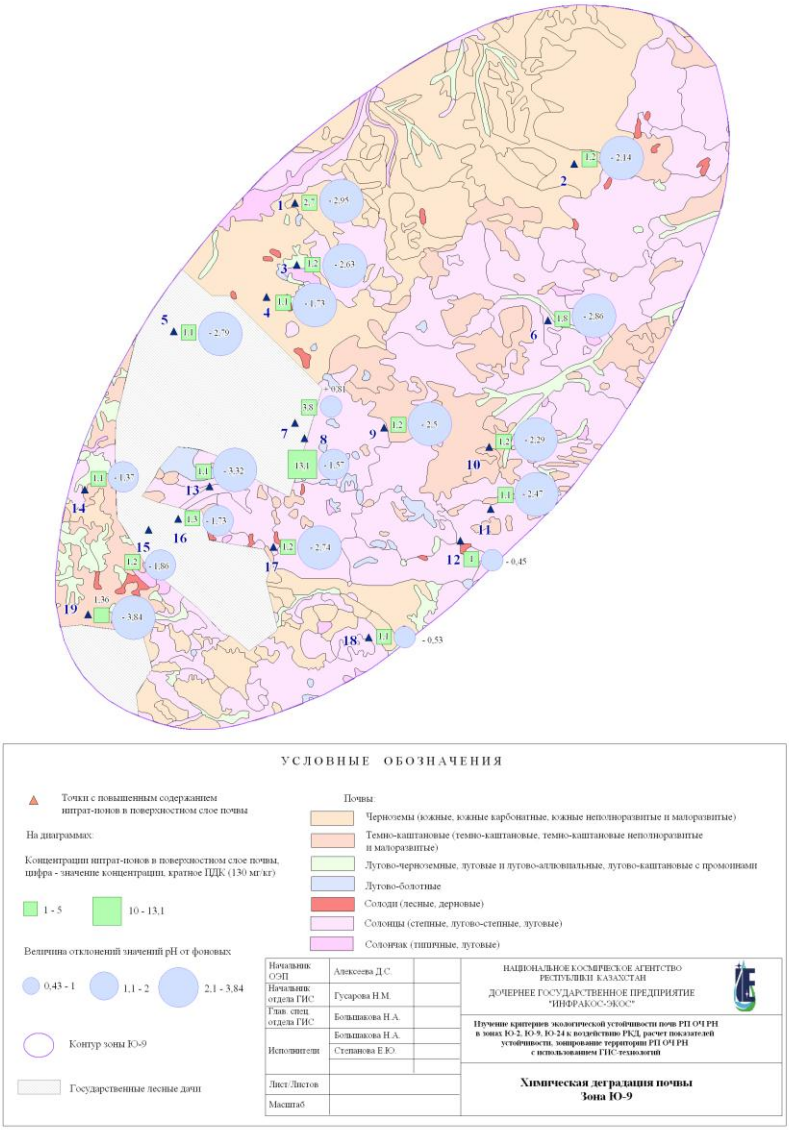
Глава 5. Рисунок 6. Зонирование территории РП №25,15 по показателю устойчивости почв к НДМГ



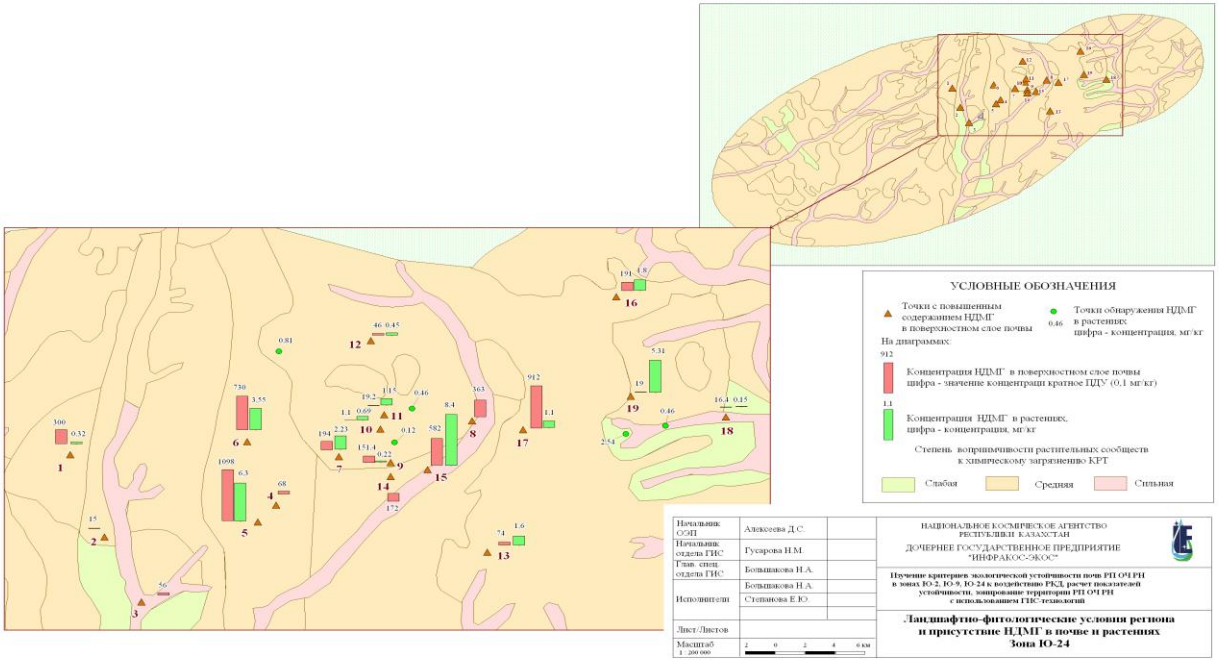
Глава 5. Рисунок 7. Зонирование территории РП №148 по показателю уровня трансформационных условий КРТ



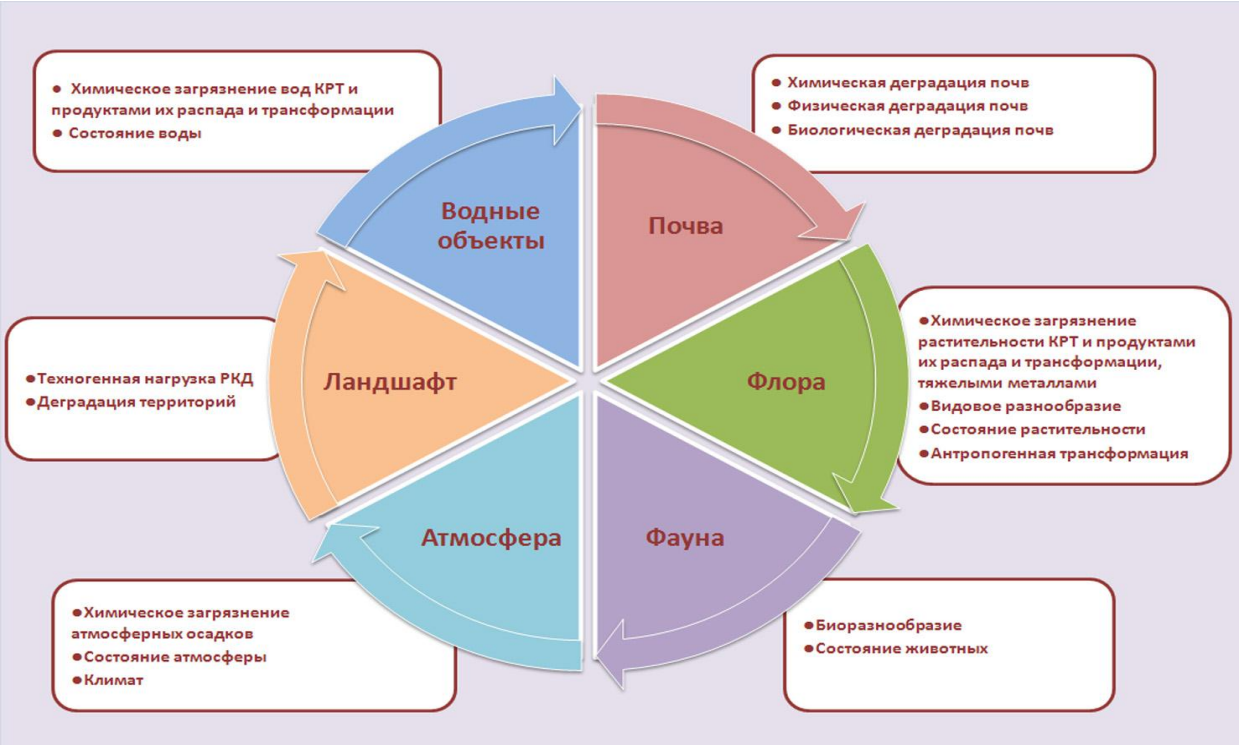
Глава 5. Рисунок 8. Зонирование территории РП №210 по показателю по показателю уровня трансформационных условий КРТ



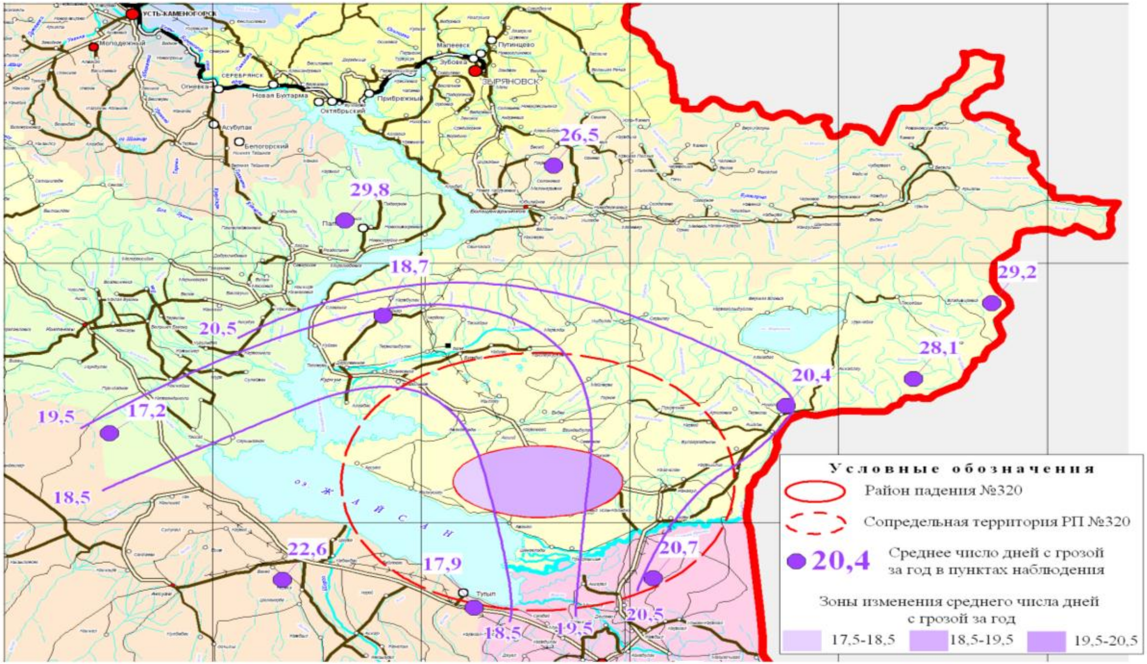
Глава 5. Рисунок 9. Зонирование территории РП №210 по показателю химической деградации почв



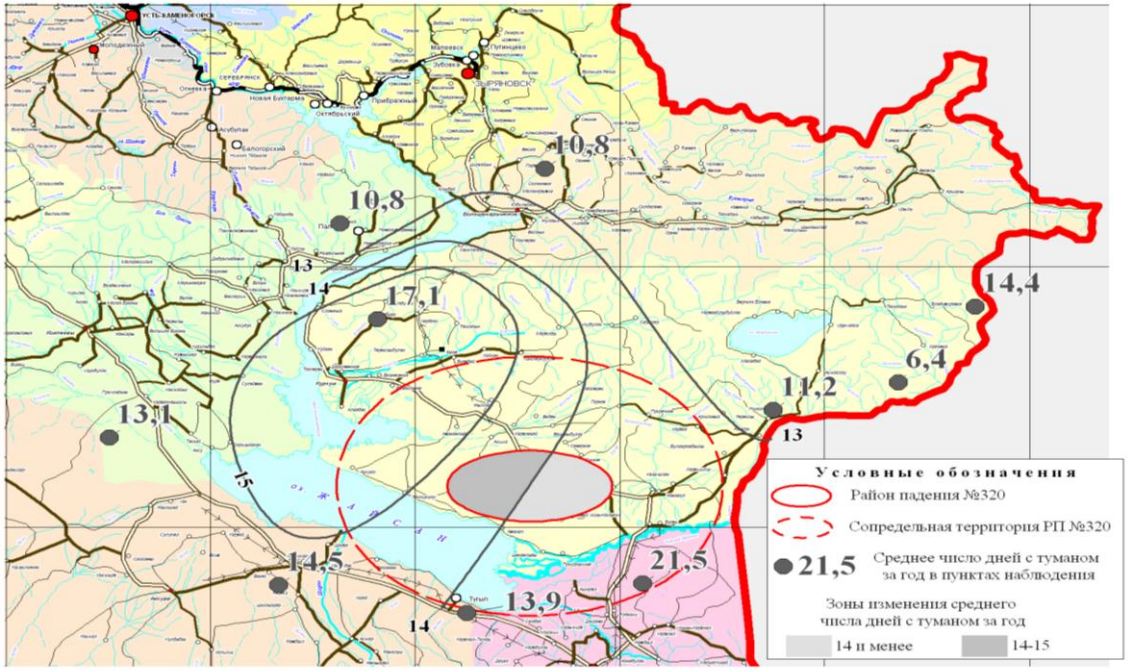
Глава 5. Рисунок 10. Зонирование территории РП №25,15 по показателю ландшафтно-фитологических условий региона и присутствия НДМГ в почве



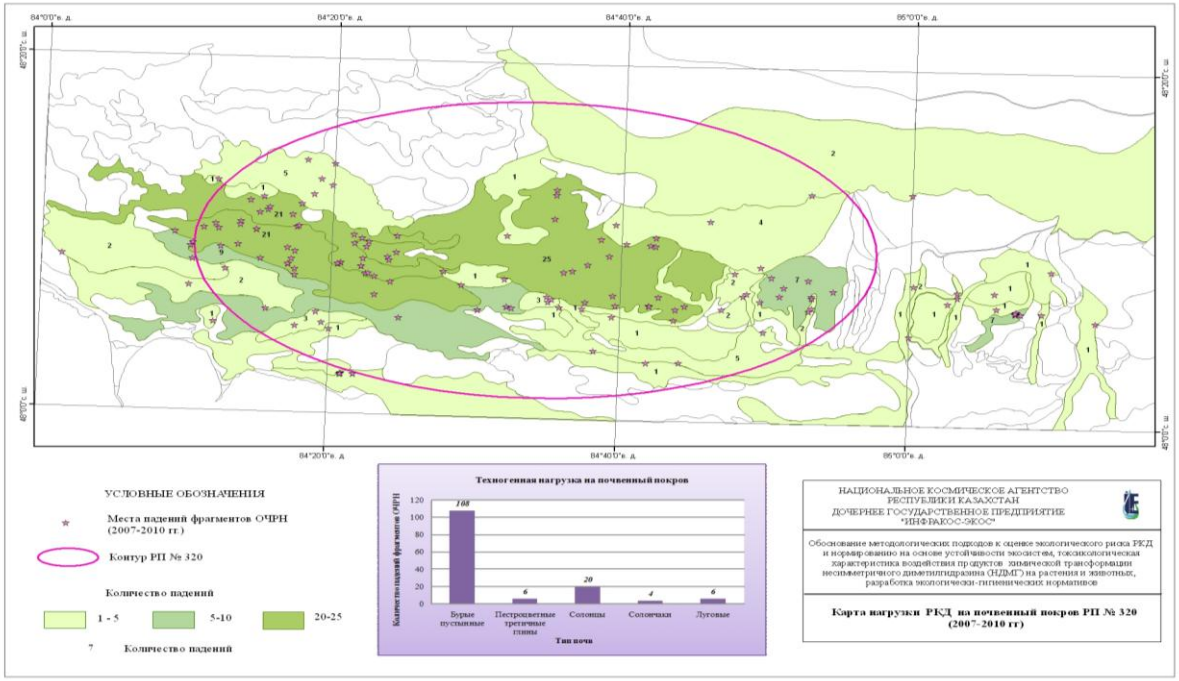
Глава 5. Рисунок 11. Схема критериев экологической устойчивости РП № 320



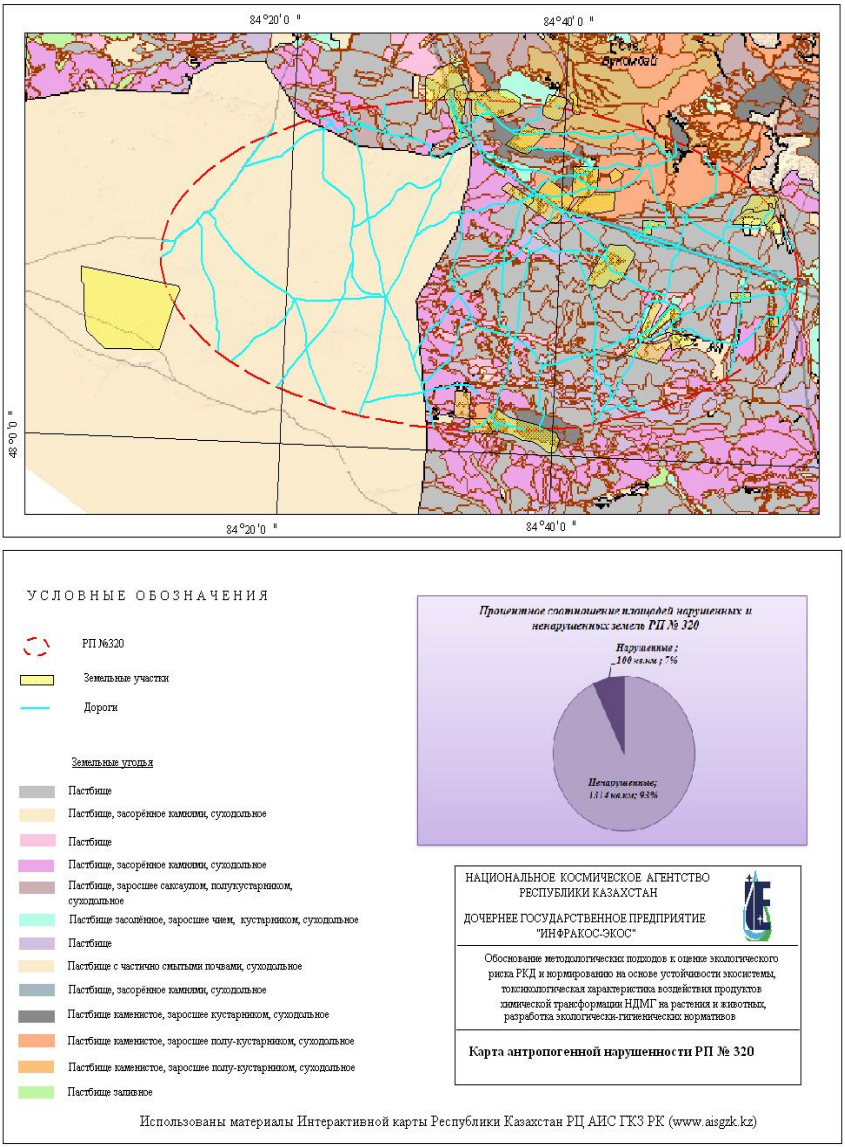
Глава 5. Рисунок 12. Зонирование по показателю среднего многолетнего за год числа дней с грозой в РП №320



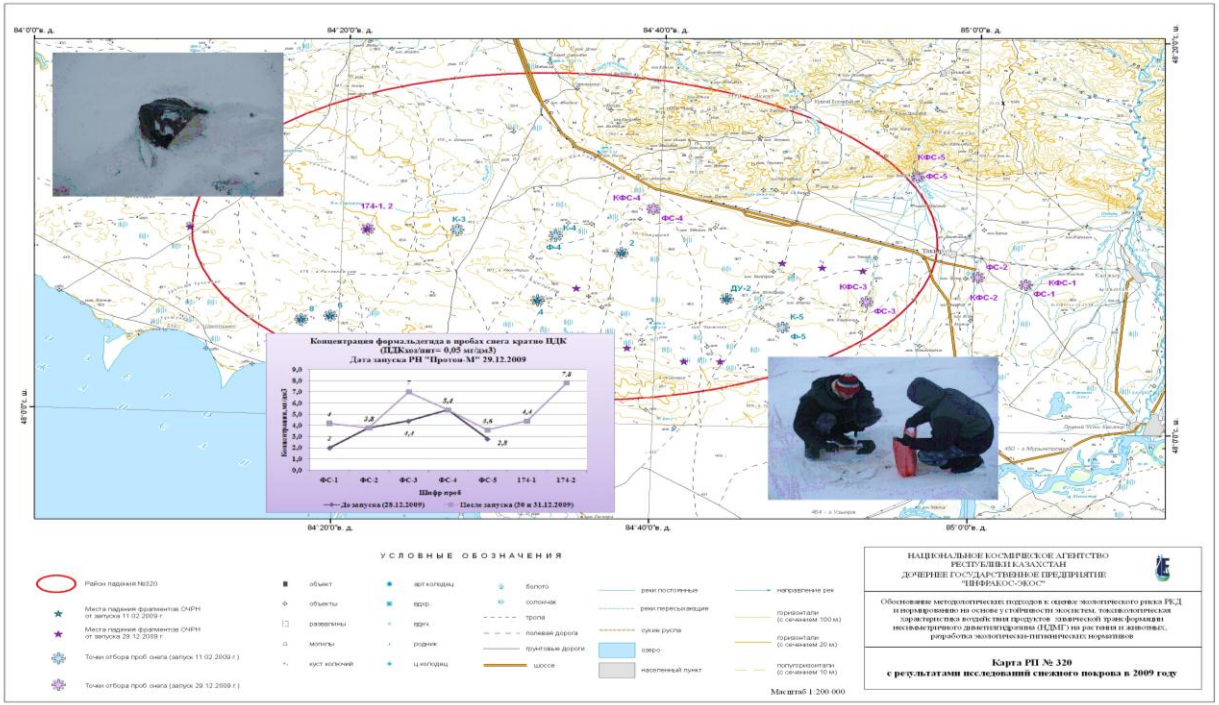
Глава 5. Рисунок 13. Зонирование по показателю среднего многолетнего за год числа дней с туманами в РП № 320



Глава 5. Рисунок 14. Зонирование по показателю нагрузки РКД на почвенный покров РП № 320 (2007-2010 гг.)



Глава 5. Рисунок 15. Зонирование по показателю техногенной нарушенности в РП № 320



Глава 5. Рисунок 16– Карта мест отбора проб снега при экологическом сопровождении пусков РН «Протон-М» в 2009 г. в РП 320

Глава 6

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА И ПРОДУКТОВ ИХ ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Основные принципы гигиенического нормирования химических веществ в почве
- Характеристика физико-химических свойств и биологического действия жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации
  - *Несимметричный диметилгидразин*
  - *Нитрозодиметиламин*
  - *Тетраметилтетразен*
  - *Диметиламин*
  - *Диметилформамид*
  - *Керосин*
- Предельно допустимые концентрации компонентов ракетного топлива и некоторых продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды

Основные принципы гигиенического нормирования химических веществ в почве

Одним из основных аспектов экологического нормирования химических соединений в объектах окружающей среды является разработка регламентов их предельно допустимого содержания - гигиенических нормативов. Разработка предельно допустимых концентраций (ПДК) для ксенобиотиков (чуждых веществ от греческого слова «Xenos», что значит чужой) является актуальной задачей как в экологии, так и в гигиене среды обитания. Это предписывается в законодательных актах страны. Так, в Экологическом кодексе Республики Казахстан определена цель экологического нормирования - регулирование качества окружающей среды и установление допустимого воздействия на нее, обеспечивающих экологическую безопасность, сохранение экологических систем и биологического разнообразия. В процессе экологического нормирования устанавливаются нормативы качества окружающей среды (ст. 22) [1].

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, ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) химических веществ и другими, установленными в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами.

ПДК - это утверждённый в законодательном порядке санитарно гигиенический норматив, под которым понимается - максимальное количество вредного вещества в единице объема или массы, которое при ежедневном

воздействии в течение неограниченного времени не вызывает каких-либо болезненных изменений в организме.

В целях упорядочения разрабатываемых нормативов предельно допустимых концентраций Министерством здравоохранения Республики Казахстан - уполномоченным государственным органом в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения ведется их государственная регистрация, включающая классификацию вредных веществ в зависимости от степени их опасности [2].

Обоснование гигиенического нормирования вредных веществ состоит из четырех этапов. На первом этапе осуществляется сбор и наработка информации, необходимой и достаточной для решения вопроса о целесообразности проведения исследований по гигиеническому нормированию. На втором этапе, на основании анализа информации, определяются вещества, не нуждающиеся в разработке гигиенических нормативов в соответствии с предложенными ниже критериями. На третьем этапе определяются очередность и объем исследований, необходимых для ускоренного обоснования гигиенических нормативов (ОБУВ, ОДУ, ПДК). На четвертом этапе принимается решение о разработке гигиенического норматива на основе проведения токсиколого-гигиенических исследований по утвержденным методическим указаниям [3, 4]. Такой подход является классическим в гигиеническом нормировании.

Тысячи новых химических продуктов, поступающих ежегодно на рынок, могут отравлять окружающую среду и представлять опасность для здоровья населения, но для нас представляют интерес химические вещества, загрязняющие окружающую среду в процессе осуществления пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур», работающих на

жидком ракетном топливе (ЖРТ). В этих ракетах топливо состоит из двух компонентов: горючей жидкости и окислителя.

Наиболее распространенными парами топлива в ракетах типа «Союз» и «Зенит», пускаемых с космодрома «Байконур», являются: керосин – кислород, а типа «Протон» и РС-18, РС-20, «Циклон» –НДМГ и АТ [5].

Эксплуатация РН оказывает воздействие на все компоненты окружающей среды. Однако, оценить степень влияния зачастую представляется сложным в связи с отсутствием гигиенических регламентов на содержание компонентов ракетного топлива и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды [6].

Проведенными с 2001 года по настоящее время исследованиями химического загрязнения компонентами ракетного топлива в населенных пунктах, прилегающих к объектам комплекса «Байконур» не обнаружено. В то же время, в РП ОЧ РН оно есть [6], и в них осуществляется хозяйственная деятельность (выпас скота, заготовление кормов). При этом не исключается прямое или опосредованное воздействие компонентов ЖРТ и продуктов их трансформации. Поступление в организм ксенобиотиков может осуществляться различными путями с воздухом, с водой и пищей животного и растительного происхождения, через кожу, слизистые, но, независимо от путей поступления резорбтивный эффект одинаков.

По классу опасности компоненты топлива и продукты их химической трансформации самые различные. Исходя из установленных параметров токсичности при однократном воздействии, компоненты ЖРТ и продукты их химической трансформации подразделяются на 4 класса: 1– чрезвычайно опасные, 2 – высокоопасные, 3 – умеренно опасные, 4 – малотоксичные [7]. Ниже приводится таблица с показателями, по которым

производится определение класса опасности вредных веществ (таблица 1).

Таблица 1- Параметры токсикометрии промышленных ядов при однократном воздействии

Наименование показателя	Класс опасности			
	I	II	III	IV
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м3	менее 0,1	0,1 - 1,0	1,1 - 10,0	Более 10,0
DL_{50} при введении в желудок, мг/кг	менее 15	15 - 150	151 - 5 000	Более 5 000
DL_{50} при нанесении на кожу, мг/кг	менее 100	100 - 500	501 - 2 500	Более 2 500
CL_{50} концентрация в воздухе, мг/м3	менее 500	500 – 5 000	5 001- 50 000	Более 50 000
Коэффициент возможного ингаляционного отравления	более 300	300 – 30	29 - 3	Менее 3
Зона острого действия	менее 6,0	6,0 - 18,0	18,1 - 54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	более 10,0	10,0 - 5,0	4,9 - 2,5	Менее 2,5

Опасность химических соединений зависит от длительности их пребывания в объектах окружающей среды. Существуют долго- и короткоживущие продукты химической трансформации НДМГ в почве. Например, в условиях сухого, жаркого с ветрами лета, характерного для Центрального Казахстана, где находится большая часть РП ОЧ РН, период разложения НДМГ на поверхности почвы измеряется часами, но, в глубине грунта он может сохраняться годами [6].Выявлено значительное количество химических соединений, образующихся при химической трансформации НДМГ (таблица 2).

Таблица 2 - Продукты химической трансформации несимметричного диметилгидразина и их токсичность

№ п/п	Наименование вещества по IUPAC и синонимы	Класс опасности
1	Гидразин	2
2	1,1-диметилгидразин несимметричный (гептил)	1
3	Диметиформамид, N,N-диметилметанамид UN2265, формилдиметиламин, диметиламид муравьиной кислоты	2
4	1-метил-1Н-1,2,4-триазол	
5	Диметиламин	2
6	Диметилгидразид муравьиной кислоты	
7	Триметиламин	2
8	N,N-диметилгуанидин	
9	Нитрозодиметиламин	1
10	Метилгидразин (монометилгидразин)	1
11	Диметиленгидразин	
12	Триметилгидразин	1
13	Диметилгидразин	1
14	Триметилгидразин	
15	1,5,5−триметилформазан	
16	Диметилгидразон формальдегида	
17	Диметилгидразоны ацетальдегида	
18	Бис-диметилгидразон глиоксаля	
19	Тетраметилтетразен	3
20	3-метил-1Н-1,2,4-триазол	4
21	1-метил-1,6-дигидро-1,2,4,5-тетразин	
22	1,5,5-триметилформазан	
23	Формальдегид, муравьинный альдегид, метаналь	2
24	Диазометан	
25	Метиловый спирт, метанол	3
26	Нитрат-ион	3
27	Аммония нитрат	4

Параллельно с гептилом почва в месте падения ОЧ РН загрязняется его окислителем - азотным тетраоксидом (синонимы - тетраоксид диазота, амил), который также подвержен химической трансформации. Наличие нитритов свидетельствует о свежем загрязнении почвы амилом, нитратов - о давнем или длительном.

Химические соединения на основе гидразина обладают разной степенью общей токсичности. Параметры их токсичности близки, а нормативы предельно допустимых концентраций в различных средах (в воздухе, воде, почве) очень низкие. В то же время токсичность отдельных химических соединений, производных гидразина, не изучена и, как видно из таблицы, не установлен класс опасности многих соединений, что затрудняет проведение общей оценки экологической ситуации в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей.

Из всех жидких ракетных топлив (ЖРТ) наибольшую опасность представляют горючее на основе гидразина и его производные. НДМГ, НДМА относятся к первому классу опасности с канцерогенными свойствами; гидразин, диметилформамид (ДМФА) и диметиламин (ДМА) – ко второму, тетраметилтетразен (ТМТ) – к третьему, керосин Т-1 - к четвертому. В то же время керосин, хотя и отнесен к малотоксичным соединениям, может нанести среде не меньший вред, чем производные НДМГ, так как наличие углеводородов в почве отрицательно влияет на биохимические и обменные процессы в ней.

Относительный характер приведенной выше классификации по степени токсичности подтверждается ещё и тем, что при химической трансформации НДМГ и его производных образуется нередко более опасные соединения. Так, продуктом деградации НДМГ является НДМА - более опасный в канцерогенном отношении.

Вообще все производные гидразина обладают канцерогенным действием в той или иной степени. Поэтому химические соединения, будь это гептил или продукты его трансформации в объектах окружающей среды, должно подлежать обязательному гигиеническому нормированию.

К моменту начала работ в 2001 году по оценке влияния пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения в республике отсутствовали собственные нормативы на жидкие ракетные топлива и их производные, а использовались нормативы, разработанные ранее в СССР. Ряд опасных химических соединений - производных гептила в почве не имели нормативов. Естественно, это влияло на оценку общей экологической обстановки.

События, связанные с аварийными пусками ракет космического назначения в Казахстане в конце 90-х и начале двухтысячного года выявили настоятельную необходимость в разработке гигиенических нормативов предельного допустимого содержания продуктов химической трансформации НДМГ в почве. Отсутствие гигиенических нормативов затрудняло проведение оценки ущерба, наносимого окружающей среде химическим загрязнением и эффективности детоксикации загрязненных гептилом почв [6].

В 2002 году ДГП «Инфракос-Экос» совместно с Институтом биофизики ФМБА РФ выполнил формирование Перечня ПДК для компонентов жидкого ракетного топлива, который тогда же был утвержден Главным государственным санитарным врачом Республики Казахстан. В последующем он дополнялся новыми нормативами, разработанными Институтом биофизики и утвержденными в Российской Федерации: «Аварийные пределы воздействия НДМГ на работающих в очаге аварии

и в атмосферном воздухе населенных мест», «Допустимая суточная доза несимметричного диметилгидразина для населения, не имеющего профессионального контакта с ним» (ГН 1.2.1311-03, ГН 2.1.6.1845-04. ГН 2.2.5.1846-04).

В числе новых нормативов были и ПДК на компоненты ЖРТ и их производные, разработанные за последние годы в России (16) и Казахстане [8].

Так, в 2008 году в республике утверждены нормативы предельно-допустимого содержания нитрозодиметиламина и тетраметилтетразена, в 2009 году - ракетного керосина Т-1 и в 2010 году - диметиламина в почве.

Для обоснования ПДК любого химического вещества необходимо располагать следующей информацией:

1.1. Область применения.

1.2. Объем производства, применения, выброса в атмосферу и сброса в воду водных объектов (отдельного предприятия и по Казахстану в целом).

1.3. Форма выпуска.

1.4. Структурная формула.

1.5. Молекулярная (атомная) масса.

1.6. Физико-химические показатели:

1.6.1. Агрегатное состояние (при 20 град. С, 760 мм рт.ст.).

1.6.2. Точка кипения.

1.6.3. Точка плавления.

1.6.4. Упругость паров при 20 град. С.

1.6.5. Плотность.

1.6.6. Растворимость в воде, жирах и других средах

1.6.7. Кислотно-основные свойства изучаемого вещества, pH.

1.6.8. Влияние на запах и окраску объектов среды.

1.6.9.Реакционная способность, стабильность, трансформация в объектах окружающей среды.

1.7. Токсикологические показатели:

1.7.1. Острая токсичность при введении в желудок (DL50), при аппликации на кожу (DL50), при ингаляции (CL50).

1.7.2. Показатели кумулятивности.

1.7.3. Раздражающее действие на кожу и глаза.

1.7.4. Кожно-резорбтивное действие.

1.7.5.Сенсибилизирующее действие (кожно-аллергические реакции).

1.7.6. Эмбриотропное действие.

1.7.7. Гонадотропное действие.

1.7.8. Тератогенное действие.

1.7.9. Мутагенное действие.

1.7.10. Канцерогенное действие

Существуют ускоренные методы токсикологических исследований, проводимых в двух направлениях: по линии расчетного прогнозирования и по линии экспериментального ускоренного биологического обоснования нормативов [9].

Кроме того, гигиеническое нормирование отличается спецификой, зависящей от объекта окружающей среды, для которого оно осуществляется. Для воздуха рабочей зоны разработка ПДК ведется в несколько этапов. Сначала проводится предварительная токсикологическая оценка вещества путем расчета параметров его токсичности. Далее дается токсикологическая оценка на основе острого, подострого и хронического экспериментов на животных и, если необходимо, осуществляются дополнительные токсикологические исследования для выяснения механизмов (например, аллергического) воздействия, ранней диагностики и экспериментальной терапии.

Обязательным условием разработки ПДК в воздухе рабочей зоны является гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работающих, статистические эпидемиологические исследования. Эта схема

нормирования вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которая заложена Н.С.Правдиным и Н.В.Лазаревым в ещё в 20-50 годах прошлого века и в дальнейшем развита советской школой промышленной токсикологии является классической [9, 10].

Основой для создания токсикометрии веществ, загрязняющих атмосферный воздух, являются исследования по установлению зависимости времени наступления определенных токсических эффектов от уровня непрерывно вдыхаемых концентраций (концентрация-время) и кумулятивной способности веществ [11].

Схема установления ПДК в воде учитывает физико-химические, токсикологические свойства загрязнителей, но и влияние на санитарный режим водоемов и их способность к самоочищению, органолептические свойства воды и здоровье населения [12].

В пищевой токсикологии используется изучение общетоксических свойств ксенобиотиков, их канцерогенности, тератогенности - генеративной функции экспериментальных животных и состояния их потомства [13].

Принцип токсиколого-гигиенического нормирования содержания вредных веществ в почве значительно отличается от вышеуказанных и основан на:

-изучении стабильности исследуемых веществ в почве и факторов, на нее влияющих;

-определении допустимой концентрации химического вещества в почве, гарантирующей переход его в растения в количестве, не превышающем нормативы предельного содержания для продуктов питания;

-определении допустимой концентрации химического вещества в почве при его миграции из почвы

в атмосферный воздух - нормативы ПДК для воздуха; в атмосферный воздух - нормативы ПДК для воздуха; в грунтовый поток - нормативы ПДК для воды водоемов;

-оценке влияния на процессы самоочищения почв и почвенный микробиоценоз.

Установление ПДК вредного вещества в почве производится по минимальному «лимитирующему» из вышеперечисленных тестов показателю. При нормировании химических веществ учитывается также опасность количественного химического загрязнения почвы, что позволяет предвидеть нарушение самоочищающей способности почвы, т.е. сохранение её природной барьерной функции, вторичное загрязнение поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха и выращиваемых растений. Важно также знать токсические свойства загрязнителей, что определяет риск для здоровья людей, а также направления его профилактики.

В натурных условиях на количественное содержание и поведение химических веществ в почве оказывает влияние большое число различных факторов (тип почвы, ее механический, морфологический состав, различный микробиоценоз, кислотность среды, температура, влажность и т.д.).

Учет всего разнообразия факторов, которые могут встречаться в натурных условиях различных почвенно-климатических зон, является обязательным предметом исследований.

В экспериментальных условиях нормирование химических веществ в почве проводится в условиях, воспроизводящих наихудшие почвенные и метеорологические факторы, обеспечивающие максимальный переход веществ в контактирующие среды на специальных модельных почвенных эталонах (МПЭ).

Заключительным этапом исследований является определение ПДК веществ в почве для конкретных почвенно-климатических условий [4, 14].

При наличии официальной информации о физико-химических свойствах и опубликованных фактических данных по токсикологической характеристике, и количественных параметрах опасности, соответствующих нормативно-методическим документам, допускается использование этих сведений для гигиенического нормирования.

В предыдущих разделах настоящего издания демонстрируется степень экологической опасности загрязнения объектов окружающей среды компонентами ракетного топлива в РП ОЧ РН на территории Казахстана. Установлено, что наибольший риск связан с загрязнением почвы - несимметричным диметилгидразином (гептилом). Находясь в ней, этот ксенобиотик выявляется в неизменном виде или в виде основных продуктов его химической трансформации: нитрозодиметиламина, тетраметилтетразена, диметиламина, диметиформамида, метилтриазолов и др. (см. таблицу 1). Изучены климатические условия на территориях дислокации РП ОЧ РН, а также качественно-количественные характеристики состояния почв [15]. Наличие этих сведений значительно облегчало задачу нормирования вредных веществ в почве.

Характеристика физико-химических и токсических свойств жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды почерпнута из научной литературы.

Наиболее полная их характеристика приведена в Справочнике по токсикологии и гигиеническим нормативам (ПДК) потенциально опасных химических веществ под ред. Кушневой В.С., Горшковой Р.Б [16, 17]. Сведения о параметрах токсичности исследуемых веществ

заимствованы также из справочника «Вредные вещества в промышленности» [18].

Характеристика физико-химических свойств и биологического действия жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации

Несимметричный диметилгидразин

Несимметричный диметилгидразин (НДМГ**,** торговое название: гептил**)** - это бесцветная дымящаяся и гигроскопичная жидкость с резким неприятным запахом (тухлой селедки). Широко используется в двигателях жидкостных РН, межконтинетальных баллистических ракет, разгонных блоков и космических аппаратов вследствие долгохранимости. Используется, как правило, в сочетании с азотными окислителями.

Легко окисляется кислородом воздуха с образованием комплекса продуктов окисления, превращаясь в желтого цвета жидкость. Хорошо растворяется в воде.

Регистрационный номер CAS	57-14-7
Химическая формула	$C_2H_8N_2$
Физико-химические свойства:	
Агрегатное состояние (при 20ºС, 760 мм рт.ст.)	жидкое
Молекулярный вес	50,078
Плотность при 20°С, г/см^3	0,79
Относительная плотность смеси пар/воздух при 20°С (воздух = 1):	1.2
Вязкость при 25°С, мПа с	0,51
Коэффициент преломления при 25°С	1,4050
Диэлектрическая проницаемость при 25ºС	3,5

Температура кипения °С	63,3
Температура кристаллизации, плавления °С	58,0
Температура вспышки °С	15
Температура самовоспламенения °С	250,0
Поверхностное натяжение при 25°С, мН/м	28
Давление насыщенных паров при 25°С, гПа	210
Давление насыщенных паров критическое, Мпа	5,35
Удельная теплоемкость при 20°С: Дж/(моль К)	164,2
Теплопроводность при 25°С Вт/(моль К)	0,2012
Растворимость в воде	оч. хор.
Теплота сгорания, кДж/моль	1981,0
Образования, кДж/моль	47,4

По своим химическим свойствам НДМГ является слабым основанием и активным восстановителем, легко окисляется различными окислителями (O_2, $KMnO_4$, KIO_3, оксид ртути, перекись водорода, азотная кислота, азотистая кислота, хлор, бром, йод, гипохлориты, озон и др.).

При попадании на металлы с развитой поверхностью окисление ускоряется и может привести к воспламенению. Ионы меди и железа катализируют процессы окисления НДМГ [16].

Скорость и глубина окисления зависят от концентрации кислорода, температуры, времени окисления, присутствия загрязнителей и каталитически активных металлов - меди, железа, хрома, марганца и их оксидов [17].

Атмосферный кислород медленно окисляет НДМГ даже при низких температурах. Основным продуктом такого окисления являются диметилгидразон формальдегида, вода, азот:

$$3(CH_3)_2NNH_2 + O_2 \rightarrow 2(CH_3)_2NN{=}CH_2 + 4H_2O + N_2 \qquad (1)$$

В закрытых резервуарах окисление НДМГ протекает с образованием воды, спектра химических соединений, приведенных в таблице 2, а также смолистых веществ.

Окисление НДМГ солями меди (реактив Фелинга) и серебра при нагревании в водных растворах используется для его качественного определения. Количественный анализ также основан на окислении, например, сульфатом ртути.

Он легко вступает в реакцию с соединениями, содержащими карбонильную группу, хорошо растворим в воде, водных растворах кислот, спиртах, углеводах, аминах, эфирах, легко поглощает влагу из воздуха [18].

При нагревании НДМГ в атмосфере азота при температуре до 250°С в течение часа он практически не изменяется. При атмосферном давлении в паровой фазе при пребывании 1сек он практически не разлагается до 350°С, при 400-500°С и выше он разлагается с образованием аммиака, аминов, метана, этана, этилена, водорода, азота и др. Процесс термического разложения НДМГ катализируется оксидами марганца, железа и др. [15].

Изучение реакции аутоокисления НДМГ в объемных камерах в условиях, моделирующих атмосферные, показало, что основным первичным продуктом окисления является диметилгидразон формальдегида. Время полураспада НДМГ в этих условиях 84 часа. В присутствии небольшого количества озона происходит образование диметилнитрозамина, а при солнечном фотолизе - нитраминов. Среди других продуктов отмечены: формальдегид, пероксид водорода, оксиды азота.

Выдерживание НДМГ в атмосфере гелия в течение 40 часов при 5°С не приводит к изменению исходного НДМГ.

Добавление в среду гелия кислорода способствует превращению НДМГ в диметилметиленгидразин и образованию незначительных количеств диметилнитрозамина и тетраметилтетразена. Добавление в гелий-кислородную среду смеси паров воды сопровождается быстрым (5-10 мин) исчезновением НДМГ из парогазовой фазы и ускорением процессов накопления диметилметиленгидразина, диметилнитрозамина, тетраметилтетразена.

Использование каталитических добавок $A1_2O_3$ или SiO_2 в процессе окисления НДМГ в газовой фазе озоном приводит к его полному окислению до CO_2, H_2O и N_2, а добавка воды стабилизирует образование тетраметилтетразена.

Окисление НДМГ воздухом или пероксидом водорода в присутствии активированного угля приводит к его полному окислению до нетоксичных продуктов [18]. НДМГ обладает высокой летучестью, хорошо адсорбируется на различных поверхностях.

И так, свойства НДМГ, определяющие характер его поведения в природных ландшафтах, которые имеют значение для гигиенического нормирования следующие:

-высокая испаряемость;

-окисляемость кислородом воздуха;

-хорошая растворимость в окислительных нейтральных и щелочных водах;

-сорбционная способность;

-каталитическое действие химических элементов их соединений, входящих в состав природных вод и почво-грунтов и др.

Острая токсичность по показателям гибели 50% животных при однократном введении НДМГ(DL_{50}) составляет при внутрижелудочном введении для мышей 155 мг/кг, для крыс-202,5 мг/кг; при внутрибрюшинном

введении для мышей - 125 мг/кг, для крыс - 131 мг/кг, для собак и обезьян- 60-100 мг/кг; при открытом нанесении на кожу - для крыс - 770 мг/кг, для кроликов - 850 мг/кг; при ингаляции - для мышей - 450 мг/м^{3,} для крыс - 620 мг/м^{3}.

При поступлении в организм человека в дозе 20-10 мг/кг возможно развитие отравлений легкой степени. Обладает кумулятивными свойствами. Класс опасности - I.

НДМГ опасен при любых путях поступления в организм - через желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, кожу и слизистые [16, 17].

Острое отравление: У человека различают три степени острых интоксикаций.

Легкая степень отравления: раздражение органов дыхания, катаральное воспаление верхних дыхательных путей, слизистых зева, катаральный конъюнктивит; диспептические расстройства, ухудшение аппетита. В нервной системе - преходящая вегетативно-сосудистая дисфункция, легкие полиневротические расстройства, головная боль. Другие клинические проявления интоксикации: преходящие функциональные изменения печени, ретикулоцитоз, лейкоцитоз и др.

Средняя степень**:** токсический ларинготрахеит, бронхит, эмфизема; острый конъюнктивит, слезотечение; эрозивный гастрит, бульбит, рвота; выраженные астено-вегетативный и астено-невротический синдромы, сенситивный полиневрит; сосудистая дисфункция, тахикардия, артериальная гипертензия, преходящие изменения на ЭКГ.

Клинически - токсический гепатит с нарушением функции печени, увеличение ее; анемия, ретикулоцитоз, лейкоцитоз со сдвигом влево, лимфо-и моноцитоз. Тяжелая степень**:** бронхиолит, пневмония, отек легких, гортани, спазм голосовой щели; возможны кератиты; выраженный эрозивный гастрит, бульбит, возможны кровотечения;

судорожный синдром, кома, энцефалопатия с диэнцефальными проявлениями; гипотония, коллапс, шок, миокардиодистрофия, экстрасистолия; возможен смертельный исход. Клинические проявления интоксикации: выраженные формы токсического гепатита, возможна острая атрофия печени с явлениями недостаточности ее; ретикулоцитоз, тромбоцитопения, анемия; нефропатия, недостаточность почек вплоть до анурии.

После выздоровления сохраняются остаточные явления: астено-вегетативный синдром, токсический гепатит, полиневрит, токсические нефропатии. Отдаленные последствия интоксикации: органические изменения ЦНС, полиневриты, язвенные изменения ЖКТ, цирроз печени, энцефалопатии с диэнцефальными изменениями.

Хроническое отравление: нарушения функции нервной системы, обмена веществ (углеводного, жирового), дефицит витамина B_6, сдвиги в сердечнососудистой и эндокринной системах. Изменения в печени (нарушение антитоксической, экскреторной, белковообразовательной функций), нарушение функций мозга, поражение почек.

У людей хроническая интоксикация проявляется в общей слабости, повышенной утомляемости, раздражительности, головных болях, нарушении сна. В ряде случаев - жалобы на боли в области печени, эпигастрии, сердца, сердцебиение. Объективно выявляют: вегето-сосудистую дистонию, астенический синдром, признаки микроорганического поражения ЦНС. Характерны нарушения функций печени: увеличение количества билирубина в сыворотке крови, нарушение выделительной функции печени.

Сравнительно часто отмечаются хронические конъюнктивиты, субатрофические риниты и фарингиты [16, 17].

НДМГ оказывает влияние на воспроизводство потомства, развитие плода, вызывает врожденные дефекты у потомства и злокачественные новообразования у человека.

При гистологическом обследовании тканей животных [17] установлено следующее. В печени были явления выраженного полнокровия и отека, а также жировая дистрофия гепатоцитов. Просветы центральных вен и междольковых сосудов, а иногда и междольковых капилляров, были расширены и переполнены кровью. Встречались периваскулярные и очаговые кровоизлияния. При отеке в ткани печени можно было видеть скопления белковой жидкости в перикапиллярных пространствах и вокруг более крупных сосудов.

Отмечалась очаговая дискомплексация гепатоцитов, расширение пространств Диссе, гиперхроматоз ядер, жировая дистрофия гепатоцитов, которая носила характер мелкокапельной. Жировые капли располагались как по периферии, так и в центре долек. Встречались мелкие очаги некроза и некробиоза ткани печени.

В сердце патологические изменения выражались в гиперемии, отеке периваскулярной и интерстициальной ткани, в явлениях плазморрагии стенок сосудов. Периваскулярный отек, и отек интерстициальной ткани нередко сочетался с разволокнением кардиомиоцитов, а иногда и с их фрагментацией.

В почках - полнокровие сосудов, отек интерстициальной ткани, диапедезные кровоизлияния, очаговое плазматическое пропитывание стенок сосудов. В эпителии извитых канальцев выявлялись вакуольная

дистрофия, местами можно было видеть очаговый некроз эпителия извитых канальцев.

В легких наблюдалось резкое полнокровие сосудов органа, разволокнение их стенок за счет отека, периваскулярный отек, разрыв стенки, периваскулярные кровоизлияния, очаговая плазморрагия сосудов. Обнаруживались также перибронхиальный отек, явления бронхоспазма и скопление в альвеолах отечной жидкости.

Таким образом, гистологические исследования показали, что у подопытных мышей обнаружены ярко выраженные морфологические изменения в печени, почках, сердце и легких.

Наиболее характерными изменениями были: нарушения кровообращения в виде полнокровия, отека и очаговых кровоизлияний, жировой дистрофии печени, вакуольной дистрофии эпителия извитых канальцев почек, очаговых некрозов гепатоцитов и эпителия почечных извитых канальцев, дистрофии и очаговой фрагментации кардиомиоцитов, явления отека и бронхоспазма в легких [16, 17, 19].

Вышеуказанные морфофункциональные изменения в клетках и тканях всех исследованных органов мышей относятся к разряду тяжелых.

Цитогенетическое изучение [20] воздействия гептила на животный организм позволяет установить индуцированные морфологические изменения в органах и хромосомные нарушения в их клетках, которые могут служить биологическим индикатором и достоверно оценить генетическое состояние организма после воздействия на него гептила.

Изучение влияние 1,1-ДМГ на индикаторных штаммах *Salmonella typhimurium TA 100* выявило мутагенность при концентрации 0,5 и 1,0 мг/мл.

Нитрозодиметиламин

N-нитрозодиметиламин (НДМА) - один из главных и наиболее опасных продуктов метаболизма НДМГ в объектах окружающей среды:

Регистрационный номер CAS	62-75-9
Химическое название вещества по IUPAK (International Union of Pure and Applied Chemistry)	N-метил N- нитрозо-метамин
Химическая формула	$C_2H_6N_2O$
Физико-химические свойства:	
Молекулярная масса	74,1
Температура кипения	151°С
Относительная плотность(вода=1)	1,0
Растворимость в воде	оч. хорошая
Давление паров, Па при 20°С	360
Относительная плотность пара (воздух = 1)	2.56
Температура вспышки °С	61
Коэффициент распределения октанол/вода lgP	0.57

НДМА - представляет собой маслянистую жидкость желтого цвета со специфическим запахом аминов. Он хорошо растворим в воде, органических растворителях, спиртах, кислотах; обладает слабыми основными свойствами. Из водных и кислотных растворов извлекается эфиром. При действии на НДМА водородом, выделяющимся в среде соляной кислоты, происходит количественное восстановление НДМА в НДМГ. Он может образовываться при воздействии на НДМГ различных окислителей. Соединение значительно устойчивее в водной

среде и не разлагается биохимическим путем, обладает стабильностью и в других объектах окружающей среды [15].

НДМА не расщепляется растворами щелочей и разбавленных кислот и почти не подвергается разрушающему действию рассеянного света. Эти свойства НДМА предопределяют их длительное присутствие в ОПС. Он отличается высокой летучестью и перегоняется с водяным паром без разложения.

Токсичность. Острая токсичность при внутрижелудочном введении (DL_{50}) для мышей - 17,3 мг/кг, для крыс - 37,0 мг/кг; при внутрибрюшинном введении- для крыс - 26,5 мг/кг ; при ингаляции (CL_{50}) для крыс - 276,4 мг/м^3.

Смертельны для человека концентрации 60-300 мг/м^3 при однократном ингаляционном воздействии; в диапазоне 10-60 м г/кг - при попадании внутрь.

Класс опасности – 1.

НДМА обладают широким спектром токсического действия на организм человека [16,17]. В первую очередь, действие НДМА направлено на печень и почки, в результате чего происходит нарушение их функции и некрозы.

НДМА, являясь сильным канцерогеном, в то же время относится к непрямым канцерогенным веществам. Фактор канцерогенности (повышение риска на $1/10^6$) по данным Оена 0.0022 мкг/л [18]. НДМА сам по себе инертен и превращается в активные соединения при участии ферментов клетки - например, монооксигеназ, катализирующих включение одного атома кислорода в молекулу субстрата. В результате образуются вещества, которые реагируют с биополимерами. Так, метаболическая активация НДМА вызывающего опухоли у многих видов животных, осуществляется с образованием

метилдиазогидроксида, способного алкилировать биополимеры клетки, в том числе нуклеофильные центры оснований ДНК.

В эксперименте на крысах установлено, что бедная селеном диета, увеличивает мутагенный эффект НДМА и вызывает мутагенность желчи[21].

Тетраметилтетразен

Тетраметилтетразен (ТМТ) часто встречающийся продукт распада НДМГ.

Продукт разложения несимметричного диметилгидразина.

В экстрактах почв находят методом жидкостной хроматографии с амперометрическим детектированием.

Регистрационный номер по CAS 6I30-87-6.

Химическое название вещества по IUPAK - 4,4,4,4-тетраметил--2-тетразин

Химическая формула $C_4H_{12}N_4$

Физико-химические свойства:

Агрегат. состояние (20°C, 760 мм.рт.ст.) жидкое

Точка кипения (при 97 мм рт.ст, °C) 70

Плотность г/см^3 0,91

ТМТ - маслянистая бесцветная жидкость с желтоватым оттенком и резким ароматическим запахом. Ограниченно растворим в воде (10 г/л), хорошо растворим в органических растворителях и кислотах. В зависимости от pH среды может находиться в растворе в различных формах, в щелочной среде - в молекулярной форме, в кислой - в виде радикалов. Он проявляет основные свойства. При нагревании в слабокислой среде происходит его количественное разложение с образованием ди- и монометиламинов, формальдегида и азота. Константа диссоциации при T=25^{0}C равна 7,78.

Реакционная способность. При термическом разложении (T=135°C) разлагается со взрывом на замещенный гидразин и азот. Проявляет сильные восстановительные свойства. Нестабилен в кислых средах, особенно при повышенной температуре. Первичными продуктами реакции являются диметиламин, азот и неидентифицированные соединения, которые гидролизуясь выделяют метиламин и формальдегид [15].

ТМТ термически не устойчив; при нагревании в инертных растворителях превращается в тетразенный гидразин с выделением азота. Он образуется при окислении НДМГ йодатом или броматом калия, азотной кислотой, азотистой кислотой, перекисью водорода, кислородом воздуха. В объекты окружающей среды ТМТ попадает совместно с НДМГ как продукт его окисления и проявляет достаточную стабильность.

Токсичность. Острая токсичность (DL_{50}) при внутрижелудочном ведении для мышей - 1500 мг/кг, для крыс - 1650 мг/кг; при внутримышечном ведении для мышей - 1080 мг/кг, для кроликов - 800 мг/кг; при ингаляции (CL_{50}) для мышей при – 14000 мг/м^3. Коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО) равен 2,4.

Кумулятивность. При повторном внутрижелудочном введении в дозе 1/5 и 1/20 от DL_{50} гибели животных не наблюдалось, что свидетельствует о слабой способности к кумуляции.

Порог обонятельного ощущения для человека - 0,007 мг/м^3 .

Класс опасности 3.

Действие на организм изучено в эксперименте на животных. Острое отравление проявляется признаками поражения дыхательной и центральной нервной системы. Биохимические сдвиги ферментных систем. Гибель в

течение первых суток. У выживших животных - агрессивность, ринит, диарея, гематурия. Морфологическая картина характеризуется поражением органов дыхания, печени, почек, центральной нервной системы. Хроническое воздействие проявляется снижением массы тела животных, агрессивностью, нарушением рефлексов, изменениями картины белой крови. Биохимические сдвиги в белковом, углеводном обмене, ферментативные и иммунные нарушения. Морфологические нарушения в воздухоносных путях, легких, печени, почках, надпочечниках.

Обладает кожно-резорбтивным действием, действует на слизистые глаза [15,17].

Диметиламин

Диметиламин (ДМА) - типичный представитель ряда низших алифатических аминов. В обычных условиях ДМА представляет собой бесцветный газ с резким запахом аммиака и гниющей рыбы.

Регистрационный номер по CAS	124 -40-3
Химическая формула	CH_3—NH—CH_3
Агрегатное состояние	газ
Молярная масса, г/моль	45,08
Плотность, г/см³	1,883
Температура плавления,°С	92,8
Температура кипения, °С	7
Удельный вес	0,68

Легко растворим в воде (354 г/100 мл, этаноле, метаноле и во многих других органических растворителях.

Обладает основными свойствами.

Образует сильнощелочные растворы, в эфирах и спиртах. В водных растворах, особенно в присутствии кислот, он образует соли, не обладающие запахом и легко

разрушающиеся при введении сильных щелочей. ДМА образуется из НДМГ при воздействии на последний различных окислителей. Попадая в объекты окружающей среды, ДМА достаточно стабилен в воде и воздухе [5].

Токсичность. Гибель животных в 50% случаев (DL_{50}) наступает при однократном внутрижелудочном введении ДМА в дозе 316 мг/кг - для мышей, 698 мг/кг для крыс, 240 мг/кг для морских свинок и кроликов: при ингаляции CL_{50} для мышей 2 часовой экспозиции - 70 мг/м^3.

Порог ощущения диметиламина по запаху (1 балл) на основе непосредственных показаний одораторов был в пределах 0,15—1,25 мг/л. Запах интенсивностью в 2 балла (практический порог) определялся, если содержание диметиламина в воде составляло 0,6—2,5 мг/л.

Класс опасности 2.

Общий характер действия. Оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаз, кожу, общетоксическое и эмбриотоксическое действие. Поражает печень, проникает через неповрежденную кожу.

У животных в остром опыте выявляются: *н*арушение дыхания, кровообращения, координации движений, боковое положение, судороги. Для белых мышей минимальная смертельная концентрация 4 мг/л. Слабо выраженные симптомы раздражения слизистых - при 2 мг/л. Концентрация 1,2 и 1,7 мг/л при экспозиции 2 часа у белых крыс вызывали нарушение условнорефлекторной деятельности, восстанавливающееся после 30-50 дней [22].

Клиническая картина отравления у животных характеризовалась транзиторным возбуждением, последующей адинамичностью, боковым положением и нарушением координации движений. Отмечалось также резкое раздражающее действие на слизистые оболочки. У погибших и умерщвленных животных нередко

наблюдались обширные кровоизлияния в стенках желудка и кишечного тракта.

Выраженными кумулятивными свойствами ДМА не обладает.

Вызывает у подопытных животных увеличение содержания копропорфирина в моче и увеличение содержания мочевины в сыворотке крови, уменьшение содержания аскорбиновой кислоты в надпочечниках и увеличение весовых коэффициентов печени. Остальными тестами изменения у подопытных животных по сравнению с контрольными не выявлены. При длительном воздействии отмечаются незначительные сдвиги ответной реакции со стороны ЦНС [23].

Диметилформамид

N,N-диметилформамид (ДМФА) - органическое соединение с формулой $(CH_3)_2NC(O)H$.

Регистрационный номер по CAS - 68-12-2

Химическое название вещества- N,N-диметилформамид

Систематическое наименование- формилдиметиламин, диметиламид муравьиной кислоты

Сокращение название	ДМФА
Химическая формула	C_3H_7NO
Температура кипения ,°С	153
Температура плавления, °С	61
Температура вспышки,°С	58
Температура самовоспламенения,°С	44,5
Относительная плотность (вода= 1)	0.95
Растворимость в воде: смешивается, коэффициент распределения октанол/вода как lg Pow	0.87
Относительная плотность пара (воздух = 1)	2.5

Относительная плотность смеси пар/воздух при 20°С (воздух = 1)	1.00
Давление паров, Па при 25 °С	около 492

ДМФА - бесцветная довольно вязкая жидкость со слабым специфическим "рыбным" запахом из-за наличия продукта разложения - диметиламина, в чистом виде практически без запаха. Продукт относится к группе амидов - класса органических соединений, которые могут рассматриваться как производные от кислот или аминов. Амиды могут быть получены не только из алифатических или ароматических карбоновых кислот, но также и из других типов кислот, например, из содержащих серу и фосфор.

Амиды достаточно нейтральны по сравнению с кислотой или аминами, из которых они получены, и иногда достаточно стойки к гидролизу [24, 25].

Смешивается с водой и большинством органических растворителей за исключением алифатических углеводородов. Образует азеотропные смеси с муравьиной кислотой, тетрахлорэтиленом, ксилолами. По химическим свойствам N,N-диметилформамид - типичный представитель N,N-дизамещенных амидов карбоновых кислот. Слабое основание; образует неустойчивые соли с сильными минеральными кислотами. Основность N,N-диметилформамида значительно увеличивается при растворении в уксусном ангидриде, в котором он количественно титруется 0,1 н. раствором $HClO_4$ в ледяной уксусной кислоте. N,N-диметилформамид гидролизуется в присутствии кислот и щелочей, вступает в реакции алкоголиза.

Благодаря наличию двух резонансных форм в диметилформамиде порядок связи C=O уменьшен, а C-N увеличен. В промышленности N,N-диметилформамид

получают: 1) конденсацией муравьиной кислоты с диметиламином:

$$HCOOH + HN(CH_3)_2 \rightarrow (40°C)\ HCOOH*HN(CH_3)_2 \rightarrow (120°C)\ (CH_3)_2NC(O)H + H_2O \quad (2)$$

N,N-диметилформамид может быть синтезирован также взаимодействием хлораля с диметиламином, синильной кислоты с метанолом или диметиламином в присутствии воды и $TiCl_4$, карбонилированием 3-метиламина над карбонилами Ni или Co, восстановительным аминированием CO_2 диметиламином на комплексах переходных металлов. Содержание влаги в N,N-диметилформамиде определяют по Фишеру.

N,N-диметилформамид - биполярный апротонный растворитель, применяемый в производстве синтетических волокон, пленок, лакокрасочных материалов, искусственной кожи, полиимидов и т. п., для выделения ацетиленовых и диеновых углеводородов из газов пиролиза нефтяных фракций, для экстракции ароматических углеводородов, селективной очистки минеральных смазочных масел, для растворения красителей при крашении бумаги, вискозы, древесины, кожи, пластиков, шерсти, как реакционная среда, обладающая каталитическими свойствами, при галогенировании, гидрохлорировании, гидроцианировании непредельных соединений, дегидратации, дегидрогалогенировании, формилировании, электросинтезе по Кольбе и др., в фармацевтической промышленности для очистки кристаллизацией сульфата дигидрострептомицина, ацетата гидрокортизона и др. Применяется в качестве пластификатора для бумаги и клеев, растворителя пластмасс, а также в фармацевтической промышленности.

Токсичность. При внутрижелудочном введении DL_{50} для мышей - 4200-5900 мг/кг, для крыс - 4600 мг/кг. При ингаляции: у белых крыс при экспозиции 1200-1700

мг/м^3 - нарушение условно-рефлекторной деятельности, CL_{100} для мышей - 400 мг/м$^{3-}$. Порог обоняния у наиболее чувствительных лиц 0,00014 мг/л [24].

Класс опасности 2.

Пятикратное введение в желудок крыс по 4 г/кг вызывало резкое нарушение синтетической и антитоксической функций печени. У морских свинок введение ДМФА через рот или подкожно сопровождалось нарушением пищеварения, поражением печени и почек.

При длительном вдыхании крысами 0,03-0,05; 0,07-0,09 мг/л и даже 1,35 мг/л не отмечено объективных изменений, но найдена жировая дистрофия печени. При концентрации 0,07 мг/л, повышаемой до 1,27 мг/л за полчаса до окончания каждой экспозиции (по 6 ч.58 раз), у мышей и собак находили патологические изменения в сердечной мышце, а также в печени и почках [24].

Отравление крыс в период беременности концентрацией 0,5-0,6 мг/л или изменений в организме матери, приводило к нарушению эмбриогенеза, развитию уродств или гибели плодов. У родившихся крысят наблюдались изменения Функционального состояния центральной нервной системы и изменения в периферической крови [25, 26].

Опыты с диметилформамидом на животных дали экспериментальные свидетельства поражения печени и почек у крыс, кроликов и кошек. Воздействие имело место как при вдыхании паров диметилформамида, так и при попадании его в организм через желудочно-кишечный тракт. У собак, подвергшихся воздействию высоких концентраций паров этого вещества, наблюдалась полицитемия, уменьшение частоты пульса, и снижение в систолического давления; имелись гистологические доказательства дегенеративных изменений в миокарде.

Человек. В случаях острых отравлений у относительно молодых рабочих (12 человек) отмечалась головная боль, боли животе, диспептические явления и заболевания печени (желтуха у 4 из 12); состояние нетрудоспособности длилось от 2 до 30 недель; ни в одном случае не наблюдалось повреждения почек.

У 66 рабочих, имевших контакт с ДМФА (стаж 1-1,5 года), был выявлен астено-вегетативный синдром на фоне повышенной лабильности сосудов; у 29 человек гипотония, а у 24 - тенденция к гипотонии. При концентрации ДМФА в воздухе выше 0,15 мг/л отмечались диспептические расстройства, поражения печени с умеренной желтухой. В условиях воздействия паров нагретого ДМФА рабочие жаловались на недомогание, головные боли и головокружение, повышенную утомляемость, нарушение сна, боли в правом подреберье. Выявлены сухость кожи и слизистых оболочек носа и рта [25].

В пусковой период производства при концентрации в воздухе 0,08-0,3 мг/л ДМФА у работающих обнаружены функциональные расстройства нервной системы, а также гиперхолистеринемия, снижение уровня хлоридов мочи, наличие в ней ДМФА в концентрации 15 мг в суточном количестве. У рабочих в возрасте до 30 лет со стажем 1-1,5 года при концентрациях ДМФА в воздухе 0,01-0,005 мг/л изменений в состоянии здоровья не отмечено, однако в моче были следы ДМФА.

Превращение в организме и выделение. ДМФА выделяется из организма в неизменном виде, однако другие исследователи находили при загрязнении кожи ДМФА и при его вдыхании N-метилформамид в моче людей [26].

При аппликации на кожу человека ДМФА вызвал обратимое угнетение барьерной функции рогового слоя. При погружении хвоста мыши в ДМФА и аппликации на

кожу морским свинкам выявлены признаки резорбции - снижение реактивности и гибель животных. У погибших полнокровие и дистрофические изменения в сердце, печени, почках. Местное действие выражено слабо. Описан случай острого отравления рабочего диметиламином: при аварии ДМФА покрыл 20% поверхности тела[24].

Керосин

Как топливо керосин по предложению К.Э.Циолковского применяется в ракетных двигателях с 1914 года. Наименование горючего вещества по IUPAC Т-1 (керосин).

Регистрационный номер по CAS 8008-20-6.

В паре с жидким кислородом он используется на нижних ступенях многих ракетоносителей: отечественных — «Союз», «Молния», «Зенит», «Энергия»; американских - «Дельта» и «Атлас». В перспективе предполагается использование керосина в ракетных двигателях РН «Ангара».

В.П. Глушко, бывший генеральный конструктор НПО «Энергия», в качестве углеводородного горючего выбрал именно тракторный керосин. Но в условиях ракетного двигателя пары керосина с трудом воспламенялись электрической искрой. В начале 50-х годов появились новые марки керосина: Т-1; потом РГ-1, далее - «смесевой» Т-1С (смесь двух марок, Т-6 и РТ (цит. по www.lpre.de/energomash/RD-107/index.htm) [27].

Керосин Т-1 отличается от ТС-1 большей плотностью, несколько более тяжелым фракционным составом, несколько большей вязкостью, меньшим содержанием серы и некоторых других показателей. Оба сорта топлива взаимозаменяемы. Т-2 является топливом облегченного состава и отличается от топлива Т-1 и ТС-1

тем, что в его состав кроме лигроино-керосиновых фракций входят бензиновые фракции. Топливо Т-2 готовится прямой перегонкой малосернистых и сернистых нефтей и по содержанию серы, в том числе меркаптановой, равноценен топливу ТС-1 [27].

Токсичность.

Класс опасности в воздухе рабочей зоны 4

Класс опасности для воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования 4

Класс опасности для воды водных объектов рыбохозяйственного значения 3

Пороговые концентрации в воде по органолептическому показателю составляют для Т-1 - 0,03 мг/л.

Концентрации Т-1 от 0,02 до 25 мг/л не тормозят процесс биохимического потребления кислорода.

У белых крыс при однократном вдыхании аэрозоля осветительного керосина в концентрации 500 мг/м^3 признаков отравления не возникло. При введении керосина в трахею в дозе 0,05 мг отмечена гибель части крыс и развитие отека в органах дыхания.

Керосины не обладают выраженными кумулятивными свойствами, однако могут вызывать подострую интоксикацию у животных, практически не давая смертельного эффекта. Их можно отнести к слабокумулирующим веществам за счет развития функциональной напряженности [18]. Согласно экспериментальным данным воздействие паров керосина Т-1 в концентрации 300 мг/куб.м в течение 4-х месяцев вызывает изменение ЦНС, крови, функции печени и глубокие нарушения витаминного обмена В1. При накожном нанесении изменения в коже сохранялись до 13 месяцев после прекращения контакта.

Острое действие на человека. Горючее Т-1 является природным углеводородным ракетным топливом. Это малотоксичная смесь химических веществ четвертого класса опасности являющихся не электролитами и не обладающих способностью к активному окислению.

Острых отравлений при работе с жидким ракетным топливом Т-1 и его парами не зарегистрировано. Случаи острого отравления керосином в производственных условиях очень редки (слабое испарение), но пары, если инициировать их образование, более ядовиты и обладают более раздражающим действием, чем бензин. Наиболее вероятным путем поступления керосина в организм человека в производственных условиях являются обливы (контактный) и случайный прием внутрь. Внутривенное введение 40 мл керосина с суицидными целями вызывало почти мгновенную смерть, здесь имел место отек легких и непосредственное действие керосина на мышцу сердца[18].Вдыхание паров 1000 мг/куб.м в течение 15 мин. вызвало состояние дискомфорта, раздражение слизистых и головную боль.

Наиболее часто описывается отравление керосином при случайном заглатывании у детей: через несколько часов после проглатывания появляется тошнота, рвота, вздутие и болезненность живота, язвенный стоматит, увеличение печени. Затем присоединяются общерезорбтивные симптомы: повышение температуры до 38-39°, учащение пульса до 120 ударов в минуту, приглушенность тонов, цианоз, одышка и кашель вначале сухой, затем с мокротой и прожилками крови. Объективно определяется гиперемия слизистой, влажные хрипы, точечные кровоизлияния. Со стороны крови выражены лейкоцитоз, эозинофилия, анемия, ускоренное СОЭ. Рентгенологически инфильтраты в нижних и средних долях, усиление рисунка, сегментарный ателектаз. Со

стороны ЦНС сонливость, вялость (реже возбуждение), возможна потеря сознания, судороги. Со стороны печени и почек могут быть те или иные быстроисчезающие изменения. При проглатывании керосина, возникновение пневмонии обусловлено:

- аспирацией керосина в легкие при проглатывании или рвоте;
- переносом кровью в легкие из желудочно-кишечного тракта;
- действие обоих механизмов с преобладанием первого.

Длительность течения 1-14 дней, если не присоединяется вторичная инфекция.

Действие керосина на кожу: Наиболее специфичным проявлением является длительное действие керосина на кожу. Он способен вызывать дерматозы и фолликулиты.

Дерматозы выражаются в поражении волосяных фолликулов, отверстия которых закупориваются черными точками, заметно возвышающимися и дающими при проведении рукой ощущение терки. При разрешении нагноения образуются рубцы и скоропреходящая пигментация.

Типичная локализация сыпи: разгибательные поверхности кисти, предплечья, локти, голени и бедра. Реже поражаются лицо, плечи и живот. Как правило, возникновению дерматита предшествуют появления красноты на коже, напоминающие ожог, который сопровождается жжением, зудом и шелушением кожи. Механическая закупорка фолликулов и сальных желез нарушает их нормальную функцию и создает возможность тесного и длительного контакта кожи с керосином, что приводит к химическому раздражению и специфическому поражению кожи.

Реактивное горючее марки Т-1 может вызвать буллезную форму дерматита. На коже возникают пузыри, жжение, зуд. Возможно возникновение пигментации кожи.

Горючее Т-1 обладает выраженным раздражающим действием. При действии этих горючих нарушаются защитные свойства эпидермиса, и ослабляется барьерная функция кожи.

В эксперименте на кроликах [18] установлено, что керосины из легких фракций нефти, перегоняемых до 150°, вызывают дерматиты и экземоподобные поражения кожи, керосины, перегоняемые при 150-300° вызывают поражение фолликулярного аппарата кожи и сальных желез, а керосины из фракции перегоняемых свыше 300° способны вызывать пигментации, старческие кератозы, бородавочные гранулемы и рак кожи.

Предельно допустимые концентрации компонентов ракетного топлива и некоторых продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды

Сведенные воедино материалы о физико-химических свойствах, токсичности и биологическом действии компонентов ракетного топлива и их производных явились основанием для их регламентации в почве.

Разработка новых ПДК для компонентов ракетного топлива и продуктов их трансформации в почве осуществлялась по принятой Минздравом РК методике за № 3.05.062.97 «Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию химических веществ в почве», базирующейся на 4-х основных принципах: миграционно- воздушном при переходе вещества из почвы в атмосферный воздух, миграционно-водном - при переходе вещества из почвы в грунтовые воды и

водоисточники, транслокационом - при переходе вещества из почвы в растения и общесанитарном. Каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания вещества по каждому показателю вредности. Наименьший из экспериментально обоснованных уровней содержания компонентов ракетного топлива в почве, при котором достигается отсутствие превышения ПДК в других средах, является лимитирующим показателем, который принимается в качестве проекта ПДК [4, 14].

Как оказалось, установление ПДК для ракетных топлив и их производных в объектах окружающей среды имеет ряд сложностей. В частности, на почве, обработанной невысокими дозами гидразиновых (азотсодержащих) соединений, усиливается рост и развитие растений, большими дозами - угнетение. Подобную картину отмечают при действии гептила на рост зерновых и бобовых культур и другие исследователи [28]. Учеными Агрофизического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург) при изучении влияния НДМГ на растительность и сопутствующую ей биоте было выявлено, что гептил, стимулируя рост и развитие растений, повышает их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды. При этом авторами делается вывод о том, что растения вместе с сопутствующей биотой способны эффективно перерабатывать НДМГ в безопасные соединения. Даже были разработаны методы биореставрации загрязненных почв при любых начальных концентрациях НДМГ и его производных [28]. Также известно то, что азотистые соединения (нитриты) способны при определенных условиях трансформироваться в растениях в нитрозоамины. Нитрозодиметиамины определялись в траве (сене) на территориях, загрязненных нитрат-ионами [29]. Это обстоятельство умаляет

значимость исследования процессов транслокации азотсодержащих соединений- продуктов трансформации гептила- в растения. К тому же экологических и гигиенических регламентов предельного содержания гидразиновых ЖРТ в растениях не существует, что исключает необходимость разработки ПДК по миграции исследуемых химических веществ растения.

Нормирование НДМА, ТМТ и ДМА в почве было выполнено на основе водно-миграционного лимитирующего показателя. По этому минимальному показателю ПДК для НДМА установлена на уровне 0,01 мг/кг, для ТМТ - 0,1 мг/кг и ДМА - 0,2 мг/кг [29].

Для керосина лимитирующим показателем явился миграционно-воздушный. ПДК на его основе для ракетного керосина Т-1 в почве принята на уровне 2 мк/кг суховоздушной почвы. Данный норматив может использоваться при оценке загрязнения почв другими видами углеводородного горючего для ракетных двигателей (ТС-1, РГ-1).

В сводном виде гигиенические нормативы предельно допустимого содержания компонентов жидкого ракетного топлива и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды приведены в таблицах 3-11. Данные нормативы утверждены Министерством здравоохранения Республики Казахстан (приказ №899 от 18 ноября 2010 г) [8].

Перечень содержит ПДК на жидкостные гидразиновые и углеводородные топлива для воздуха рабочей зоны, атмосферного воздуха населенных мест, для питьевой воды, почвы, отдельных пищевых продуктов. В нем приведены предельно допустимые уровни загрязнения кожи, аварийные пределы воздействия несимметричного 1,1 –диметилгидразина для работающих и населения.

Таблица 3 ПДК веществ в воздухе рабочей зоны.

№ пп	Наименование вещества по IUPAC	Регистра-ционный номер по CAS	Формула	ПДК, мг/м^3	Агрегат. состояние	Класс опас-ности	Особенности дей-ствия на организм	Метод определения, минимально опреде-ляемая концентрация, мг/м^3
1	Азотный тетраоксид (АТ)	10544 - 72 - 6	N_2O_4	2,0	П	2	О, +	Фотоколори-метрический - 0,6
2	Гидразин	302 - 01- 2	H_2N_2	0,1	П	1	+	Фотоколори-метрический - 0,02
3	1,1-диметилгидразин несимметричный (НДМГ, гептил)	57-14 -7	$C_2H_8N_2$	0,1	П	1	+	Фотоколори-метрический - 0,001
4	Т-1 (керосин)	8008 - 20 - 6		300 по углер оду	П	4	+	Фотоколори-метрический - 0,01
5	Нитрозодиметиламин (НДМА)	62 - 75 - 9	$C_2H_6ON_2$	0,01	П	1	К, +	Фотоколори-метрический - 0,005
6	Тетраметилтетразен (ТМТ)	6130 - 87 - 6	$C_4H_{12}N_4$	3,0	П+А	3	+	Фотоколори-метрический - 1,0
7	Диметиламин (ДМА)	124 -40-3	C_2H_6N	1,0	П+А	2	К,+	Фотоколори-метрический - 0,01

Примечание: «+» – вещества, работа с которыми требует специальной защиты кожи и глаз; «О»- вещества с остро направленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;
«К» – канцерогены; «CAS» – Chemical Abstracts Service (международная информационная система, осуществляющая регистрацию всех известных химических веществ); «IUPAAAC» – International Union of Pure and Applied Chemistry

Таблица 4 - ПДК и ориентировочный безопасный уровень воздействия веществ (далее ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест

№ пп.	Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м^3		Лимити-рующий показатель вредности	Класс опас-ности	Метод определения минимально определяемая концентрация, мг/м^3
		макси-мальноразовая	средне-суточная			
1	Азот (II) оксид	0,4	0,06	рефл.	3	Фотоколориметрический 0,016
2	Азот (IY) оксид	0,085	0,04	рефл.-рез.	2	Фотоколориметрический 0.02
3	Гидразин	0,001	0,001	рефл.-рез.	1	Фотоколориметрический 0,001
4	1,1- диметилгидразин несимметричный	0,001	0,001	рефл.-рез.	1	Фотоколориметрический 0,0005
5	Т-1 (керосин)	ОБУВ-1.2			4	Фотоколориметрический 0,01
6	Нитрозодиметиламин		0,0001	рез.	1	Фотоколориметрический 0,0002
7	Тетраметилтетразен	0,005	0,005	рез.	3	Фотоколориметрический 0,003
8	Диметиламин	0,005	0,0025	рефл.-рез	2	Фотоколориметрический 0,003

Таблица 5 - ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

№ пп	Наименование вещества	Величина ПДК, мг/дм^3	Лимитирующий показатель вредности	Класс опас-ности	Метод определения, минимально определяемая концентрация, мг/м^3
1	Гидразин	0,01	Санитарно-токсикологический	2	Фотоколориметрический 0,005
2	1,1 – диметилгидразин несимметричный	0,02	Санитарно-токсикологический	1	Фотоколориметрический 0,01
3	Т- 1 (керосин)	0,05	Органолептический (запах)	4	Фотоколориметрический 0,01
4	Нитраты по NO_3	45,0	Санитарно-токсикологический	3	Фотоколориметрический 0,1
5	Нитрозодиметиламин	0,01	Санитарно-токсикологический	1	Фотоколориметрический 0,01
6	Тетраметилтетразен	0,1	Санитарно-токсикологический	2	Фотоколориметрический 0,05
7	Диметиламин	0,1	Санитарно-токсикологический	2	Фотоколориметриялық 0,05

Таблица 6 – ПДК веществ в почве

№ пп.	Наименование вещества	ПДК, мг/кг	Лимитирующий показатель вредности	Метод определения, минимально определяемая массовая доля в суховоздушной пробе, мг/кг
1	1,1-диметилгидразин несимметричный	0,1	Расчетный	Фотоколориметрический 0,02
2	Нитраты	130,0	Миграционно-водный	Фотоколориметрический, Потенциометрический 1,0
3	Нитрозодиметиламин	0,01	Миграционно-водный	Газовая хроматография/ масс-спектрометрия,10^{-8}
4	Тетраметилтетразен	0,1	Миграционно-водный	Газовая хроматография/ масс-спектрометрия, 10^{-8}
5	Керосин (ракетное топливо)	2,0	Миграционно-воздушный	Газовая хроматография, 0,025
6	Диметиамин	0,2	Миграционно-водный	Газовая хроматография[8]

Таблица 7 - ПДУ при загрязнении кожных покровов.

№	Наименование вещества	ПДУ, мг/см^2
1	1,1-диметилгидразин несимметричный (НДМГ, гептил)	0,00001

Таблица 8 - Допустимый уровень нитрозодиметиламина в продуктах питания.

№ пп.	Наименование продукта	Допустимый уровень, мг/кг не более
1	Мясо	0,002
2	Зерно	0,015
3	Рыбные продукты	0,003

Таблица 9 – Аварийные пределы воздействия несимметричного 1,1 –диметилгидразина в воздухе рабочей зоны (для работающих в очаге аварии)

Вещество	Экспозиция/концентрация					
Несимметричный диметигидразин, 1,1-диметил-гидразин, гептил	Экспозиция, мин	5	15	60	240	480
	Концентрация мг/м^3	3,0	2,0	0,6	0,15	0,05

Таблица 10 - Аварийные пределы воздействия несимметричного 1,1 –диметилгидразина в атмосферном воздухе

Вещество	Экспозиция/концентрация				
Несимметричный диметигидразин, 1,1-диметил-гидразин, гептил	Экспозиция, час	1	4	8	24
	Концентрация, мг/м^3	0,06	0,02	0,007	0,005

Таблица 11 – Допустимая суточная доза (ДСД) несимметричного 1,1 –диметилгидразина для населения, не имеющего с ним профессионального контакта

Наименование вещества	Величина ДСД при поступлении в организм человека, мг/кг массы тела в сутки
Несимметричный диметигидразин, 1,1-диметил-гидразин, гептил	0,0003

Приведенные в таблицах ПДК, утвержденные в Республике Казахстан, в основном гармонируют с гигиеническими нормативами Российской Федерации.

Нормативы носят законодательный характер и обязательны для исполнения гражданами страны и иностранными лицами, осуществляющими хозяйственную деятельность на территории Республики Казахстан.

При получении новых знаний о влиянии ЖРТ на живой организм и химизме поведения в различных средах они могут изменяться.

В санитарном и экологическом контроле содержания химических веществ в объектах окружающей среды и среды обитания большое значение имеют методы анализа вредных веществ, их чувствительность. Поэтому в исследованиях по обоснованию ПДК использованы современные методы газовой хроматографии и хроматомасс-спектрометрии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Экологический кодекс Республики Казахстан от 9

января 2007 года № 212- III.

2. Порядок разработки нормативов качества окружающей природной среды в Республике Казахстан (утвержден Постановлением Кабинета Министров Республики Казахстан от 24 января 1992 г. № 70.

3. Красовский Г.Н., Перелыгин В.М., Пинигин М.А. и др. Достижения в СССР коммунальной токсикологии / В кн.: Итоги науки и техники. Токсикология. М., 1978. - Т. 10. - С. 98-106.

4. Методические рекомендации по установлению ПДК химических вещенств в почве. - М., 1976. МЗ СССР. - 63 с.

5. Большаков Г.Ф. Химия и технология компонентов жидкого ракетного топлива. - Л.: Химия, 1983. - С.320.

6. Жубатов Ж.К. Экологическое нормирование ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур» // Вестн. Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева. – 2008. - № 3 (66). - С. 13-18.

7. ГОСТ12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

8. Гигиенические нормативы. «Предельно допустимые концентрации компонентов жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды». Утв. Минздравом РК от 18.11.10 г., № 899.

9. Уланова И.П., Шумская Н.И. Промышленная токсикология в СССР // В кн.: Итоги науки и техники. Токсикология. - М., 1978. - т. 10. - С.133-154.

10. Саноцкий И.В. Вопросы теории предельно-допустимых концентраций в связи с определением основных понятий профилактической токсикологии / В сб.: Научные основы современных методов гигиенического нормирования химических веществ в окружающей среде // Материалы всесоюзн. конф. Москва, 21-22 октября 1970 г . -М.,1971.-С.5-13.

11. Пинигин М.А. Токсикология исследования атмосферных загрязнений / В кн.: Итоги науки и техники. Токсикология. - М., 1978. - Т. 10. - С. 71-76.

12. Красовский Г.Н., Васюкович Л.Я. Достижения водной медицинской (водно-гигиенической) токсикологии / В кн.: Итоги науки и техники. Токсикология.-М.,1978.- Т.10. - С. 86-95.

13. Штенберг А.И. Пищевая токсикология в СССР / В кн.:

Итоги науки и техники. Токсикология. - М., 1978. - Т.10. - С.78-86.

14. Перелыгин В.М., Разносчик В.В. Гигиена почвы и санитарная очистка населенных мест. - М.: «Медицина», 1977. - 192 с.

15. Иоффе Б.В., Кузнецов М.А., Потехин А.А. Химия органических производных гидразина.– Л.: Химия, 1979. – 224.

16. Справочник по токсикологии и гигиеническим нормативам (ПДК) потенциально опасных химических веществ (разработки Института биофизики и его филиалов) / Под ред. Кушневой В.С., Горшковой Р.Б. - М.: ИздАТ, 1999. – 272 С.

17. Кушнева В.С. Достижения и перспективы развития исследований токсичности НДМГ / Матер. конф. «Экологические проблемы деятельности комплекса «Байконур» и пути их решения» // Вестник Карагандинского университета. - №1. - 2001. – С. 210-212.

18. Вредные вещества в промышленности. Органические вещества / Под ред. Н.В. Лазарева и Э.Н.Левиной. - М.: «Химия», 1976. - Т.1. - 221 с.

19. Нуртазин С.Т, Жаркова И.М., Нурушева А.М. Гистологическое исследование внутренних органов мышей при острой интоксикации гептилом // Матер. научно-практ. конф. «Итоги выполнения программ по оценке влияния запусков ракет-носителей на окружающую среду и здоровье населения. 27-29 июня 2006 года, Караганда. - Алматы. – с. 94-97.

20. Нурушева А.М, Жапбасов Р., Алтаева Н.З. Цитогенетическое изучение действия гептила (1,1-диметилгидразина - НДМГ) на животный организм // Матер. научно-практ. конф. «Итоги выполнения программ по оценке влияния запусков ракет-носителей на окружающую среду и здоровье населения», 27-29 июня 2006 года, Караганда. - Алматы. – с. 103-109.

21. Шыгаева М.Х., Мукашева Т.Д., Сыдыкбекова Р.К. и др. Исследование мутагенного действия 1,1-ДМГ на микроорганизмы // Матер. научно-практ. конф. «Итоги выполнения программ по оценке влияния запусков ракет-носителей на окружающую среду и здоровье населения», 27-29 июня 2006 года, Караганда. - Алматы. – с. 155-163.

22. Джанишвили Г.Д. Гигиеническое обоснование предельно допустимого содержания диметиламина в водоемах// Гигиена и санитария,1967, №6,с.12-17.

23. Кремнева С.Н., Санина Ю.П. Токсикология диметиламина / В кн.: Токсикология новых промыщленных веществ / Под ред А.А.Летавета. - М.: Медгиз, 1961. - Вып.1. - с. 46-53.

24. Завадский В.Н. Токсикологические свойства диметилформамида (экспериментально-клиническое исследование): автореф. канд. …дисс. Минск,1964.

25. Одонашвили Д.Г. Материалы к гигиеническому обоснованию предельно допустимой концентрации диметилформамида в атмосферном воздухе: автореф. канд.дисс. М.,1963.

26. Шевелева Г.А. Изучение влияния формальдегида и диметилформамида на материнский организм, развитие плода и потомство (экспериментальное исследование): автореф. канд.дисс. М.,1971.

27. Интернетсаит:www.lpre.de/energomash/RD-07/index.htm

28. Панова Г.Г. Влияние компонентов ракетного топлива на почвенно-растительную систему // Автореф. канд. …дисс. - СПб.:АФИ, 1998.-16с.

29. Обосновать методологические подходы к оценке экологического риска РКД и нормированию на основе устойчивости природных экосистем, дать токсикологическую характеристику воздействия продуктов химической трансформации несимметричного диметилгидразина на растения и животных, разработать экологически-гигиенические нормативы: отчет о НИР; научн. рук. Ж.К.Жубатов, В.А.Козловский / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2008.- 151 с.

Глава 7

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ И БЕЗОПАСНЫХ МЕТОДОВ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВ ОТ НЕСИММЕТРИЧНОГО ДИМЕТИЛГИДРАЗИНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

- Каталитические методы и технологии детоксикации почв, загрязненных токсичными КРТ
- Микробиологические методы и технологии детоксикации почв, загрязненных токсичными КРТ
- Анализ данных по реакционной способности НДМГ и вероятные маршруты его распада
- Каталитическая и микробиологическая детоксикация почв, загрязненных НДМГ и его производными (опытные и натурные испытания)
- Натурные испытания каталитического метода детоксикации почв
- Определение исходной концентрации НДМГ в экспериментальных площадках и результаты количественного химического анализа
- Детоксикация почвы каталитическим методом
- Идентификация НДМГ и продуктов его трансформации в пробах почвы до и после детоксикации с применением метода хромато-масс-спектрометрии
- Анализ результатов натурных испытаний каталитического метода
- Доочистка почвы микробиологическим методом

Основное загрязнение почвы компонентами ракетного топлива (НДМГ и азотный тетраоксид) отмечается в местах падения первой ступени РН («Протон-К» и МБР (РС-20 и РС-18). Разрушается корпус ступени, происходит разгерметизация баков и двигателя с остатками топлива и пролив компонентов ракетного топлива. При этом возможно образование воронки диаметром до 6 м и более и глубиной до 1,5м, в которой скапливается значительное количество токсикантов [1, 2]. Загрязненная токсическими КРТ территория в настоящее время обезвреживается 5% водным раствором перманганата калия (рисунок 1). Недостаток данного метода – значительная водная нагрузка, проникновение вглубь почвы недоокисленных продуктов КРТ. В результате возможно последующее загрязнение растительного покрова и атмосферного воздуха НДМГ [3].

РП ОЧ РН вышеуказанных типов ракет занимают территории сотни тысяч квадратных километров. И хотя эти территории используются периодически, только в период пусков, высокая токсичность НДМГ и его производных, попадающих в объекты окружающей среды, требуют постоянного контроля и научно-обоснованного систематического экологического сопровождения.

В результате аварийных падений космических ракет в почву поступают токсичные КРТ в высоких концентрациях, превышающих допустимый уровень в сотни и тысячи раз.

Поиск эффективных путей обезвреживания НДМГ в почвах продолжает быть актуальным, поскольку предложенные технологии хотя и разнообразны, но имеют определенные серьезные недостатки.

К основным требованиям, которые предъявляются к методам детоксикации, относятся: эффективность обезвреживания, экологическая безвредность,

минимальные затраты, простота в аппаратурном оформлении, экспрессность. Особое внимание уделяется разработке способов, технических средств и технологий детоксикации и нейтрализации НДМГ.

Разработка экологически безопасных методов и технологий детоксикации почв, загрязненных токсичными КРТ и продуктами их трансформации является сложной научной задачей, требующей анализа и учета большого числа факторов: интенсивности использования, пространственного положения, климатических, ландшафтных и других местных условий РП ОЧ РН, эксплуатационных, экономических характеристик технических средств, необходимых для реализации метода. Необходимо также учитывать свойства НДМГ, механизмы его окисления, сорбционную способность НДМГ и продуктов его разложения и химической трансформации, возможность методов повышать самоочищающую способность почв [4-6].

Каталитические методы и технологии детоксикации почв, загрязненных токсичными компонентами ракетного топлива

Каталитические методы, как и химические методы, основаны на выраженных восстановительных свойствах НДМГ. Для снижения уровня загрязнения НДМГ используются разного рода окислители. Среди них – перекись водорода, кислород воздуха, озон [7], хлорные окислители, нитрит натрия и др.

НДМГ легко окисляется окисью ртути, перманганатом калия, хлорным железом, озоном, кислородом воздуха и другими окислителями [8]. Реакция окисления НДМГ в жидкой фазе катализируется

металлами, солями металлов и УФ – лучами. Поскольку НДМГ обладает сильными восстановительными свойствами, процесс восстановления его протекает в жестких условиях (повышенная температура, давление) и с использованием катализаторов (Ni, Pt) [9]. Процессы окисления идут с образованием промежуточных токсичных продуктов и в присутствии большого количества окислителя, который впоследствии необходимо нейтрализовать. Это приводит к избыточной минерализации сточных вод и резкому увеличению их объема.

Для химического связывания НДМГ в грунте используются минеральные и органические кислоты, карбонильные соединения, в том числе углекислый газ, окислители – перекись водорода, озон, хлорные соли. Полнота протекания реакции определяет остаточное содержание НДМГ в грунте.

Большинство из применяемых окислителей вызывают вторичное загрязнение почвы или засаливание. В процессе окисления неизбежно образование токсичных производных НДМГ, увеличивающих общую токсичность.

Достаточно перспективным является метод окисления НДМГ в водном растворе пероксидом водорода при одновременном инициировании его разложения добавкой катализатора.

Пероксиды щелочных металлов являются весьма активными соединениями и могут использоваться в виде порошков. При взаимодействии с влагой и углекислотой воздуха они быстро разлагаются, выделяя атомарный кислород, который активно вступает в реакцию с НДМГ. Кроме того, атомарный кислород при рекомбинации с образованием молекулярного кислорода активизирует реагирующие вещества и, в частности, ускоряет реакцию взаимодействия кислорода воздуха и НДМГ с образованием

нетоксичных конечных продуктов его окисления.

Авторами Кручининым Н.А., Нехорошевым Н.И., Андреевой Л.В. и др. получен патент на метод нейтрализации гептила и его токсичных производных до нетоксичных веществ активным кислородом, выделяющимся при разложении пероксидов, супероксидов ряда металлов[10].

Преимущества: экологическая чистота, универсальность, восстановление потребительских свойств почвы, не требуется выемка грунта, доступность реагента, снижение трудозатрат в 2-3 раза, ускорение самоочистки почвы в 30-50 раз. Подтверждена эффективность метода в натурных условиях.

Среди хлорных окислителей для обезвреживания проливов НДМГ на грунт применяются хлорная известь и препарат ДТС-ГК (2/3 основная соль гипохлорита кальция) [11]. Обработка загрязненного грунта ведется путем тщательного перемешивания грунта с водной суспензией указанных веществ. Водную суспензию ДТС-ГК получают растворением содержимого одного железного барабана (50 кг) в пластмассовой емкости на 200 л воды. Обработка ведется вручную с использованием ведер. Расход ДТС-ГК составляет 8-20 кг на 1м^2 загрязненной поверхности.

Выбирая для ликвидации аварийных проливов НДМГ и обезвреживания мест падения ОЧ РН хлорсодержащие вещества, необходимо учитывать наличие в объектах окружающей среды и продуктов химической трансформации НДМГ. Так, при хлорировании одного из них – триазола, могут образовываться чрезвычайно токсичные вещества – аналоги пестицидов [12].

Использование гипохлорита кальция $Ca(ClO)_2$ и хлорной извести, представляющей собой смесь $Ca(ClO)_2$, $CaCl_2$, $Ca(OH)_2$ и кристаллизационной воды, требует значительного расхода реагентов и продолжительного (до 16

часов) времени обработки. При использовании хлорной извести соотношение НДМГ: хлорная известь составляет 1:40 [13].

Гипохлориты калия, натрия и лития более активны, чем штатный нерастворимый в воде реагент ДТС ГК, имеют более высокое содержание активного хлора, который окисляет НДМГ и продукты его неполного превращения. Этот метод относительно дешевый с технической точки зрения. Следует отметить, что он эффективен в первые сутки, препятствуя образованию продуктов окисления НДМГ. Тем не менее, этот метод не способствует полному обезвреживанию компонентов ракетного топлива в почве, о чем свидетельствуют ряд проведенных положительных на НДМГ анализов, взятых с одного и того же места падения в различные отрезки времени (1999–2003 гг.), и приводит к загрязнению почв хлорсодержащими соединениями.

Так при изучении влияния гипохлорита кальция, использованного специалистами Российской Федерации для дезактивации мест падения ОЧ РН, в пробах почв, отобранных в двух местах падения первой ступени РН «Протон» в РП 15, 25, выявлено содержание хлоридов [14]. Установлено наличие превышения порога токсичности по аниону хлора от 1,26 до 6,37 раза (равного 0,30 мг-экв./100 г).

На основании результатов исследований, Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан запретило применение хлорной извести и препарата ДТС-ГК для детоксикации почв в РП ОЧ РН, загрязненных гептилом, на территории Казахстана.

Важным этапом ликвидации последствий пролива КРТ является его локализация. Оперативность и эффективность локализации в значительной мере определяют как степень воздействия токсикантов на

экосистемы, так и объем работ по обезвреживанию окружающей среды.

В связи с этим значительный интерес представляет разработанный в РИД ПХ сорбционно-каталитический метод, позволяющий оперативно проводить локализацию пролива и нейтрализацию почв [15]. Метод относится к комбинированным, т.к. основан на физико-химических (адсорбция), химических (окисление, восстановление, конденсация, гидролиз и т.п.) и микробиологических реакциях и процессах. Он основан на сборе (извлечении) токсиканта сорбентом, который, благодаря каталитическим добавкам, создает оптимальные условия химической и биологической деградации загрязнителя до нетоксичных составляющих.

Процесс осуществляется обработкой мест пролива КРТ разработанными в РНЦ ПХ сорбентами-катализаторами (СК), получаемыми обработкой верхового торфа растворами электролитов, содержащими катионы переходных металлов. В качестве электролитов использовались растворы микроудобрений или отходов производства сварочных электродов (содержащей ферриты ряда металлов переходных групп - Ti, Mn, V, Mo и т.д., силикаты, карбоксиметил-целлюлозы и т.д.) в 1,5-2-процентных кислотах (серной, соляной, фосфорной, щавелевой)[15].

Рекомендуемые СК являются универсальными. Они обладают высокой емкостью по отношению к веществам различных классов - аминам, гидразинам, углеводородным горючим, нефтепродуктам. Их удельная сорбционная емкость по НДМГ равна 3,8-4,5 г/кг, по керосину Т-6 – 3,6-3,8 г/кг. Они обладают свойствами катализаторов в процессе деструкции НДМГ. Скорость разложения НДМГ и углеводородного горючего в сорбентах на 30-60% выше скорости деструкции в почве. Этому способствуют технология приготовления СК, позволяющая сохранить

микробиоту торфа, и введение катионов переходных металлов, которые катализирует как химические, так и биохимические процессы.

Однако данный метод имеет следующие недостатки:

1.собирается всего 85% пролитого продукта на торфянистых, торфяно-болотных почвах;

2. необходимость в достаточном количестве влаги.

В 2000 г. проведены натурные испытания сорбционно-каталитического метода в РП ОЧ РН, расположенном в Казахстане. Как показали эти испытания, для внедрения метода необходимо провести исследования по отработке технологических параметров в зависимости от природно-климатических особенностей территорий. Вследствие поддержания высоких температур на протяжении более четырех месяцев весенне-летнего периода, происходит быстрое обезвоживание торфа. Эффективность метода существенна только при влажности не менее чем 15%. Метод связан, также с нарушением суглинистых почв, высохший модифицированный торф, успевший сорбировать на себя определенное количество КРТ, ветром разносится на большие расстояния, расширяя зону заражения. Для применения данного метода в Казахстане необходимо проведение мероприятий по предотвращению ветрового уноса сорбента, регулировке влажности, изучению влияния торфа на существующие природные экосистемы и т.п.

Каталитическое окисление НДМГ кислородом и другими окислителями протекает чрезвычайно легко с выделением значительного количества теплоты и образованием воды и азота. Скорость и глубина окисления НДМГ зависят от концентрации кислорода, температуры, времени окисления, присутствия каталитически активных металлов – меди, железа, хрома, марганца и его окислов.

Наиболее хорошо изучена каталитическая реакция окисления гидразина и НДМГ перекисью водорода [16]. Кинетика каталитического окисления гидразина перекисью водорода приводит к образованию молекул азота и воды. Катализатором данной реакции являются соли меди (II). Механизм реакции включает образование комплекса (Cu^{2+} - N_2H_4), взаимодействующего далее с H_2O_2. Реакция имеет первый порядок по концентрации H_2O_2 и катализатора; концентрация гидразина не влияет на скорость реакции. Высокая каталитическая эффективность солей меди (II) позволяет проводить реакции при комнатной температуре.

Стехиометрия каталитического окисления растворами перманганата калия $KMnO_4$ и бихромата калия $K_2Cr_2O_7$ изменяется в зависимости от концентрации серной кислоты [17]. В интервале 0,5-4,0 н H_2SO_4 окисление избытка гидразина посредством $KMnO_4$ происходит по реакции:

$$3N_2H_4 + MnO_4- + 3H^+ \rightarrow 0{,}5N_2 + 2NH_3 + HN_3 + 4H_2O + Mn^{2+} \quad (1)$$

В среде 8 н. H_2SO_4 окисление гидразина протекает по уравнению:

$$5N_2H_4 + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 5N_2H_2 + 8H_2O + 2Mn^{2+} \quad (2)$$

В среде 18 н H_2SO_4 окисление гидразина происходит по другому механизму:

$$7{,}5N_2H_4+4MnO_4^- +12H+\rightarrow 2{,}5N_2+2{,}5NH_3+2{,}5HN_3+16H_2O+4Mn^{2+} \quad (3)$$

Из элементов VII группы, кроме соединений марганца, в качестве окислителей гидразина широко применяется элементарный йод, гипогалогениты (гипохлориты, гипобромиты, гипойодиты), йодаты, перйодаты и броматы[17-19]:

$$N_2H_4 + 2J_2 \rightarrow 4HJ + N_2 \text{ (в слабощелочной среде)} \quad (4)$$

$$N_2H_4 + 2ClO^- \rightarrow 2H2O + 2Cl^- + N_2 \quad (5)$$

$$N_2H_4 + 2KJO_3 + 2HCl \rightarrow KJ + JCl + 3H_2O + N_2 \text{ (в среде HCl)} \quad (6)$$

$$5N_2H_4 + 4HJO_3 \rightarrow 2J_2 + 12H_2O + 5N_2 \text{ (в среде } H_2SO_4\text{)} \quad (7)$$

$$3N_2H_4 + 2JO_4^- + 4H+ + 2Br- \rightarrow 2JBr + 8H_2O + 3N_2 \quad (8)$$

$$3N_2H_4 + 2KBrO_3 \rightarrow 2KBr + 6H_2O + 3N_2 \text{ (в среде 6н HCl, } 70^oC\text{)} \quad (9)$$

Как видно из вышеприведенных реакций, в щелочной и кислой среде в присутствии катализаторов гидразин полностью окисляется до азота [20].

Институтом катализа совместно с Институтом проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН (ИПХЭТ), Государственным ракетным центром имени академика В.П.Макеева предложена технология каталитического окисления НДМГ. В проекте впервые предлагается разработать новую экономичную, экологически надежную, мобильную технологическую установку для аварийных проливов с использованием специальных реагентов на основе производных мочевины. Оригинальность и новизна предлагаемого способа определяется тем, что в качестве нейтрализующего агента будут использоваться доступные и нетоксичные компоненты, а продуктами химического взаимодействия являются нейтральные азотистые соединения, которые являются минеральными удобрениями, способствующими полной рекультивации почвенного покрова нарушенного вследствие воздействия [12, 13].

Методы обезвреживания почв от НДМГ и его составляющих основаны на жидкофазном каталитическом

окисления НДМГ с помощью катализаторов «Айбас» и их более позднего, усовершенствованного аналога «Мухамеджан-1» разработаны и апробированы в лабораторных условиях ДГП «Инфракос-Экос». Кроме того, катализатор «Мухамеджан-1» апробирован в 2008 году в натурных условиях в позиционном районе космодрома «Байконур»[21, 22].

Сами катализаторы «Айбас» и «Мухамеджан-1» представляют собой водный раствор металлокомплексных соединений d-металлов. Катализаторы можно использовать нанесением на цеолит и непосредственно водным раствором различной концентрации. Водный раствор предпочтителен для почвы.

Сущность технологии заключается в каталитическом окислении НДМГ и продуктов его трансформации в присутствии катализатора «Айбас-1» или «Мухамеджан - 1» до молекулярного азота, метана и воды.

Особенность предложенных методов заключается в возможности полного окисления органических соединений в близком к стехиометрическому соотношении с воздухом при низких температурах (10-50°С), то есть в условиях, при которых практически не образуются оксиды азота. Это достигается за счет использования катализаторов «Айбас-1» и «Мухамеджан-1».

В 2003 году ДГП «ЦФХМА» КазНУим.Аль-Фараби и ДГП «Инфракос-Экос» были проведены экспериментальные работы по окислению НДМГ в воде и почве водными растворами катализаторов «Айбас-1», «Айбас-2», «Айбас-3» [23].

В качестве объектов исследования были взяты почвенные образцы с мест падений в РП 15,25, загрязненные НДМГ. При проведении экспериментов по обезвреживанию НДМГ в почвенных образцах с использованием катализатора «Айбас-1» варьировали

время эксперимента, концентрацию НДМГ и состав катализатора.

По результатам лабораторных экспериментальных исследований была показана принципиальная возможность каталитического разложения гептила на катализаторе «Айбас-1» в почве и воде. Результаты исследований опубликованы [24, 25].

В 2007 году ДГП «Инфракос-Экос», проведены лабораторные исследования по разработке метода детоксикации почв в местах пролива НДМГ в РП ОЧ РН на основе катализатора «Мухамеджан-1» [26].

Влияние концентрации катализатора «Мухамеджан-1» изучали в пределах варьирования от 1 до 10 мл 1%-ного раствора при содержании НДМГ в бурой почве на уровне 10 ПДУ. Аналогично проводили варьирование концентрации катализатора «Мухамеджан-1» от 1 до 3%.

В почвенных образцах были проведены исследования по изучению влияния каталитического метода очистки почвы от НДМГ и продуктов его разложения на микробиологическую трансформацию почвы.

В 2008 годув ДГП «Инфракос-Экос» продолжило исследование по изучению разложения продуктов трансформации НДМГ – нитрозодиметиламина (НДМА) и тетраметилтетразена (ТМТ) катализатором «Мухамеджан-1», в бурой почве с РП 15, 25 [27, 28].

По результатам лабораторных испытаний установлено, что 100 % степень очистки бурой почвы, содержащей 500 ПДУ НДМГ, достигнута при обработке 1% водным раствором «Мухамеджан-1», а использование 1% и 3% раствора катализатора «Мухамеджан-1» для разложения НДМА и ТМТ позволяет добитьсяза 24 часа степень очистки, равна 90-99%.

Внесение в почву, не загрязненную НДМГ, катализатора «Мухамеджан-1» ведет к значительному

снижению числа почвенных микроорганизмов, но с течением времени общее количество микроорганизмов после обработки катализатором практически восстанавливалось до прежней величины. При этом в почве обнаруживались преимущественно колонии с шероховатой поверхностью. Наличие микроскопических грибов в обработанной катализатором почве не обнаружено и только через 72 часа после обработки определено 0,1 тыс. КОЕ/г.

Таким образом, лучшим вариантом для обработки катализатором «Мухамеджан-1» бурой почвы, загрязненной НДМГ, по данным эксперимента, является внесение 3% водного раствора катализатора в объеме 30 мл в течение 72 часов.

На основании полученных результатов в 2008 год ДГП «Инфракос-Экос» совместно с филиалом ФГУП «ЦЭНКИ» «ЦЭНКИКОМ» проведены натурные испытания метода и технологии каталитической очистки двух типов почв, загрязненных НДМГ, с применением катализатора «Мухамеджан-1», на контрольных и экспериментальных площадках в позиционном районе космодрома «Байконур» на двух участках. Участок №1 на песчаной пустынной почве расположен на пл.31. Участок №2 на серо-бурой пустынной почве расположен на площадке 196. Выбранные участки характеризуются глубоким залеганием грунтовых вод. Параллельно Российская Сторона провела натурные испытания двух своих новых химических методов детоксикации почвы от НДМГ с применением глиоксаля и реактива Фентона на рядом расположенных участках.

Выбранные для исследования 2 площадки песчано - пустынная и серо-буропустынная почвы характеризуются высокими значениями pH; низкими концентрациями органического вещества до 1 %, с максимумом содержания

в верхних 0-5 см; содержанием углерода, снижающегося с глубиной и колебаниями в пределах 0,1-0,2%. Малые количества углерода, а также невысокое содержание илистой фракции обеспечивают низкие поглотительные качества почвы (емкость катионного обмена не превышает 4-8 мг-экв/100 г почвы), и следовательно, высокую миграционную способность НДМГ.

Подготовка контрольных и экспериментальных площадок и их обработка НДМГ с нагрузкой НДМГ 1 и 10 г/кг проведены силами ОАО «ВПК «НПО машиностроения». Из контрольных и экспериментальных площадок отбирались послойно пробы почвы в день заливки НДМГ и через 1, 3,10, 28 (29) сутки после заливки. Пробы почвы по испытанию катализатора «Мухамеджан-1» анализировались в аналитической лаборатории «Инфракос-Экос-Аналитика» ДПГ «Инфракос-Экос» [21, 22].

В результате проведенных исследований получены данные о ходе естественной трансформации НДМГ и его производных в почвах за период до 28-29 суток.

Натурные испытания проведены 0,13% и 1,3 % водных растворов катализатора «Мухамеджан-1».

При этих концентрациях воздействия водных растворов катализатора «Мухамеджан-1» на степень детоксикации почв от НДМГ и продуктов его трансформации наблюдалось повышение продуктов трансформации НДМГ по сравнению с естественным уровнем его деградации в почве без применения в катализатора.

Химическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова предложены методы детоксикации на основе реактива Фентона и глиоксаля, и прошли лабораторные и натурные испытания.

Реактив Фентона, представляющий собой раствор пероксида водорода с добавками каталитических количеств

солей двухвалентного железа, является сильнейшим окислителем, способным быстро окислять органические соединения различных классов. Высокий окислительный потенциал данного реагента позволяет получать продукты глубокого окисления вплоть до образования углекислого газа и воды.

Классическим реактивом Фентона является 10% водный раствор пероксида водорода с добавкой 10 мл соли Мора ($FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 7H_2O$).

В результате проведенных исследований было установлено:

1. Концентрация НДМГ в растворах при использовании стехиометрического количества реактива Фентона в течение 5 минут взаимодействия снижается до уровня ниже предела обнаружения метода ионной хроматографии с амперометрическим детектором (ниже 0,01 мг/л), что свидетельствует о высокой эффективности реактива Фентона для детоксикации НДМГ.

2. Среди продуктов разложения НДМГ в изученных растворах найдены НДМА, ТМТ, диметил-аминоацетонитрил, диметилгидразид муравьиной кислоты (ДМГК) и 1-метил-1,2,4-триазол. Два последних вещества являются основными продуктами трансформации НМДГ в естественных условиях.

3. При внесении недостатка или стехиометрического количества окислителя наблюдается образование больших количеств указанных продуктов неполного окисления НДМГ. Повышение количества окислителя приводит к резкому уменьшению количеств образующихся продуктов неполного окисления.

Однако, несмотря на вышеуказанные результаты, реактив Фентона не нашел широкого практического применения при детоксикации почв. Во-первых, это связано со сложностями хранения реактива, так как

несмотря на то, что пероксид водорода термически стабильное соединение, при очень низких добавках сульфат железа катализирует распад пероксида; во-вторых, как указывают сами исследователи, даже при избытке окислителя не удается достичь полного разложения продуктов распада гептила, и в первую очередь, НДМА, ДГМК, МТ.

Глиоксаль (щавелевый альдегид) - простейший представитель класса диальдегидов, структурная формула O=CH-CH=O. Под действием окислителей легко превращается в муравьиную или щавелевую кислоту. Представляет собой бесцветную жидкость с резким запахом. Температура кипения 56°С, хорошо растворим в воде. Технический продукт выпускается в виде 40% водного раствора. Относится к третьему классу опасности (малотоксичен). В почвах может встречаться в небольших количествах как продукт естественного разложения органических веществ, однако при попадании в окружающую среду быстро окисляется химически и микробиологически с образованием простейших карбоновых кислот, не представляющих угрозы для человека и окружающей среды. Глиоксаль, как и другие альдегиды быстро реагирует с гидразинами с образованием очень стабильных и сравнительно малотоксичных производных – гидразонов. Глиоксаль является легкодоступным реагентом с невысокой стоимостью.

Детоксикация НДМГ глиоксалем основана на образовании с гидразинами устойчивых гидразонов, содержание которых в окружающей среде не нормируется.

Протекание реакции между НДМГ и глиоксалем теоретически возможно по двум путям в зависимости от соотношения реагентов:

$$(CH_3)_2N\text{-}NH_2 + O{=}CH\text{-}CH{=}O \rightarrow (CH_3)_2NN{=}CH\text{-}CH{=}0 \qquad (10)$$

$$2\,(CH_3)_2N\text{-}NH_2 + O{=}CH\text{-}CH{=}O \rightarrow (CH_3)_2NN{=}CH\text{-}CH{=}N\text{-}N(CH_3)_2 \qquad (11)$$

Исследованиями установлено, что в водной среде взаимодействие НДМГ с глиоксалем протекает по схеме (10) – единственным продуктом взаимодействия является монопроизводное НДМГ, образование которого происходит даже при внесении 100 кратного избытка глиоксаля. Образование бис-производного происходит в незначительных количествах. Связывание НДМГ происходит в значительной степени, даже при использовании 3-х кратного избытка глиоксаля степень связывания НДМГ превышает 99,9% и характеризуется высокой скоростью протекания реакции.

Лабораторными экспериментами определено, что в диапазоне pH от 5,4 до 10,8, в котором лежат значения кислотностей большинства типов почв, реакция взаимодействия НДМГ и глиоксаля протекает без изменений стехиометрии, полно и с высокой скоростью, что делает глиоксаль потенциально перспективным реагентом для связывания НДМГ в различных типах почв. Кроме того, установлено, что глиоксаль инертен по отношению к веществам, входящим в состав почв и трехкратный избыток по отношению к стехиометрическому количеству обеспечивает полное связывание НДМГ.

Однако, вышеописанный метод детоксикации, на наш, взгляд более пригоден для очистки закрытых емкостей, например, цистерн.

Так, авторами [29] запатентован способ уничтожения (нейтрализации) остатков НДМГ в топливных баках баллистических ракет.

Сущность способа заключается в подаче в топливные баки ракет 20% раствора формалина, при этом протекают реакции по типу 10, 11. Данная операция в избытке формалина приводит к полному уничтожению НДМГ (100% за один цикл обработки, т.к. альдегиды

взаимодействуют с НДМГ количественно, очень летучи и способны проникать даже в застойные зоны в топливной системе ракеты). Второй фазой уничтожения диметилгидразона формальдегида является добавление в баки агента, вызывающего димеризацию диметилгидразона формальдегида в бисдиметилгидразонглиоксаля и полимерную массу.

Для осуществления димеризации используется ледяная уксусная кислота, которая при добавлении в топливные баки помимо димеризации не вызывает коррозию топливных баков, их разрушение и образование водорода по реакции с алюминиевыми стенками бака. Проведение реакций осуществляют в атмосфере азота при нормальном давлении или повышенном (до 0,3-05 кг/см^2) для исключения процессов окисления и само-воспламенения горючего.

Подачу раствора формальдегида осуществляют под контролем температуры, ограничивая ее величину 30-35°С для исключения вскипания горючего в зоне реакции. Расход 20% раствора формальдегида должен исключать возможное вскипание НДМГ в зоне реакции и поэтому его подача осуществляется порциями по 200 г в минуту в 20% раствора формалина в течение 5 минут.

Как видно из этого описания, остается вопрос о детоксикации самих гидразонов и полимерных масс, остающихся после нейтрализации. То есть, быстрое и полное связывание НДМГ является необходимым, но недостаточным критерием оценки эффективности и возможности применения глиоксаля.

Важным вопросом остается устойчивость образующегося гидразона.

В условиях окружающей среды химически связанный несимметричный диметилгидразин будет подвергаться обратному гидролизу с выделением чистого гептила, что

делает этот метод малопрактичным с точки зрения детоксикации почв.

Микробиологические методы и технологии детоксикации почв, загрязненных токсичными компонентами ракетного топлива

Микроорганизмы играют важную роль в жизни почвы. При их участии происходят процессы превращения веществ, обусловливающие как накопление элементов минерального питания растений, так и синтез органического вещества почвы. В результате жизнедеятельности микроорганизмов образуются соединения, которые могут стимулировать или подавлять рост и развитие растений. Почва - как среда - способствует массовому развитию микроорганизмов и является богатейшим резервуаром разнообразных по своим биохимическим функциям представителей низших организмов. В почве развиваются различные группы микроорганизмов (бактерии, грибы, актиномицеты) и водоросли. Их количество колеблется в широких пределах – от миллионов до миллиардов в 1 г почвы. Содержание микрофлоры и ее активность подвержены определенной динамике в годичном цикле почвообразования в связи с изменением гидротермического режима и многократными повторяющимися генерациями микроорганизмов. Бактерии – наиболее распространенная группа микроорганизмов в почве. Их количество колеблется от десятков и сотен миллионов до нескольких миллиардов в 1 г почвы и зависит от свойств почвы и их гидротермических условий. Бактерии осуществляют разнообразные процессы превращения органических и минеральных соединений в почвах. Актиномицеты, иногда называемые лучистыми грибами

(*Actinomycetes*), используют в качестве источника углерода разнообразные органические соединения. Они могут разлагать клетчатку, лигнин, перегнойные вещества почвы. Участвуют в образовании гумуса. Актиномицеты лучше развиваются в почвах с нейтральной или слабощелочной реакцией, богатых органическим веществом и хорошо обрабатываемых. К актиномицетам относят родственно близкие к ним проактиномицеты, микобактерии, микромоноспоры и микококки. Грибы – нитевидные гетеротрофные сапрофитные микроорганизмы, обильно населяющие почву (до 1 млн на 1 г почвы), особенно горизонты, обогащенные мертвыми растительными остатками (лесная подстилка, опад). Они активно участвуют в процессах минерализации и гумификации органических веществ. При этом имеет место последовательная смена одних групп грибов другими в процессе разложения органических веществ.

Поступающие в почву химические соединения накапливаются и приводят к постепенному изменению химических и физических свойств почвы, снижают численность живых организмов, ухудшают ее плодородие [30, 31].

При проливах азотсодержащие окислители отрицательно влияют на микрофлору почвы и гидробиоту, вызывая их гибель. Низкие концентрации углеводородных горючих оказывают стимулирующее действие на микробиологические процессы в почве, при концентрации от 0,7 до 50 мл/кг происходит нарушение микробного сообщества, при концентрациях выше 300 мл/кг – гибель микроорганизмов [32].

Показателями активности почвы являются: общая микробная численность (ОМЧ), численность основных групп почвенных микроорганизмов: почвенных сапрофитных бактерий, актиномицетов, почвенных

микромицетов, показатели интенсивности трансформации углерода и азота в почве (дыхание почвы).

Почву можно считать незагрязненной по показателям биологической активности при изменениях в микробиологических показателях не более 50% и биохимических – не более 25% по сравнению с такими же для контрольных, принятых в качестве чистых незагрязненных почв. В связи с тем, что почвенные микроорганизмы чутко реагируют на загрязнение почвы, изменения в их численном и качественном составе могут служить индикатором состояния почв.

В отделе экологической биотехнологии Научно-исследовательского центра «Токсикологические исследования биологических препаратов» (НИЦ ТБП) ведутся исследования по разработке технологии биоремедиации почв, загрязненных гептилом на основе полученного и запатентованного ими штамма микроорганизмов-деструкторов НДМГ [33]. Однако данные разработки не нашли еще широкого применения в практике.

Несмотря на то, что современная практика рекультивационных работ насчитывает довольно большое разнообразие способов очистки почвы от химического загрязнения, полное восстановление биоценоза обеспечивают технологии, в основу которых положен биологический метод.

Для локализации и ликвидации проливов в настоящее время могут быть использованы по оценке авторов [34] около 30 типов физико-химических и биотехнологических технологий очистки окружающей среды. Физико-химические методы отличаются от биотехнологических высокой стандартизацией применения технологий, оперативностью и предсказуемостью (однозначностью)

результата, но проигрывают из-за жесткости воздействия на почву и повышенной затратности.

Отмечается, что каждый проект биотехнологического восстановления почвы требует индивидуального решения. Биотехнологические методы подразумевают применение микроорганизмов, способных утилизировать различные загрязнители. Использование природных микроорганизмов для деструкции загрязнителя – основа технологий биостимуляции. Технологии, основанные на биоулучшении, используют специализированные микроорганизмы, которые были выведены из различных загрязненных сред либо генетически модифицированы. Генетическая модификация, по данным Института биохимии и физиологии микроорганизмов РАН, обеспечивает устойчивость микроорганизмов к вредным факторам, включая КРТ, и эффективную деструкцию загрязнителя. Однако после утилизации количество генетически модифицированных микроорганизмов, чужеродных для естественной среды, должно резко уменьшиться. Иначе для предотвращения нежелательного распространения генетически модифицированных микроорганизмов в окружающей среде должны быть активизированы сложные и небезопасные условно-летальные мутации.

Поэтому для деструкции загрязнителя должны использоваться только естественные резидентные штаммы аэробных, агрессивных для загрязнителя непатогенных бактерий высокой концентрации ($3x10^9$ бактерий на грамм) и специфические ферменты, предназначенные для ускорения органического аэробного распада загрязнителя.

В течение ряда лет в Государственном научном центре прикладной микробиологии проводились исследования по возможности микробиологической очистки почв и вод, загрязненных НДМГ [35]. Выделены и

охарактеризованы природные микроорганизмы, способные утилизировать НДМГ в качестве единственного источника углерода и азота, из почвы тундры, загрязненной КРТ: бактерии, дрожжи, микромицеты. Ускорения процесса деградации удалось достичь с помощью биосорбента на основе клеток штамма-деструктора, иммобилизованных на гранулированном активном угле. Биотестирование на культуре *E.co1i* и злаковых культур (пшеница и ячмень) показало, что процесс биодеградации вызывает заметное уменьшение интегральной токсичности растворов, содержащих НДМГ, что свидетельствовало о принципиальной возможности микробиологической очистки загрязненных территорий.

Материалом для поиска и выделения, бактериальных и грибных изолятов являлись загрязненные НДМГ пробы почвы, взятые с места падения на землю остатков первой ступени ракеты (зона тундры). Изоляты выделяли методом накопительных культур на минеральной среде 8Е, содержащей 0,1% глюкозы и 0,025% НДМГ.

О биодеградации НДМГ судили по его убыли в опытных вариантах, содержащих микробные культуры, по сравнению с контролем (стерильная среда 8Е, с глюкозой и НДМГ).

Определение остаточного содержания НДМГ в образцах тундровой почвы, загрязненной КРТ, показало, что оно варьировало от 0,05 до 0,4 мг/кг почвы в зависимости от удаленности от воронки. Наличие НДМГ в окружающей среде могло способствовать адаптации почвенной микрофлоры и появлению у некоторых микроорганизмов способности к утилизации этого вещества. Действительно, опыты по биодеградации НДМГ в различных по составу питательных средах показали, что некоторые представители естественной микрофлоры из различных образцов почвы оказались способны не только

сохранять жизнеспособность в среде с НДМГ, но и утилизировать его [36, 37].

В опытах [36] длительность инкубации в стационарных аэробных условиях при комнатной температуре составляла от 6 до 20 суток, количество посевного материала менялось от 103 до 107 кл./мл. После инокуляции стерильной пульпы микробными ассоциациями, предварительно выращенными на полной среде 8Е с глюкозой, длительность инкубации составляла 7 суток при 20-22°С. Все исследованные природные ассоциации микроорганизмов оказались в той или иной степени способными к биодеградации НДМГ. Они проявляли заметный рост не только в среде, содержащей глюкозу и НДМГ, но и в среде, где последний служил единственным источником углерода и азота.

Существенного ускорения процесса биодеградации в пульпе удалось достичь при применении биосорбента. Использовали культуры тех же природных ассоциаций, адсорбированные на гранулированном активированном угле (ГАУ). В этих опытах концентрация глюкозы составляла 0,2%, НДМГ – 0,05%. Инкубацию проводили в течение 7 суток при комнатной температуре. Из результатов видно, что использование биосорбента в несколько раз ускоряло процесс деструкции НДМГ.

Отмечено, что характер воздействия НДМГ на природные экосистемы, пути его трансформации в окружающей среде, биологическая и биохимическая устойчивость, реакционная способность в процессах самопроизвольной деградации изучены мало.

Соотношение НДМГ, подвергнувшегося биодеградации и каталитическому окислению кислородом, может варьироваться в зависимости от конкретных условий. Для оценки этого соотношения в использованных экспериментальных условиях проводили биодеградацию

НДМГ дрожжевой (*Candidasp.)* и бактериальной *(Rodococcussp.56D/4)* культурами в течение 6 суток при комнатной температуре. В вариантах с культурами *Candidasp. и Rodococcussp.* биодеградация НДМГ составляла около 70% его суммарной деструкции, включающей и химическое окисление. Добавление в среду ГАУ резко ускоряло процесс химического окисления НДМГ за счет каталитического действия активного угля (с 24 до 92%).

Исследовали также возможность биодеградации НДМГ в тундровой почве некоторыми штаммами-деструкторами, одновременно окисляющими углеводороды. Такие штаммы могут утилизировать не только НДМГ, но и углеводородные компоненты ракетного топлива, что обеспечит комплексную очистку почвы от азот- и углеводородсодержащих КРТ. Опыты проводили на стерильной почве, которую регулярно увлажняли до 75% полной влагоемкости средой Е8. В некоторых вариантах из состава среды исключали $(NH_4)_2HPO_4$. В качестве источника углерода использовали глюкозу (2%) и дизельное топливо (1%). Доза инокулята составляла 107 кл./г почвы, начальная концентрация НДМГ – 0,2%. Длительность эксперимента составляла 18 суток при комнатной температуре.

Результаты показали, что степень биодеградации НДМГ существенно зависела от присутствия в почве источников углерода (глюкоза или дизельное топливо). Отсутствие в среде источника аммонийного азота значительно снижало скорость биодеградации. Эти данные могли свидетельствовать также о дефиците в тундровой почве легкоусвояемых источников углерода и азота. Заметное стимулирующие действие дизельного топлива на биодеструкцию НДМГ указывало на возможность одновременной утилизации углеводородных и гидра-

зиновых КРТ нефтеокисляющими штаммами *Rodococcus 56D/4 и MycoЬacteriumsp. ИЖ-4.*

Для экотоксикологической характеристики процесса деградации использовали биотестирование интегральной токсичности растворов, содержащих НДМГ и продукты его биодеструкции, а также химический анализ содержания диметилнитрозоамина в продуктах биодеградации.

Результаты ростового теста на культуре *E. coli* показали, что процесс биодеградации НДМГ дрожжевой культурой *Candidasp.* вызывал заметное уменьшение интегральной токсичности его водных растворов, содержащих остаточное количество НДМГ и продуктов его биодеструкции. В заключении авторы приходят к выводу, что полученные экспериментальные данные свидетельствуют о принципиальной возможности микробиологической очистки почв, загрязненных НДМГ. Выделено несколько природных изолятов, относящихся к бактериям, дрожжам и микромицетам, способных утилизировать НДМГ в качестве единственного источника углерода, азота и энергии. Из полученных экспериментальных данных следует, что *E.coli* являются далеко не самыми чувствительными к загрязнению НДМГ видами микроорганизмов. Поиск НДМГ-чувствительных микроорганизмов необходимо проводить среди их почвенных сообществ, в частности, среди микроскопических грибов – наиболее чувствительной группы.

Изучено [38] действие биогумуса на детоксикацию гептила в образцах почвы из районов падения ступеней ракет, прилегающих к космодрому «Байконур». Почвы с содержанием гептила – 100; 500; 1000; 2000 мг/кг смешивали с биогумусом в соотношении почва – биогумус: 50:50, 75:25, 85:15; 95:15. Содержание гептила в почвах определяли через 2; 24; 72; 120 ч. Концентрацию гептила в

образцах почв определяли фотоколориметрическим методом. В результате показано, что содержание гептила в загрязненных почвах уменьшается в зависимости от концентрации биогумуса и времени инкубации. Заметное уменьшение содержания гептила было отмечено через 24 часа, а нейтрализация до 50-70% - на пятые сутки. Предполагается, что детоксикация гептила обусловлена взаимодействием гуминовых и фульво-кислот биогумуса с загрязнителем.

Известно, что многие токсиканты, в том числе НДМГ, в зависимости от их концентрации в почве по-разному влияют на состояние растений и микроорганизмов [39]. В небольших концентрациях они оказывают стимулирующее воздействие на почвенную биоту, в то время как большие загрязнения почвы, возникающие при аварийных проливах токсикантов, сопровождаются острым токсическим действием. В последнем случае необходимо активно снижать загрязнение почвы до уровней, при котором самоочищение среды обеспечивается природными факторами. Приоритетным должны быть те методы, которые не только вызывают деструкцию загрязняющих веществ, но и стимулируют факторы, обеспечивающие самоочистку объекта. Для этой цели необходимо использовать химические реагенты, которые должны активизировать развитие природо-восстанавливающей микробиоты, способствующей лучшей усвояемости органических токсикантов эндемичными микро-организмами, например, путем деструкции тяжелых сложных по строению молекул. Такой подход позволяет снижать затраты на восстановление характеристики объектов и их потребительских свойств.

В частности, установлено, что внесение в почву гуматов существенно повышает ее ферментативную активность. Под воздействием гуматов заметно возрастает

активность дыхательного фермента – каталазы (улучшает усвоение почвой кислорода, расщепляет связь O-OH), а также ферментов – инвертазы и амилазы, ответственных за деструкцию ряда веществ и разрывающих связь C-N. Так, при внесении 0, 05 % гуминовых соединений каталазная активность почвы за 2 мин. может возрастать до 15 %, а амилазная – до 30 %. В некоторых случаях каталазная активность, отражающая общую интенсивность протекания в почве биотических процессов, при введении гуматов повышается от 0,7 $см^3$ O_2 до 1.0-1.3 $см^3$ O_2, т.е. на 43-86% [32, 33].

Необходимо также повышать адаптацию к компонентам ракетного топлива микроорганизмов, обитающих в местах возможных проливах токсикантов. Адаптированные микробные сообщества способны значительно быстрее реагировать на присутствие загрязняющих веществ.

К активным формам кислорода относятся высокореакционно-способные радикалы кислорода, а также соединения, из которых подобные радикалы легко образуются [40]: супероксид анион радикал, гидроксил радикал, перекись водорода, гидроперекиси липидов и пероксинитрит. Радикалы способны взаимодействовать практически со всеми видами макромолекул, присутствующих в клетке, - белками, нуклеиновыми кислотами и липидами, в том числе входящими в состав мембран. В результате такого взаимодействия происходит нарушение структуры, а, следовательно, и функции макромолекулы.

Опыт ведущих исследователей показывает, что в каждом случае необходима индивидуальная комбинация различных способов очистки загрязнения.

Учеными Агрофизического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург)

изучалось влияние НДМГ на растительность и сопутствующую ей биоте (почвенным микроорганизмам). В ходе управляемых экспериментов было выявлено, что НДМГ стимулирует рост и развитие растений, повышает их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды. В целом растения вместе с сопутствующими им биоте способны эффективно перерабатывать НДМГ в безопасные для человека соединения. На основе этих исследований были разработаны экологически безопасные методы биореставрации загрязненных почв при любых начальных концентрациях НДМГ и его производных [32].

В настоящее время в России и Казахстане проводятся работы, нацеленные на разработку и усовершенствование методов и технологий нейтрализации почв от НДМГ.

Результаты оценки известных методов свидетельствуют, что идеального способа обезвреживания почво-грунта в настоящее время не существует. Все методы в различных условиях эксплуатации наряду с достоинствами имеют и недостатки, не позволяющие использовать их в условиях существующих ограничений.

Решение задачи затруднено тем обстоятельством, что при попадании в почву НДМГ способен сохраняться на длительное время, переходя в растения, окисляясь до более токсичных соединений, например, до НДМА.

Проведенный анализ показал, что несмотря на наличие существующих методов реабилитации почв, зараженных КРТ, решение проблем детоксикации почв Казахстана, загрязненных НДМГ и продуктами его распада, и выбор метода обезвреживания почво-грунтов требует особых подходов в связи с климатическими особенностями региона и его природно-ландшафтных характеристик.

Для очистки почв от НДМГ наиболее эффективным

может явиться рациональное сочетание различных способов, так как существуют концентрационные пределы, не позволяющие, например, использовать микроорганизмы на сильнозагрязненных грунтах, а также проникновение НДМГ в глубину грунта в анаэробную среду. В этой ситуации микробиологический метод может быть наиболее эффективен на завершающей стадии очистки загрязненных участков, когда другие методы становятся неэффективными и неэкономичными.

Поэтому выбор какого-либо метода необходимо делать, исходя из условия наиболее полного соответствия основным критериям или применять их в определенных сочетаниях, чтобы достичь максимального эффекта при приемлемых затратах всех видов ресурсов на реализацию организационных и технологических процессов.

Необходимо иметь в наличии набор методов, который позволил бы наиболее эффективно, без нанесения дополнительного ущерба окружающей среде и с возможно наименьшими экономическими затратами проводить работу по обезвреживанию НДМГ.

Для деструкции загрязнителя должны использоваться только естественные резидентные штаммы аэробных, агрессивных для загрязнителя непатогенных бактерий высокой концентрации ($3x10^9$ бактерий на грамм) и специфические ферменты, предназначенные для ускорения органического аэробного распада загрязнителя.

Для ведения микробиологических процессов необходимо соблюдение ряда условий: концентрации не должны превышать значений губительных для микроорганизмов; благоприятная температура; наличие питательных средств.

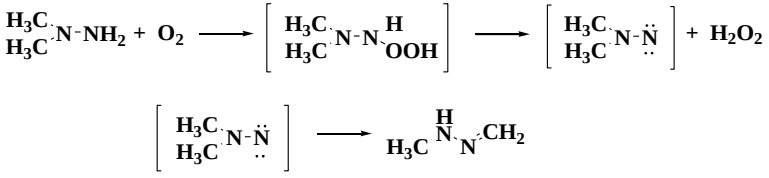
Анализ данных по реакционной способности НДМГ и вероятные маршруты его распада

Нами был проведен анализ данных по реакционной способности НДМГ и составлена обобщенная схема вероятных маршрутов трансформации НДМГ.

Известно, что гидразины, включая НДМГ, – весьма реакционно-способные соединения, легко вступающие во взаимодействие с множеством реагентов различной природы. Все гидразины – сильные восстановители, но окисление их носит различный характер и находит столь, же различные применения в зависимости от условий осуществления процесса, природы, числа и расположения заместителей, и, конечно, используемых окислителей [41]. Атмосферный кислород медленно окисляет гидразины уже при низких температурах. Главными продуктами окисления 1,1-диметилгидразина кислородом воздуха являются диметилгидразон формальдегида, вода и азот, согласно формуле 12 [42].

$$3\ (CH_3)_2NNH_2 + 2\ O_2 \rightarrow 2\ (CH_3)_2NN{=}CH_2 + 4\ H_2O + N_2 \qquad (12)$$

В небольших количествах образуются так же НДМА, ДМА, аммиак, диазометан, закись азота, формамид и ФА. Реакция ускоряется на свету и катализируется металлами и их солями. Предполагается, что подобно автоокислению углеводородов, на начальной стадии получается крайне нестабильная гидроперекись, разлагающаяся с образованием реакционно-способного промежуточного диметиламино-нитриена [43].



(13)

Образующийся диметиламинонитрен, как и другие аминонитрены (или 1,1-диазены), подвергается диазен-гидразонной перегруппировке с образованием метилгидразона формальдегида. Следует отметить, что с первых работ [44-46], предлагающих механизмы образования продуктов окисления НДМГ, прошло уже более 50-ти лет, однако до сих проводятся исследования и попытки объяснения образования различных азотсодержащих продуктов окисления НДМГ. В большинстве случаев работы последних лет [47-49] лишь констатируют факты образования того или иного продукта без приведения подробных маршрутов окисления и ограничиваются лишь общей схемой. Например, в работе [50] приводится следующая схема (рисунок 2).

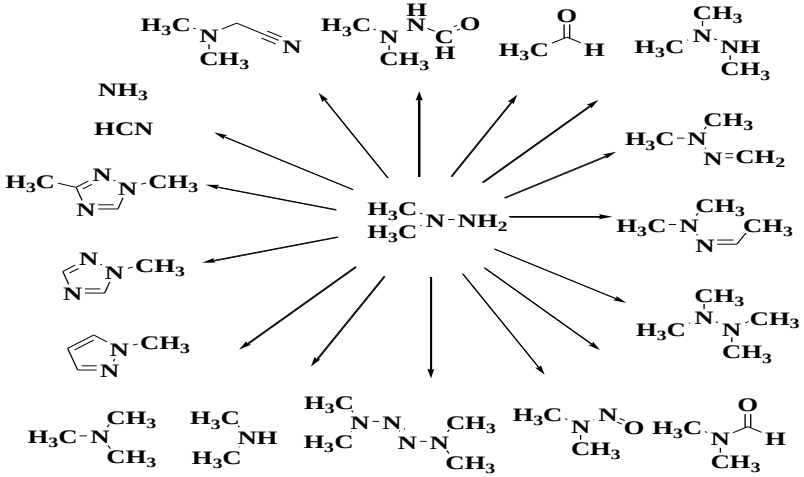


Рисунок 2. Схема возможных путей образования продуктов окисления НДМГ

К настоящему времени можно утверждать, что наиболее значимыми из первичных продуктов разложения НДМГ для последующих превращений являются формальдегид и метилгидразон формальдегида. На следующей схеме (рисунок 3) приведены реакции формальдегида с наиболее простыми соединениями, обусловленные его высокой реакционной способностью и многообразием химических превращений.

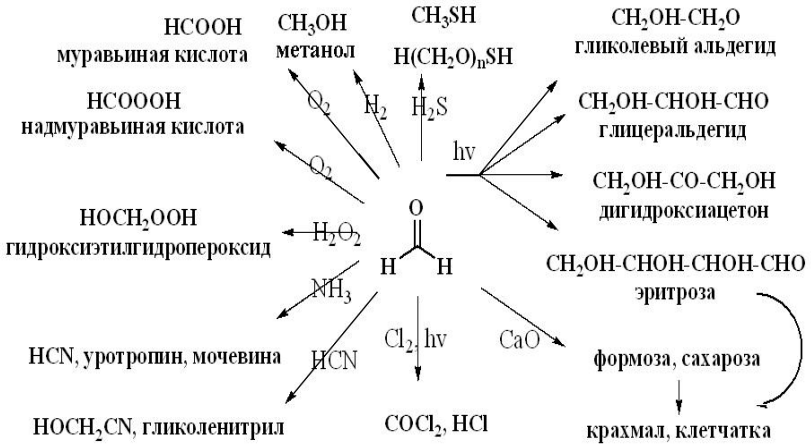


Рисунок 3. Схема взаимодействия формальдегида с продуктами распада НДМГ

Из приведенного выше рисунка 2 можно предположить, что при взаимодействии формальдегида с такими продуктами распада НДМГ, как аммиак, синильная кислота, или находящимися в почве сероводородом, хлором, кислородом, получаются важные для органического синтеза вещества – карбамид, муравьиная и надмуравьиная кислоты, метанол и другие. Почти все эти реакции протекают спонтанно, при низких температурах, или требуют самых примитивных катализаторов,

например, солей, кислот или оснований [51].

Такие простые реакции как диспропорционирования и автоконденсации в химической литературе упоминаются по авторам, открывшим эти реакции [52]. Например, реакция Канниццаро, приводящая к образованию метанола и муравьиной кислоты

$$2\ HCHO + H_2O \rightarrow CH_3OH + HCOOH \qquad (14)$$

или реакция Тищенко, при которой образуется метилформиат, обладающий высокой реакционной способностью при взаимодействии с гидразинами,

$$HCHO \rightarrow HCOOCH_3 \qquad (15)$$

Указанные выше метанол, муравьиная кислота, метилформиат в дальнейшем участвуют в различных реакциях образования продуктов распада НДМГ.

Нами впервые предпринята попытка представить наиболее полную картину протекающих при окислении НДМГ реакций на основе собственных многолетних экспериментальных данных, полученных в ходе модельных и натурных исследований, в том числе в РАП, и в соответствии с фундаментальными знаниями по методам получения, свойствам, реакциям и применению азотсодержащих органических соединений [53].

Перед обсуждением окислительных процессов, следует понимать, что в органической химии не существует строгого определения состояния окисления для органического соединения. В качестве основы для определения окислительных превращений нами использовано определение, данное А. Хейнсом [54], что окисление классифицируется как превращение одной функциональной группы в другую, относящуюся к более высокой категории (таблица 1).

Таблица 1 – Простейшие функциональные группы, расположенные в порядке увеличения их окислительного состояния

Увеличение окислительного состояния				
RH	-C=C-	-C≡C-	RCO_2H	CO_2
	ROH	RCOR	RCO_2R	CCl_4
	RCl	RCH=NOH	$RCONH_2$	и т.п.
	RNH_2 и т.п.	$R_2(OH)C$-$C(OH)R_2$ ит.п.	RC≡N и т.п.	

Также при обсуждении трансформации НДМГ следует учитывать стабильность и реакционную способность N-N-связи. Важными в этом плане оказываются значения энергии диссоциации связей (таблица 2).

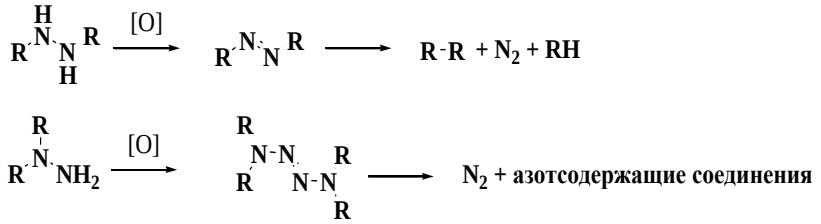
Из данных таблицы 2 следует, что простая азот-азот связь имеет минимальную энергию диссоциации среди других простых связей, и, наоборот, связь наибольшей кратности между атомами азота (N≡N) обладает максимальной энергией диссоциации.

Таблица 2 – Энергия диссоциации связей

Связь	Энергия, ккал/моль	Связь	Энергия, ккал/моль	Связь	Энергия, ккал/моль
N-N	37	N=N	61	N≡N	225
C-C	80	C=C	145	C≡C	198
C-N	66	C=N	112	C≡N	209
S-S	64	O=O	96		

Это приводит к тому, что продуктами окисления насыщенной связи азот-азот часто являются элементарный азот или промежуточное соединение, которое при передаче

ему достаточной энергии может выделить азот. Это показано на следующих примерах [55]:



(16)

Для описания маршрутов распада НДМГ в объектах окружающей среды, кроме экспериментальных и натурных исследований районов падения ступеней ракет-носителей и РАП, моделирования процессов деструкции в лабораторных условиях, ценную информацию могут дать и методы молекулярного моделирования. Молекулярное моделирование представляет предварительную информацию об устойчивости и реакционной способности промежуточных и конечных продуктов химических превращений НДМГ, что может быть теоретической основой для представления схемы путей распада НДМГ. Для этого проведена оценка устойчивости и реакционной способности на основе расчета значения химических потенциалов (μ) [56].

$$\mu = \frac{E_{НСМО} + E_{ВЗМО}}{2}$$

где $E_{НСМО}$ - энергия низшей свободной молекулярной орбитали, $E_{ВЗМО}$ - энергия самой высокой занятой молекулярной орбитали.

Наиболее информативным является такой параметр как химический потенциал, по значению которого можно судить об устойчивости веществ. Вещество с меньшим химическим потенциалом является более устойчивым к

окислению.

Так как распад НДМГ идет в окислительной среде (кислород воздуха, амил и др.), то расчет химического потенциала для веществ возможных продуктов этого распада будет показывать, какие из них промежуточные, а какие – конечные. Расчеты проведены для следующих соединений: диметиламин, монометилгидразин, НДМГ, диметилформамид, НДМА, метилгидразон формальдегида, диметилгидразон формальдегида, 1,4-диметилтетразин, 3,6-диметилтетразин, 1-метил-1,2,4-триазол, 1,3-диметил-1,2,4-триазол, 1,1,4,4-тетраметилтетразен с применением полуэмпирического квантово-химического метода PM3 [57].

Рассчитаны теплота образования, дипольный момент, $E_{НСМО}$ - энергия низшей свободной молекулярной орбитали, $E_{ВЗМО}$ - энергия верхней занятой молекулярной орбитали, а по указанной формуле химический потенциал (μ).

Результаты этих квантово-химических расчетов НДМГ и продуктов его распада приведены в таблице 3. Из 12 рассчитанных веществ гидрофобными, в соответствии со значениям LogP, являются ТМТ, 1,3-диметил-1,2,4-триазол и НДМА.

Проведенные расчеты показывают, что наименьшим химическим потенциалом обладают 1-метил-1,2,4-триазол и 1,3-диметил-1,2,4-триазол, нитрозодиметиламин и диметилформамид и которые, более вероятно, будут накапливаться в почве при распаде НДМГ. Ранее на основе масс-хроматографических анализов образцов почв из районов, загрязненных НДМГ, сделано предположение, что вторым конечным продуктом распада является 3,6-диметилтетразин. Однако расчеты не подтвердили это предположение.

Таблица 3 – Результаты квантово-химических расчетов НДМГ и продуктов его распада методом PM3

№ п п	Название вещества	Теплота образования, ккал/моль	Дипольный момент, Д	LogP	ВЗМО, эВ	НСМО, эВ	Химический потенциал	Объем молекулы, Å^2	Энергия гидратации, ккал/моль
1	Диметиламин	-8.011	1.27	-0.20	-9.219	2.909	-3.155	257.14	-2.59
2	Монометилгидразин	17.803	0.35	-0.46	-8.923	2.595	-3.164	241.52	-14.08
	1,1-диметилгидразин	14.967	0.28	-0.55	-8.836	2.438	-3.1991	294.80	-7.50
4	N,N-диметилформамид	-44.762	3.06	-0.74	-9.559	1.038	**-4.26035**	312.45	16.65
5	Нитрозодиметиламин	17.888	3.11	0.01	-9.826	0.326	**-4.75035**	300.19	-7.37
6	Метилгидразон формальдегида	35.977	1.68	-0.31	-9.289	0.869	-4.2101	284.61	-8.20

Продолжение таблицы 3

№ пп	Название вещества	Теплота образования, ккал/моль	Дипольный момент, Д	Log P	ВЗМО, эВ	НСМО, эВ	Химический потенциал	Объем молекулы, Å^2	Энергия гидратации, ккал/моль
7	Диметилгидразон формальдегида	34.278	1.75	-0.40	-9.104	0.895	-4.1044	332.12	-2.33
8	1,4-диметилтетразин	49.471	2.00	-0.29	-8.891	1.989	-3.451	437.72	-6.66
9	3,6-диметилтетразин	40.277	2.07	-0.09	-9.425	1.815	-3.8051	435.45	-12.33
10	1-метил-1,2,4-триазол	50.267	3.38	-0.20	-10.143	0.130	**-5.00665**	318.88	-5.31
11	1,3-диметил-1,2,4-триазол	40.791	3.00	0.00	-9.789	0.188	**-4.8007**	376.05	-3.16
12	Тетраметилтетразен	62.354	2.05	0.72	-8.689	0.556	-4.06665	472.62	-5.36

Устойчивость 1-метил-1,2,4-триазола и 1,3-диметил-1,2,4-триазола можно объяснить ароматическим характером их азотсодержащих пятичленных гетероциклов.

Диметилформамид и нитрозодиметиламин имеют сходное химическое строение (имеются две метильные группы при атоме азота) и близкими значениями химического потенциала, равными -4,26035 и -4,75035, соответственно. ДМФА оказывает общетоксическое, раздражающее, эмбриотоксическое, преканцерогенное, премутагенное действие [58-60].

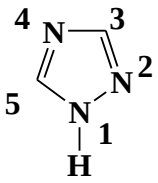
Тетраметилтетразен, который ранее считался маркером былого гептильного загрязнения почвы, обладает относительно высоким химическим потенциалом (-4,06665) по сравнению с формазонами метилгидразина и диметигидразина, что указывает на менее слабую его устойчивость. Тем не менее, ТМТ обнаруживается в старых местах падения первых ступеней ракет-носителей с гептильным горючим, а также в местах аварийного пролива НДМГ, особенно после детоксикации.

Таким образом, на основе компьютерного моделирования устойчивости продуктов распада НДМГ показано, что наиболее устойчивыми продуктами распада НДМГ являются 1-метил-1,2,4-триазол (МТ) и 1,3-диметил-1,2,4-триазол (ДМТ), устойчивость которых обуславливается ароматическим характером строения молекул. Относительная устойчивость 1-метил- и 1,3-диметил-1,2,4-триазолов, нитрозодиметиламина, диметилформамида и тетраметилтетразена может привести к долгому сохранению их в почвах и накоплению при многократных проливах (поступлениях) НДМГ на одних и тех же участках.

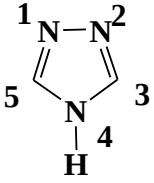
В связи с вышеизложенным, нами проведен анализ литературных данных по номенклатуре, свойствам и

методам синтеза метил- и диметилтриазолов. Триазолы относятся к пятичленным гетероциклам с тремя атомами азота. В зависимости от расположения трех атомов азота в пятичленном цикле различают 1,2,3-триазол (или вицинальный триазол) и 1,2,4-триазол (или симметричный триазол). Ввиду того, что в продуктах разложения несимметричного диметилгидразина наряду с другими органическими соединениями обнаружены производные симметричного триазола, а именно 1-метил-1,2,4-[1H]-триазол и его диметильные производные, далее приводится обзор литературы по методам синтеза моно- и диметильных производных симметричного триазола.

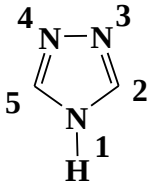
Различный порядок нумерации атомов пятичленного кольца привел к разночтениям и в названиях триазолов [61]. На ниже приведенной схеме приведены различные названия 1,2,4-триазолов.



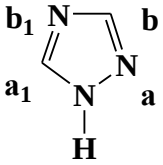
1,2,4-триазол



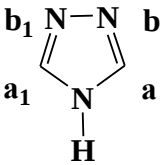
4,1,2-триазол



1,3,4-триазол



пирро(ab$_1$)диазол

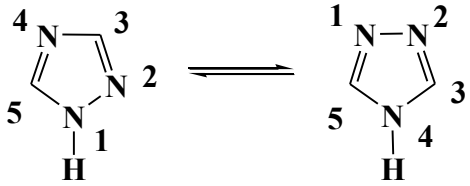


пирро(bb$_1$)диазол

(17)

К настоящему времени по номенклатуре IUPAC приняты следующие названия и порядок нумерации атомов

пятичленного кольца 1,2,4-триазола, с указанием номера расположения протона при азоте:



1H-1,2,4-триазол **4H-1,2,4-триазол** (18)

Некоторые 1,2,4-триазолы больше известны под тривиальными названиями, такие как, например, конвульсантАзоман или гербицид Амизол.

В этой же работе [61], посвященной химии 1,2,4-триазолов, обобщены работы до 1959 г. и имеются ссылки по синтезу, структуре и физическим свойствам, превращениям и применению различных производных триазолов. Позднее вышли из печати еще 2 обзора, посвященного триазолам [62, 63].

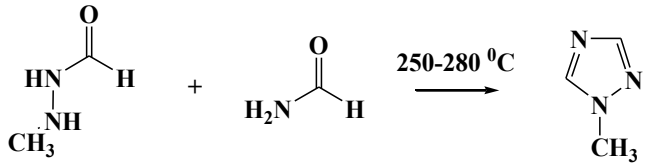
Авторы работы [64] изучили таутомерию 1,2,4-триазолов методом ПМР-спектроскопии. Ими установлены химические сдвиги протонов при атомах углерода и азота, как самих 1-Н- и 4-Н-триазолов, так и метилзамещенных, в зависимости от растворителей и температуры.

(19)

Спектр 1-метилтриазола имеет три сигнала в области 3,64 м.д. (CH_3), 8,01 и 8,70 м.д. для (CH), а спектр симметричного 4-метилтриазола – два сигнала при 3,64 (CH_3) и 8,20 м.д. (CH). Также отмечается, что соотношение

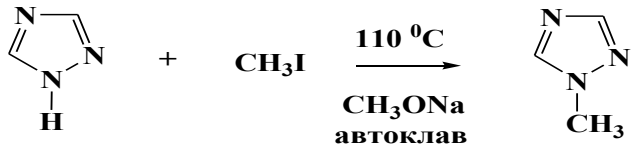
таутомерных форм 1-Н и 4-Н равняется 5-10:1, что говорит о предпочтительности 1-Н-формы триазола.

Одностадийный метод синтеза 1-метилтриазола впервые был осуществлен итальянскими учеными еще в 1905 г. и известен в настоящее время под именной реакцией Пеллиццари [65]. Нагревание N-формил-N'-метилгидразина или N,N'-диформил-N'-метилгидразина с формамидом при 250-280°С приводит к образованию 1-метилзамещенного триазола



1-метил-[1H]-1,2,4-триазол (20)

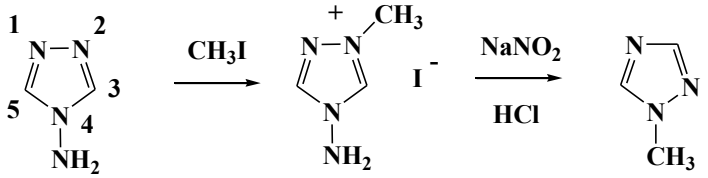
Из существующих методов наиболее широко используемым в лабораторной практике является метод, описанный в работе [66], заключающийся в алкилированиитриазола йодистым метилом в метаноле в присутствии метилата натрия.



(21)

Из последних работ по синтезу 1-метилтриазола можно отметить работу [67]. В этой работе предложена региоселективная одностадийная процедура получения 1-метилтриазола, заключающаяся в последовательности

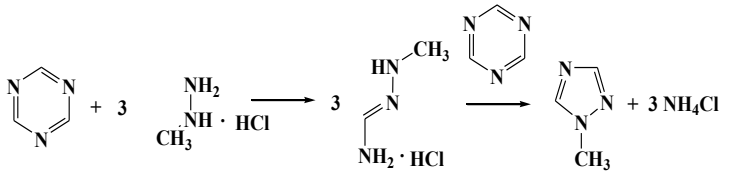
алкилирования 4-аминотриазола и деаминирования образующейся триазониевой соли.



(22)

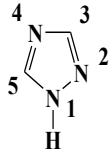
В работе [68] авторам удалось получить 1-метилтриазол без применения повышенных температур и автоклава, но в этом случае реакция продолжается в течение более длительного времени. Для синтеза предварительно перемешивают в течение 1 часа смесь триазола с метилатом натрия и затем после добавления йодистого метила реакционную колбу, снабженную эффективным обратным холодильником, нагревают до 50-60°С и смесь выдерживают в течение 3-х суток.

1-Метилтриазол с выходом 91% может быть получен реакцией триазина с гидрохлоридом метилгидразина [69]. При расщеплении триазина образуется формамидразон, который реагирует с другой молекулой триазина и образуются 1-метилтриазол и аммиак.

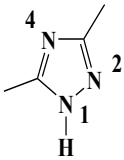


(23)

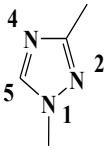
Исходя из структурной формулы 1Н-1,2,4-триазола, можно предположить существование следующих диметилпроизводных.



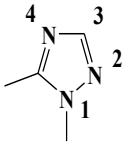
1H-1,2,4-триазол



3,5-диметил-



1,3-диметил-

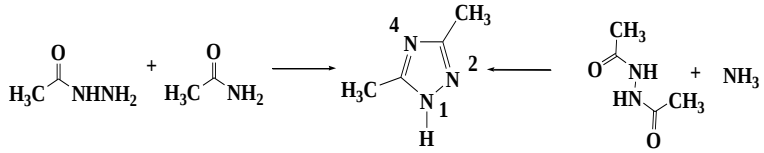


1,5-диметил- (24)

В работе [70] дается характеристика 3,5-диметилтриазола (т. пл. 170°С) (перекристаллизован из смеси бензола с метанолом) и приводятся данные по метилированию, этилированию и ацетилированию 3,5-диметил- и 3,5-дифенил-1,2,4-триазолов. К сожалению, синтез самого дизамещенного 3,5-диметилтриазола не описывается. Дизамещенные 1,2,4-триазолы были описаны этими авторами еще в 1954 году, которые синтезировали различные 1-метил-3-фенил- и 1-метил-5-фенил-триазолы циклизацией N-бензимидоил-N'-метилгидразина с муравьиной кислотой. Синтез 1,3- или 1,5-диметилтриазолов также не описывается.

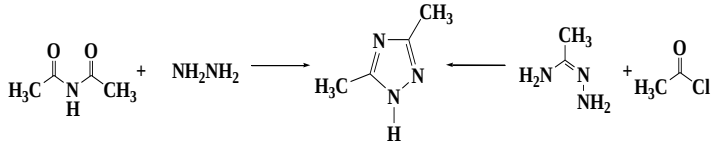
Синтезу дизамещенных триазолов посвящена работа [71]. Авторы синтезировали 1-метил-3-(2-аминоэтил)- и 1-метил-5-(2-аминоэтил)- дизамещенные производные 1,2,4-триазола. Синтез осуществлен исходя из соответствующих 2-метилтиосемикарбазидов.

В книге [72] даются ссылки на работы по синтезу 3,5-диметилтриазола по реакции Пеллицари нагреванием при высоких температурах гидразида уксусной кислоты с ациламином или конденсацией диацетилгидразинов с аммиаком в автоклаве при 200 °С. Однако эти методы не удобны для лабораторных условий и выходы как правило, очень низкие.



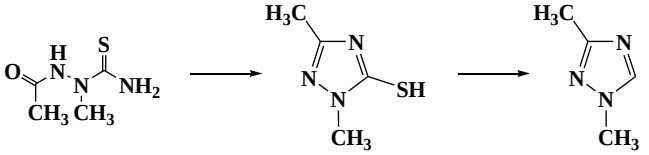
3,5-диметилтриазол (25)

3,5-Диметилтриазолы могут быть получены по реакции Эйнхорна-Бруннера из диациламинов и гидразинов в растворе органической кислоты, в кислом буферном растворе или в присутствии хлоргидрата пиридина [73]. Взаимодействие амидразонов с хлоангидридом уксусной кислоты также может приводит к искомым триазолам.



(26)

Синтез 1,3-диметилтриазола можно осуществить циклизацией 2-метилацетилтиосемикарбазида с последующим удалением тиольной группы [73].



(27)

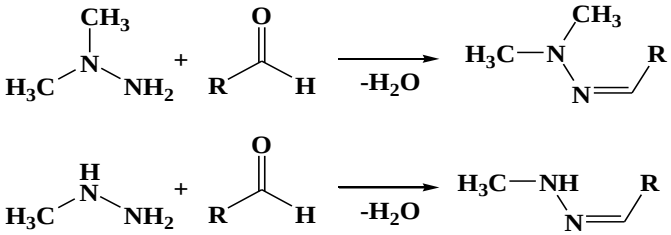
Эта методология в настоящее время принята за основу синтеза различных производных 1,2,4-триазола.

В целом, изучение механизмов и путей трансформации НДМГ с целью установления наиболее стабильных продуктов разложения НДМГ остается

актуальной до сих пор. В этом направлении в Казахстане работают ученые из ДГП «ЦФХМА» КазНУ им. аль-Фараби [50, 74, 75]. При идентификации летучих производных НДМГ в почвах методом твердофазной экстракции в сочетании с газовой хроматографией с масс-детектированием выявлено 30 метаболитов, из которых идентифицированы 23 продукта, среди которых наибольшее количество приходится на ДМААЦ, ДМФА и МТ. Эти последние данные в целом согласуются с данными, полученными нами при анализе почв из районов аварийного падения РН «Протон-М» и РС-20.

Суммируя вышеизложенные литературные данные по реакционной способности НДМГ, формальдегида и по методам синтеза триазолов, мы считаем, что образование основных продуктов распада НДМГ в щелочной среде протекает по следующим реакциям.

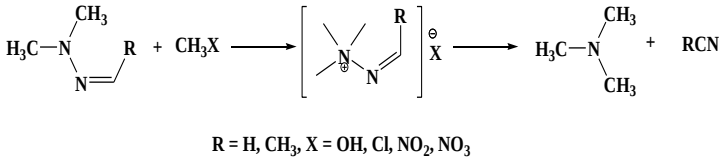
Диметил- и монометилгидразоны формальдегида и ацетальдегида легко образуются при взаимодействии соответствующего гидразина с формальдегидом или ацетальдегидом. Причем эта реакция легко протекает с выделением тепла.



R = H - диметил- и метилгидразоны ФА,
R = CH_3 диметил- и метилгидразоны ФА (28)

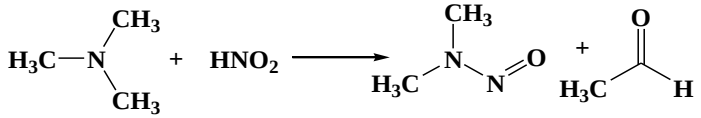
Образовавшиеся гидразоны легко кватернизуются в соответствующие четвертичные аммониевые соли.

Разложением аммониевых солей объясняется образование триметиламина и соответствующего нитрила.



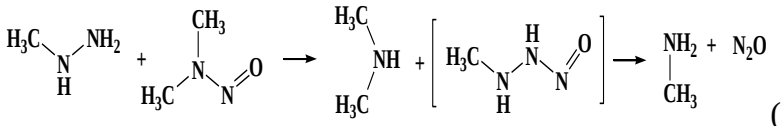
R = H, CH_3, X = OH, Cl, NO_2, NO_3 (29)

Окисление триметиламина, главным образом за счет окислителей на основе окислов азота (амил, АТ, азотная кислота), приводит к нитрозодиметиламину и ацетальдегиду.



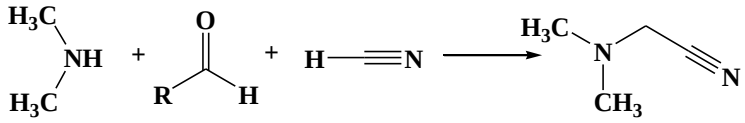
(30)

Наряду с вышеуказанным формальдегидом, важную роль в образовании различных продуктов играет монометилгидразин (ММГ). С его участием протекает превращение НДМА в метил- и диметиламины.



(31)

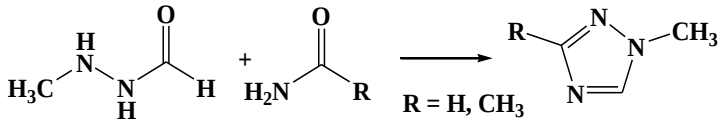
Образующийся диметиламин вступает в трехкомпонентную реакцию конденсации по Манниху с образованием диметиламиноацетонитрила (ДМААЦ)



(32)

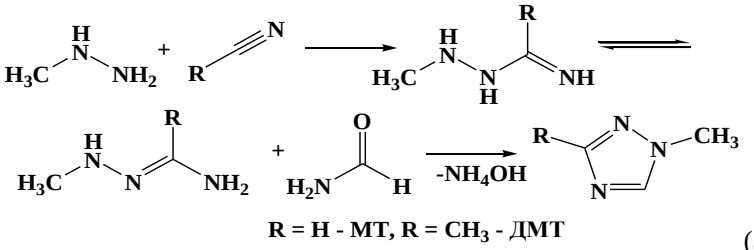
Образование триазольных производных может протекать через конденсацию формилгидразина с

формамидом или ацетиламином с образованием соответствующего 1-метил- или 1,3-диметил-1,2,4-триазола.



(33)

Другим возможным маршрутом образования триазолов является взаимодействие монометилгидразина с синильной кислотой или ацетонитрилом с образованием амидразонов, которые через стадию изомеризации и конденсации с формамидом дают устойчивые триазолы. Причем этот маршрут предполагает образование аммонийного катиона, который может легко связываться с нитрат, нитрит, хлорид анионами.



(34)

Таким образом, все вышеизложенное можно представить следующей обобщенной схемой (рисунок 4), на которой нами впервые подробно описываются основные пути образования наиболее устойчивых 1-метил- и 1,3-диметилтриазолов, НДМА и ДМФА.

На приведенной схеме показано, что глубокое окисление исходного НДМГ (маршрут I) приводит к образованию простейших органических производных – формальдегида, метанола, муравьиной кислоты, метилформиата, формамида, синильной кислоты, нитрозодиметиламина и др.

Неполное окисление НДМГ по перекисному механизму (маршрут II) приводит к образованию ТМТ, монометилгидразона формальдегида.

Относительно слабая устойчивость этого гидразона приводит к образованию метилгидразина и формальдегида. В пользу протекания такой пути трансформации НДМГ указывает участие метилгидразина в образовании МТ и ДМТ (маршрут III), ДМА и МА (маршрут IV), а высокореакционного формальдегида – диметилгидразона и ДМААЦ (маршруты V, VI).

В заключение отметим, что в 2009 г. ученые из МГУ им. М.В. Ломоносова [73] по результатам исследований по идентификации и определения продуктов трансформации НДМГ методом жидкостной хромато-масс-спектрометрии впервые идентифицировали диметилгидразид муравьиной кислоты (ДГМК). При этом также впервые доказали, что при проведении пробоподготовки по известным в литературе методикам определения НДМГ в почвах, подвергается гидролизу с образованием исходного НДМГ, что приводит к ложно-положительным результатам анализа.

Образование ДГМК протекает через взаимодействие НДМГ с метилформиатом, образующимся конденсацией по реакции Тищенко.

Эта реакция легко протекает при комнатной температуре и практически количественно образуется гидразид, который при жесткой кислотной или щелочной пробоподготовке переходит в НДМГ.

Каталитическая и микробиологическая детоксикация почв, загрязненных НДМГ и его производными (опытные и натурные испытания)

В результате проведенных в 2009 году ДГП «Инфракос-Экос» лабораторных экспериментальных исследований была установлена перспективность работ по детоксикации почв на местах пролива НДМГ методом каталитического окисления гидроперитом в присутствии d-металлов с дальнейшей микробиологической доочисткой.

В качестве катализаторов окислительного разложения НДМГ предложены комплексонаты железа и меди с трилоном Б, которые являются доступными, получаются простыми методами комплексонометрии, хорошо растворимы в воде.

В качестве окислителя предложен гидроперит, который по окислительной способности не уступает пероксиду водорода. Гидроперит, в отличие от перекиси водорода, более стабилен, и может проникать глубоко в почву.

Анализ результатов по обезвреживанию гептила показывает, что, как в случае комплексоната железа, так и в случае комплексоната меди, наиболее оптимальными являются концентрации в пределах 0,5-1% [76].

На рисунке 5 приведены примеры упаковок катализатора, гидроперита и сухого препарата микроорганизмов.

Натурные испытания проведены в позиционном районе космодрома «Байконур» на контрольных и экспериментальных площадках. Размер площадок 1,0х1,0 м. На каждой экспериментальной площадке выделялся участок 0,6 м^2 для испытания каталитического метода, а размером 0,4 м^2– для доочистки микробиологическим методом.

Работа совместно ДГП «Инфракос-Экос» и ТОО «AspanTauLTD» с участием ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» (ЦЭНКИ) Федерального космического агентства РФ и его филиала в г. Байконыр – «Космического центра «Южный».

Каталитический метод. Натурному испытанию подвергается гомогенная система «1,0% водный раствор комплексоната железа + 30% водного раствора гидроперита».

Микробиологический метод. Натурному испытанию подвергаются культуры микроорганизмов *Micrococcussp*. 7, *Bacillussp*. 15,*Rhodococcussp*. 26, *Acinetobactersp.* 29.

Испытания обоих методов проводятся на двух типах почвы (песчаной пустынной и серо-бурой пустынной) при двух исходных концентрациях НДМГ:

1) 0,17-0,18 г/кг (1750-1800 ПДК) – соответствует максимальной концентрации НДМГ, обнаруживаемой на местах падения первых ступеней РН «Протон» в штатных районах падения отделяющихся частей ракет-носителей;

2) 1,1-1,4 г/кг (11000-14500 ПДК)– возможная концентрация при аварийных проливах НДМГ, к примеру, на месте аварийного пролива НДМГ в Улытауском районе Карагандинской области при аварийном пуске РН «Протон-М» с космодрома «Байконур» 6 сентября 2007 года НДМГ в почве обнаружен в пределах 5200 ПДУ.

Месторасположение экспериментальных участков и характеристика почв

Натурные испытания проведены на контрольных и экспериментальных площадках в позиционном районе космодрома «Байконур» на двух участках.

Участок № 1 – песчаная пустынная почва расположен на пл.31.

Участок № 2 - серо-бурая пустынная почва расположен на площадке 196.

Серо-бурые почвы – самые аридные представители автоморфных почв суббореального пояса. Эти почвы характеризуются малой гумусностью и солонцеватостью. Период интенсивного развития бедной по видовому составу, разреженной растительности пустыни совпадает с периодом повышенной активности почвенной фауны и микрофлоры. Поэтому попадающий в почву растительный опад разлагается за это время до почти полной минерализации. Количество гумуса не превышает 1 %, убывание гумуса с глубиной происходит постепенно. Характерной особенностью серо-бурых почв является накопление карбонатов в верхней части почвенного профиля, что объясняется слабым промыванием почвы. Данные почвы имеют щелочную реакцию и небольшую емкость поглощения. Почвы насыщены кальцием и магнием. С глубины 30-40 см почти постоянно появляются признаки засоления. Почвы характеризуются низким естественным плодородием.

Песчаные пустынные почвы представляют собой в основном перевеянные коренные пески или древнеаллювиальные отложения. В растительном покрове песчаных пустынь преобладают крупные кустарники; по прикустарниковым буграм развит наиболее густой злаково-осоковый покров. Здесь формируются песчаные пустынные почвы с недифференцированным профилем. Песчаные почвы бедны гумусом (0,09-0,7 %), хотя он относительно глубоко проникает в почву (до 30-35 см). Емкость поглощения малая, реакция среды слабощелочная [77].

Натурные испытания каталитического метода детоксикации почв

Для проведения натурных испытаний каталитического метода детоксикации почв, были подготовлены 4 экспериментальные и 4 контрольные площадки на песчаной пустынной почве (экспериментальный участок №1, площадка 31 космодрома «Байконур») и на серо-бурой пустынной почве (экспериментальный участок № 2, площадка 196). Общий вид экспериментальных площадок представлен на рисунках 6 и 7. Готовились разные растворы гептила и детоксиканта (рисунок 8).

Площадки размещены на одной линии, расстояние между ними составляет 2 метра. Перед началом эксперимента отобраны фоновые пробы почвы до глубины 1-1,2 м для определения влажности и плотности почвенных образцов и определения содержания в них НДМГ и продуктов его трансформации. Послойный отбор проб почвы осуществлялся почвенным буром. При отборе проб измеряли метеопараметры.

Результаты количественного химического анализа приведены в таблице 4.

Анализ полученных данных показывает, что НДМГ, НДМА, ТМТ, ДМФА, МТ, ДМТ, и ДМГФА в пробах почвы, отобранных на выбранных экспериментальных площадках для натурных испытаний, отсутствуют.

Фоновое содержание ФА для песчаной и серо-бурой пустынных почв практически одинаково и составляет 0,20 и 0,23 мг/кг, что существенно ниже предельно допустимой концентрации, равной 7,0 мг/кг.

Фоновое содержание нитрат-ионов в пробах, отобранных как на песчаной, так и на серо-бурой почве, равно 4,59 мг/кг, что значительно ниже ПДК (130 мг/кг).

Таблица 4 - Концентрация загрязняющих веществ в фоновых пробах почвы

№ пробы	Глубина отбора, см	Концентрация, мг/кг									pH	Влаж-ность, %	Плот-ность, г/см^3
		НДМГ	НДМА	ТМТ	ДМФА	МТ	ДМТ	ДМГФА	ФА	Нит-рат-ион			
ПДК		0,1	0,01	0,1					7,0	130			
Площадка 31, песчаная почва													
КФ -1-1	0-20	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,20	4,59	8,80	0,29	1,56
КФ -1-2	20-40	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,14	4,06	8,80	0,90	1,54
КФ -1-3	40-60	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,12	10,12	8,59	2,41	1,49
КФ -1-4	60-80	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,24	8,59	8,69	2,34	1,51
КФ -1-5	80-100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	3,62	8,55	2,42	1,43
КФ -1-6	100-120	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,25	2,46	8,93	2,34	1,49

Продолжение таблицы 4

№ пробы	Глубина отбора, см	Концентрация, мг/кг									pH	Влаж-ность, %	Плот-ность, г/см^3
		НДМГ	НДМА	ТМТ	ДМФА	МТ	ДМТ	ДМГФА	ФА	Нит-рат-ион			
ПДК		0,1	0,01	0,1					7,0	130			
Площадка 196, серо-бурая почва													
КФ -2-1	0-20	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,23	4,59	7,98	1,21	1,61
КФ -2-2	20-40	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,15	6,68	7,98	1,80	1,48
КФ -2-3	40-60	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,37	7,58	8,28	2,42	1,45
КФ -2-4	60-80	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	8,59	7,94	1,83	1,45
КФ -2-5	80-100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,29	7,79	8,07	1,47	1,55

Пробы песчаной почвы, характеризуются сильнощелочной реакцией pH со значениями от 8,55 до 8,93 ед. pH; серо-бурой почвы - щелочной, со значениями от 7,94 до 8,28 ед. pH.

Влажность серо-бурой почвы в верхнем слое 0-20 см составляет 1,21 %, незначительно увеличиваясь в слое 40-60 см до 2,42 %, и уменьшаясь до 1,47 % в слое 80-100 см. Плотность верхнего слоя 0-20 см составляет 1,61 г/см^3, незначительно уменьшается в слое 40-60 см(до 1,45 г/см^3).

Установлено, что выбранные площадки не содержат КРТ и продуктов их химической трансформации.

Определение исходной концентрации НДМГ в экспериментальных площадках и результаты количественного химического анализа

Подготовленные экспериментальные и контрольные площадки на песчаной пустынной почве (участок №1) и на серо-бурой пустынной почве (участок №2) были искусственно загрязнены гептилом (рис. 9).

Испытания проведены при двух исходных нагрузках НДМГ на почву:

1) 0,17-0,18 г/кг (1700-1800 ПДУ);2) 1,1-1,8 г/кг (11000-18000 ПДУ).

Через 12 часов после заливки почвы НДМГ на всех 8-ми площадках были отобраны пробы почвы для определения фактической исходной концентрации НДМГ.

Результаты лабораторных исследований проб почвы, отобранных на 8-ми площадках через 12 часов после заливки почвы НДМГ, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Концентрация загрязняющих веществ в пробах почвы, отобранных через 12 часов после заливки НДМГ

Шифр пробы	Глубина отбора, см	Концентрация, мг/кг					
		НДМГ	НДМА	ТМТ	ДМФА	МТ	ДМТ
ПДК, ПДУ		0,1	0,01	0,1			
1	2	3	4	5	6	7	8
Площадка 31, песчаная пустынная почва							
исходная нагрузка НДМГ 1750 ПДУ							
К-2-1-1	0-20	174,18	1,85	47,48	0,01	77,43	71,17
К-2-1-2	20-40	6,17	0,96	0,13	16,96	456,61	50,10
Э-2-1-1	0-20	173,70	1,53	25,28	0,02	95,93	54,29
Э-2-1-2	20-40	1,92	1,43	0,07	26,77	370,25	65,63
исходная нагрузка НДМГ 11000 ПДУ							
КА-2-1-1	0-20	1085,50	1,64	251,94	27,94	1459,58	22,44
КА-2-1-2	20-40	395,0	1,03	130,77	18,18	1114,75	15,21
КА-2-1-3	40-60	18,50	1,38	24,40	24,87	963,57	12,75
ЭА-2-1-1	0-20	1176,0	1,02	28,40	19,92	744,91	14,21
ЭА-2-1-2	20-40	360,50	1,21	124,45	12,43	947,51	14,75
ЭА-2-1-3	40-60	7,50	1,01	10,11	5,41	547,14	7,45

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Площадка 196, серо-бурая почва							
исходная нагрузка НДМГ 1800 ПДУ							
К-3-1-1	0-20	183,46	0,09	21,66	1,96	279,78	24,41
К-3-1-2	20-40	2,77	0,04	5,82	0,03	125,72	0,68
К-3-1-3	40-60	0,48	0,09	1,84	0,01	6,72	0,08
Э-3-1-1	0-20	180,81	0,22	9,24	3,96	425,11	61,95
Э-3-1-2	20-40	0,79	0,01	1,54	0,02	30,46	0,05
Э-3-1-3	40-60	0,01	0,02	0,09	0,01	1,19	0,03
исходная нагрузка НДМГ 14500 ПДУ							
К-4-1-1	0-20	1310,71	0,14	29,81	2,44	500,88	40,36
К-4-1-2	20-40	32,83	0,68	11,09	0,86	185,17	0,76
К-4-1-3	40-60	0,29	0,08	0,96	0,01	7,24	0,07
Э-4-1-1	0-20	1598,81	2,12	32,54	0,03	155,17	11,93
Э-4-1-2	20-40	3,02	0,2	8,40	0,44	44,02	0,36
Э-4-1-3	40-60	0,19	0,02	1,45	0,02	2,35	0,01

Продолжение таблицы 5

Шифр пробы	Глубина отбора, см	Концентрация, мг/кг					
		ДМГФА	ФА	Нитрат-ион	pH	Влажность, %	Плотность, г/см^3
ПДК, ПДУ			7,0	130			
1	2	9	10	11	12	13	14
Площадка 31, песчаная пустынная почва							
исходная нагрузка НДМГ 1750 ПДУ							
К-2-1-1	0-20	271,42	34,70	2,72	8,59	3,30	1,65
К-2-1-2	20-40	9,57	34,70	2,72	8,59	3,69	1,84
Э-2-1-1	0-20	96,20	35,37	2,48	8,40	3,27	1,61
Э-2-1-2	20-40	0,25	34,80	2,12	8,46	3,58	1,88
исходная нагрузка НДМГ 11000 ПДУ							
КА-2-1-1	0-20	1057,0	56,49	1,66	9,29	6,69	1,10
КА-2-1-2	20-40	770,81	43,14	1,85	9,28	5,89	1,14
КА-2-1-3	40-60	232,99	27,58	1,69	8,83	3,65	1,11
ЭА-2-1-1	0-20	77,46	49,17	5,00	9,19	6,82	1,07
ЭА-2-1-2	20-40	357,12	66,41	6,04	9,21	6,01	1,12
ЭА-2-1-3	40-60	45,21	38,11	7,98	9,03	3,12	1,13

Продолжение таблицы 5

1	2	9	10	11	12	13	14
Площадка 196, серо-бурая почва							
исходная нагрузка НДМГ 1800 ПДУ							
К-3-1-1	0-20	370,47	13,2	6,98	8,13	9,08	1,50
К-3-1-2	20-40	22,13	4,59	4,02	8,09	6,61	1,48
К-3-1-3	40-60	0,02	5,77	3,92	8,20	1,05	1,36
Э-3-1-1	0-20	364,99	28,04	10,91	8,12	9,20	1,54
Э-3-1-2	20-40	1,77	7,16	12,19	8,02	6,54	1,45
Э-3-1-3	40-60	0,01	3,36	15,47	7,80	1,30	1,47
исходная нагрузка НДМГ 14500 ПДУ							
К-4-1-1	0-20	786,45	56,82	6,55	8,31	9,50	1,53
К-4-1-2	20-40	98,59	13,54	8,79	8,42	7,61	1,47
К-4-1-3	40-60	0,80	5,95	6,33	8,16	1,58	1,41
Э-4-1-1	0-20	607,72	40,15	5,73	8,31	10,52	1,51
Э-4-1-2	20-40	12,09	19,57	15,32	8,01	8,45	1,45
Э-4-1-3	40-60	1,67	2,93	11,25	8,16	1,11	1,47

Анализ данных таблицы 15 показывает, что после установления равновесия в системе почва-гептил-воздух (после 12 часов искусственного заражения почв), созданы 8 площадок со следующими исходными концентрациями НДМГ в поверхностном слое почвы 0-20 см для:

К-1 (1-ая контрольная площадка на песчаной почве)– 174,18 мг/кг;

Э-1 (1-ая экспериментальная площадка на песчаной почве)–173,7мг/кг;

К-2 (2-ая контрольная площадка на песчаной почве) – 1085,0 мг/кг;

Э-2 (2-ая экспериментальная площадка на песчаной почве) – 1176,0 мг/кг;

К-3 (3-я контрольная площадка на серо-бурой почве) - 183,46 мг/кг;

Э-3 (3-я экспериментальная площадка на серо-бурой почве) - 180,81 мг/кг;

К-4 (4-ая контрольная площадка на серо-бурой почве) - 1310,71 мг/кг;

Э-4 (4-ая экспериментальная площадка на серо-бурой почве)-1598,81 мг/кг.

Пробы почвы имеют от щелочной до сильнощелочной реакцию pH, со значениями от 7,80 до 9,29 ед. pH. Влажность проб песчаной почвы варьирует от 3,12 до 6,82 %, плотность – от 1,07 до 1,88 г/см^3; влажность проб серо-бурой почвы до глубины 60 см – от 1,05 до 10,52 %, плотность – от 1,36 до 1,54 г/см^3.

Детоксикация почвы каталитическим методом

После определения исходных концентраций НДМГ в почве на площадках, проведена детоксикация 4-х экспериментальных площадках (Э-1 и Э-2 на песчаной почве, и Э-3 и Э-4 на серо-бурой почве) раствором

катализатора и окислителя. При обработке зараженных почв катализатором наблюдалась бурная реакция с выделением активного кислорода и продуктов разложения НДМГ.

Процесс приготовления комбинированного раствора катализатора и окислителя и проведения детоксикации почвы на экспериментальных площадках показаны на рисунках 10-11.

После детоксикации почвы на всех 8-ми экспериментальных площадках отобраны пробы почвы с помощью почвенного бура до глубины 40-60 и 60-80 см через 12 часов, 3 суток (72 часа), 10 суток (240 часов), 20 суток (480 часов) и 30 суток (720 часов) для оценки степени очистки почвы при естественной трансформации (контрольные площадки) и с использованием каталитического метода (экспериментальные площадки) (рисунок 10).

Идентификация НДМГ и продуктов его трансформации в пробах почвы до и после детоксикации с применением метода хромато-масс-спектрометрии

Идентификацию НДМГ и продуктов его трансформации проводили с помощью одного из широко используемых современных методов – методом хромато-масс-спектрометрии. На рисунке 12 приведена хроматограмма пробы почвы, отобранной на контрольной площадке после заливки гептилом.

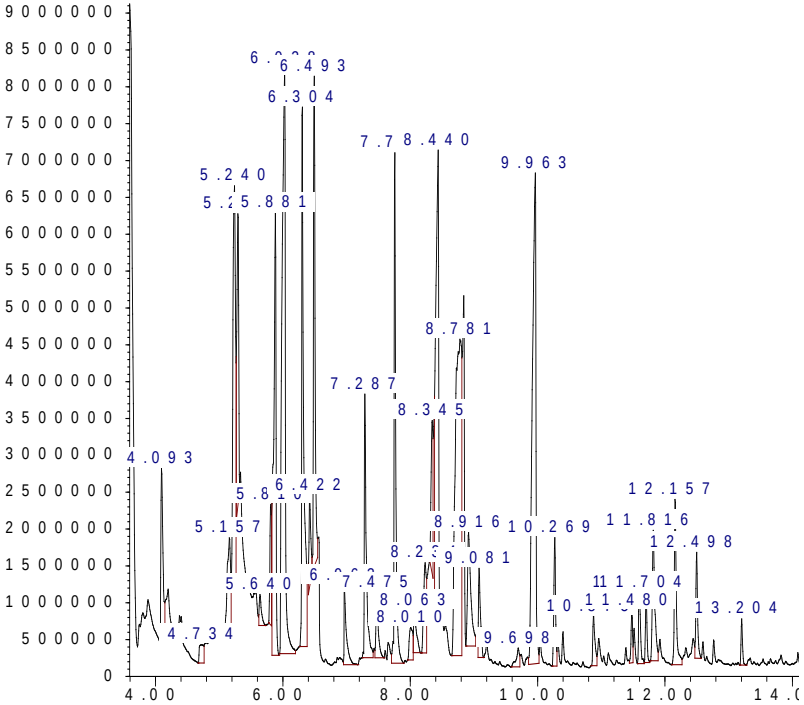


Рисунок 12. Хроматограмма пробы почвы, отобранной после заливки гептила.

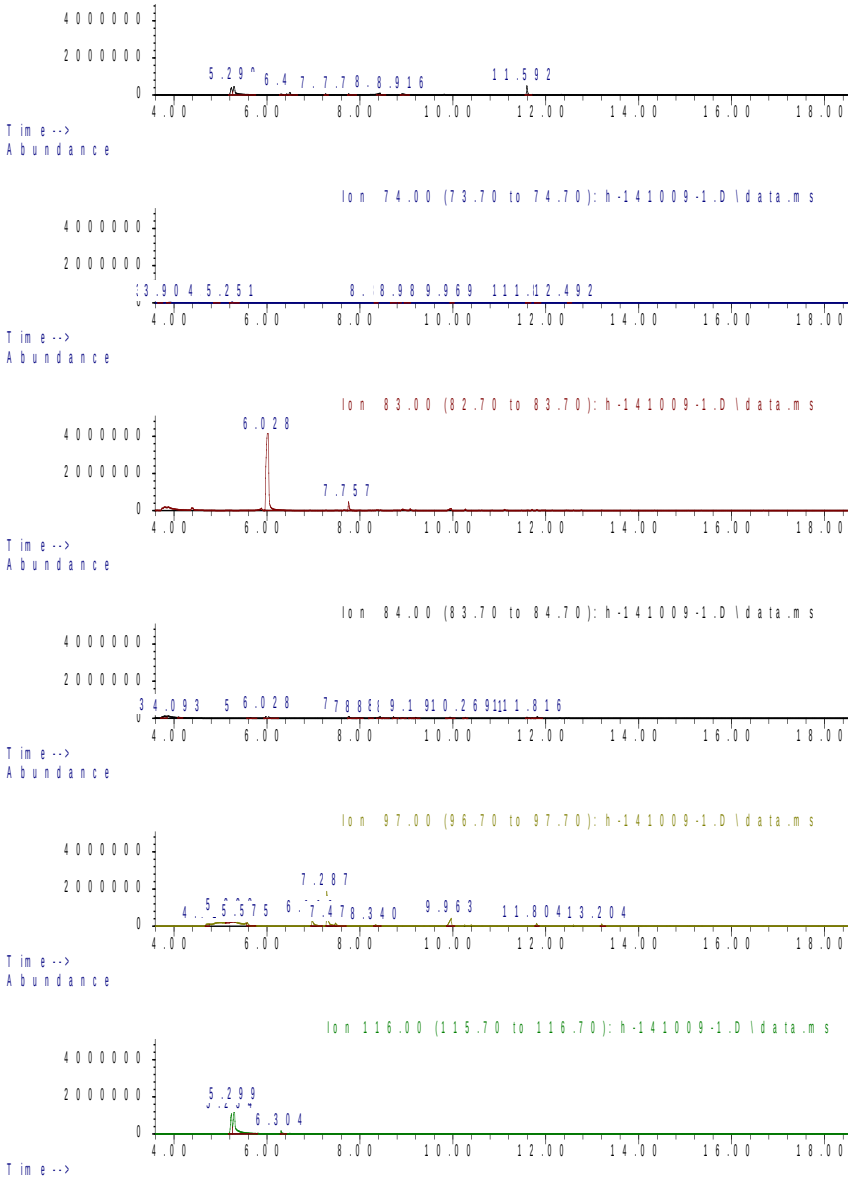


Рисунок 13. Хроматограмма с пиками наиболее характерных продуктов трансформации гептила.

Для вычленения пиков характерных для гептила и его продуктов трансформации проводим операцию экстракции ионов по пикам веществ в соответствии со схемой 1: ДМГФА, НДМА, МТ, ДМААЦ, ДМТ и ТМТ с молекулярными массами 72, 74, 83, 84, 97 и 116 соответственно. В результате получается хроматограмма, приведенная на рисунке 13.

Анализ хроматограмм приведенных на рисунке 13 показывает, что наибольшее количество гептила превращается в МТ, ДМТ и ТМТ.

Аналогично можно анализировать хроматограммы в течение всего периода проведения натурных экспериментов. Для примера, приведена хроматограмма пробы почвы, отобранной после проведения детоксикации (рисунок 14).

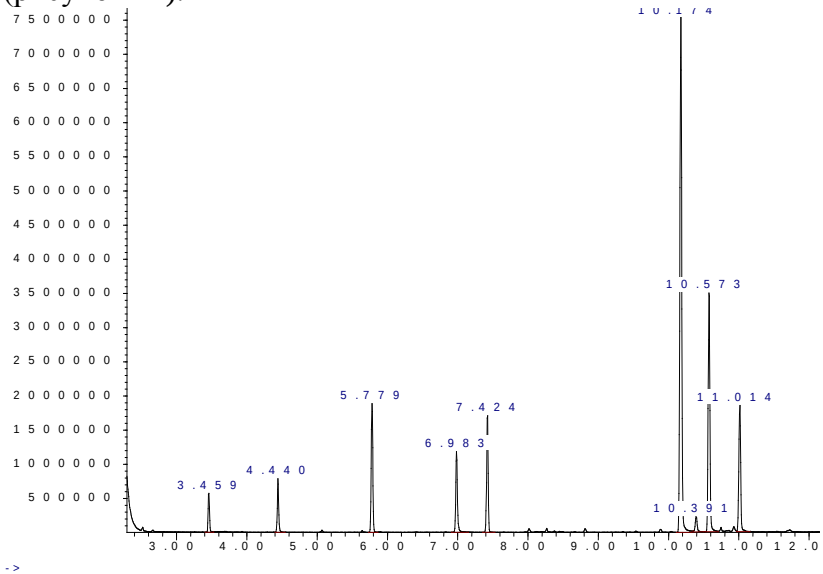


Рисунок 14. Хроматограмма пробы почвы, отобранной после проведения детоксикации.

Эта хроматограмма указывает на то, что проведение детоксикации способствует существенному уменьшению

продуктов детоксикации. Вместо 35 пиков проявляется всего лишь 9 пиков, причем пики со временем выхода 3,46, 4,40 и 7,42 мин. относятся к самому экстрагирующему растворителю, в данном случае ацетону. Остальные пики со временами выхода 10,17 (МТ), 10,57 (ДМТ), 11,01 (гуанидин или ацетамид), 5,78 (ДМААЦ), 6,98 (ДМФА) и 16,68 мин. (диметилпиримидиндион) относятся к продуктам трансформации гептила.

Аналогичным образом проведена идентификация НДМГ и его продуктов трансформации на всех этапах проведения натурных испытаний.

Анализ результатов натурных испытаний каталитического метода

После детоксикации проведен повторный отбор проб почв (Рисунок 15). В таблицах 6 и 7 приведены данные по концентрации НДМГ в пробах почвы, отобранных на песчаной и серо-бурой почвах через 12 часов, 1, 3, 10, 20 и 30 суток после детоксикации почвы каталитическим методом.

Полученные результаты количественного химического анализа подтверждают, что НДМГ является весьма реакционно-способной молекулой и в первые 12 часов его концентрация в почве резко падает. При исходной нагрузке НДМГ в ≈1750 ПДК на песчаной почве без добавления катализатора его концентрация снижается в 544 раза, обработка почвы каталитической системой позволяет снизить концентрацию НДМГ в 1086 раз. Увеличение исходной нагрузки до ≈11000 ПДК в целом не меняет общей динамики разложения гептила. После 12 часов наблюдается резкое снижение концентрации НДМГ в 8,5 раза на контроле и в почти в 20 раз при обработке катализатором.

Таблица 6 – Концентрация НДМГ (мг/кг) в пробах почвы, отобранных после детоксикации почвы (пл.31, песчаная пустынная почва)

Шифр площадки	Глубина отбора,см	Время отбора, ч						
		исх.	12	72	240	480	720	960
К-1	0-20	174,18	0,32	2,68	3,50	0,39	0,31	0,19
	20-40	6,17	0,12	3,24	1,29	0,26	0,21	0,13
	40-60	-	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Э-1	0-20	173,70	0,16	0,03	0,05	0,04	0,03	0,02
	20-40	1,92	0,46	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	40-60	-	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
К-2	0-20	1085,50	128,50	49,50	29,25	26,33	21,06	12,64
	20-40	395,00	52,00	20,00	11,25	10,13	8,10	4,86
	40-60	18,50	18,50	0,50	0,50	0,45	0,36	0,22
Э-2	0-20	1176,00	61,00	16,50	16,25	14,63	11,70	7,02
	20-40	360,50	36,50	13,00	5,50	4,95	3,96	2,38
	40-60	7,50	5,50	0,50	0,30	0,27	0,22	0,13

Таблица 7– Концентрация НДМГ (мг/кг) в пробах почвы, отобранных после детоксикации почвы (пл.196, серо-бурая пустынная почва)

Шифр площадки	Глубина отбора, см	Время отбора, ч						
		исх.	12	72	240	480	720	960
К-3	0-20	183,46	75,50	56,63	46,00	36,80	18,40	14,72
	20-40	2,77	12,50	10,63	11,00	8,80	4,40	3,52
	40-60	0,48	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Э-3	0-20	180,81	45,00	33,75	30,00	24,00	12,00	9,60
	20-40	0,79	3,00	2,25	3,00	2,40	1,20	0,96
	40-60	0,01	<0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
К-4	0-20	1310,71	1081,50	811,12	492,00	393,60	196,80	59,04
	20-40	32,83	99,50	74,62	52,50	42,00	21,00	14,70
	40-60	0,29	6,50	4,87	2,00	1,60	0,80	0,56
Э-4	0-20	1598,81	300,00	225,00	216,00	172,80	86,40	25,92
	20-40	3,02	16,00	12,00	10,34	8,27	4,14	2,90
	40-60	0,19	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Аналогичные натурные испытания на серо-бурой почве показали, что разложение гептила протекает более медленнее, чем на песчаной. Так, после 12 часов заливки гептила на контрольной площадке наблюдается снижение в 2,4 раза, когда как под действием катализатора снижение содержания гептила проходит в 4 раза. Важным отличием является то, что при действии катализатора на серо-бурую почву с исходной нагрузкой 1599 мг/кг наблюдается резкое снижение содержания НДМГ до 300 мг/кг, когда как в контрольном опыте снижение содержания гептила в почве протекает более плавно (снижение с исходных 1311 до 1081 мг/кг). Эти данные четко показывают влияние типа почвы на деструкцию НДМГ. На песчаной почве разложение НДМГ протекает в первые 12 часов, тогда на глинистой почве разложение гептила протекает более плавно и существенное снижение наблюдается только к 3 суткам.

Обобщая полученные данные можно утверждать, что на песчаной почве содержание гептила в первые 12 часов резко снижается с 174,18 мг/кг до 0,32 мг/кг. Это указывает на высокую реакционную активность гептила. При увеличении нагрузки гептила до 1085 мг/кг происходит более медленное разложение и после 12 часов его содержание составляет 128,5 мг/кг. Следует отметить, что основное количество гептила находится в поверхностном слое (0-20 см). Каталитическая детоксикация существенно снижает содержание гептила (почти в 2 раза) и действие катализатора практически не зависит от исходной нагрузки гептила на почву. Так, содержание гептила на контрольной площадке К-1 составляет 0,32 мг/кг, а на экспериментальной площадке Э-1 – 0,16 мг/кг. При исходной нагрузке в 1100 мг/кг эти значения составляют 128,5 и 61,00 мг/кг.

Таким образом, обработка каталитической системой

Fe(ЭДТА) – гидроперит позволяет снизить содержание гептила в 2 раза по сравнению с окислением гептила под действием атмосферного кислорода.

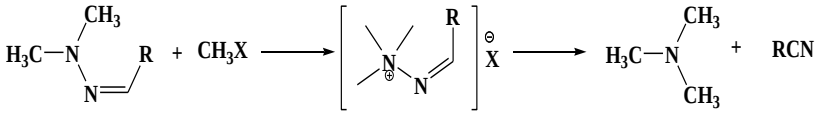
Наиболее существенным и важным результатом обработки катализатором почвы является недопущение проникновения гептила в более глубокие слои почвы. Практически весь гептил под действием катализатора нейтрализуется в верхнем слое (0-20 см) и к третьим суткам при нагрузке до 2000 ПДК можно гарантировать снижение концентрации гептила до предела ниже ПДК (0,03 мг/кг и ниже) в первые 72 часа. При высоких концентрациях пролива (аварийные проливы) до 11000 ПДК каталитическая детоксикация позволяет не допустить загрязнение нижних слоев почвы (40-60 см), а содержание гептила в верхних слоях (0-40 см) снизить до 23-70 ПДК к 40-м суткам.

Полученные результаты указывают, что тип почвы существенно влияет на процесс разложения гептила. Глинистые почвы по сравнению с песчаными медленнее нейтрализуют гептил. В то же время в этом случае тоже обнаружено важное свойство каталитической детоксикации – недопущение загрязнения нижних слоев почвы (40-60 см) и уже к 12 часам в этих слоях содержание гептила составляет меньше 0,01 мг/кг. Причем это свойство катализатора проявляется даже в случае высоких нагрузок на почву гептила (до 16000 ПДК). В верхних же слоях почвы содержание гептила под действием катализатора снижается до 10-100 ПДК при исходной нагрузке в 1808 ПДК и 30-260 ПДК при нагрузке в 16000 ПДК к 40-м суткам.

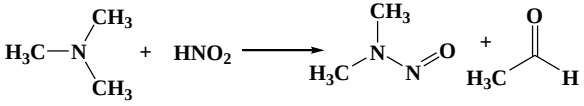
В целом, натурные испытания каталитического метода детоксикации показали его высокую эффективность: на приведенных таблицах 16, 17 содержание гептила на экспериментальных (Э-1, Э-2, Э-3 и

Э-4) существенно ниже, чем на контрольных (К-1, К-2, К-3 и К-4) площадках.

Данные по НДМА – одного из самых токсичных продуктов трансформации гептила показывают, что его пиковое содержание приходится на 10-20 сутки, причем его содержание на песчаной почве выше, чем на серо-бурой почве. При исходной нагрузке гептила до 2000 ПДК содержание НДМА составляет 722 и 94 ПДК соответственно. При нагрузках гептила до 16 000 ПДК содержание НДМА на песчаной почве к 10 суткам составляет 1578 ПДК, на серо-бурой почве - 1252 ПДК. Натурные испытания показали, что в первые часы (до 72 ч) суток содержание НДМА намного ниже, чем в последующие 240-960 ч. Это указывает на косвенное образование НДМА из НДМГ, что согласуется с предложенной нами схемой (рисунок 3), на которой показано образование НДМА из ДМГФА через ТМА (путь VI). В целом, по отношению к НДМА применение катализатора также показывает 1,5 кратную эффективность к 30-40 суткам.



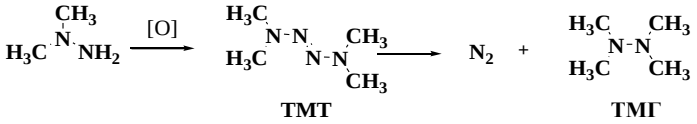
R = H, CH_3, X = OH, Cl, NO_2, NO_3



(35)

Вопреки существующему мнению, что ТМТ может служить маркером былого гептильного загрязнения, натурные испытания показали, что ТМТ является самым не стабильным продуктом трансформации гептила. Во всех

экспериментах после 12 часов заливки гептила его содержание составляет менее 0,01 мг/кг. Это связано с тем, что НДМГ «выбрасывает» стабильный азот с образованием тетраметилгидразина.

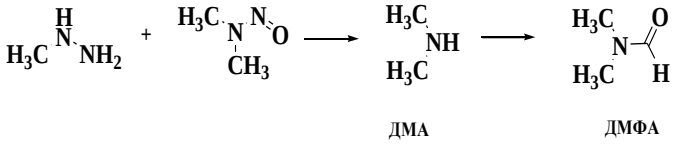


(36)

В целом, катализатор позволяет в первые часы снизить концентрацию ТМТ до 0,19 мг/кг в слое 0-20 см серо-бурой почвы, что в 30 раз меньше, чем в контрольном варианте (5,81 мг/кг) при исходной нагрузке гептила на почву в 14500 ПДК.

Динамика накопления ДМФА в песчаной почве показывает на его постепенное образование во времени с пиковой концентрацией к 20 суткам до 120-140 мг/кг на площадке К-1 и 300 мг/кг на площадке К-2. На серо-бурой почве также происходит медленное накопление ДМФА с той лишь разницей, что максимум его содержания приходится на 10 сутки и содержание на К-3 и К-4 достигает 15-18 мг/кг и 95-240 мг/кг соответственно.

Обращает на себя внимание тот факт, что такая картина накопления ДМФА похоже на накопление НДМА, что указывает на их взаимосвязь. На схеме показано, что ДМФА образуется через ДМА, который в свою очередь образуется через НДМА.



(37)

Но для более детального объяснения механизма образования ДМФА следует провести эксперименты по окислению чистого НДМА, метилгидразина и диметиламина. Действие же катализатора сказывается, в первую очередь, на снижении ДМФА в среднем слое (20-40 см).

Натурные испытания показали, что ДМФА к 10-20 суткам достигает максимума и в дальнейшем его концентрация стабилизируется и остается относительно стабильной в течении длительного времени. Действие же катализатора существенно сказывается на содержании ДМФ в среднем слое (20-40 см).

Стабильность МТ приводит к существенному его накоплению в почвах обоих типов. Так, к 20 суткам его содержание в песчаной почве составляет 1 г/кг при исходной нагрузке гептила до 2000 ПДК и 1,5 г/кг при нагрузке до 11000 ПДК. Несколько ниже, но все-таки большое накопление наблюдается и на серо-бурой почве: 0,25 и 1,4 г/кг соответственно.

Применение каталитического метода детоксикации снижает содержание МТ, хотя и не столь существенно как в случае НДМГ. По-видимому, для очистки почв от МТ необходимы специальные, еще более активные методы детоксикации и окисления (озонирование, применение чистой гидроперекиси и др.).

Ближайшим стабильным соединением к МТ является ДМТ.

Динамика разложения ДМТ показывают, что это соединение является также одним из наиболее стабильных. Во всех случаях его содержание практически стабильно. Начиная со времени заливки гептила и до 40 дней его содержание в почвах в слое 0-20 см колеблется от 71,17 до 35,10 мг/кг, от 22,44 до 11,78 (на песчаной почве), от 24,41 до 0,43, от 40 до 39 мг/кг (на серо-бурой почве). Основное

количество ДМТ на песчаной почве сосредоточено в слое 0-40 см, а на глинистой почве сосредоточено в слое 0-20 см.

Наибольший эффект катализатора по детоксикации от ДМТ проявляется при нагрузке до 2000 ПДК и под его влиянием происходит снижение ДМТ на песчаной почве с 54,29 до 0,45 мг/кг, то есть почти в 120 раз, на серо-бурой почве – с 61,95 до 0,81 мг/кг, то есть почти в 76 раз.

Наиболее высокое содержание ДМГФА наблюдается в первые 3-ое суток, а в дальнейшем идет резкий спад и относительно стабильное содержание к 30-40 дням на уровне 0,02-0,06 мг/кг.

Такое низкое содержание ДМГФА связано с легкостью гидролиза по имино-группе с образованием ФА, ТМА и др. Действие катализатора не однозначно. В слое 20-40 см и при исходных нагрузках гептила до 2000 ПДК на обоих типах почвы на площадках Э-1 и Э-3 содержание ДМГФА ниже, чем в контрольных образцах. При высоких нагрузках до 15000 ПДК действие катализатора сказывается только в первые 12 часов, а затем ввиду неустойчивости ДМГФА его содержание практически сводится к нулю.

При исходной нагрузке гептила до 2000 ПДК и до 15000 ПДК на обоих типах почвы на экспериментальных площадках содержание формальдегида и нитрат-ионов несколько выше, чем в контрольных образцах.

Концентрация нитрат-ионов на песчаной и серо-бурой почвах находится в пределах от 1,04 до 33,40 мг/кг, что значительно ниже ПДК (130 мг/кг).

Реакции pH в пробах почвы, отобранных на песчаной и серо-бурой почвах находится в пределах значений от 8,02 до 9,29 и от 7,80 до 8,77 соответственно.

В целом, анализ по каталитической детоксикации загрязненных гептилом почв показывает, что во всех

случаях на экспериментальных площадках наблюдается меньшее содержание как самого гептила, так и его производных. Исключение составляют данные по формальдегиду, в случае площадок обработанных катализатором наблюдается большее его содержание, чем в контроле. Это связано с действием комплексного катализатора как на сам НДМГ, так и на его продукты трансформации. Под действием катализатора происходит окисление органических продуктов с выделением формальдегида. Полученные результаты детоксикации каталитическим методом подтверждают необходимость проведения дополнительных мер по доочистке загрязненной почвы.

Доочистка почвы микробиологическим методом

С целью доочистки остаточных количеств гептила и его продуктов трансформации на десятые сутки после проведения каталитической детоксикации проведена микробиологическая обработка экспериментальных площадок.

Пробы почвы для микробиологических исследований отобраны с поверхности 0-20 см до заливки гептилом, после внесения гептила через 12 и 24 часов, а также через 10, 20 и 30 суток. Кроме того, производили отбор проб после обработки катализатором через 24 часа, 10, 20 и 30 суток и после внесения микробного препарата через 10, 20 и 30 суток.

Учитывая, что к настоящему времени в РК среди КРТ установлены ПДК в почве для самого НДМГ (0,1 мг/кг), а из продуктов трансформации для НДМА (0,01 мг/кг) и ТМТ (0,1 мг/кг), основное внимание при анализе эффективности каталитического и микробиологического методов детоксикации уделено на эти токсичные

соединения.

Для полного удаления ТМТ в почве оказывается достаточным применение разработанного катализатора, чего не наблюдалось при детоксикации другими методами, и уже к 10 суткам ТМТ в обоих типах почвы практически не обнаруживается.

В случае самого гептила при исходной нагрузке до 2000 ПДК катализатор позволяет снизить содержание НДМГ до 0,5 ПДК на песчаной почве и до 300 ПДК на глинистой почв. Эти цифры указывают на недостаточность применения только каталитического метода. Применение микроорганизмов, активно усваивающих гептил, позволило снизить содержание НДМГ до уровня ниже ПДК и составляет 0-0,2 ПДК в почвах к 40 суткам. Существенное увеличение нагрузки НДМГ до 16000 ПДК соответственно влияет на остаточное содержание после каталитической детоксикации. К 10 суткам на песчаной почве содержание НДМГ составляет 162,5 ПДК и 2160 ПДК на глинистой почве. Как и при нагрузке до 2000 ПДК и в этом случае действие катализатора эффективнее на песчаной почве. Применение микробиологического метода детоксикации позволило снизить содержание НДМГ в почве до допустимых значений 0-1,1 ПДК. Таким образом, комбинированное применение каталитического и микробиологического методов гарантирует полное обезвреживание почв от НДМГ.

По третьему лимитируемому продукту – НДМА – анализ графиков показывает, что при нагрузках до 2000 ПДК микробиологический метод также оказывается эффективным и позволяет снизить содержание НДМА до приемлемых 1-13 ПДК с исходных 78-112 ПДК. Сложнее картина становится при нагрузке до 16000 ПДК. В этом случае снижение НДМА в почве происходит до 30-36 ПДК. Несмотря на эти относительно высокие значения, все же

применение микробиологического метода является оправданным, так как снижение по НДМА происходит почти в 30 раз на обоих типах почвы. Такая динамика снижение концентрации НДМА в почвах позволяет спрогнозировать снижение НДМА к 3-му месяцу до уровня ниже ПДК.

Особенностью всех графиков является высокое содержание МТ и ДМФА, что еще раз подтверждает актуальность проведения работ по их нормированию и изучению влияния на живые организмы и растительность.

Для определения количественного и качественного состава микроорганизмов произведен высев почвенных образцов на питательный агар (МПА). Для выделения актиномицетов использовали среду 2 Гаузе (г/л): - бульон Хоттингера – 50мл; пептон – 5; хлорид натрия – 5; глюкоза – 10; для грибов - среду Чапека (г/л): сахароза – 30; нитрит натрия – 2; фосфат калия двухзамещенный – 1; сульфат магния – 0,5; хлорид калия – 0,5; железо сернокислое – 0,01.

Выращивание микроорганизмов осуществляли в термостате при температуре 28 - 30^{0}С в течение 3 (бактерии) - 7 суток (актиномицеты, микромицеты).

Подсчет численности микроорганизмов проводили путем ряда последовательных разведений в стерильной водопроводной воде и высева их в агаризованную питательную среду с последующим подсчетом выросших колоний.

В исследуемых почвенных образцах присутствуют в той или иной степени все определяемые группы микроорганизмов.

Результаты исследований состояния песчаной почвы после микробиологической детоксикации (площадка № 31) представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели состояния песчаной почвы после микробиологической детоксикации (площадка № 31)

Образцы почвы	ОМЧ на МПА, КОЕ/г	ОМЧ на КАА, КОЕ/г	Споровые бактерии, КОЕ/г	Актиномицеты, КОЕ/г	Микроскопические грибы, КОЕ/г	Интенсивность дыхания, мг CO_2/м-2/ч-1
1	2	3	4	5	6	7
КФ-1-1	$1{,}0\times10^6$	0	$1{,}0\times10^4$	$3{,}5\times10^4$	11,0	200
К-1-1-1	$1{,}9\times10^3$	0	$1{,}0\times10^4$	$4{,}0\times10^3$	1,0	140
К-2-1-1	$1{,}0\times10^3$	0	$1{,}0\times10^4$	$3{,}0\times10^3$	0	148
К-1-2-1	$6{,}4\times10^4$	0	$1{,}4\times10^3$	0	1,0	150
К-2-2-1	$2{,}4\times10^4$	0	0	0	0	153
К-1-10-1	$1{,}1\times10^6$	0	76,0	0	0	189
К-2-10-1	$4{,}0\times10^5$	0	0	0	0	170
К-1-20-1	$1{,}2\times10^7$	$1{,}5\times10^2$	80,0	0	0	220
К-2-20-1	$3{,}0\times10^6$	$5{,}2\times10^2$	7,0	0	0	180
К-1-30-1	$3{,}0\times10^7$	$1{,}5\times10^2$	70,0	0	0	250
К-2-30-1	$3{,}1\times10^6$	$5{,}1\times10^7$	5,0	0	0	230

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7
Э-1-2-1	$1{,}0\times10^{3}$	0	$1{,}0\times10^{4}$	$1{,}0\times10^{3}$	0	170
Э-2-2-1	$1{,}0\times10^{3}$	0	$2{,}0\times10^{4}$	0	0	150
Э-1-10-1	$2{,}0\times10^{3}$	0	$2{,}0\times10^{4}$	$2{,}0\times10^{3}$	0	170
Э-1-10-1	$1{,}3\times10^{3}$	2,0	$2{,}0\times10^{4}$	$2{,}0\times10^{3}$	0	173
Э-1-20-1	$3{,}0\times10^{5}$	$5{,}7\times10^{2}$	$3{,}0\times10^{3}$	0	0	180
Э-2-20-1	$2{,}4\times10^{5}$	$2{,}6\times10^{2}$	0	0	0	180
Э-1-30-1	$1{,}2\times10^{6}$	$3{,}0\times10^{2}$	$3{,}8\times10^{3}$	0	0	200
1	2	3	4	5	6	7
Э-2-30-1	$4{,}0\times10^{5}$	$1{,}6\times10^{2}$	$1{,}0\times10^{2}$	0	1,0	190
М-1-20-1	$1{,}1\times10^{7}$	$3{,}0\times10^{4}$	$8{,}5\times10^{2}$	0	0	220
М-2-20-1	$2{,}3\times10^{7}$	$1{,}0\times10^{4}$	$4{,}0\times10^{2}$	0	0	200
М-1-30-1	$4{,}6\times10^{7}$	$3{,}0\times10^{4}$	$1{,}5\times10^{3}$	0	0	248
М-2-30-1	$4{,}0\times10^{9}$	$8{,}0\times10^{4}$	$1{,}3\times10^{3}$	0	1	366

В результате исследований установлено, что представленные образцы почв отличаются по количественному и качественному составу микроорганизмов.

Для определения интенсивности дыхания почвы использовали абсорбционный метод, в котором количество выделившегося из образцов почвы углекислого газа в течение определенного времени определяют по нейтрализации им раствора щелочи [78].

Общее количество микроорганизмов (ОМЧ), использующих органические формы азота (рост на МПА), в фоновой песчаной почве (площадка №31) составляет 1 млн КОЕ/мл, в серо-бурой (площадка №196) – 9-10 млн КОЕ/мл. Микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота (рост на КАА), не выявлено ни в одном из вариантов.

Споровые бактерии в обоих вариантах фоновых почв представлены десятками тысяч КОЕ/мл. Актиномицеты (десятки тысяч КОЕ/мл) и микроскопические грибы (десятки КОЕ/мл) обнаружены лишь в песчаной почве.

Через 12 часов после заливки НДМГ на пл. №31 происходит снижение общего числа микроорганизмов на 3 порядка (с п.106 до п.103), актиномицетов на 1 порядок (с п.104 до п.103), количество споровых микроорганизмов остается без изменений. В почвах с пл. №196 через 12 часов после заливки НДМГ также происходит снижение общего числа микроорганизмов на 3 порядка. Остальных групп микроорганизмов не выявлено. После заливки почв катализатором обнаружена та же тенденция в изменении количественного и качественного состава микроорганизмов, что и в случае с НДМГ.

Через 10 суток после заливки в проанализированных образцах проб почвы повысилось до 0,4 млн КОЕ/г, определенном через 12 часов после заливки почв НДМГ.

Через 20 и 30 суток после заливки гептилом в опытных образцах почв произошло повышение количества ОМЧ по сравнению с исходным содержанием. Отмечено также появление микроорганизмов, усваивающие неорганические формы азота (рост на среде КАА) и споровых бактерий. Интенсивность дыхания почвы находилась в пределах 140-250 мг $CO_2/м^{-2}/ч^{-1}$. Более низкой она была после обработки почвы гептилом и восстановилась на 20 сутки, а достижение исходного уровня произошло на 30 сутки только в одной пробе. Это свидетельствует о некотором ингибирующем влиянии катализатора на почвенную микрофлору.

В пробах почвы концентрация до микробиологической обработки составляла(мг/кг): НДМГ - 0,05; НДМА - 1,12; ТМТ - <0,01; ДМФА – 22,27; ДМТ – 0,72; ДМГФА – 0,02; МТ – 245,27; ФА – 27,72; а через 10 суток после микробиологической обработки содержания НДМГ, НДМА, ТМТ, ДМФА, ДМТ, ДМГФА составляет <0,01 мг/кг, концентрация МТ и ФА 1,10 и 6,39 мг/кг соответственно.

В другой серии опыта (таблица 9) через 10 дней после обработки гептилом произошло снижение актиномицетов с 350 тыс. до 10 КОЕ/г почвы, появились микроорганизмы, усваивающие неорганические формы азота, через 20 дней после обработки гептилом ОМЧ выросло до 10 млн/г, появились споровые бактерии ($1,2\times10^1$), число микроорганизмов, усваивающих неорганические формы азота, осталось без изменений.

Образцы после обработки катализатором мало отличались по содержанию микроорганизмов через 10 и 20 дней от образцов, обработанных гептилом. Интенсивность дыхания в образцах почв находилась в пределах 200-380 мг $CO_2/м^{-2}/ч^{-1}$, более высокая активность определена в почве, обработанной микробным препаратом.

Таблица 9 – Показатели состояния песчаной почвы через 10 дней после микробиологической детоксикации (площадка № 31)

Образцы почвы	ОМЧ на МПА, млн/г	ОМЧ на КАА, млн/г	Споровые бактерии, тыс./г	Актиномицеты, млн/г	Микроскопические грибы, тыс./г	Интенсивность дыхания, мг CO_2/м-2/ч-1
КФ-1-1	$1{,}0\times10^6$	0	$1{,}0\times10^4$	$3{,}5\times10^4$	11,0	200
КА-2-10-1	$8{,}0\times10^5$	$1{,}3\times10^2$	0	10,0	0	210
КА-2-20-1	$1{,}1\times10^7$	$1{,}5\times10^2$	12,0	0	0	250
ЭА-2-10-1	$1{,}0\times10^5$	$4{,}0\times10^2$	10,0	0	0	220
ЭА-2-20-1	$6{,}0\times10^6$	$4{,}2\times10^2$	$1{,}0\times10^2$	0	0	230
МА-2-20-1	$2{,}0\times10^9$	$5{,}2\times10^3$	$4{,}0\times10^2$	0	0	380

Исследования, проведенные на серо-бурой почве – площадка № 196 представлены в таблице 10.

В серо-бурой почве общее количество микроорганизмов (ОМЧ), использующих органические формы азота (рост на МПА), составляет 9,0 млн КОЕ/г. Микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, не выявлено. Споровые бактерии в фоновой почве представлены десятками тысяч КОЕ/мл, микроскопические грибы и актиномицеты отсутствуют. Через 12 часов после заливки гептилом в пробах почв (С=0,1) и (С=0,5), также как и в песчаной почве, происходит снижение общего числа микроорганизмов на 3 порядка. Остальных групп микроорганизмов не выявлено.

Через 24 часа после заливки гептилом в образцах (С=0,1) и (С=0,5) повысилось содержание ОМЧ до 1,2-1,3 млн. КОЕ/г и появились споровые микроорганизмы –

Таблица 10 – Показатели состояния серо-бурой почвы при микробиологической детоксикации (площадка № 196)

Образцы почвы	ОМЧ на МПА, млн/г	ОМЧ на КАА, млн/г	Споровые бактерии, тыс./г	Актиномицеты, млн/г	Микроскопические грибы, тыс./г	Интенсивность дыхания, мг CO_2/м-2/ч-1
1	2	3	4	5	6	7
КФ-2-1	$9{,}0\times10^{6}$	0	$1{,}0\times10^{4}$	0	0	250
К-3-1-1	$2{,}0\times10^{3}$	0	0	0	0	150
К-4-1-1	$3{,}0\times10^{3}$	0	0	0	0	150
К-3-2-1	$1{,}2\times10^{6}$	$1{,}9\times10^{5}$	100	0	0	250
К-4-2-1	$1{,}3\times10^{5}$	$3{,}0\times10^{2}$	$1{,}0\times10^{3}$	0	0	240
К-3-10-1	$1{,}0\times10^{7}$	$2{,}0\times10^{2}$	100	0	0	280
К-4-10-1	$2{,}0\times10^{5}$	$1{,}5\times10^{2}$	352	0	10,0	240
К-3-20-1	$1{,}0\times10^{7}$	$1{,}5\times10^{2}$	1,0	0	1,0	280
К-4-20-1	$2{,}0\times10^{5}$	$1{,}8\times10^{2}$	1	0	0	240
К-3-30-1	$1{,}0\times10^{7}$	$2{,}1\times10^{2}$	0	0	9,0	280

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7
К-4-30-1	$1{,}0\times10^{5}$	$2{,}0\times10^{2}$	0	20,0	0	200
Э-3-2-1	$1{,}6\times10^{6}$	2,0	0	0	0	230
Э-4-2-1	$1{,}2\times10^{6}$	0	0	0	0	250
Э-3-10-1	$1{,}8\times10^{7}$	0	0	4,0	32,0	280
Э-4-10-1	$5{,}0\times10^{6}$	0		0	0	230
Э-3-20-1	$1{,}0\times10^{7}$	$1{,}8\times10^{2}$	0	0	0	290
Э-4-20-1	$2{,}2\times10^{6}$	$4{,}8\times10^{2}$	0	0	0	270
Э-3-30-1	$1{,}0\times10^{7}$	$2{,}0\times10^{2}$	0	0	0	280
Э-4-30-1	$5{,}0\times10^{6}$	$4{,}0\times10^{2}$	9,0	0	0	250
М-3-20-1	$1{,}2\times10^{8}$	$1{,}6\times10^{3}$	$1{,}0\times10^{3}$	0	0	320
М-4-20-1	$4{,}0\times10^{7}$	$9{,}5\times10^{2}$	$1{,}0\times10^{3}$	0	1	280
М-3-30-1	$1{,}2\times10^{8}$	60,0	$2{,}0\times10^{2}$	0	0	360
М-4-30-1	$2{,}4\times10^{7}$	50,0	$2{,}0\times10^{2}$	0	0	300

$1{,}0\times10^2$ – $1{,}0\times10^3$ КОЕ/г, соответственно, а также бактерии, усваивающие неорганические формы азота ($1{,}9\times10^5$ – $3{,}0\times10^2$ КОЕ/г, соответственно).

Последние микроорганизмы сохранялись в обоих образцах в количестве 1,5-$2{,}0\times10^2$ КОЕ/г до конца опыта. Через 10 суток после заливки гептилом содержание ОМЧ в пробах почв (С=0,1) превысило исходный уровень ($1{,}0\times10^7$ КОЕ/г), а в (С=0,5) составило $2{,}0\times10^5$. Через 20 и 30 суток количество микроорганизмов практически не изменялось. Интенсивность дыхания почвы находилась в пределах 150-280 мг $CO_2/м^{-2}/ч^{-1}$.

Восстановление микрофлоры песчаной почвы после ее обработки гептилом начинается с десятых суток, а серо-бурой почвы через 24 часа.

Во всех образцах почв, обработанных гептилом и катализатором, обнаружено появление микроорганизмов, усваивающих неорганические формы азота, отсутствующих в фоновых почвах. В отдельных случаях выявлено некоторое ингибирующее влияние катализатора на почвенную микрофлору.

Анализ по каталитической детоксикации загрязненных гептилом почв показывает, что во всех случаях когда на экспериментальных площадках наблюдается меньшее содержание как самого гептила, так и его производных, в итоге образуются менее токсичные и опасные химические соединения такие как МТ и ДМФА.

Таким образом, полученные результаты с использованием комбинированного метода детоксикации почв, показали перспективность данного метода. После микробиологической доочистки почвы практически полностью удается реабилитировать загрязненные почвы от гептила.

Использование биологического метода способствует быстрому восстановлению почвенной микрофлоры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие / Под редакцией Адушкина В.В., Козлова С.И., Петрова А.В.– М.: «Анкил», 2000. – 640 с.

2. Сергеева А.В. Анализ влияния ракетно-космической деятельности на окружающую среду. Вестник МГУ им. М.В.Ломоносова. Москва. 2003. - с. 1-7.

3. Жидкие ракетные топлива. Справочник. М.: Институт биофизики, 1991. – С. 263

4. Жубатов Ж. Состояние и перспективы обеспечения экологической безопасности ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур» // Материалы Межд. науч-прак. конф. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности». – Москва, 2011. - с. 13-18.

5. Жубатов Ж. Товасаров А.Д. Бисариева Ш.С. и др. Эффективные экологически безопасные методы детоксикации почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его трансформации // Материалы Межд. науч-прак. конф. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности». – Москва, 2011. - с. 110-115.

6. Сычев А.Я., Травин С.О., Дука Г.Г., Скурлатов Ю.И. Каталитические реакции и охрана окружающей среды. Кишинев: Штиница. - 1983. – 272 с.

7. Douglas C., Downey, Michael J.E. Environmental progress. 1990. Vol. 9, №3. – P. 169-173.

8. Братков А.А., Серегин Е.П., Горенков А.Ф. Химмотология ракетных и реактивных топлив. М.: Химия, 1987 – 304 с.

9. Елизарова Г.Л, Матвиенко Л.Г., Парамонов В.Н. Каталитическая дезактивация слабоконцентрированных водных растворов диметилгидразина / Материалы Второй Всероссийской научн.-практ. конф. «Утилизация компонентов ракетного топлива». Красноярск. 1994. – С. 65.

10. Кручинин Н.А., Глухарев И.И., Андреева Л.В. и др. Фитодетоксикация водным гиацинтом промышленных

стоков и воды водоемов, содержащих горючее гептил // Двойные технологии. 2000, №3. – С. 63-64.

11. Горшкова Р.Б., Кушнева В.С. Современные токсиколого-гигиенические критерии безопасности населения в районах осуществления ракетно-космической деятельности// Космонавтика и ракетостроение.М.:ЦНИИМАШ.1999,№15.С 80.

12. Буряк А.К. Глазунов М.П.Оценка кинетических пара-метров процессов трансформации гептила на поверхности грун-тов при аварийных проливах//Двойные технологии. 2000. 3.С.61.

13. Экспериментально-теоретические исследования мето-дов переработки НДМГ и получение высокоэффективных сор-бентов, поверхностно-активных веществ и биологически актив-ных препаратов.Отчет о НИР // ГНИИХТЭОС. 1995. 163 с.

14. Проведение мониторинга экологического состояния участков территорий, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности.Отчет о НИР//ДГП «Инфракос-Экос», Жубатов Ж.К.Алматы–2007.– 957 с. - № ГР 0106РК00046.

15. Пимкин В.Г., Качин В.Г. Методы и средства локализации и обезвреживания КРТ в окружающей среде. СПб.: РНЦ прикл. химия. 1992. - 184 с.

16. Wellman C.R., Ward J.R., Kuhn L.P. Kinetics of the oxidation of hydrazine by hydrogen peroxide, catalyzed by hydrated copper (II). - J.Amer.Soc, 1976, 98, N 7. - P.1683-1684.

17. Prasad R.K., Kumar O. Oxidation of hydrazine with acid permanganate and dichromate. - J.I.C..S, 1973, 50, N 9. - P.612-613.

18. ГрековА.П. Органическая химия гидразина // Киев: Техника. 1966.- 236 с.

19. Курочкина Г.Н., Керженцев А.С., Соколов О.А. Физи-ко-химические исследования почв, загрязненных

компонентами ракетного топлива // Почвоведение. 1999, №3. - с.359-369.

20. Сарнер С. Химия ракетных топлив, М., 1996. 230 с.

21. Отчет о выполненных работах и услугах по Договору между ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» и ДГП «Инфракос-Экос» при осуществлении коммерческого пуска КА «Тор 2Р» с использованием РН «Протон-М» с космодрома «Байконур». Алматы. 2008. 144 с.

22. Участие в экспериментальных работах по детоксикации почв, загрязненных НДМГ перспективными методами. Отчет о НИР ДГП «Инфракос-Экос». Алматы. 2008. 189 с.

23. Мониторинг экологического состояния участков территории Республики Казахстан, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности. Этап «Оценка ущерба и разработка рекомендаций по восстановлению загрязненных земель». Отчет о НИР ДГП «Инфракос-Экос» года по республиканской бюджетной программе 36. Алматы. – 2003. - 115 с.

24. Экспериментальное изучение биохимических способов обезвреживания земель старых мест падения ОЧ РН от НДМГ и его производных:отчет о НИР//ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2002. – 27 с.

25. Жубатов Ж., Айбасов Е.Ж., Перменев Ю.Г., Алексеева Д.С. Разработка каталитического способа обезвреживания объектов окружающей среды (почвы, воды), загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами его распада //Материалы III Межд. научно-практ. конф. «Акт. проблемы экологии». 2-3 декабря 2004 г.,1 часть,Караганда. 2004.- С.34-36.

26. Отчет о выполненных работах по пунктам 4, 5, 6 Перечня работ (услуг) при осуществлении коммерческого пуска КА «АНИК-Ф3» с использованием РН «Протон-М» с космодрома «Байконур» в 2007 году / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2007. – 126 с.

27. Отчет о выполненных работах по пунктам 4,5,7 Перечня работ (услуг) при осуществлении коммерческого пуска КА «ДИРЕК ТВ-10» с использованием РН «Протон-М» с космодрома «Байконур» в 2007 году /ДГП «Инфракос-Экос». – Алматы, 2008. – 471 с.

28. Жубатов Ж. Каталитический метод очистки почвы от несимметричного диметилгидразина // Химический журнал Казахстана имени А.Б.Бектурова. – 2008. - № 2 (20). - с. 220-224.

29. Положительное решение о выдаче патента на изобретение РФ № 200410477/02 (004889) Способ очистки топливных баков ракет от остатков горючего несимметричного диметилгидразина // Колесников С.В., Кожухов В.С., Румянцев Д.Е., Балабанов А.Л. Военно-морской инженерный институт Министерства обороны РФ. Москва. 2007.

30. Стадницкий Г.В. Экология. – Санкт-Петербург: Химиздат, 1999. – 118 с.

31. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. - М.:Изд. Аспект-пресс, 1995. - 53 с.

32. Методические указания по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. №2609-82 от 05.08.82 РФ. – 32с.

33. Временные метод. реком. по контролю загрязнения почв / Под редакцией С.М.Малахова. Часть II, М., 1984.

34. Ласкин Б. М., Пимкин В. Г., Артамонов Д. Г. и др. Локализация проливов и нейтрализация грунта и металла, загрязненных компонентами ракетного топлива // Двойные технологии. - 2001. - №3.

35. Кручинин Н.А. Ботанический метод очистки вод и грунта от токсичных ракетных топлив // Двойные технологии. – 2001. - №3.

36. Пимкин В.Г., Сулима Т.А., Софьин А.П. Дезактивация почв после аварийных и технологических проливов несимметричного диметилгидразина / Матер. научно-практ. конф. «Экологические аспекты воздействия компонентов жидких ракетных топлив на окружающую среду». - СПб., 1996.- 32 с.

37. Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д. Оценка

устойчивости микробных сообществ в процессе разложения поллютантов в почве // Почвоведение. 1996. - № 11. - с. 1341-1346.

38. Гузев В.С., Левин С.В. Перспективы эколого-микробиологической экспертизы состояния почв при антропогенных воздействиях//Почвоведение.1991.- №9.-с. 50-62.

39. Самсонов Д.П., Борновалова Г.В., Миронова Р.И., Воробьева А.М. и др. Микробиологическая деструкция несимметричного диметилгидразина / Матер. научно-практ. конф «Экологические аспекты воздействия компонентов жидких ракетных топлив на окружающую среду». - СПб., 1996. - с.37.

40. Кернс Дж., ЛанцаДж.Р. Изменения в сообществах водорослей и простейших, вызываемые загрязнением // Микробиология загрязненных вод / под.ред. Митчелл Р. - М: Медицина. 1976. - с. 206-226.

41. Иоффе Б.В., Кузнецов М.А., Потехин А.А. Химия органических производных гидразина.– Л.: Химия, 1979. – 224 с.

42. Urry W.H., Olsen A.L., Bens E.M., Kruse H.W., Ikoku C. Autooxidation of 1,1-Dimethylhydrazine // Naval Ordnance Test Station China Lake CA, 1965 – 38 p.

43. Tuazon E.C., Carter W.P.L., Brown R.V., Atkinson R., Winer A.M., Pitts J.N. Atmospheric reaction mechanism of amino fuels // Final Report № ESL-TR-82-17. Statewide Air Pollution Research Center, 1982. – 204 p.

44. McBride W.R., Kruse H.W. Alkylhydrazines. I. Formation of a New Diazo-like Species by the Oxidation of 1,1-Dialkylhydrazines in Solution // J. Am. Chem. Soc. – 1957. – Vol. 79, N 3. – P. 572–576.

45. Mathur M.A., Sisler H.H. Oxidation of 1,1-dimethylhydrazine by oxygen // Inorg. Chem. – 1981. – Vol. 20, N 2. – P. 426–429.

46. Sisler H.H., Mathur M.A., Jain S.R., King R.W. Formation of dimethylmercury in the oxidation of methylhydrazine by mercuric oxide // J. Org. Chem. – 1980. – Vol. 45, N 7. – P. 1329–1330.

47. Лавриненко И.А. Создание плазмидырRAD для оценки алкилирующего повреждения ксенобиотиками генома клетки // Бюллетень СО РАМН. - 2007. – Т. 127, № 5. – С. 69-72.

48. Родин И.А., Москвин Д.Н., Смоленков А.Д., Шпигун О.А. Превращения несимметричного диметилгидразина в почвах // Журнал физической химии. – 2008. – Т. 82, № 6. – С. 1039-1044.

49. Родин И.А. Идентификация и определение продуктов трансформации несимметричного диметилгидразина методом жидкостной хромато-масс-спектрометрии: Автореф.канд. хим. наук. – М.: МГУ, 2009. – 23 с.

50. Carlsen L., Kenessov B.N., BatyrbekovaS.Ye. A QSAP/QSTR study on the Environmental health impact by the rocket fuel 1,1-dimethyl hydrazine and its transformation products // Env. HealthInsights – 2008. – N 1. – P. 11-20.

51.Огородников С.К.Формальдегид.-Л.:Химия,1984.-280 с.

52. Salthammer T., Mentese S., Marutzky R. Formaldehyde in the Indoor Enviroment // Chem. Rev. – 2010. – V. 110, N 4. – P. 2536-2572.

53. Общая органическая химия. Азотсодержащие соединения. Т. 3 / Под.ред. Бартона Д., Оллиса У.Д. – М.: Мир, 1982. – 736 с.

54. Хейнс А. Методы окисления органических соединений: алканы, алкены, алкины и арены. – М.: Мир, 1988. – 400 с.

55. Овербергер Ч. Дж., Анселм Ж-П., Ломбардино Дж. Г. Органические соединения со связями азот-азот. – Л.: Химия, 1970. – 128 с.

56. Кириченко М.А. Инженерная методика оценивания скорости и времени испарения КРТ: сб. научн. тр. – Спб.: ВИКА им.А.Ф.Можайского. 1995.

57. Якушкин М.И., Котов В.И. Справочник нефтехимика / Под ред. Огородникова С.К. – Л., 1978. – Т. 2. – С. 295-297.

58. Одошашвили Д.Г. Диметилформамид // Тяг.и сан. – 1962. – № 4. – С. 3-7.

59. Буренко Т.С, Дементьева М.И., Яворовская С.Ф. Диметилформамид // Гиг. и сан. – 1975. – № 6. – С. 46-47.

60. Potts K.T. The Chemistry of 1,2,4-Triazoles // Chem. Rev – 1961.– V.61, N2. – P.87-127.

61. Каплан Г.И., Кукаленко С.С. Триазолы и их пестицидная активность / Современные проблемы химии и хим.

промышленности: Сб. науч. тр. – М.: НИИТЭХИМ, 1983. – 37 с.

62. Al-MasoudiI.A., Al-SoudY.A., Al-SalihiN.J., Al-MasoudiN.A. 1,2,4-Triazoles: Syntheticapproachesandpharmacologicalimportance // Chem. Heterocyclic Compounds – 2006. – Vol. 42, N 11. – P. 1377-1403.

63. Creagh L.T., Truitt P. Nuclear Magnetic Resonance Studies of Triazoles. I. Tautomerism of 1,2,4-Triazole // Org. Chem. – 1968. – V. 33, N 7. – P. 2956-2957.

64.Pellizzari G. // Gazz. Chim.Ital. – 1911.–V. 41,N 2. – P. 20.

65.Atkinson M.R., Polya J.B. Triazoles.Part I. N-Substitution of Some 1,2,4-Triazoles // Journal of the Chemical Society. – 1952. – P. 3418.

66.Astleford B.A., Goe G.L., Keay J.G., Scriven E.F.V. Synthesis of 1-Alkyl-1,2,4-triazoles: A New One-Pot Regiospecific Procedure // J. Org. Chem. – 1989. – Vol. 54, N 3. – P. 731-732.

67.Mirzaei Y.R., Twamley B., Shreeve J.M. Synthesis of 1-Alkyl-1,2,4-triazoles and the Formation of Quaternary 1-Alkyl-4-polyfluoroalkyl-1,2,4-triazolium Salts Leading to Ionic Liquids // J. Org. Chem. – 2002. – Vol. 67, N 26. – P. 9340-9345.

68. Atkinson M.R., Polya J.B. Triazoles.Part II. N-Substitution of Some 1,2,4-Triazoles // Journal of the Chemical Society. – 1954. – P. 141-145.

69. Atkinson M.R., Polya J.B. Triazoles.Part III. Mono- and Di-methyl(phenyl)-1,2,4-Triazoles // Journal of the Chemical Society. – 1954. – N 10. – P. 3319-3324.

70. Ainsworth C., Jones R.G. Isomeric and Nuclear-substituted β-Aminoethyl-1,2,4-triazoles // Journal of the American Chemical Society. – 1955. – Vol. 77, N 5. – P. 621-624.

71. Гетероциклические соединения / Под ред. Р.Эльдерфильда. – М.: Мир, 1965. – Т. 7. – 296 с.

72. Kazhemekaite M., Yuodvirshis A., Vektarene A. Preparation of the pure sodium salt of 1H-1,2,4-Triazole // Chemistry of Heterocyclic Compounds – 1998. – 34, № 2. – P. 252-253.

73. Ainsworth C. 1,2,4-Triazole // Organic Syntheses. 1973. – Coll. Vol. 5. – P. 1070-1073.

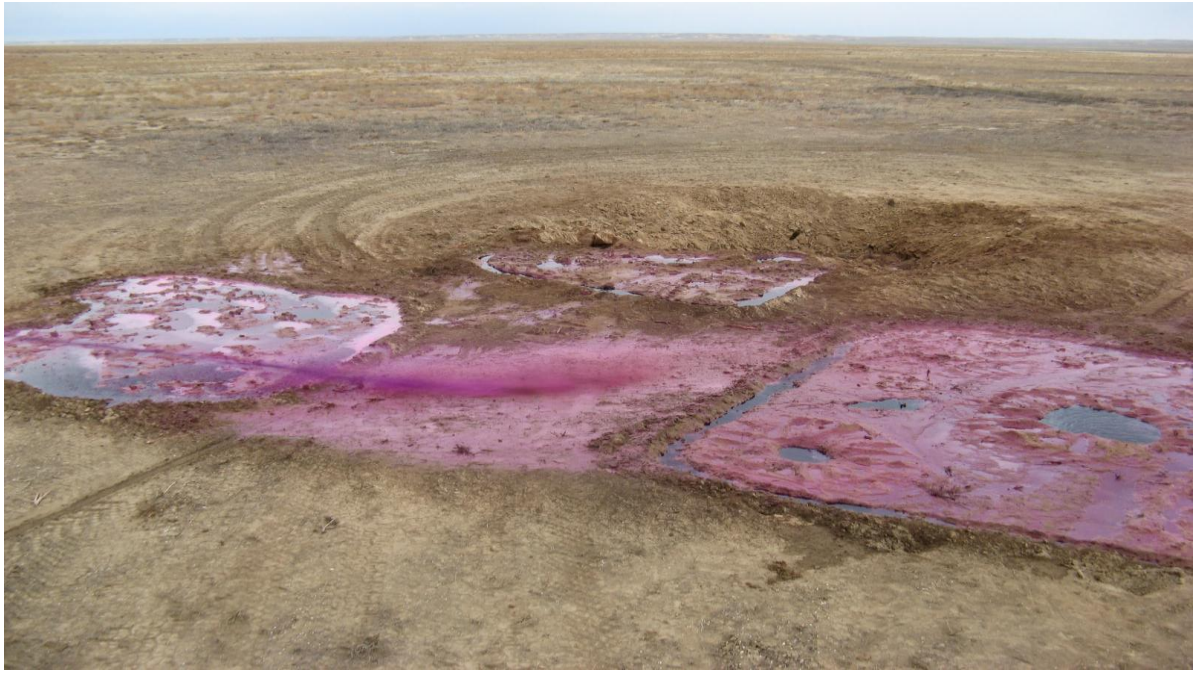
74. Кенесов Б.Н. Разработка хроматографического определения 1,1-диметил-гидразина и 1-метил-1Н-1,2,4-триазола: автореф. дисс. канд. хим. наук. – Алматы, 2007.–20 с.

75. Кенесов Б.Н. Идентификация продуктов трансформации несимметричного диметилгидразина в почвах методом твердофазной микроэкстракции в сочетании с хромато-масс-спектрометрией // Доклады НАН РК. – 2009. - №2.–С.43-47.

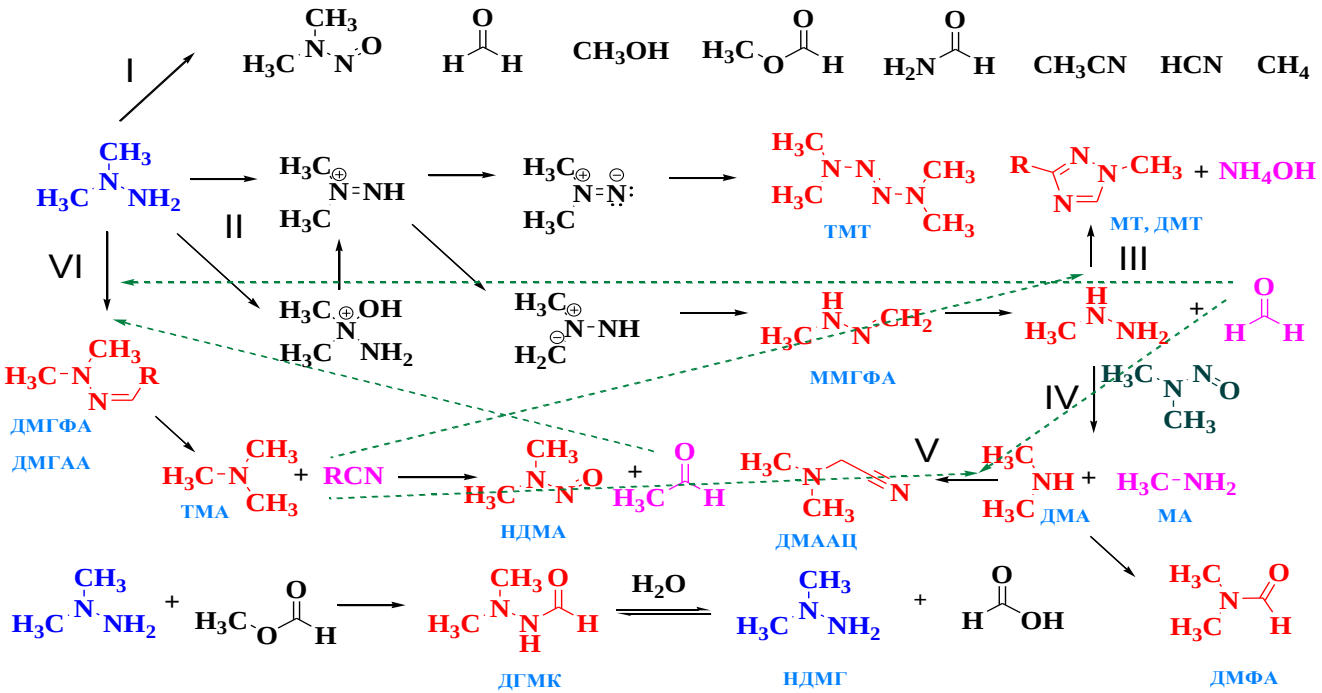
76. Разработать эффективные экологически безопасные методы и технологии детоксикации почв, загрязненных токсичными КРТ и продуктами их трансформации: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос». – Алматы, 2009. – 211 с.

77.Классификация и диагностика почв СССР. – М.: «Колос», 1977. - С.112--118.

78.Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв / Под ред. Малахова С.М. – М., 1984.- Часть II.



Глава 7. Рис 1. Обработка водным раствором перманганата калия территорий загрязненный гептилом



Глава 7. Рисунок 4. Схема основных направлений распада НДМГ

Гидроперит в таблетках и катализатор в виде порошка

Сухой препарат микроорганизмов

Глава7. Рисунок 5. Упаковки ингредиентов детоксиканта

Глава 7. Рисунок 6. Контрольная площадка

Глава 7. Рисунок 7. Общий вид экспериментальных площадок на серо-бурой пустынной почве.

а) б)

Глава 7. Рисунок 8. Приготовление водных растворов гептила (а), комбинированного раствора катализатора и окислителя (б)

а) б)

Глава 7. Рисунок 9. Заливка гептила на контрольные и экспериментальные площадки, расположенные на песчаной (а) и серо-бурой (б) почвах

Глава 7. Рисунок 10. Проведение детоксикации на экспериментальных площадках серо-бурой почвы

Глава 7. Рисунок 11. Проведение детоксикации на экспериментальных площадках песчаной почвы

а)

б)

Глава 7. Рисунок 15. Отбор проб почвы через 12 часов после проведения детоксикации на песчаной почве (а) и на серо-бурой почве (б)

Глава 8

СОСТОЯНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ОБЪЕКТАМ КОСМОДРОМА БАЙКОНУР»

- Гигиенические исследования среды обитания
- Социально-гигиеническая оценка качества жизни жителей крестьянских хозяйств в районе аварийного падения ракеты носителя «Протон-М» и в населенных пунктах прилегающих территорий
- Влияние пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на психоэмоциональное состояние населения, по данным социологического и медико-статистического исследований

Исследования по оценке влияния РКД на здоровье населения, проживающего вблизи районов падения, начаты

в 1991 г. [1].

В основе стратегии охраны здоровья населения при осуществлении РКД лежит понимание возможности воздействия свойственных ей неблагоприятных факторов. К их числу следует отнести изменение природных характеристик ближнего космоса, в частности, верхней атмосферы, влияние космической деятельности на приземную атмосферу и поверхность земли, использование высокотоксичных КРТ, загрязнение ими объектов окружающей среды и др. [2]. По мнению специалистов, расчетное загрязнение окружающей среды от всех запусков РН с космодрома «Байконур» составляет 0,25% суммарных выбросов от других источников по республике [3].

КРТ представляют одну из значимых опасностей для окружающей среды и здоровья населения. Газовоздушная смесь, образующаяся в момент старта, поднимается на высоту до 300-400 м и затем, мигрируя на расстояние до нескольких километров, полностью рассеивается в течение около 20 мин [4]. Значительная доля примеси КРТ концентрируется в нижнем километровом слое и, согласно системе расчетов рассеивания компонент ракетного топлива, предлагаемой Вильфанд Р.М. с соавт. [5], за счет больших скоростей переноса на верхних уровнях атмосферы вытягивается в направлении основных потоков, но его центр почти всегда остается вблизи космодрома Байконур.

В зоне воздействия ракетно-космической деятельности основная масса поступающего загрязнителя, как правило, находится в трех компонентах экосистем: в приземном слое атмосферы, в поверхностных водах и собственно в почве (включая почвенный воздух и почвенно-грунтовые воды). Уже через эти среды основная масса загрязнителя поступает в биоту. Если высокие

концентрации НДМГ наблюдаются в первых двух средах непродолжительный промежуток времени и вследствие большого разбавления быстро снижаются, то в почвах НДМГ способен накапливаться [6].

Загрязнение почвы и растительности НДМГ и продуктами его трансформации, как установлено многолетними исследованиями российских ученых из МГУ им. М.В. Ломоносова, Института водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН, Архангельского государственного технического университета [7, 8, 9] и казахстанских ученых из ДГП «Инфракос-Экос» [10], наблюдается только в местах падения ОЧ РН и на удалении от них в пределах от 50 до 100 м [6].

Исследования, проведенные Российским научным центром «Прикладная химия» в полевой сезон 1994 года, позволили сделать вывод о стабильности НДМГ в объектах окружающей среды районов падения: в грунтах на месте падения концентрация НДМГ на уровне 178 ПДК через 11 лет после падения ОЧРН, а в воде - на уровне 15 ПДК [11]. Эколого-геохимические исследования, проведенные МГУ им. М.В. Ломоносова, на местах падения первых ступеней РН «Протон» различной давности установили формирование точечных локальных аномалий [12]. За пределами РП загрязнений НДМГ почво-грунтов, растительности, воды, растениях не обнаружено [12].

Таким образом, НДМГ и продукты его трансформации, отличающиеся стабильностью, способностью накапливаться и длительно сохраняться в объектах окружающей среды, могут разнообразными способами поступать в организм человека.

Специфика проблемы состоит, в частности, в том, что территория, где возникают экологические риски, связанные с РКД, обширна, а поиск свидетельств подобного воздействия затруднен, поэтому необходимо выработать

модель гигиенического исследования для изучения данного негативного фактора окружающей среды [13].

Гигиенические исследования среды обитания

Вышеизложенное привело к выводу о том, что самым важным является контроль наличия химического загрязнения НДМГ и продуктами его трансформации в объектах среды обитания и послужило основанием для проведения исследований по гигиенической оценке их состояния в крестьянских хозяйствах и населенных пунктах, расположенных на территориях, подверженных влиянию РКД в результате штатных пусков РН.

Районы падения №148, №15, 25 и территории, прилегающие к ним. Исследования по оценке загрязнения районов падения НДМГ и компонентами ракетного топлива проведены в селах Улытауского района Карагандинской области, прилегающих к районам падения, наиболее эксплуатируемым для приема ОЧ РН (РП № 148, № 15, 25).

РП № 148 находится в степной малонаселенной местности на границе Улытауского и Жездинского районов Карагандинской области. Район падения имеет форму эллипса, вытянутого с юго-запада на северо-восток. Азимут наклона большой оси составляет 40, длина большой оси 50 км, малой оси – 30 км. Общая площадь РП-148 равна 1167 кв.км. Следует отметить, что в РП №148, в отличие от других, например, РП № 15, 25, часть территории, с разрешения местных органов власти, используется под сельхозугодия для круглогодичного содержания скота, а ряд других участков - для сенокоса. Согласно ст.1 Договора, арендуемые территории с размещенными на ней объектами космодрома, включая РП ОЧ РН, предназначены для выполнения космических

программ. Тем не менее, в РП №148 существуют «зимовки», где живет и осуществляет трудовую деятельность местное население из прилегающих к РП № 148 сел (Пионер, Байконыр, Улытау). РП № 15, 25 первой ступени РН «Протон» расположены в Улытауском районе Карагандинской области и занимают общую площадь 160 тыс. га. С 1967 г. на протяжении более 40 лет территория РП № 15,25 находится под воздействием более двухсот падений первой ступени РН «Протон» (от 4 до 18 ежегодно) [10].

В ходе исследований в 2001-2005 гг. гептил в объектах окружающей среды населенных пунктов Улытауского района Карагандинской области (с. Байконыр, с. Кызылуй, с. Пионер, с. Бурмаши, с. Шолак) не найден ни в почвах, ни в воде водоисточников хозпитьевого водоснабжения, ни в воде открытых водоемов, ни в растительности и биоматериалах (молоке и мясе домашнего скота). Это показали исследования Института Биофизики МЗ РФ и ДГП «Инфракос-Экос» [14, 15].

В 2005 г. проведен 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). Всего отобрано 156 проб, в том числе 63 пробы почвы, 10 - воды, 5 - атмосферного воздуха, 38 - растений, 3- мяса (баранина), 33 - молока (коровье). В пробах объектов окружающей среды и биоматериалов не был обнаружен НДМГ выше порога чувствительности фотоколориметрического метода, равного 0,02 мг/кг при ПДК 0,1 мг/кг почвы [25]. Результаты определения содержания НДМГ и его компонентов в объектах окружающей среды сел Карсакпай, Кыпшакпай (Пионер) и

Байконыр Улытауского района Карагандинской области в 2006 г. приведены в таблице 1 [16].

Таблица 1 - Исследование НДМГ в почве населенных пунктов, 2006 г.

Места отбора проб	НДМГ	НДМА	ТМТ	Нитрат-ион	pH
	ПДК 0,1 мг/кг	ПДК 0,01 мг/кг	ПДК 0,1 мг/кг	ПДК 130мг/кг	
с.Карсакпай	0,019	0,95	н/о	357,02	9,35
с. Кыпшакпай (Пионер)	0,045	3,78	н/о	337,020	8,83
с.Байконыр, восточная часть	0,005	2,64	н/о	30,44	7,27
с. Байконыр, западная часть	0,008		н/о	27,72	9,05

Как видно из этих данных, среднее содержание НДМГ в почвах сел Кыпшакпай (Пионер) и Байконыр колебалось при определении с помощью фотоколориметрического и при необходимости хроматографического методов от 0,008 до 0,045 мг/кг. Это значительно ниже ПДК (0,1 мг/кг).

Учитывая, что НДМГ нестоек во внешней среде, были проведены исследования по определению продуктов его трансформации: НДМА и ТМТ. Оказалось, что в с. Карсакпай, с. Кыпшакпай (Пионер) и Байконыр коцентрация НДМА в почве довольно высокая – 0,95, 3,78 и 2,64 мг/кг соответственно, превышающая ПДК в 95- 378 раз.

Исходя из этого, можно сделать предположение о том, что компоненты ракетного топлива могут попадать

(возможно, аэрогенным путем) в окружающую среду поселков Улытауского района, расположенных в окружении «гептильных» полей падения ОЧ РН [16]. Это предположение, впрочем, нуждается в дальнейшей проверке, так как ТМТ, который считается маркером загрязнения НДМГ, в почве этих поселков не обнаружен [16], а источники образования НДМА многочисленны: он синтезируется в атмосферном воздухе, в воде водоемов, в биологических системах из вторичных аминов и нитратов [17].

В 2006 г. специалисты Национального центра гигиены труда и профзаболеваний Минздрава РК провели изучение содержания формальдегида в объектах среды обитания (атмосферном воздухе, почвенном покрове, воде водоемов, растениях) в трех населенных пунктах, примыкающих к районам падения [18]: Байконыр, Пионер (Кыпшакпай), Карсакпай. Формальдегид является одним из самых распространенных химических загрязнителей атмосферы, так как он входит как составная часть во многие промышленные выбросы и выхлопные газы автотранспорта - это один из продуктов неполного сгорания топлива. Органические соединения, содержащиеся в атмосфере, подвергаются различным фотохимическим процессам трансформации, в результате которых также образуется формальдегид. Особенно интенсивно эти процессы происходят при повышенной солнечной активности и содержании в воздухе реакционноспособных частиц, радикалов и других окислителей. Формальдегид образуется в организме путём окисления метанола. Формалин – водометанольный раствор формальдегида находит применение в сельском хозяйстве для обработки семян и корнеплодов, дезинфекции почвы и животноводческих помещений. Кроме того, формальдегид является одним из продуктов

трансформации НДМГ.

Поэтому результаты обнаружения формальдегида должны быть приняты во внимание с точки зрения вреда данного соединения для жителей зимовок, так как он внесен в список канцерогенных веществ ГН 1.1.725-98 в разделе «вероятно, канцерогенные для человека», при этом доказана его канцерогенность для животных. Присутствие формальдегида в атмосферном воздухе населенных мест должно обязательно контролироваться, что и делают службы Казгидромет.

В ходе исследований установлено, что в пп. Байконыр и Пионер (Кыпшакпай) формальдегид находился в воздухе в следовых количествах, а в п. Карсакпай он не обнаружен. Повышенное содержание формальдегида выявлено в речной воде с. Байконыр и с. Пионер (Кыпшакпай): в р. Байконыр в 1,74 раза и в р. Карсакпай в 2,46 раза выше ПДК для воды и водоемов, равной 0,05 мг/л. В колодезной воде сел Байконыр и Пионер, а также в воде из колонки п. Карсакпай, почвенном покрове и растительности всех исследуемых поселков формальдегид не обнаружен. Наличие формальдегида в воде открытых источников воды, возможно, объясняется загрязнением водоемов ливневыми стоками, поступающими с территории водораздела, в которых могут содержаться отходы теплоэнергетики, автомобильного транспорта, НДМГ и продукты его распада и т.д.

Во время совместных казахстанско-российских экспедиций, проведенных в 2007 г., обследованы объекты среды обитания (почва, растения) на зимовках Мешит, Токбулат, Досан, Алаколь, Куйгенбидайык и воды речек у зимовки Мешит, Кызылуй. Результаты исследования приведены в таблице 2.

В отобранных пробах почвы НДМГ не обнаружен в пределах чувствительности использованного метода, за

исключением пробы почвы, взятой около зимовки Токбулат, где содержание несимметричного диметилгидразина было почти на уровне ПДК.

Таблица 2 - Содержание НДМГ, НДМА И ТМТ в объектах окружающей среды на зимовках, расположенных в РП 148, 2007 г.

Шифр пробы	Место отбора	НДМГ мг/кг	НДМА мг/кг	ТМТ мг/кг	pH
В-3-1	Река у зимовки Мешит	н/о	н/о	н/о	8.40
В-3-2	Река у зимовки Кызылуй	н/о	н/о	н/о	7.91
П-1	Почва на зимовке Мешит	н/о	0,44	н/о	8.42
П-2	Почва на зимовке Токбулат	0,09	н/о	н/о	7.60
П-3	Почва на зимовке Досан	н/о	0,15	н/о	8.49
П-4	Почва на зимовке Алаколь	н/о	0,11	н/о	6.67
П-5	Почва на зимовке Куигенбидайык	н/о	0,14	н/о	5.83

Концентрация НДМА в почве, напротив, не обнаружена около зимовки Токбулат, тогда как на других зимовках она была в 11- 44 раза выше ПДК [19].

Результаты исследования проб объектов окружающей среды, отобранных в 2007 г. в населенных пунктах, прилегающих к РП 148, представлены в таблице 3.

НДМГ и ТМТ не обнаружены, а НДМА идентифицирован в 3 из 3 проб в концентрации 0,34-1,64 мг/кг, в пределах 34-164 ПДК. С другой стороны, в том же Улытауском районе выявляются довольно высокие уровни нитрат-иона в почве.

Таблица 3 - Содержание НДМГ, НДМА И ТМТ в объектах окружающей среды на сопредельных территориях с РП 148

Шифр пробы	Место отбора	НДМГ мг/кг	НДМА мг/кг	ТМТ мг/кг	pH
В-2-2	Река около Байконура	н/о	н/о	н/о	8.56
П-6	Почва в селе Кызылуй	н/о	1,64	н/о	7.60
П-7	Почва в селе Байконур	н/о	0,73	н/о	8.29
П-8	Почва у развилки дороги на село Пионер (Кыпшакпай)	н/о	0,34	н/о	7.44

Нитрат-ион - один из продуктов трансформации НДМГ. По данным ВОЗ [20], нитраты присутствуют в почве, природных водах, во всех растительных материалах и мясе. В невысоких концентрациях они содержатся в атмосферном воздухе в результате его загрязнения. Азотистый обмен почв, а следовательно, и водоемов, очень лабилен, на него оказывает большое влияние уровень биологического загрязнения вследствие несоблюдения санитарных норм (экскременты сельскохозяйственных животных, неконтролируемые свалки органических отходов, плохое функционирование канализационных систем и др.), применения азотсодержащих удобрений, сброса сточных вод и т.д. [20]. Как следствие почва загрязняется аммиаком, солями аммония, мочевиной, индолом, меркаптанами и другими продуктами разложения органических веществ. В почве образуется дополнительное количество аммиака, который затем перерабатывается бактериями в нитраты и нитриты. Как показали эпидемиологические и клинические исследования, основным проявлением токсического действия на человека при потреблении нитратов и нитритов является метгемоглобинемия. Обычные концентрации нитратов и нитритов в пищевых продуктах и воде не представляют опасности для здоровья взрослых и детей старшего возраста, риск намного выше для грудных детей до 6

месяцев и особенно для 3-месячного возраста [20].

Природа нитрат-ионов, исходя из вышеизложенного, может быть разнообразной, однако превышение ПДК по нитрат-иону в 2,7 раза в районе, где возможно загрязнение НДМГ и амилом, должно настраивать на поиск убедительных доказательств его происхождения [19].

Одним из важнейших показателей качества почвы, во многом определяющих характер химических и биологических процессов, происходящих в ней, является pH. PH почвы оценивали количественным соотношением ионов H+ и OH-. При пониженном содержании свободных ионов водорода (pH>7) по сравнению с ионами OH-, реакция щелочная, а при повышенном содержании ионов H+ (pH<7)- кислая. Чрезмерно высокий (выше 9) или низкий (ниже 4) pH почвы токсичен для корней растений. В пределах этих значений pH определяет поведение отдельных питательных веществ, осаждение их или превращение в неусваиваемые растениями формы. Согласно данным таблицы 3, почвы в исследуемых поселках – щелочные.

Данные 2007 г. по нитрат-иону в населенных пунктах, расположенных на сопредельных с РП № 148 территориях, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание нитрат-ионов в пробах почвы на сопредельных территориях с в РП 148

Шифр пробы	Место отбора	Уровень,мг/кг
П-7	Село Байконур	260.86
П-8	Село Пионер (Кыпшакпай)	6.89
П-9	Село Карсакпай	6.14

В с. Байконыр установлено 2-кратное превышение ПДК по нитрат-иону.

В целом гигиено-экологическую ситуацию, исходя из

приведенных результатов, назвать критической нельзя. Полученные данные свидетельствуют о том, что в 2006 г., как и в предыдущих исследованиях в населенных пунктах Байконыр, Кыпшакпай (Пионер), НДМГ в объектах окружающей среды не обнаружен. Что касается данных 2007 г., при отсутствии в пробах почвы и воды НДМГ и ТМТ выявлен НДМА в 3 из 3 проб почвы.

В 2010 г. проведено исследование влияния запусков ракет - носителей на гигиеническую ситуацию в населенных пунктах Улытауского района Карагандинской области Байконыр и Кыпшакпай (Пионер), которые находились на удалении от места падения фрагментов первой ступени РН «Протон-М» при запуске КА «Арабсат-5Б» 04.06.2010 г. в штатном РП 15,25, соответственно, на 78 и 70 км, а при пуске «РН «Протон-М» с КА «Экостар-15» - на 76 и 72 км, соответственно [21]. Исследованиями охвачена вся территория поселков. Пробы до и после пуска взяты в одних и тех же точках. Изучали содержание НДМГ, НДМА, ТМТ и нитратов в объектах окружающей среды (почва, вода, растения) населенных пунктов Кыпшакпай (Пионер) и Байконыр Улытауского района Карагандинской области. До и после пуска РН «Протон-М» с КА «Арабсат-5Б» произведен отбор 20 проб почвы, 18 проб воды и 20 проб растений.

По данным лабораторий «Инфракос-Экос-Аналитика» и АИЛЦ ФГУЗ «ЦГиЭ» комплекса «Байконур» ФМБА России, НДМГ, НДМА и ТМТ не обнаружены в пробах почвы в пределах чувствительности использованных методик определения. В 3-х пробах почвы из 40 зафиксировано превышение ПДК по нитрат-ионам. Они, скорее всего, органического происхождения.

Что касается формальдегида, его концентрация в почве двора клуба превысила ПДК до пуска РН Протон-М» с КА Экостар-15» в 3 с лишним раза. После пуска -

концентрация данного соединения была минимальной - <0.4 мг/кг. В то же время после пуска обнаружено превышение ПДК по концентрации формальдегида в почве на подворье Ашубаева в 2 с лишним раза. Установить источник загрязнения не представилось возможным [21].

Устойчивость водных систем к химическому загрязнению определяется набором различных абиотических и биотических факторов. Что касается поведения компонентов ракетного топлива в водной среде, наиболее изученными в настоящее время являются процессы эвтрофирования и закисления вод [6]. Эвтрофикация - это повышение уровня первичной продукции вод (интенсивное развитие растений) благодаря увеличению в них концентрации биогенных элементов, главным образом азота и фосфора [6,22]. Хотя эвтрофирование водоемов является природным процессом, в последние годы стали выделять антропогенное эвтрофирование, когда за короткий промежуток времени в результате поступивших в водоемы загрязнений ускоряется возрастание трофии, сопровождающееся резким увеличением обилия фитопланктона, зарастания водной растительностью прибрежных мелководий и изменение качества воды.

Оценка возможного изменения свойств водоемов при попадании НДМГ изучена в условиях лабораторных модельных экспериментов. Установлено, что модельные водные системы с нейтральными значениями pH, с донными осадками с низким содержанием органического вещества и легкого гранулометрического состава характеризуются наименьшей устойчивостью PH к воздействию НДМГ. Вариант с наименьшим значением pH (5,82) и наибольшим содержанием органического вещества (10,1%) обладает наибольшей устойчивостью кислотно-основных свойств [6].

Для оценки уровня концентрации НДМГ и продуктов его трансформации отбор проб питьевой воды в селах осуществлен из источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В пробах воды до и после пуска РН «Протон-М» с КА «Арабсат-5Б» и РН «Протон-М» с КА «Экостар-15» НДМГ, НДМА и ТМТ обнаружены не были. Количество нитрат-ионов не превышало ПДУ. Показатели pH колебались от 6,75 (слабокислая реакция) до 8,74 (щелочная реакция). В воде открытых водоисточников, частью используемой для питья, определен формальдегид. Количество формальдегида до пуска в двух точках превышало ПДК (пробы воды, взятой на плотине «Пионер», и из колонки). После пуска превышений ПДК в пробах воды не обнаружено.

Растительность**,** обладая определенным уровнем чувствительности к техногенным нарушениям окружающей среды, во многих случаях объективно отражает изменения экологической обстановки под воздействием техногенеза [22]. Экспериментальные исследования по оценке состояния растений после внесения НДМГ в почву (нагрузка 0,16, 1,6, 16,0 и 160 г/м^2) и путем аэрогенного загрязнения (в концентрации 2 мг/л, 20 мг/л, 200 мг/л) в период появления всходов и перед цветением заметных нарушений состояния растений и их дальнейшего развития не выявили. По анализу общего содержания НДМГ в растениях установлено, что через месяц после загрязнения почвы НДМГ последний обнаруживается в растительной массе, при увеличении нагрузки в 10 раз содержание НДМГ в растительной массе возрастает в 1,5 раза [9]. По мнению Батырбековой С.Е., Наурызбаева [23], растения являются своеобразным индикатором при определении площади загрязнения территорий НДМГ.

Исходя из вышеизложенного, проведены аналитические исследования проб растений, отобранных в населенных пунктах, на содержание НДМГ и продуктов его трансформации в АИЛЦ ФГУЗ ЦГ и Э комплекса «Байконур» ФМБА РФ.

При исследовании растений на содержание НДМГ и НДМА до и после пуска РН «Протон-М» с КА «Арабсат-5Б» НДМГ и НДМА не определены в пробах мягких частей растений в пределах чувствительности методик определения.

Подводя итоги проведенного анализа, можно заключить, что на зимовках в районе штатного падения ОЧ РН и в прилегающих поселках НДМГ и ТМТ не обнаружены в почве и воде в пределах, превышающих ПДК. Обращает на себя внимание высокие показатели НДМА и нитрат-ионов в почве. Периодически в воде открытых водоемов обнаруживалось превышение ПДК по формальдегиду. Трудно установить происхождение этих находок, так как каждое из названных химических соединений имеет множественные источники происхождения, в частности, отходы животноводства, выхлопы автотранспорта, промышленные предприятия и т.д. Возможна, учитывая предназначение полей падения для отделяющихся частей РН, и их связь с РКД, однако, убедительных доказательств ее не получено. Исследования, проведенные в 2010 г. по оценке влияния приземления в РП 15,25 ОЧ РН после запусков «Протон-М» с КА «Арабсат-5Б» и РН «Протон-М» с КА «Экостар-15», не обнаружили НДМГ, НДМА и ТМТ в объектах окружающей среды в селах Байконур и Кыпшакпай (Пионер), прилегающих к РП.

Территории, прилегающие к позиционному району. В Кармакшынском районе Кызылординской области рядом с космодромом «Байконур» расположены

поселки Торетам и Акай. Фактически Торетам является пригородом города Байконыр, примыкающего к посёлку с юга и отделённому от него железобетонной стеной П. Торетам имеет железнодорожную станцию, через которую проходят все грузы, доставляемые на космодром железнодорожным транспортом, в том числе и ракетное топливо. Кроме того, рядом (в 5 км) с п. Торетам проходит трасса пусков МБР космического назначения РС-20.

В 2005г. ДГП «Инфракос-Экос» проведены исследования содержания НДМГ в почве п.Акай, п. Торетам и железнодорожного переезда в п. Торетам фотоколоримерическим методом.

Данный компонент ракетного топлива не определен, в пределах чувствительности использованного метода [15].

В исследованиях, осуществленных Департаментом госсанэпиднадзора Кызылординской области в 2007 г., НДМГ в почвах п. Торетам и Акай не выявлен. Концентрация нитрат-иона колебалась от 11,36 до 89,73 мг/кг почвы и не превышала ПДК рисунок 1 [24].

В этом же году, по данным ДГП «Инфракос-Экос», в пробах почвы из п. Торетам и Акай не обнаружены ни НДМГ, ни НДМА, ни ТМТ (таблица 5) [24].

Аналогичные результаты получены и при исследовании проб воды [24].

В 2009 г. выполнены работы по оценке состояния среды обитания пос. Торетам Кармакшынского района Кызылординской области при пуске МБР «РС-20» с космодрома «Байконур».

Экспедиционный выезд осуществлен с 24. 07. по 3.08. 2009 г.

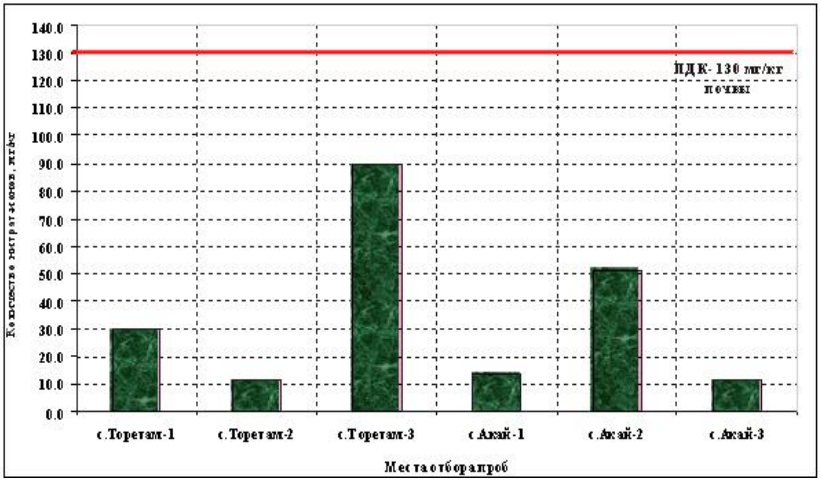


Рисунок 1. Результаты исследования проб почвы на нитрат-ионы в поселках Торетам и Акай

Таблица 5 - Содержание в пробах почвы компонентов ракетного топлива в поселках Кармакшынского района Кызылординской области (мг/кг)

Содержание соединений	НДМГ ПДК -0,1 мг/кг	НДМА ПДК - 0,01 мг/кг	ТМТ ПДК - 0,1 мг/кг	Нитрат-ион ПДК - 130,0 мг/кг	pH
п.Торетам					
Максимальное	н/о	н/о	н/о	339,0	9,42
Минимальное	н/о	н/о	н/о	11,5	8,00
Среднее	н/о	н/о	н/о	21,08	8,47
п.Акай					
Максимальное	н/о	н/о	н/о	51,73	9,56
Минимальное	н/о	н/о	н/о	11,36	9,22
Среднее	н/о	н/о	н/о	25,59	9,38

Произведен отбор проб почвы, питьевой воды и растений в 5-ти точках поселка: СУБ – сельская участковая больница, поликлиника, средняя школа № 85, детский сад № 4 и жилой дом по ул. Жанкожа 35. Основная масса проб была взята из той части поселка, которая располагается ближе к космодрому «Байконур» [25].

Установлено, что в пределах чувствительности используемых методов ни НДМГ, ни НДМА, ни ТМТ не обнаружены; показатель pH почвы колебался от 8,23±1,65 до 10,34±2,06.

Превышение по нитрат-ионам обнаружено только в одном месте - во дворе жилого дома по ул. Жанкожа дом № 35. Показатель 320,41мг/кг, в 2,46 выше ПДК (ПДК-130,0 мг/кг). Возможно, это связано с содержанием на данном подворье скота. При апробировании воды присутствие НДМГ и продуктов его трансформации (НДМА и ТМТ) не обнаружено, в пределах чувствительности использованных методик. Уровень нитрат-ионов был ниже ПДК, pH воды колебался в пределах 6,63-7,28.

Известно, что растительность является лучшим индикатором для определения площади рассеивания НДМГ [23]. Уровень накопления НМДГ и его производных зависит от вида растений и обусловлен двумя путями его поступления в растения: почвенным и атмотехногенным. Проведенный анализ 5 проб растений, отобранных в пос. Торетам, НДМГ в пределах чувствительности использованной методики не выявил.

Таким образом, на основании проведенных исследований состояния среды обитания в населенных пунктах Улытауского района Карагандинской области и Кармакшынского района Кызылординской области, прилегающих к районам падения ОЧ РН и позиционному району, можно сделать следующие выводы:

-многолетние исследования объектов среды обитания населенных пунктов на присутствие в них компонентов ракетного топлива и продуктов их трансформации не обнаружили НДМГ и ТМТ в пробах почвы всех населенных пунктов в пределах чувствительности использованных методик.

НДМГ не выявлен ни в одной из проб растений и сена. В отдельных пробах почвы, растений и сена (при фотоколориметрическом методе определения) обнаружен НДМА, источник происхождения которого установить не удалось;

-содержание нитрат-ионов в пробах почв, как в опытных, так и контрольных селах, превышало ПДК в отдельных пробах поверхностных слоев почвы. Обнаруженная во время экспедиций загрязненность подворий и проселочных дорог навозом позволили предположить, что нитрат-ионы в почве некоторых подворий органического происхождения.

Контроль круговорота азота, особенно в антропогенных биоценозах крайне важен, потому что небольшой сбой в какой-либо части цикла может привести к серьёзным последствиям: сильным химическим загрязнениям почв, зарастанию водоемов и загрязнению их продуктами разложения отмершей органики (аммиак, амины и др.), высокому содержанию растворимых соединений азота в питьевой воде;

- в пробах воды во всех населенных пунктах не выявлено превышения ПДК по нитрат- и нитрит- ионам и формальдегиду.

Таким образом, проведенные мониторинговые исследования позволяют утверждать, что на зимовках в районах падения ОЧ РН, в поселках, расположенных на территориях, прилегающих к ним, не обнаружено свидетельств присутствия компонентов ракетного

топлива.

Социально-гигиеническая оценка качества жизни жителей крестьянских хозяйств в районе аварийного падения ракеты носителя «Протон-М» и в населенных пунктах прилегающих территорий

Проведение данного исследования обусловлено тем, что, согласно современным воззрениям, одним из ключевых аспектов идентификации факторов, формирующих здоровье популяции, является изучение качества жизни. Это общепринятый в международной практике высокоинформативный, чувствительный и экономичный метод оценки состояния здоровья как населения в целом, так и отдельных социальных групп [26,27,28].

В настоящее время качество жизни (КЖ) понимается как сочетание экономических, социальных, природно–экологических и других условий жизнедеятельности человека, оказывающих благоприятное влияние на развитие индивидуума. По определению ВОЗ, "здоровье - это полное физическое, социальное и психологическое благополучие человека, а не просто отсутствие болезни". Качество жизни определяется как индивидуальное соотношение положения индивидуума в жизни общества (с учетом культуры и систем ценностей этого общества) с целями данного индивидуума, его планами, возможностями и степенью неустройства [26]. Другими словами, качество жизни – это субъективный показатель удовлетворения личных потребностей в жизни, отражающий степень комфортности человека как внутри себя, так и в рамках своего общества [29]. По определению Межнационального центра исследования качества жизни

под этим термином понимается «интегральная характеристика физического, психологического, эмоционального и социального функционирования человека, основанная на его субъективном восприятии» [30]. Конечно, такая оценка полностью зависит от физического и психоэмоционального состояния, уровня независимости, общественного положения, окружающей среды и от личных представлений индивидуума [27]. Одним из условий эффективной профессиональной деятельности современного человека является здоровье. Оно составляет главную относительно неспецифическую динамическую основу продуктивности всех аспектов труда и общего благополучия человека [28]. Неблагоприятные для здоровья человека условия, созданные его деятельностью, часто способствуют нездоровому образу жизни, включают такие факторы риска, как курение, употребление алкоголя, психоэмоциональный стресс, нерациональное питание, гиподинамия [29].

Характеризуя сущность качества жизни как социально-экономической категории, необходимо подчеркнуть ряд ее особенностей [30].

Во-первых, качество жизни чрезвычайно широкое, многоаспектное, многогранное понятие, несравнимо более широкое, чем «уровень жизни». Это категория, далеко выходящая за пределы экономики. Это, прежде всего социологическая категория, охватывающая все сферы общества, поскольку все они заключают в себе жизнь людей и ее качество.

Во-вторых, качество жизни имеет две стороны: объективную и субъективную. Критерием объективной оценки качества жизни служат научные нормативы потребностей и интересов людей, по соотношению, с которыми можно объективно судить о степени удовлетворения этих потребностей и интересов. С другой

стороны, потребности и интересы людей индивидуальны и степень их удовлетворения могут оценить только сами субъекты. Они не фиксируются какими-либо статистическими величинами и практически существуют лишь в сознании людей и, соответственно, в их личных мнениях и оценках. Таким образом, оценка качества жизни выступает в двух формах: степень удовлетворения научно-обоснованных потребностей и интересов и удовлетворенность качеством жизни самих людей.

В-третьих, качество жизни не является категорией, отделенной от других социально-экономических категорий, но объединяет многие из них, включает в себя их в качественном аспекте. Так, компонентами качества жизни является и образ жизни, и уровень жизни, и взаимоотношения в семье, с соседями, в трудовом коллективе, и окружающая среда, обогащенные качественными оценками. Есть в этой проблеме юридические и политические стороны, связанные с правами и свободами, поведенческие и психологические аспекты, общий идеологический и культурный фон. Качество жизни для людей неотрывно от целей, которые они ставят перед своей жизнью, то есть, связано с эффективностью жизни в широком смысле слова, и не только с удовлетворенностью своей личной жизнью, но и с удовлетворенностью своим положением в стране и в мире, которое отражается на самочувствии людей.

Отсюда следует, что номенклатура показателей качества жизни должна включать как объективные характеристики самого человека (или социума), его жизнедеятельности и условий жизни, так и субъективные оценочные характеристики, отражающие отношение субъекта к реалиям его жизни [31].

Вышеизложенное определило цель данного исследования - провести социально-гигиеническую оценку

качества жизни жителей крестьянских хозяйств «С.Оразбеков», «С.Кенжегулов», «С.Татагулов», находящихся в зоне аварии, и населенных пунктов, прилегающих к району аварии РН «Протон - М» 6 сентября 2007 года: г.Жезказган, г.Сатпаев, пос. Жезказган, с.Карсакпай, с.Талап.

Реализация цели включала оценку медико-демографической ситуации и социологический опрос по специально разработанному опроснику.

При расчетах использованы следующие показатели: данные регрессионного и трендового анализа, средний балл по анализируемым факторам, сумма баллов по шкале образа жизни, среды обитания, здоровья и ментальности. Кроме того, вычислено место каждого фактора в структуре качества жизни (в %). Рассчитаны средние ошибки показателей, достоверность разности по t-критерию Стьюдента, показатель относительного риска. Индивидуальные интегральные оценки состояния здоровья распределены по трем градациям: до 3 баллов – ниже среднего, от 3 до 4 – средний, больше 4 – выше среднего уровня.

Первый блок индикаторов качества жизни характеризовал здоровье населения и демографическое благополучие [33]. Демографические показатели – одни из чувствительных индикаторов общественного здоровья, его современных тенденций, возникающих в результате взаимодействия социально-экономических, экологических, медико-биологических, психологических и генетических факторов. Главный вопрос демографии: воспроизводит ли себя население, и в каком направлении идет этот процесс? При изучении динамики численности населения установлено, что в городах количество жителей постепенно растет, особенно это выражено в г. Сатпаев, где тренд отличается устойчивостью (r=+ 0.82) (рисунок 2).

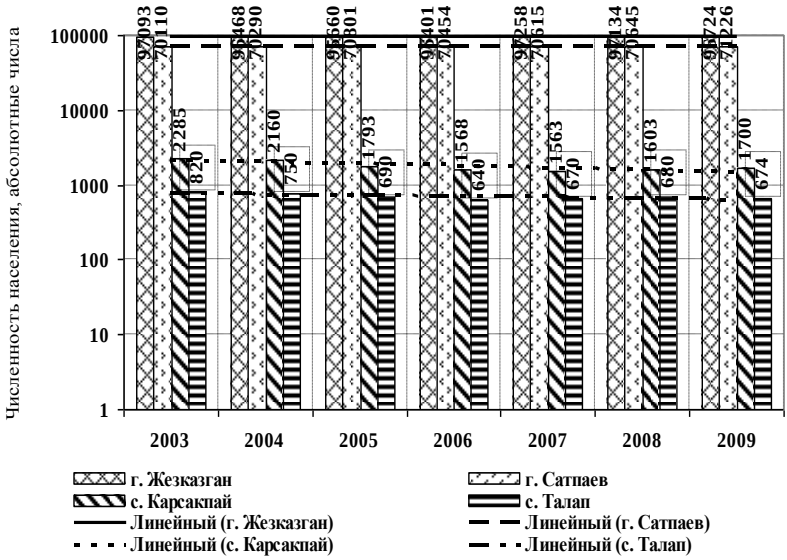


Рисунок 2. Динамика численности населения в г.Жезказган, г. Сатпаев, с. Карсакпай и с. Талап Карагандинской области

В селах Карсакпай и Талап число жителей устойчиво снижается, ежегодный темп убыли составляет, соответственно, 5,2% и 2,8%. Видимо, люди уезжают в поисках заработков в города. Чтобы аргументировать это предположение, исследованы компоненты естественного воспроизводства населения – рождаемость и смертность.

Как показал проведенный анализ уровни рождаемости в г.Жезказган, г. Сатпаев, с. Карсакпай и с. Талап были ниже (рисунок 3), чем в Республике Казахстан, но в основном выше, чем в целом по Карагандинской области. На всех изучаемых территориях, кроме с. Талап, отмечен рост показателей рождаемости, тренды восходящие, устойчивые. В с. Талап ситуация пока неопределенная.

Динамика смертности проиллюстрирована рисунком 4. В изучаемых населенных пунктах смертность ниже, чем в Республике Казахстан. В результате корреляционного, регрессионного и трендового анализа установлено, что в г. Жезказган и Карагандинской области тренд снижающийся неустойчивый (r= -0,48), в г. Сатпаев и с. Талап ситуация стабильна (r= +0,06 и r= -0,21, соответственно), в с. Карсакпай отмечен неустойчивый рост, то время как в Республике тренд снижающийся устойчивый (r= -0.84). Интегральными показателями естественного воспроизводства населения, способными охарактеризовать весь процесс, являются естественный прирост и средняя продолжительность жизни [33,34]. Динамика показателей естественного прироста приведена на рисунке 5.

Уровень показателей естественного прироста самый высокий в Республике Казахстан и самый низкий в Карагандинской области. Изучаемые населенные пункты занимают промежуточное положение. Отрицательный естественный прирост, наблюдавшийся в начале изучаемого периода (2003 г.) в с. Талап и с. Карсакпай, сменился положительным естественным приростом Тренды динамики показателей естественного прироста на всех изучаемых территориях восходящие, устойчивые, за исключением с. Талап, где тренд восходящий, но неустойчив.

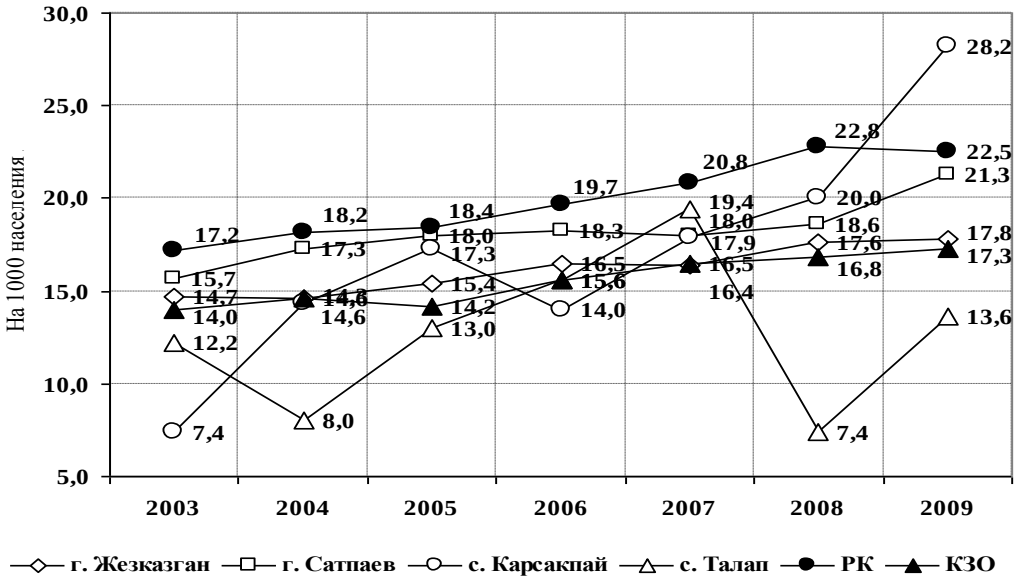


Рисунок 3. Динамика рождаемости в г.Жезказган, г. Сатпаев, с. Карсакпай и с. Талап, Карагандинской области, Республике Казахстан, на 1000 населения

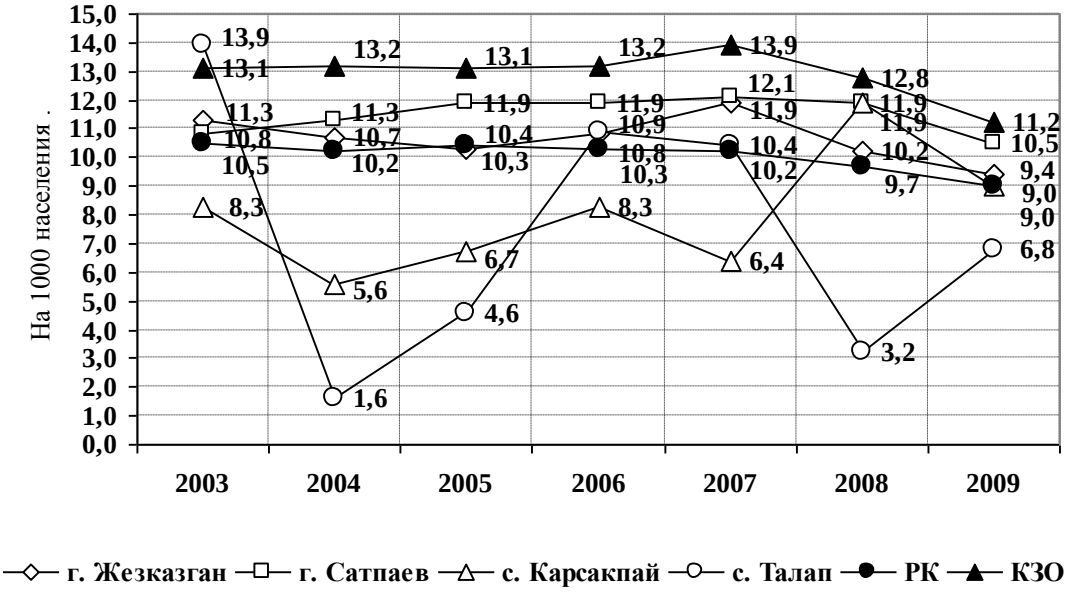


Рисунок 4. Динамика смертности населения в г.Жезказган, г. Сатпаев, с. Карсакпай и с. Талап, Карагандинской области, Республике Казахстан, на 1000 населения

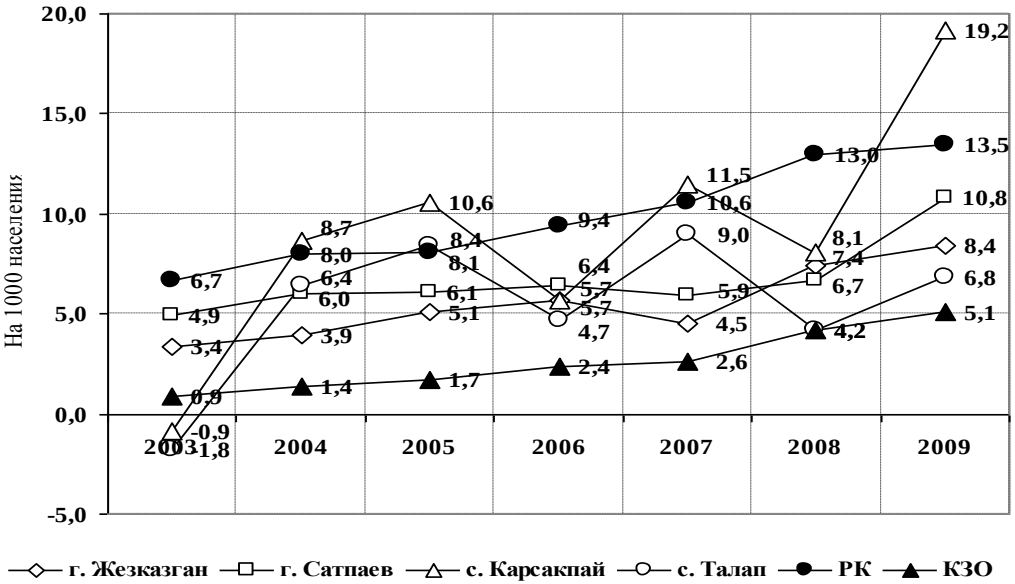


Рисунок 5. Динамика естественного прироста населения в г.Жезказган, г. Сатпаев, с. Карсакпай и с. Талап, КО, РК, на 1000 населения

Что касается средней продолжительности жизни населения, есть данные только по городам.

Отмечен рост средней продолжительности жизни и жезказганцев и сатпаевцев обоего пола с 61,0 года до 72,0 лет.

Проведенный анализ позволяет заключить, что медико-демографическая ситуация в городах тревоги не вызывает.

Ситуация в селах складывается более напряженная: это прогрессирующее уменьшение численности жителей сел, рост смертности в с. Карсакпай, неустойчивый рост показателей рождаемости в с. Талап.

Второй блок отражает оценку многокомпонентных характеристик жизнедеятельности человека – его психического, психологического и социального функционирования. Она базировалась на результатах опроса респондентов – представителей различных социальных групп.

Опросник включал 5 блоков: образ жизни, среда обитания, здоровье, медицинские факторы, ментальность. Статистическая обработка включала расчет средних и их ошибок, t – критерия Стьюдента, показателя относительного риска [35,36].

Характеристика респондентов.

Опрошено 210 человек, в их числе 147 женщин (70,0%) и 63 (30,0%) мужчин. Распределение их по полу и местожительству приведено на рисунке 6 и в таблице 6.

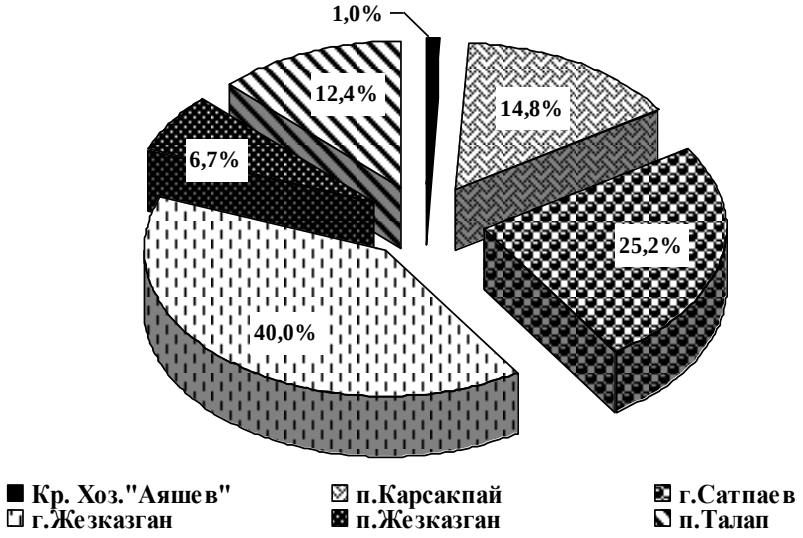


Рисунок 6. Распределение респондентов по местожительству, %

Основная масса респондентов - это жители городов (151 -71,9%), на долю сельчан приходилось 28,1%.

Таблица 6 – Местожительство и пол респондентов

Населенный пункт	Всего	В том числе:	
		мужчин	женщин
Крестьянское хозяйство «Аяшев»	2	1	1
п. Карсакпай	31	11-35.5%	20- 64.5%
г.Сатпаев	53	18-34.0%	35-66.0%
г.Жезказган	84	21-25.0%	63-75.0%
п.Жезказган	14	3-21.4%	11-78.6%
п.Талап	26	9-34.6%	17-65.4%
Всего	210	63-30.0%	147-70.0%

Процент опрошенных мужчин по отдельным населенным пунктам колебался от 25.0% до 35.5%, т.е. везде сохранялось преобладание респондентов - женщин.

Возраст опрошенных установлен у 201 человека. Распределение респондентов по возрасту и полу дано в таблице 7.

По представленным данным можно заключить, что значительных различий в возрастном распределении мужчин и женщин нет, кроме возрастной группы 30-39 лет. Женщин этого возраста опрошено значительно больше, чем мужчин (<0.001).

Установлено, что среди респондентов из г. Жезказган преобладают лица до 30 лет (73,8±4,8%).

Что касается возрастного распределения опрошенных из других населенных пунктов, достоверных различий по отдельным возрастным группам не обнаружено. Эти данные в дальнейшем будут учтены при анализе результатов по отдельным населенным пунктам, в частности, здоровья респондентов.

На вопрос о национальной принадлежности ответили 208 из 210 респондентов – 99,0%. Наибольшая доля из числа опрошенных приходилась на казахов (152 – 73,1%), затем следовали русские – 36 (17,3%), украинцы – 6 (2,9%), татары – 3 (1,4%), узбеки - 3 (1,4%), корейцы – 2 (0,96%) и по 1 человеку других национальностей: азербайджанец, белоруска, молдаванка, мордва, немец, осетин.

Сведения о длительности проживания сообщили 209 респондентов. Установлено, что в основном это лица, проживающие в данной местности достаточно долго - 10 лет и больше -161 человек (77,0%). Менее 5 лет здесь проживало 23 человека (11,0%), 5-9 лет – 25 (12,0%).

Таблица 7 – Распределение респондентов по полу и возрасту

Возрастная группа, лет	Всего		В том числе:				t	p
	Абс. число	%	Мужчин		Женщин			
			Абс. число	%	Абс. число	%		
14-19	48	23.9±3,0	17	27.4±5,7	31	22.3±3,5	0.8	>0.05
20-29	45	22.4±2.9	15	24.2±5.4	30	21.6±3,5	0.6	>0.05
30-39	26	12.9±2.4	1	1.6±1.6	25	18.0±3,3	4.4	<0.001
40-49	34	16.9±2.6	11	17.7±4.8	23	16.5±3,1	0.2	>0.05
50-59	25	12.4±2.4	6	9.7±3,8	19	13.7±2.9	0.8	>0.05
60-69	14	7.0±1.8	7	11.3±4,0	7	5.0±1.8	1.4	>0.05
70 и старше	9	4.5±1.5	5	8.1±3,7	4	2.9±1.4	1.3	>0.05
Всего	201	100.0	62	100.0	139	100.0		

На вопрос об образовании ответили 210 респондентов. Распределение по уровню образования проиллюстрировано рисунком 7.

Основную массу опрошенных составляли лица со средним и средним специальным образованием, их доля равна 62,8%.

Только один человек не получил никакого образования, а 25 (11,9%) имели неполное среднее образование.

На основе этих данных можно сделать вывод о том, что вопросы анкеты будут понятны опрашиваемыми, и их ответы будут адекватны и пригодны для анализа.

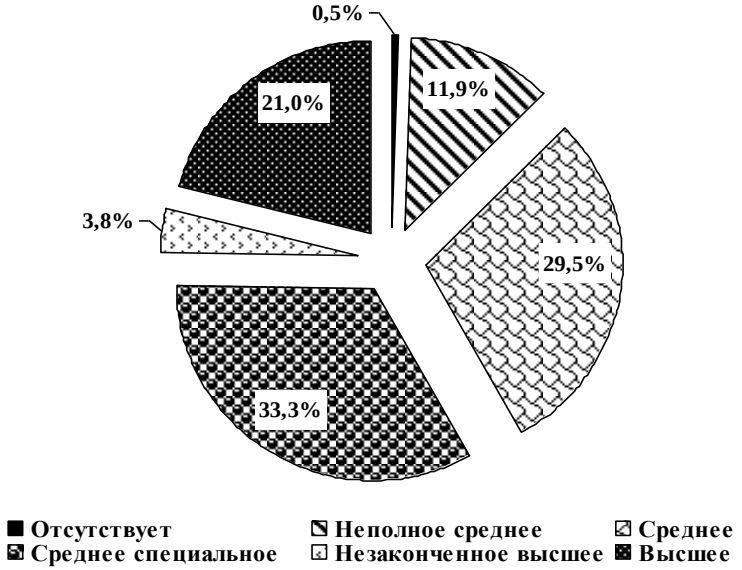


Рисунок 7. Распределение респондентов по уровню образования, %

Род своей деятельности указали 208 (99,0%) из 210 респондентов (рисунок 8). Наибольший процент

опрошенных приходился на учащихся (30,8%), далее на рабочих (22,1%) и служащих (21,2%). Группа «учащиеся» опрошена в основном в медучилище. Группа «рабочие» - это лица, работающие в корпорации «Казахмыс». «Служащие» представлены врачами, учителями, госслужащими. К числу «прочих» отнесены лица, занимающиеся индивидуальной трудовой деятельностью, инвалиды 1-2 группы, рабочие крестьянских хозяйств. Установлено, что только в г. Жезказгане основную массу респондентов составили учащиеся, но, так как в этом городе много учащейся молодежи и такой подход позволил получить информацию обо всех слоях населения, это было оправдано. В остальных населенных пунктах распределение по роду занятий опрошенных было приблизительно одинаковым.

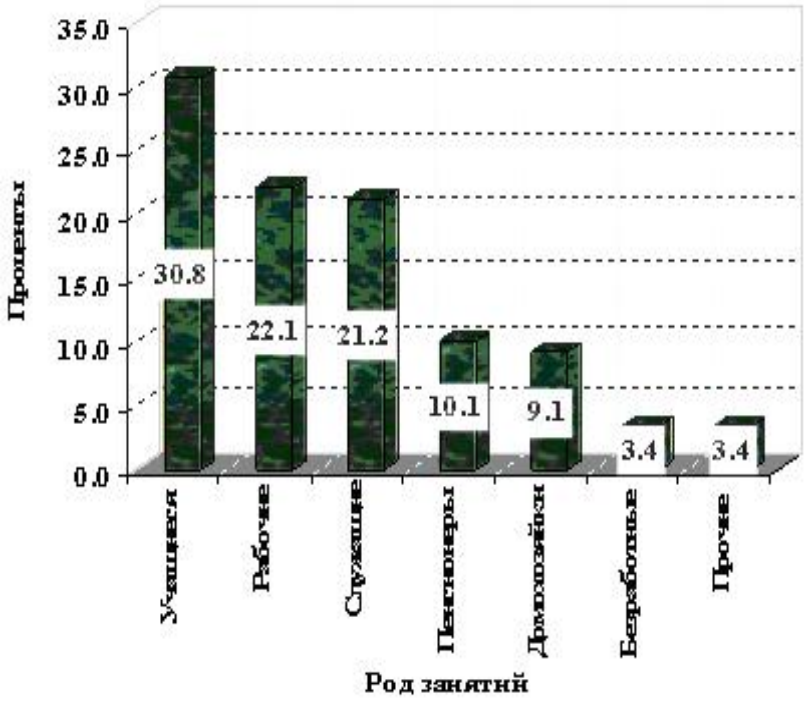


Рисунок 8. Распределение респондентов по роду занятий, %

Таким образом, опрос проведен у групп лиц, репрезентативных для каждого населенного пункта.

Образ жизни. Характеристика образа жизни респондентов складывалась из ответов на вопросы, касающихся семейного положения, условий быта, питания, вредных привычек и т.д.

Распределение респондентов по семейному положению проиллюстрировано рисунком 9.

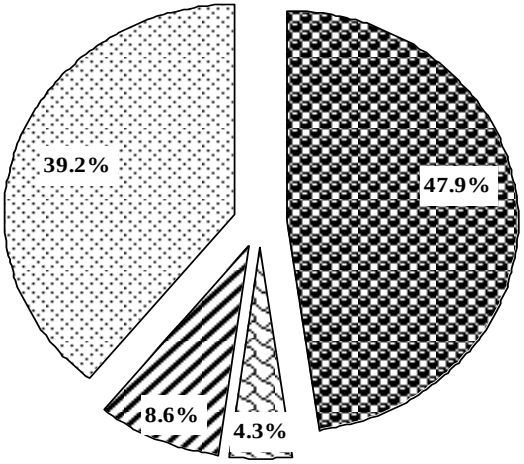


Рисунок 9. Семейное положение респондентов

Как видно из приведенных данных, почти половина респондентов замужем или женаты. На долю разведенных приходится 4,3%, вдовцов (вдов) – 8,6%. Около 40,0% - незамужние (холостые). Это в основном (98,8%) учащиеся в возрасте 17-20 лет.

Анкетирование показало, что жители г. Жезказгана и г.Сатпаева, хотя и живут в квартирах и собственных домах, но почти в половине случаев это проживание совместно или с родителями или с детьми (51,2±5,5% и 41,6±6,8%). В сельских поселках живут в основном в собственных домах (с. Карсакпай- 96,8±3,2%, в с. Талап – 96,2±3,8/%) и процент совместного проживания в 2-2,5 раза ниже. Если судить по размеру жилой площади, приходящейся на 1 человека, в 2/3 случаев - это 10 кв. м и больше, т.е. создается впечатление, что картина благоприятна. Однако, данный показатель является весьма субъективным, в

истинности реальной оценки площади возникали сомнения, поэтому ответы на данный вопрос в расчет не взяты.

Более информативны сведения о коммунальных условиях. Центральное отопление имеется почти во всех жилых помещениях жителей г.Жезказган и г.Сатпаев, и в 64,3±13,3% п.Жезказган. В селах Карсакпай и Талап в 90,3 -92,3% случаев отопление печное.

Центральное водоснабжение имели 61,9±5,3% жителей г. Жезказган и 50,9±6,9% жителей г. Сатпаев и пятая часть жителей п. Жезказган и с. Карсакпай. В с. Талап центральное водоснабжение отсутствовало.

Канализацией снабжены около 60% жилищ в г.Жезказган и г.Сатпаев и 7,1±7,1% жилищ в п. Жезказган. В с. Карсакпай и с. Талап на вопрос о наличии канализации респонденты ответили отрицательно.

Средние баллы, рассчитанные по суммарным оценкам характеристик жилищных условий, даны на рисунке 10.

Установлено, что наилучшие жилищные условия у респондентов, проживающих в г. Жезказгане (3,27±0,09), затем следует респонденты г. Сатпаев (2,96±0,1).

Средние баллы получены при оценке характеристик жилья в п. Жезказган (2,0±0,08) и с.Карсакпай (2,0±0,1). Наихудшие жилищные условия - у жителей с. Талап (1,6±0,06).

Различия между городами и п. Жезказган и селами статистически значимы ($t=4,8$, $t=7,4$; $p<0.001$).

Достоверно лучше характеристики жилья в п.Жеказган и с. Карсакпай по сравнению с с. Талап ($t=8.7$, $p<0.001$).

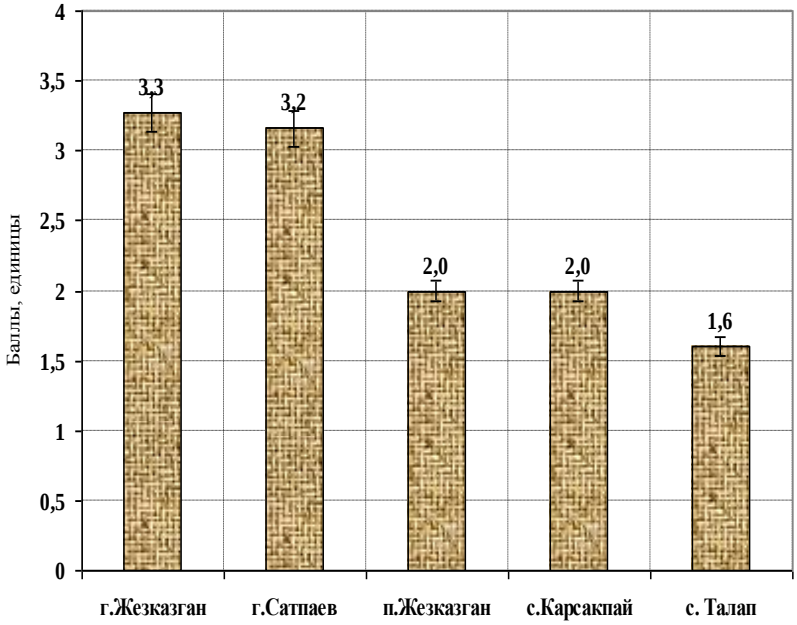


Рисунок 10 – Средние интегральные показатели по жилищным условиям

Что касается питания, недостаточность его отмечена у 8,3±3,0% респондентов из г. Жезказгана, у 3,7±2,6% - из г.Сатпаева, у 14,3±9,7% - из п.Жезказган, у 9,7±5,3% - из с. Карсакпай и у 7,7±5,3% из с. Талап. Значительных различий в ответах по этому фактору не обнаружено. Недостаточное питание выявляется приблизительно у каждого 10-13 человека.

Табакокурение распространено по населенным пунктам неравномерно. Наибольшее число некурящих отмечено в г. Жезказган -96,4±2,0%, наименьшее - в пос. Жезказган (64,3±13,3%), разница статистически значима

(t=2.38, p< 0.05). Имеются статистически значимые различия и в числе некурящих в г. Жезказган и в г. Сатпаев (96,4±2,0% против 79,2±6,2%, t=2.64, p< 0.01), т.е. в среди респондентов из г.Жезказгана было гораздо больше некурящих, чем среди респондентов из г.Сатпаев. Возможно, это объясняется большим процентом учащихся среди респондентов г. Жезказган. Злостные курильщики (выкуривающие больше пачки сигарет в день) немногочисленны и встретились лишь в числе опрошенных из г. Сатпаев (3,8±2,6%) и п. Жезказган (7,1±7,1%).

Употребление алкоголя мало распространено в большинстве населенных пунктов (число не употребляющих алкоголь колебалось от 90,3±5,3% до 92,7±2,9%). Исключение составил п. Жезказган, где 50.0±13,9% респондентов употребляли алкоголь, причем, половина из них регулярно (не менее 1 раза в неделю).

Что касается азартных игр, эта вредная привычка не была отмечена ни у одного респондента из сельских населенных пунктов, и встретилась только у горожан: у 2,4±1,7% опрошенных из г. Жезказган и у 9,4±4,0% опрошенных из г. Сатпаев.

Интегральные показатели по характеристике распространения вредных привычек среди респондентов в баллах приведены на рисунке 11. При этом отсутствие вредных привычек оценивалось самыми высокими баллами. Установлено, наиболее высокие показатели в г.Жезказгане, с.Карсакпай и с. Талап, т.е. среди респондентов этих населенных пунктов не распространены привычка курения, употребление алкоголя и увлечение азартными играми. Достоверно (p<0.05) меньшие показатели зафиксированы в г. Сатпаев и п.Жезказган: здесь гораздо больше курящих, употребляющих алкоголь (п. Жезказган) и увлеченных азартными играми (г.Сатпаев).

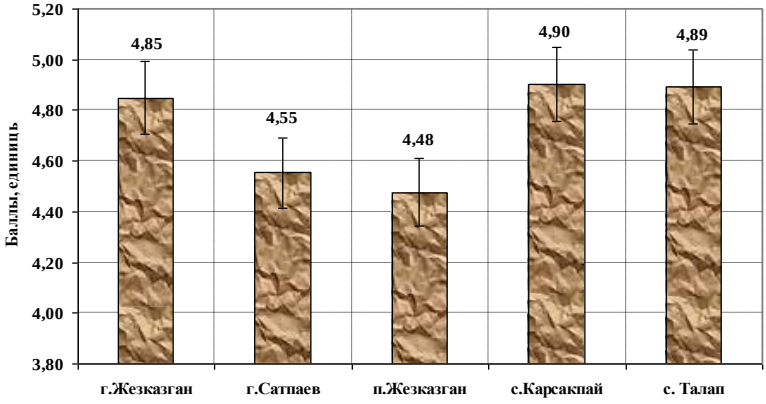


Рисунок 11. Средний интегральный показатель по вредным привычкам, баллы

Отвечая на вопросы о неблагоприятных условиях по месту жительства, большинство жителей г.Жезказгана (65,5±5,2%), г. Сатпаев (28,3±6,2%), п. Жезказган (50,0±13,9%), п. Талап (76,9±8,4%) и все 100,0% опрошенных из с.Карсакпай назвали плохое качество питьевой воды, которое может привести к развитию заболеваний желудочно-кишечного тракта, желчевыводящей, мочевыделительной систем.

Загрязнение воздуха пылью и наличие неприятных запахов отметило в основном население г. Жезказган (41,7±5,4% и 41,7±5,4%, соответственно) и с. Карсакпай (74,2±7,9% и 38,7±8,7%, соответственно). Значительно реже на пыль жаловались жители г. Сатпаев (24,5±5,9%), п. Жезказган (28,5±12,5%) и с .Талап (34,6±9,5%), неприятные запахи ощущали 7,5±3,6% респондентов г.Сатпаев и 7,6±5,3% респондентов с. Талап.

На вопрос, в какое время суток наиболее выражено загрязнение воздуха, наибольшее число респондентов назвали дневное время, а наименьшее загрязнение – утром.

Другими неблагоприятными для жизни факторами, которые отметили респонденты, были – отсутствие или малочисленность зеленых насаждений, мест для игры детей.

На плохой климат жаловались 40,5±5,4% респондентов г. Жезказгана, 71,0±8,1% опрошенных из с. Карсакпай, 17,0±5,2% опрошенных - из г. Сатпаев и отдельные лица из с. Талап и п. Жезказган

Интегральная оценка неблагоприятных факторов среды приведена на рисунке 12.

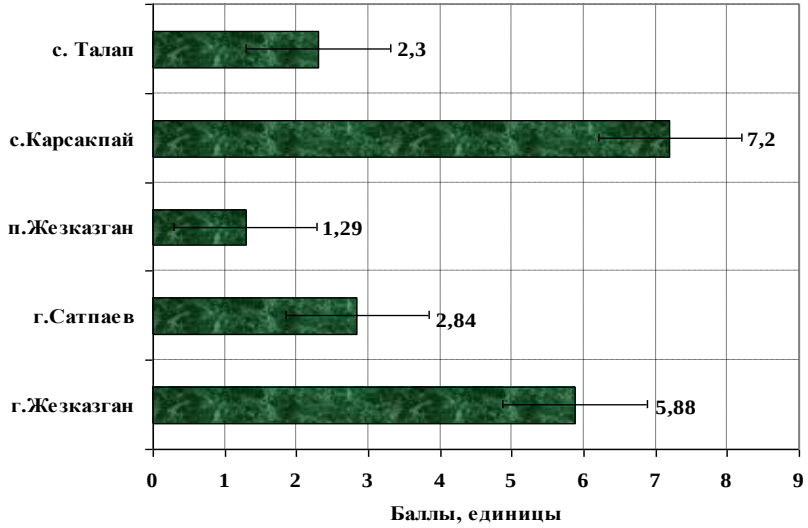


Рисунок 12. Интегральная оценка неблагоприятных факторов среды обитания, со слов респондентов, в баллах

Неблагоприятные факторы оценивались в баллах: плохая питьевая вода -1 балл, мало зелени - 3, нет места для игр детей - 3, воздух загрязнен пылью – 1, неприятные запахи – 2, дым – 1, плохой климат – 2.

Как видно из приведенных данных, наиболее неблагоприятна среда обитания в с.Карсакпай и г.

Жезказган. В остальных населенных пунктах, по мнению опрошенных лиц, неблагоприятных факторов гораздо меньше ($p<0.05$).

Самооценка респондентами качества здоровья. Основным лечебно-профилактическим учреждением, где обслуживались респонденты из г. Жезказгана, являлись сельские врачебные амбулатории (СВА)- 80,9±4,3%. В городскую поликлинику обращались лишь 15,5±4,3% из числа опрошенных жителей. В то же время респонденты из г. Сатпаев, главным образом, обслуживались в городской поликлинике – 71,7±6,2%, на долю СВА приходилось 26,4±4,3% всех обращений за медицинской помощью. Опрошенные жители из п. Жезказган также обслуживались в основном в городской поликлинике (85,7±9,7%). Что касается респондентов из с. Карсакпай и с. Талап, они прибегали к помощи СВА в 100,0 % и в 76,9±9,7%, соответственно.

Чаще всего обращались за медицинской помощью респонденты из с. Карсакпай, каждый из них хотя бы раз в году посещал лечебные учреждения. По числу посещений 5-9 раз в году процент по с.Карсакпай также был гораздо выше, чем в других населенных пунктах.

Главной причиной обращения за медицинской помощью опрошенных лиц служили заболевания органов дыхания. Ни разу за год по поводу данной патологии не обратились за медицинской помощью 1,2±1,2% респондентов из г. Жезказган, 6,5±4,4% из с.Карсакпай, 7,7±4,4% из с. Талап. В среднем по поводу заболеваний органов дыхания около половины респондентов из разных населенных пунктов обращалась менее 2 раз, а 1/3 часть - 2-4 раза.

На втором месте по числу обращений стояли болезни органов пищеварительного тракта. Ни разу не обращались по поводу данной патологии 7,1±2,8% опрошенных из г.

Жезказган, 24,5±5,9% из г.Сатпаев, 7,1±7,1% из п. Жезказган и 12.9±6,0% - из с. Карсакпай. Довольно часто (2 и более раз в году) 67,7±8,4% жителей с. Карсакпай и 44,0±5,4% жителей г.Жезказган посещали лечебные учреждениями в связи с болезнями желудка и кишечника. Только проценты обращения в лечебные учреждения жителей с. Карсакпай достоверно выше, чем в других населенных пунктах.

Что касается обращений по поводу заболеваний сердца и сосудов, процент респондентов из г. Саптаев, ни разу за год не обратившихся с данными заболеваниями, гораздо выше, чем в п. Жезказган, с.Карсакпай и с. Талап. Чаще всего (5 и более раз в год) за медицинской помощью по поводу заболеваний сердечно-сосудистой системы обращались опрошенные из с. Карсакпай.

Признаки кожных заболеваний в наибольшем проценте случаев обнаруживались у жителей с. Карсакпай. Так, 2 раза и чаще в год обращалось к медперсоналу 42,0±8,9% опрошенных карсакпайцев, тогда как респонденты из г. Жезказган прибегали к медпомощи по поводу кожных заболеваний в 2,5 раза реже, респонденты из п.Жезказган – в 6 раз реже, респонденты из г. Сатпаев – в 3,7 раз реже, респонденты из с. Талап-в 5,5 раз реже .

Сравнительно часто респонденты из с. Карсакпай обращались к медработникам в связи с симптомами заболеваний почек, 2 и более раз в год к медицинской помощи прибегали 71,0±8,1%. Это гораздо больший процент обращений по сравнению с респондентами из других населенных мест.

Признаки нервных болезней, по поводу которых опрошенные часто (2 и более раз) прибегали к медицинской помощи, встречались приблизительно в одинаковом проценте случаев и в г. Жезказгане и в с.Карсакпай.

В оценку состояния здоровья внесен ряд уточняющих вопросов, в частности, как оценивается состояние здоровья по сравнению с тем, что было год назад.

Следует подчеркнуть, что улучшение здоровья отметила лишь 1/5 часть жителей городов и поселка городского типа Жезказган. У сельчан только единицы ответили на этот вопрос положительно. Хуже стали себя чувствовать 16,9±4,1% жезказганцев, 23,0±5,8% жителей г.Сатпаев, 28,6±12,5% - жителей п. Жезказган, 23,4±7,6% сельчан с.Карсакпай и 38,4±9,7% сельчан с. Талап. Хотя различия между жителями городов и сел не достигают математически значимых различий, процент сельчан, почувствовавших ухудшение здоровья в последний год, было в 1,5 раза выше, чем горожан.

Еще одна группа вопросов, уточняющих состояние здоровья, касалась ограничений при выполнении тяжелых, средних и легких физических нагрузок. Здесь произведено сопоставление между сельчанами и жителями г. Сатпаев, так как эти группы не имели значительных различий по возрастному составу.

Обнаружено, что процент значительных ограничений при выполнении физических нагрузок несколько чаще выявлялся у сельчан, но различия статистически не значимы.

Физическое состояние в подавляющем большинстве случаев не мешало или немного мешало в общении с семьей, родственниками и соседями на всех сравниваемых территориях.

На вопрос о том, как вы оцениваете свое здоровье на данный момент (по 5-тибалльной системе), 37,4±5,3% - опрошенных жезказганцев; 26,4±6,1% опрошенных сатпаевцев, жителей п. Жезказган ответили «отличное» или «очень хорошее» (рисунок 13).

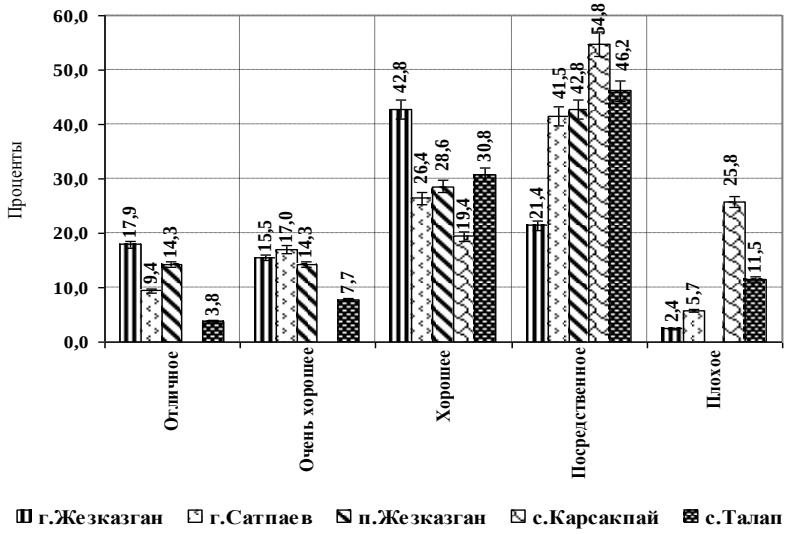


Рисунок 13. Оценка респондентами своего здоровье на данный момент

Ни один из жителей с. Карсакпай такую оценку своему здоровью не дал. Из с. Талап «отличное» и «очень хорошее здоровье» имели, по ответам опрошенных, 11,5±6,3%. Различия между опрошенными сельчанами и респондентами из г.Жезказгана значительные. Возможно, это объясняется тем, что в числе опрошенных жезказганцев высок процент молодежи - учащихся.

Считают, что их здоровье стало лучше, чем год тому назад 36,2± 5,3% опрошенных из г. Жезказган, 34,6± 6,6% - из г. Сатпаева, 57,1± 13,7% - из п.Жезказган, 23,4± 7,7% из с. Карсакпай и 19,2± 7,7% - из с. Талап. Данные о состоянии здоровья в определенной мере дополняют сведения о возможности перенесения определенных физических нагрузок и физическом состоянии респондентов. Результатом анализа состояния здоровья каждого опрошенного явилась интегральная оценка в

баллах. Наивысший балл – 5, а самый низкий – 1. Данные о средней интегральной оценке состояния здоровья мужчин, женщин и лиц обоего пола отдельных населенных пунктов приведены на рисунке 14. Установлено, что во всех населенных пунктах оценка состояния здоровья опрошенных мужчин несколько выше, чем женщин, но эти различия незначительны. Самый низкий уровень здоровья выявлен у лиц обоего пола в с. Карсакпай (3,5), более высокий обнаружен у респондентов из г. Сатпаева (3,77), из п. Жезказган (3,95), . г. Жезказган (3,95). Различий в оценке состояния здоровья респондентов с. Карсакпай и с. Талап не выявлено. Аналогичная ситуация складывается и у респондентов-женщин. Самая низкая оценка уровня здоровья обнаружена у жителей в с. Карсакпай (3,46). Она значительно ниже, чем у жительниц г. Сатпаев (3,75), п.Жезказган (3,9), г.Жезказган (3,88). Достоверных различий в оценке состояния здоровья опрошенных жительниц с. Карсакпай и с. Талап не выявлено.

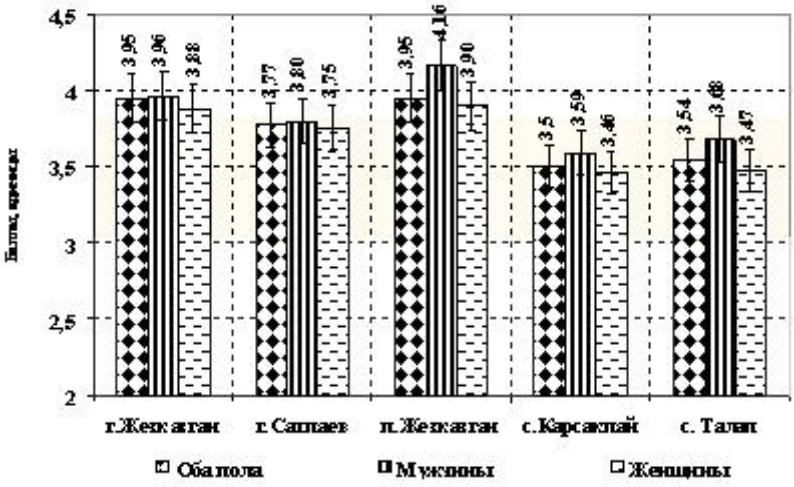


Рисунок 14. Средняя интегральная оценка состояния здоровья, по результатам опроса респондентов

Что касается мужчин-респондентов, статистически значимых различий в оценках их здоровья не обнаружено.

Интегральные оценки состояния здоровья респондентов распределены по трем градациям уровня: до 3 баллов – ниже среднего, от 3 до 4 – средний, больше 4 – выше среднего. В таблице 8 представлено распределение по градациям уровня здоровья опрошенных лиц, проживающих в изучаемых населенных пунктах.

Таблица 8– Распределение случаев по градациям состояния здоровья и месту жительства

№№ п/п	Наименование населенного пункта	Градации уровня здоровья			Всего
		Ниже среднего (< 3 балла)	Средний (3-4 балла)	Выше среднего (> 4 баллов)	
1.	г.Жезказган	1	38	45	84
2.	г.Сатпаев	4	27	22	53
3.	п.Жезказган		6	8	14
4.	с.Карсакпай	4	21	6	31
5.	с.Талап	4	18	4	26

Расчеты показателей относительного риска показали, что по сравнению с г.Сатпаев риск ниже среднего уровня здоровья в с. Карсакпай равен 1,41 (0,6-3,8), в с. Талап - 1,61 (0,7-4,3). По сравнению с г. Жезказган риск ниже среднего уровня в с. Карсакпай равен 3,26 (1,4-7.8), в с. Талап – 3,82 (1,7-8,8). Т.е. наибольший риск ниже среднего уровня здоровья имеют жители с. Талап и с. Карсакпай. При сравнении уровня состояния здоровья горожан обнаружено, что риск низкого уровня здоровья выше у респондентов из г. Сатпаев - 2,16.

Следующий этап анализа преследовал цель - оценить состояние здоровья в зависимости от рода занятий.

На рисунке 15 приведена частота обращения за

медицинской помощью респондентов, различающихся по роду занятий.

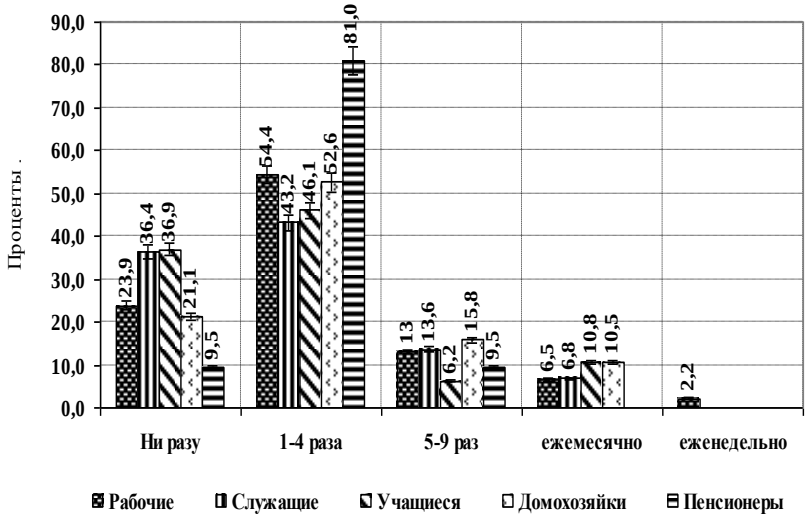


Рисунок 15. Частота посещений лечебных учреждений в течение года респондентами различных социальных групп, %

Как видно из представленных данных, 21,1-36,9% респондентов, исключая пенсионеров, не обращаются в лечебные учреждения. Половина опрошенных бывает у медицинских работников 1- 4 раза в году.

Что касается пенсионеров, то 81,0% из них посещают лечебные учреждения с этой частотой. Единицы обращаются за медицинской помощью 5-9 раз в году и ежемесячно, достоверных различий между отдельными группами не обнаружено. Интегральная балльная оценка состояния здоровья у различных социальных групп проиллюстрирована рисунком 16.

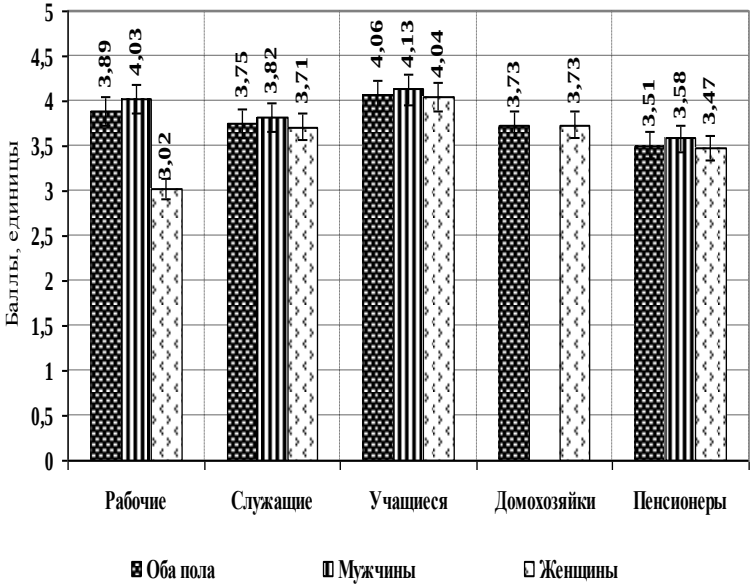


Рисунок 16. Интегральная оценка состояния здоровья, по результатам опроса респондентов различных социальных групп

Самую высокую оценку по состоянию здоровья имеют учащиеся (4,06±0,06). Она много выше, чем у служащих (3,75±0,05) и пенсионеров (3,51±0,06) (t=3.87 и t=6.47, соответственно, p< 0.01) но значительно не отличается от интегральной оценки состояния здоровья рабочих (3,89±0,08) и домохозяек (3,73±,17) (p>0,05).

Как и следовало ожидать, наименьшую оценку состояния здоровья имеют пенсионеры. Во всех социальных группах оценка состояния здоровья мужчин, по данным опроса, чуть выше, чем у женщин, но различия статистически недостоверны.

У опрошенных мужчин и женщин наивысшую оценку состояния здоровья имели учащиеся, а самую низкую у мужчин – пенсионеры, а у женщин – рабочие.

Таким образом, проведенный анализ качества здоровья, по данным опроса респондентов, позволил установить, что оно зависит от места жительства, социальной группы и пола.

Оценка ментальности. Ментальность — это интеллектуально-эмоциональные особенности индивида, мысли и эмоции которого неразделимы, где мысли — диктуются культурой, а эмоции — реакция на изменения внешней среды, которая опирается на культурные ценности индивида (Mikhail V. Volchenkov). Ментальность формируется в процессе воспитания и обретения жизненного опыта. Таким образом, ментальность — это то, чем различаются индивиды, получившие воспитание в различных культурных средах. В традиционном значении «ментальность» синонимична «менталитету» и подразумевает (как правило, в социологических контекстах) тот или иной «склад ума», то есть устойчивые интеллектуальные и эмоциональные особенности, присущие тому, или иному индивиду (обычно как представителю некоторой социальной группы). Ментальность — способ видения мира, в котором мысль не отделена от эмоций.

Одна из важных характеристик ментальности - взаимоотношение с окружающими людьми - родственниками, соседями, друзьями, коллегами по работе. Установлено, что респонденты из большинства населенных пунктов коммуникабельны и имеют отличные и хорошие взаимоотношения с окружающими их людьми. Лишь опрошенные из п. Жезказган в 40 с лишним процентов случаев оценивают свои взаимоотношения как удовлетворительные.

Интегральная оценка ментальности приведена на рисунке 17. Чем выше балл, тем лучше взаимоотношения между людьми. Обнаружено, что наиболее высокий балл

получили жители г. Жезказган. Видимо, это объясняется большой долей опрошенных учащихся, склонных к тесному общению, дружелюбию. Когорты респондентов из остальных населенных пункты не имели значительных возрастных различий.

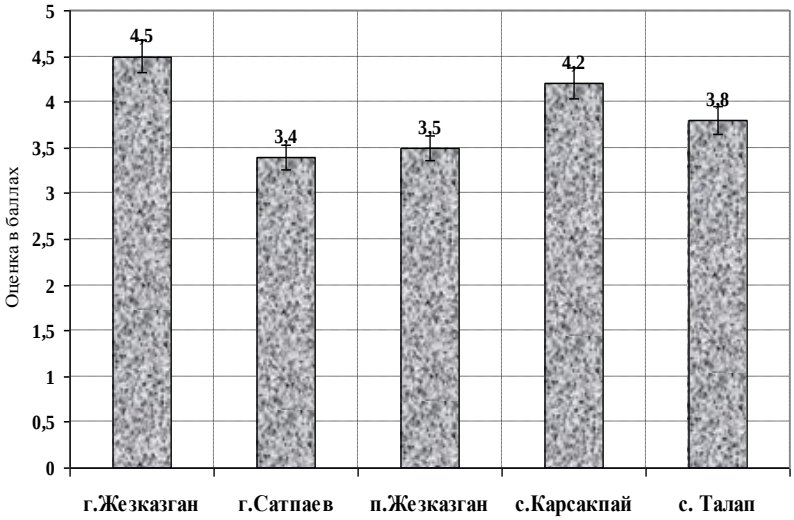


Рисунок 17. Интегральная оценка ментальности, по результатам опроса респондентов из различных населенных пунктов

Установлено, что в оценках ментальности жителей г.Сатпаев, пос. Жезказган и с. Талап значительных различий нет. Лишь у жителей с. Карсакпай, где отмечены очень хорошие взаимоотношения, по словам респондентов, оценка составила 4,2 балла, что гораздо ($p<0.05$) выше, чем в г.Сатпаев, пос.Жезказган и с. Талап.

Оценка качества жизни. Суммарная оценка качества жизни складывалась из интегральных оценок жилья, состояния здоровья и ментальности. Полученные результаты проиллюстрированы рисунком 18.

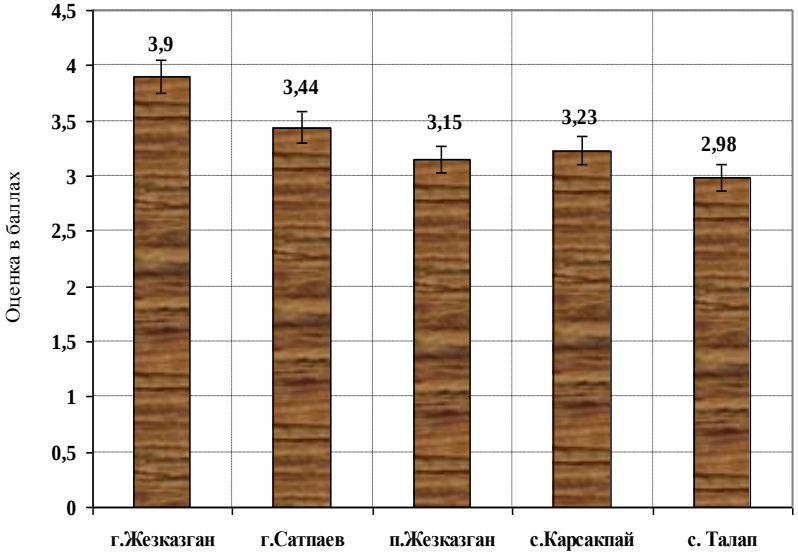


Рисунок 18. Интегральная оценка качества жизни, по результатам опроса респондентов из различных населенных пунктов

Из этих данных следует, что самое высокое качество жизни в г. Жезказган (3,9), чуть ниже в г. Сатпаев (3,44) а самое низкое – в с. Талап (2,98). Приблизительно на одном уровне по качеству жизни находятся респонденты из пос. Жезказган и с. Карсакпай.

Резюмируя вышеизложенное, можно заключить, что большинство респондентов живут в сравнительно неблагоприятных условиях окружающей среды, создаваемых резко континентальным климатом, плохим качеством питьевой воды, загрязнением воздуха пылью, отсутствием или малочисленностью зеленых насаждений. Некоторые из опрошенных лиц обращают внимание на перечисленные особенности территории, другие нет. Исходя из этого, в суммарной характеристике качества жизни, были взяты объективные признаки,

характеризующие качество жилья (отопление, электрообеспечение, водоснабжение, санитарные условия, обеспеченность коммунальными услугами и т.д.); здоровье с подробным анализом имеющихся симптомов болезней, количества обращений за медицинской помощью, самочувствия и возможности выполнения физических нагрузок, динамики здоровья на протяжении последнего года; ментальность – на основе оценки взаимоотношений с родственниками, друзьями, соседями и сослуживцами. На наш взгляд, такой подход позволил в какой-то мере оценить качество жизни в отдельных населенных пунктах.

Республика Казахстан вместе с мировым сообществом вступает в новую цивилизацию, важнейшими характеристиками которой являются, прежде всего, глобальные изменения в экономике, гуманизация основных сфер жизни, изменение роли образования, науки и культуры в обществе. Эти процессы способствуют повышению роли человеческого капитала, и изучение проблем качества жизни становится очень актуальным.

Проведенный анализ объективных показателей, отображающих качество, в частности, медико-демографической ситуации позволяет заключить, что в городах она тревоги не вызывает. В селах складывается более напряженная ситуация: это прогрессирующее уменьшение численности жителей сел, рост смертности в с. Карсакпай, неустойчивый рост показателей рождаемости в с. Талап.

Что касается субъективного восприятия качества жизни, то оно отражает удовлетворенность населения индивидуальными условиями жизни (достаток, жилища, питание, работа и др.), а также социальную удовлетворенность положением дел в государстве (справедливость власти, доступность образования и здравоохранения, безопасность существования,

экологическое благополучие).

Установлено, что из числа опрошенных в данной местности достаточно долго -10 лет и больше - проживает 77,0%. Это свидетельствует о том, что условия жизни в данном регионе устраивают большинство респондентов и значительного внимания на неудобства, связанные с ракетно-космической деятельностью они не уделяют..

При оценке по пятибалльной системе установлено, что наилучшие жилищные условия у жителей г. Жезказган, затем следует респонденты из г. Сатпаев. Средние баллы получены при оценке характеристик жилья в п. Жезказган и с.Карсакпай. Наихудшие жилищные условия - у жителей с. Талап.

Анкетирование показало, что жители г. Жезказгана и г.Сатпаева, хотя и живут в квартирах и собственных домах, но почти в половине случаев это проживание совместно или с родителями или с детьми. В сельских поселках живут в основном в собственных домах и процент совместного проживания в 2-2,5 раза ниже. Центральное отопление имеется почти во всех жилых помещениях жителей городов и пос.Жезказган. В селах Карсакпай и Талап отопление печное. Центральное водоснабжением обеспечены около половины опрошенных жителей городов и пятая часть жителей п. Жезказган и с. Карсакпай; в с. Талап его нет. Аналогичное положение с обеспечением канализацией.

Отмечена повсеместно недостаточность питания. Выявляется оно приблизительно у каждого 10-13 человека.

Отвечая на вопросы о неблагоприятных условиях по месту жительства, большинство жителей назвали плохое качество питьевой воды. В меньшем проценте это связано с загрязнением воздуха пылью, наличием неприятных запахов. Другими неблагоприятными для жизни факторами, которые отметили респонденты, были –

отсутствие или малочисленность зеленых насаждений, мест для игры детей. Были жалобы на плохой климат. Обнаружено, что, по данным опроса респондентов, в г.Жезказгане, с.Карсакпай и с. Талап не распространены привычки курения, употребления алкоголя и увлечения азартными играми.

По данным опроса о состоянии здоровья особых различий в ответах мужчин и женщин не выявлено. Самый низкий уровень здоровья выявлен у лиц обоего пола в с. Карсакпай, более высокий - у респондентов из г. Сатпаева, из п. Жезказган, г. Жезказган. Различия статистически значимы. Достоверных различий в оценке состояния здоровья респондентов с. Карсакпай и с. Талап не выявлено.

Проведенный анализ качества здоровья, по данным опроса респондентов, позволил установить, что оно зависит от места жительства, социальной группы.

Наиболее высокий балл по ментальности получили жители г. Жезказган. Видимо, это объясняется значительной долей опрошенных учащихся, склонных к тесному общению и с друзьями и с родственниками. Достоверных различий в оценке ментальности жителей г.Сатпаев , пос. Жезказган и с. Талап не обнаружено. Лишь у жителей с. Карсакпай взаимоотношения очень хорошие – на 4,2 балла, что гораздо выше, чем в г.Сатпаев, пос.Жезказган и с. Талап.

Произведя интегральную оценку данным анкетного опроса, сделан вывод о том, что самое высокое качество жизни в г. Жезказган, чуть ниже в г. Сатпаев, а самое низкое – в с. Талап. Приблизительно на одном уровне по качеству жизни находятся респонденты из пос. Жезказган и с. Карсакпай.

Следует подчеркнуть, что в ходе опроса не возникло дискуссии по поводу отрицательного влияния ракетно-

космической деятельности на качество жизни жителей городов Жезказган, Сатпаев, п. Жезказган, с. Карсакпай и с. Талап. В основном отмечена неудовлетворенность качеством питьевой воды, недостаточным числом на селе рабочих мест, что приводит к миграции населения трудоспособного возраста в города.

Влияние пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на психоэмоциональное состояние населения, по данным социологического и медико-статистического исследований

До настоящего времени нет окончательного ответа на вопрос о том, как ракетно-космическая деятельность отражается на состоянии здоровья людей, живущих вблизи штатных районов падения, на подтрассовых территориях, при возникновении аварийных ситуаций, хотя она имеет принципиальные отличия от других антропогенных воздействий, так как влияет практически на все геосферы Земли, от ее поверхности до геостационарных орбит. Кроме того, само воздействие ракетно-космической техники (РКТ) многообразно – акустическое, тепловое, механическое, химическое, электромагнитное, радиоактивное [37].

Общепризнано, что здоровье населения формируется под влиянием многих социально-психологических и социально-экономических обстоятельств. В структуре факторов, обусловливающих патологию человека, 50% составляет образ жизни, 15-20% – биологические факторы, 20-25% – окружающая среда, 10-15% – деятельность органов и учреждений здравоохранения [33]. Фактор экологического неблагополучия в зависимости от природы и особенностей биологического действия загрязнителя, длительности и интенсивности его воздействия может

влиять на состояние здоровья остро или хронически [38-40].

Неоднократные отрицательные результаты исследований, проведенных для обнаружения компонентов ракетных топлив и продуктов их трансформации в объектах среды обитания населенных пунктов, прилегающих к территориям штатных и аварийных районов падения частей ракет космического назначения, свидетельствовали в пользу того, что химический фактор, видимо, не оказывает влияния на формирование здоровья проживающего здесь населения.

В 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 вследствие многих причин [41].

Слово «стресс» является одним из наиболее часто употребляемых психологических понятий. Точное число 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.

Если стрессор сильный, а защитные приспособительные реакции индивида слабые, то может наступить чрезмерная (невыносимая) напряженность, которая еще и долго продолжается - это состояние называется дистрессом. Если стресс еще можно назвать

нормальным состоянием (стремиться избежать любого напряжение в жизни невозможно, да и не нужно, поскольку скука - это тоже мощная нагрузка), то дистресс - нет. Дистресс – это сильное негативное состояние, проявляющееся в крайне сильном напряжении.

Стресс может быть: по интенсивности - слабым и сильным; по степени осознанности - неосознаваемым и осознаваемым; по продолжительности - кратковременным, долговременным, периодическим. Наиболее вреден для человека хронический стресс, который время от времени повторяется. Влияние хронического стресса на здоровье проявляется: функциональными нарушениями деятельности различных органов и систем, «психосоматическими» болезнями, возникновением пограничных психических расстройств (неврозов), обострением и более частым рецидивом хронических соматических заболеваний.

В литературе высказано мнение, что психоэмоциональная реакция, развивающаяся 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 дезадаптацией [42,43]. Хроническое эмоциональное напряжение при длительном действии стрессора, который представлен последствиями ракетно-космической деятельности, сопровождается изменением функционального состояния и снижением адаптационных возможностей организма [44].

Вышеизложенное определило цель настоящей работы: оценить влияние психофизиологического и других неблагоприятных факторов на состояние здоровья населения, проживающего на территориях, подверженных возможному воздействию ракетно-

космической деятельности.

Учитывая сложность и специфику проблемы оценки, были определены два направления исследований - скрининговое социально-психологическое и медицинское.

Для объективной оценки роли ряда факторов в изменении состояния здоровья населения разработаны и реализованы:

- специальный социально-психологический опросник и проведено социально-психологическое обследование людей для выявления причин формирования возможных психоэмоциональных реакций у населения, в том числе в момент пусков РН;
- анализ формирования возможных психоэмоциональных реакций у населения в зависимости от пола и возраста в межпусковые периоды и в дни пусков РН (г.Жезказган) на основе данных случайной выборки;
- сравнительный анализ частоты обращений за скорой медицинской помощью и диагностированных заболеваний в зависимости от возраста и пола в межпусковые периоды и в дни пусков РН (г. Жезказган).

Результаты социального опроса о реакции жителей г. Жезказган и п. Жезказган на пуски ракет-носителей с космодрома «Байконур»

Специальный социально-психологический опросник для оценки влияния пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на состояние здоровья населения включал 4 блока вопросов: образ жизни, среда обитания, реакция на ракетно-космическую деятельность, генетические факторы.

Статистическая обработка включала расчет средних, их ошибок и t-критерия Стьюдента [35].

Всего опрошено 418 человек, в их числе 322 жителя г.

Жезказган и 96 - п. Жезказган.

Из числа опрошенных было 147 мужчин (35,2%) и 271 (64,8%) женщина.

Большую часть респондентов из г. Жезказган составляли женщины (75,5%), а из п. Жезказган – мужчины (70,8%).

Распределение опрошенных лиц по полу и возрасту представлено в таблице 9.

По приведенным данным видно, что основная масса респондентов – (84,5%) приходилась на возраст 18-59 лет. Между мужчинами и женщинами есть значительные различия по численности только в трех возрастных группах: 18-19 лет, где значительно больше женщин, и 40-49 лет, 70 лет и старше, где преобладают мужчины. Так что можно говорить о незначительности различий между возрастным составом мужчин и женщин.

Результаты сравнительного анализа распределения по полу и возрасту опрошенных лиц из г. Жезказган и п. Жезказган показали (рисунок 19), что имеются некоторые различия по отдельным возрастным группам.

У мужчин различия наблюдается в возрастных группах 18-19, 30-39 лет: в первом случае преобладают жители г. Жезказгана, во втором – жители п. Жезказган. Аналогичная ситуация складывается и у респондентов женского пола, кроме того, нет опрошенных женщин в возрастной группе 60 лет и старше в п. Жезказган. Вместе с тем, в целом все эти группы сопоставимы.

Таблица 9 – Распределение респондентов по полу и возрасту

Возрастная группа, лет	Всего		В том числе:				Вероятность ошибки - p
	Абс. число	%	Мужчин		Женщин		
			Абс. число	%, M±m	Абс. число	%, M±m	
До 18	30	7,2	8	5,4±1,9	22	8,1±1,5	>0.05
18-19	74	17,7	14	9,5±2,4	60	22,1±2,5	<0.001
20-29	99	23,7	40	27,2±3,7	59	21,8±2,5	<0.01
30-39	91	21,8	39	26,5±3,6	52	19,1±2,4	>0.05
40-49	45	10,8	17	11,6±2,6	28	10,3±1,8	<0.01
50-59	42	10,0	14	9,5±2,4	28	10,3±1,8	>0.05
60 и старше	26	6,2	11	10,2±2,5	15	5,5±1,4	>0.05
70	9	2,1	4		5	1,8±0,8	<0.01
Возраст не указан	2	0,5			2	0,7±0,5	>0.05
Всего	418	100	147	100,0	271	100	

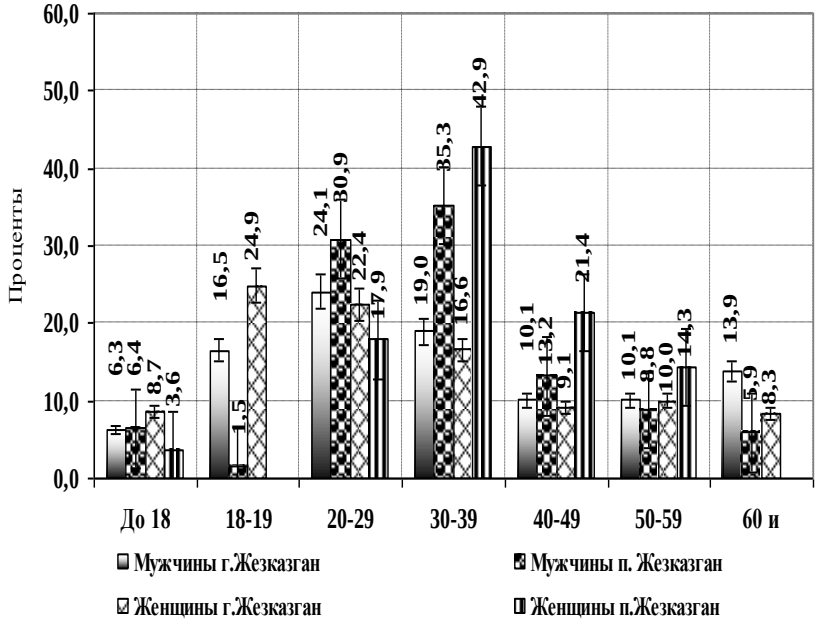


Рисунок 19. Распределение по полу и возрасту респондентов из г. Жезказган и п. Жезказган

На вопросы анкеты ответили все 418 респондентов.

Для того чтобы установить, как оценивают жители г. Жезказган и п. Жезказган среду их обитания, задан целый ряд вопросов.

В частности, на вопрос: «В регионе, где Вы проживаете, неблагоприятная экологическая обстановка?»,- 73,9 – 82,6% ответили утвердительно. Это, связано с:

- высоким уровнем радиационных, магнитных, гелиокосмических и/или других излучений, по мнению 72,4±2,5% респондентов из г. Жезказган и 73,9±4,5% опрошенных из п. Жезказган;

- наличием в регионе вредных производств

(утвердительные ответы 74,5±2,5% жителей города и 84,4±3,7% жителей поселка);

- неблагоприятными климатическими факторами (57,4±2,8% положительных ответов жителей г.Жезказган и 60,4±2,5% - жителей п.Жезказган);

- плохим качеством питьевой воды (78,0±2,3% утвердительных ответов жителей города и 95,8±2,0% - жителей п. Жезказган).

Результаты ответов на вопрос: «В вашем регионе ощущается влияние ракетно-космической деятельности?» представлены на рисунке 20.

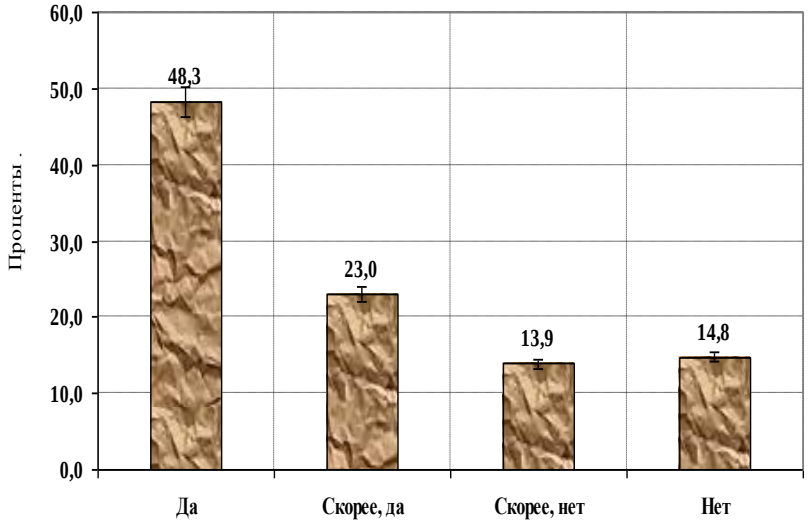


Рисунок 20. Ответы респондентов на вопрос: «В вашем регионе ощущается влияние ракетно-космической деятельности?»

Из числа всех опрошенных 71,3±2,2% ответили «да» и «скорее да». Неоднозначны были ответы горожан и жителей поселка. Процент респондентов из г. Жезказган, ответивших положительно на заданный вопрос, был гораздо меньше, чем процент респондентов из п. Жезказган

(68,4±2,6% против 79,2±4,1%, t= 2.16, p<0.05). При сопоставлении результатов ответов на данный вопрос всех мужчин и женщин значительных различий не выявлено: положительно («да» и «скорее, да») ответили на данный вопрос 70,3±3,8% мужчин и 71,2±2,8% женщин (p>0.05).

Причем, среди мужчин-горожан процент положительно ответивших был гораздо меньше (62,8±5,5%), чем среди жителей поселка (79,1±5,0%) (t=2.2, p<0.05). Что касается женщин, между горожанками и жительницами поселков по проценту положительно ответивших на заданный вопрос различий нет (70,2±2,9% против 79,3±7,5%, t=1.1 p>0.05).

Результаты ответов на вопрос «Следите ли вы за объявлениями в средствах массовой информации о предстоящем пуске?» проиллюстрированы рисунком 21.

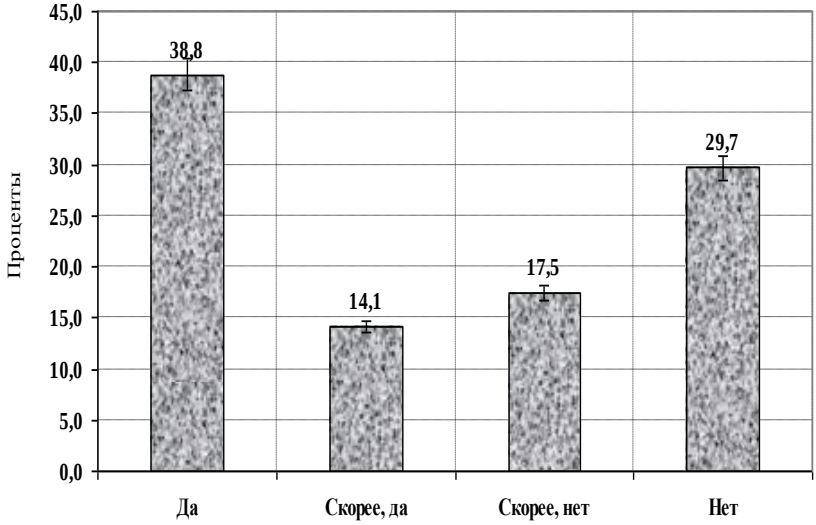


Рисунок 21. Ответы респондентов на вопрос: «Следите ли вы за объявлениями в средствах массовой информации о предстоящем пуске?»

Только половина опрошенных следит за объявлениями в средствах массовой информации о предстоящем пуске.

Наибольшую тревогу по поводу наличия в регионе районов ОЧ РН проявляют жители п. Жезказган – число положительных ответов здесь достигает 83,3±3,8%. Гораздо меньше (t= 4,7, p< 0,05) данным фактом обеспокоены жители г. Жезказган: ответили «да» и «скорее, да» - 65,6±2,7% (рисунок 22). Проценты обеспокоенных этим фактом мужчин и женщин приблизительно одинаковы – 75,2±3,6% и 75,8±2,7%, соответственно.

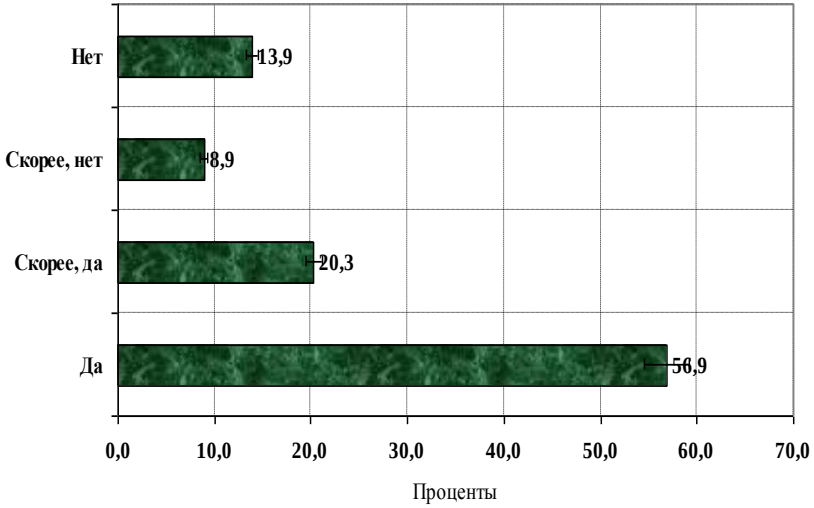


Рисунок 22. Ответы респондентов на вопрос: «Вы обеспокоены наличием в Вашем регионе районов падения отделяющихся частей ракет-носителей?»

Изменения в состоянии здоровья 63,2±2,4% опрошенных увязывают с пусками космических ракет (рисунок 23). Причем, из числа горожан об этом заявили 60,6±2,7% респондентов, из числа жителей поселка –

71,9±5,6%, различия не достигают статистически значимых величин.

Больший процент женщин, чем мужчин, считает, что на их состояние здоровья оказывают влияние пуски космических ракет: 76,0±2,6% против 58,6 ±4,1% (t=3.58, p<0.001). Эта ситуация прослеживается и в г. Жезказгане, и в п.Жезказган.

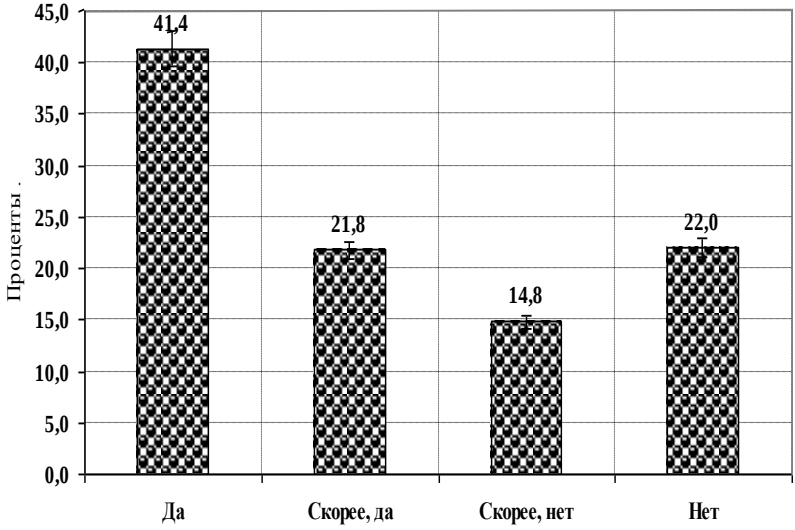


Рисунок 23. Ответы респондентов на вопрос: «Увязываете ли Вы изменения в состоянии здоровья с пусками космических ракет?»

Интересны ответы на вопрос: «Знаете ли Вы об аварии РН "Протон-М" в сентябре 2007 г. в Улытауском районе Карагандинской области?»: 22,2±2,0% об этом даже не слышали (рисунок 24), 2,6±0,8% - что-то припоминают. Только 75,1±2,1% наверняка знают об этом событии. Проценты осведомленных о данном событии жителей города и поселка практически одинаковы (75,9±0,8% из числа опрошенных горожан и 83,4±3,8% из числа

респондентов из поселка, t=1.7б p>0,05).

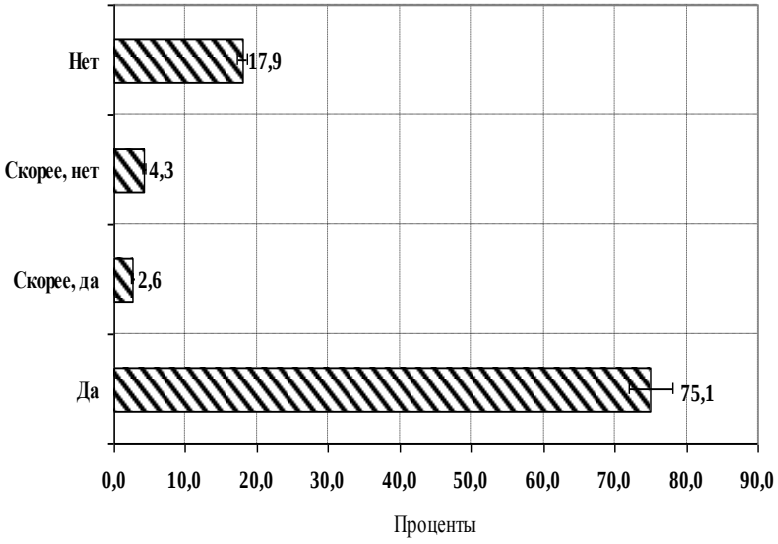


Рисунок 24. Ответы респондентов на вопрос: «Знаете ли Вы об аварии РН "Протон-М" в сентябре 2007 г. в Улытауском районе Карагандинской области?»

Такая же картина складывается при сопоставлении процента положительных ответов мужчин и женщин: значительной разницы нет – 81,4±3,2% и 75,6±2,6%. В ответах на этот вопрос между респондентами женщинами и мужчинами из г.Жезказгана и п. Жезказган значительных различий нет.

На вопрос: «Отреагировали ли Вы на сообщение об аварийном падении РН "Протон-М"?», лишь 38,7±2,4% ответили отрицательно (рисунок 25).

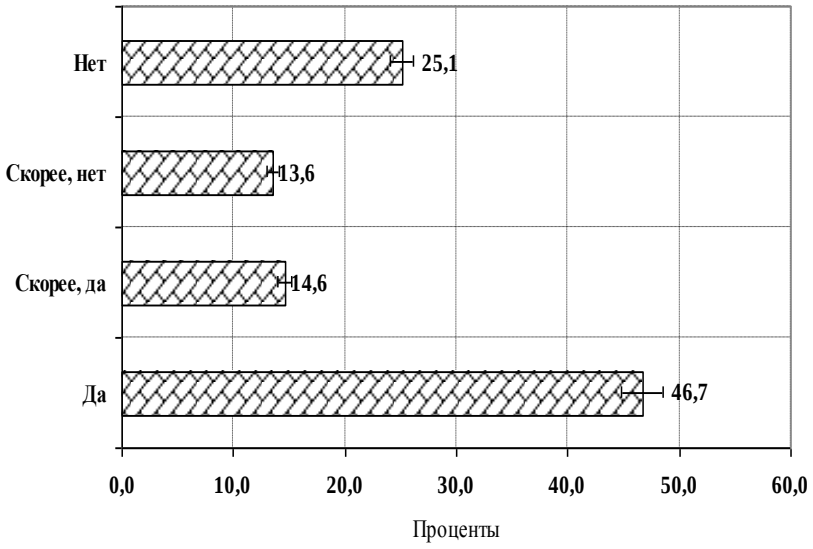


Рисунок 25. Ответы респондентов на вопрос: «Отреагировали ли Вы на сообщение об аварийном падении РН "Протон-М"?»

Приблизительно в одинаковом проценте случаев отметили реакцию своего организма на сообщение об аварии и горожане (60,3±2,7%), и жители поселка (63,5±4,9%). Положительно на этот вопрос ответили 61,4±4,0% мужчин и 60,9±3,0% женщин.

Ответы на следующий вопрос: «Обратились ли Вы за медицинской помощью после сообщения об аварии РН "Протон-М"?», когда только 20,6±2,0% ответили положительно, позволяют сделать вывод о том, что, если в популяции и была реакция со стороны здоровья, она не превышала привычных для респондентов границ и обращение за медицинской помощью не понадобилось (рисунок 26).

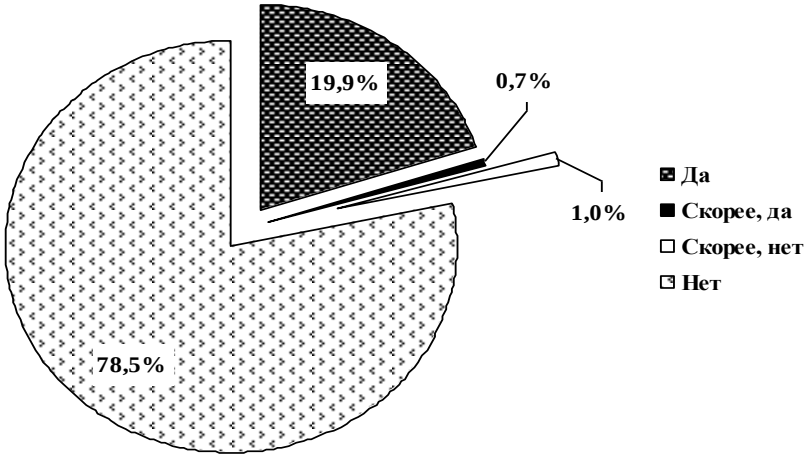


Рисунок 26. Ответы респондентов на вопрос: «Обратились ли Вы за медицинской помощью после сообщения об аварии РН "Протон-М"?»

Из числа опрошенных мужчины и женщины одинаково часто обратились за медицинской помощью после того, как услышали сообщение об аварии РН (23,4±3,5% и 19,2±2,4%, p>0.05).

Процент обратившихся за медицинской помощью респондентов из г. Жезказган значительно выше, чем из поселка (23,4±2,4% против 11,5 ±3,3% , t=2.9, p<0.01). Приблизительно такой же процент респондентов обращался за медицинской помощью после штатных пусков (рисунок 27). Из числа респондентов мужчины и женщины обращались в медицинские учреждения после штатных пусков одинаково часто (21,4±3,6%, против 19,2±2,4%, p>0,05). Горожане прибегали к медицинской помощи несколько чаще, чем жители поселка, но различия статистически незначимы (20,9±2,3% против 13,5±3,5%, p>0,05).

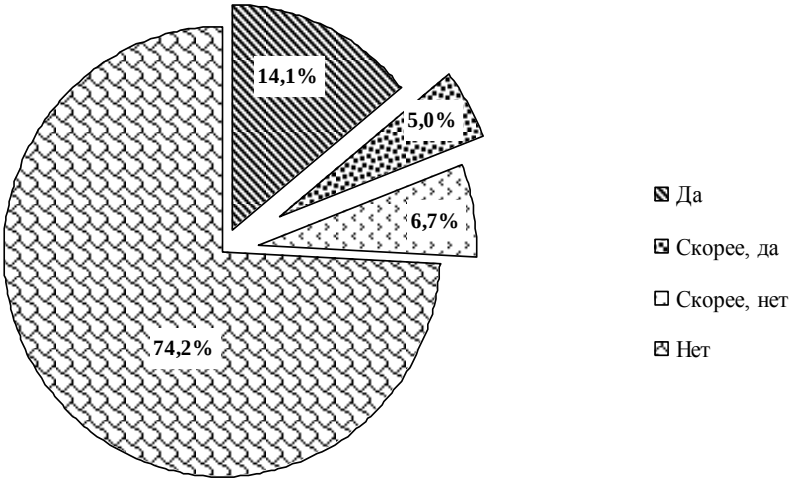


Рисунок 27. Ответы респондентов на вопрос: «Обращаетесь ли Вы за медицинской помощью после штатных пусков?»

Вместе с тем, 70,1 ±2,2% опрошенных недовольны, что они живут в регионе, соседствующим с космодромом "Байконур" (рисунок 28), по поводу этого вопроса мнения у опрошенных мужчин и женщин совпадают: среди них проценты недовольных соответственно равны 67,6±3,9% и 71,2±2,8% ($p > 0.05$).

Причем, процент недовольных в п. Жезказган (80,2±4,1%), гораздо выше, чем в городе (66,9±2,6%, $t=2,7$, $p<0.01$).

Из числа респондентов 63,2±2,4% считают, что запуски ракет-носителей с космодрома «Байконур» увеличивают психоэмоциональную нагрузку на них (рисунок 29).

Число мужчин и женщин, положительно ответивших

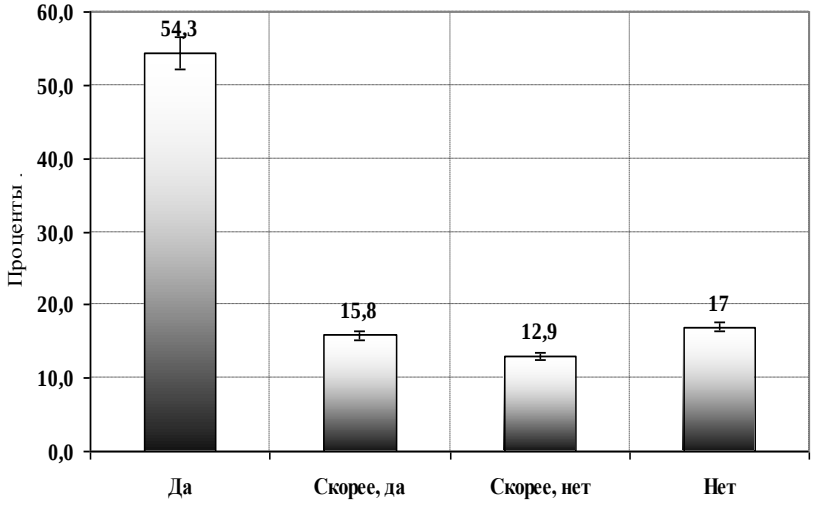


Рисунок 28. Ответы респондентов на вопрос: «Вы недовольны, что Вы живете в регионе, соседствующим с космодромом "Байконур"?»

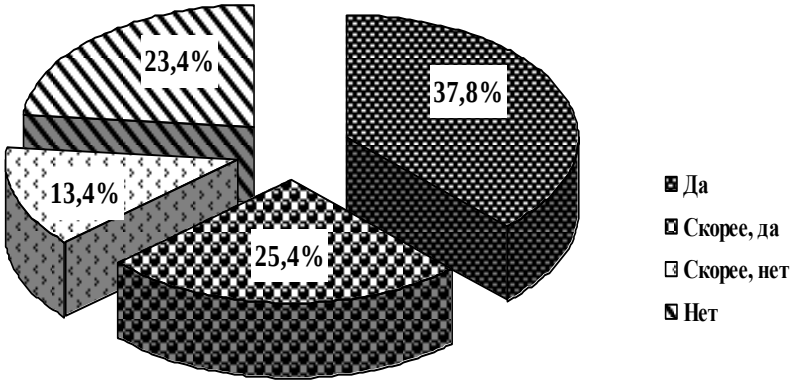


Рисунок 29. Ответы респондентов на вопрос: «Увеличивают ли пуски ракет-носителей с космодрома «Байконур» психоэмоциональную нагрузку на Вас?»

на этот вопрос, приблизительно одинаково -61,4±4,0% и 63,8±2,9%. Проценты жителей поселка и города Жезказган, считающих, что запуски ракет-носителей с космодрома «Байконур» увеличивают психоэмоциональную нагрузку, значительно друг от друга не отличаются – 70,8±4,7% и 60,6±2,7% ($t=1.75$, $p>0.05$).

Таким образом, можно заключить, что 3/4 часть жителей г. Жезказган и поселка Жезказган считают, что они живут в неблагоприятной экологической обстановке. Она складывается в результате плохого качества питьевой воды (82,0% ответов всех респондентов), наличия в регионе вредных производств (76,8% всех ответов), высокого уровня радиационных, магнитных, гелиокосмических и других излучений (72,8% всех ответов), влияния ракетно-космической деятельности (71,3% всех ответов), суровых климатических условий (58,2% всех ответов). Причем, значительной разницы в ответах мужчин и женщин по этим вопросам не отмечено. По данным проведенного анализа можно однозначно заключить, что отрицать присутствие в популяции отрицательной психоэмоциональной реакции в ответ на пуски РН нельзя. Однако, только у 1/5 опрошенных это приводило к обращению за медицинской помощью. Повторяемость процента положительных ответов об обращении за медицинской помощью при аварии, и при штатных пусках позволяет принять эти ответы как истинные.

Реакция жителей г. Жезказган и п. Жезказган на пуски ракет-носителей с космодрома «Байконур», по данным скорой медицинской помощи

Для ответа на вопрос о реакции жителей на пуски РКН проанализирована работа скорой медицинской помощи г. Жезказгана в 2007-2009 гг. При этом

копировали данные за 3 дня до пуска ракет-носителей (контрольная группа) и за 3 дни после пуска (опытная группа). Статистическая обработка включала расчет средних и их ошибок, t-критерия Стьюдента, регрессионный, корреляционный и трендовый анализы [35].

В опытной группе выделено три подгруппы:

I - день пуска,

II - 1-й день после пуска,

III - 2-й день после запуска.

В 2007 г. состоялось 17 пусков, в 2008 г. – 18, в 2009 г. – 22. Всего проанализированы материалы скорой медицинской помощи за 329 дней, в том числе 163 пришлось на контрольную группу и 166 – на опытную. В числе дней, пришедшихся на опытную группу: 58 дней – на день пуска, 55 – на 1 день после пуска и 53 – на 2 день после пуска.

Общее количество вызовов составило 30759, в том числе на дни пусков пришлось 15163, на контрольные – 15596, причем, в дни пусков было 5187 вызовов, в первый день после пуска -5003, на второй день после пуска - 4973. Динамика числа вызовов в контрольные и пусковые дни приведена на рисунке 30. Установлено, что имеется некоторая тенденция к учащению обращений за медицинской помощью и в дни пусков, и в контрольные дни, но тренды неопределенные и идут параллельно ($r_{конт.}$=+0,24, $r_{опыт.}$= +0,28).

Вместе с тем выявлено наличие корреляционной зависимости средней силы (r=+0,60, p< 0.001) между динамическими рядами показателей контрольной и опытной групп.

Это свидетельствует о том, что существуют какие-то факторы, не связанные с ракетно-космической деятельности, определяющие направленность

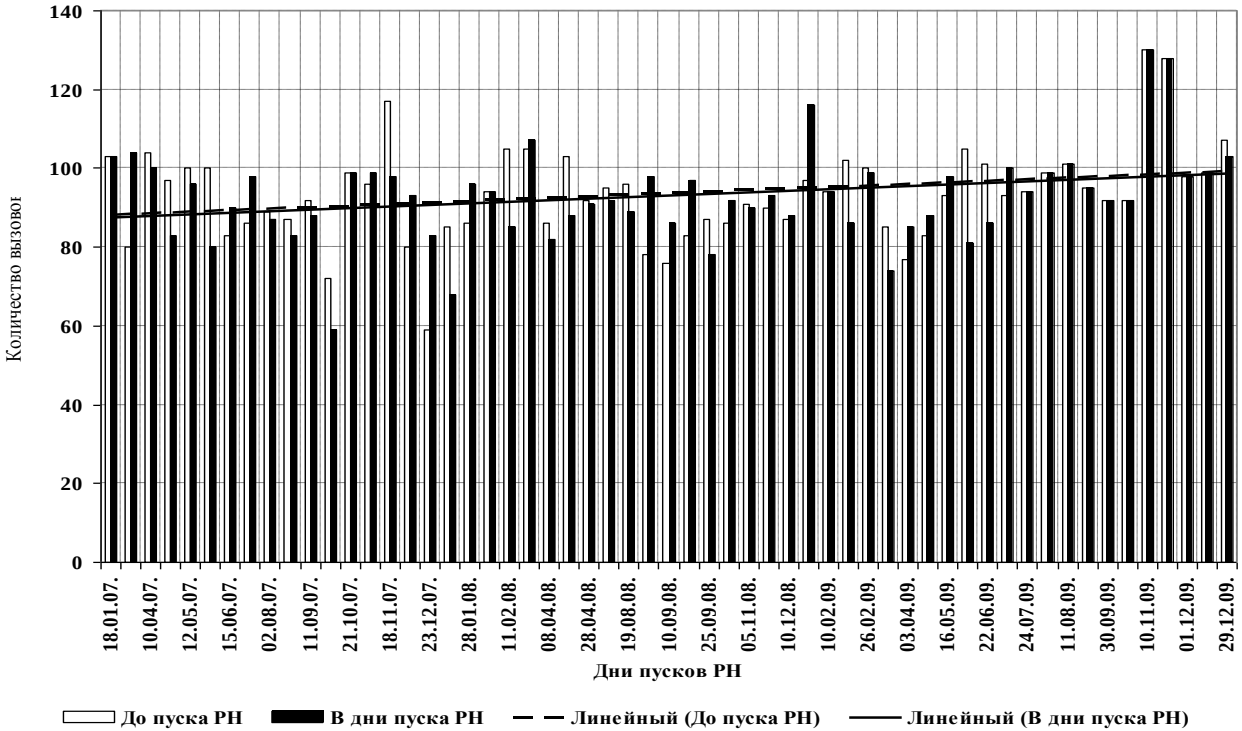


Рисунок 30 – Количество вызовов в контрольные дни и дни пусков РКН

заболеваемости, требующей оказания экстренной медицинской помощи.

На рисунке 31 продемонстрировано среднее количество вызовов скорой помощи в дни пусков РН и в межпусковой период (контроль), 2007-2009 гг. Как видно из данных этого рисунка, на межпусковой период приходится 95,7±1,6 вызовов. На день пуска (1 день) - 89,4±1,9, на второй день – 91,0±1,95, а на третий день – 93,8±1,8 вызовов. Разница в числе вызовов между контролем и днем пуска достигает статистически значимой величины, т.е. в день пуска среднее число вызовов было значительно меньше ($p < 0.05$), чем в межпусковой период.

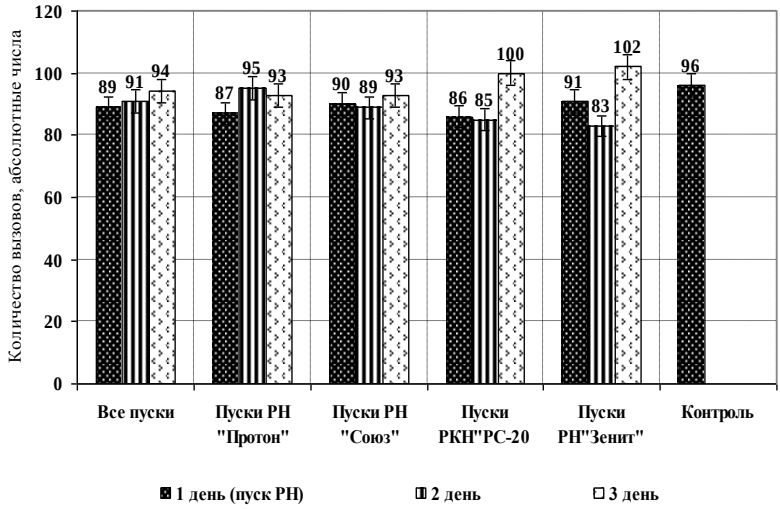


Рисунок 31. Среднее количество вызовов скорой помощи в дни пусков РН и в межпусковой период (контроль), 2007-2009 гг.

Вышеописанные явления наблюдались практически при всех типах РН.

Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что в третий день после пуска вызовов чуть больше, чем в дни пусков. Создается впечатление, что к третьему дню число осведомленных о данном событии увеличивается и этот факт приводит к увеличению обращения за медицинской помощью.

На следующем этапе проанализированы динамика процентов вызовов скорой медицинской помощи в дни пусков и в контрольные дни по поводу болезней системы кровообращения, нервной системы, соматоформных и психических расстройств, которые, по данным литературы, чаще всего реагируют на стрессовые ситуации.

Полученные результаты проиллюстрированы рисунком 32.

Видно, что колебания процентов в дни пусков и контрольные дни зачастую совпадают. Линии трендов совмещены. При расчете коэффициента корреляции между двумя динамическими рядами процентов (дни пусков и контрольные дни) обнаружено существование положительной средней силы связи (r=+0.35).

Это значит, что не влияние гипотетических стрессовых ситуаций, возникающих у населения на пуски ракет-носителей с космодрома «Байконур», отражается на этих динамических рядах. Существуют еще какие-то общие не известные нам факторы, определяющие динамику заболеваемости по обращаемости в скорую медицинскую помощь.

Анализ структуры патологии, по поводу которой обращались за медицинской помощью в дни пусков и в контрольные дни, представленный на рисунке 33, позволяет констатировать тот факт, что различий нет

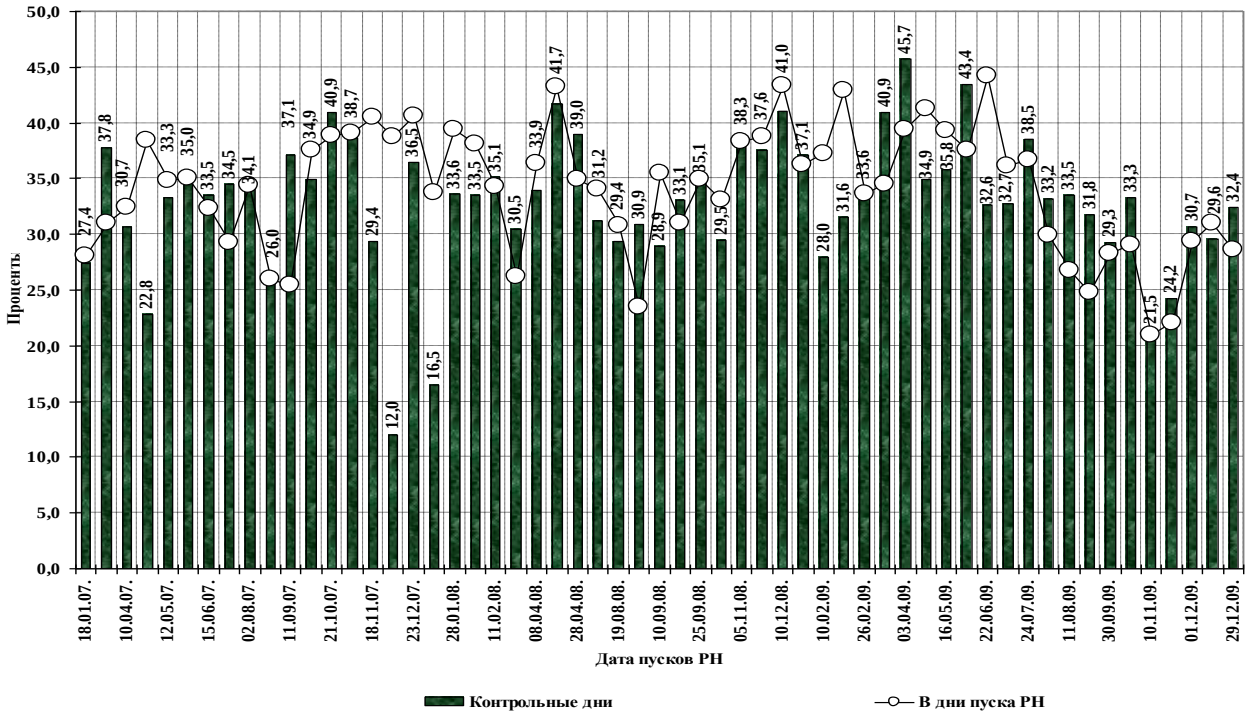


Рисунок 32. Динамика выделенной патологии в дни пусков РН и в межпусковой период (контроль) в процентах за 2007-2009 гг., по данным скорой медицинской помощи.

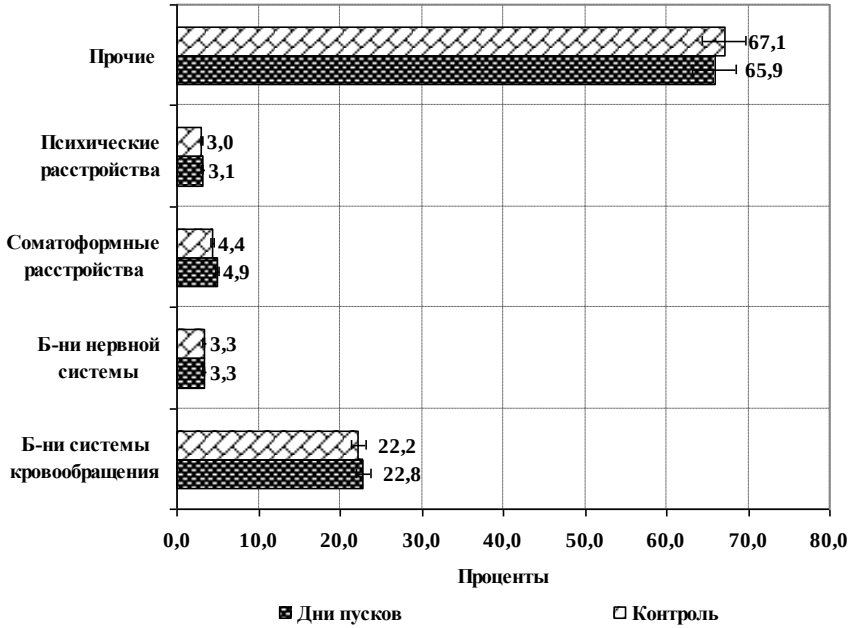


Рисунок 33.Структура патологии по данным обращаемости за скорой медицинской помощью в дни пусков РН и в межпусковой период (контроль), 2007-2009 гг.

Таким образом, по данным анализа материалов за 2007-2009 гг., можно утверждать, что пуски ракет-носителей с космодрома «Байконур» не отражаются на статистике обращений за скорой медицинской помощью в г.Жезказган и структуре патологии.

Проведенные исследования позволили придти к следующим выводам:

1.Большая часть (3/4) респондентов из г. Жезказган и поселка Жезказган считает, что они живут в неблагоприятной экологической обстановке

Она складывается в результате плохого качества питьевой воды, наличия в регионе вредных производств, высокого уровня радиационных, магнитных,

гелиокосмических и других излучений, влияния ракетно-космической деятельности и суровых климатических условий. Мнения респондентов женщин и мужчин совпадают.

2.Проценты жителей поселка и города Жезказган, считающих, что пуски ракет-носителей с космодрома «Байконур» увеличивают психоэмоциональную нагрузку, значительно друг от друга не отличаются и составляют 70,8±4,7% и 60,6±2,7%.

3.По данным проведенного анализа можно однозначно заключить, что отрицать присутствие в популяции отрицательной психоэмоциональной реакции на пуски РН нельзя. Однако, только у 1/5 опрошенных это приводило к обращению за медицинской помощью.

4.Влияния вероятных неблагоприятных факторов, связанных с пусками ракет носителей с космодрома «Байконур», на здоровье населения г. Жезказган, оцениваемое по уровню обращаемости за скорой медицинской помощью в 2007-2009 годах, не установлено, так как различий в дни пусков и межпусковые дни не обнаружено.

5. Учитывая мало обоснованную негативную психологическую настроенность населения по отношению к ракетно-космической деятельности, следует усовершенствовать систему психологической помощи жителям регионов, подверженных влиянию РКД.

6. Следует шире освещать в средствах массовой информации (радио, телевидение, интернет, газеты и т.д.) результаты экологических и социально-гигиенических мониторингов и профилактических медицинских осмотров населения, проводимых в регионах, подверженных влиянию ракетно-космической деятельности. Это поможет выработать у жителей данных регионов не обывательское, формируемое на бытовом уровне, а обоснованное

отношение к ракетно-космической деятельности, важности принадлежности нашей страны к числу космических держав, так как открываются большие возможности для населения при использовании космических технологий для приема телевизионных передач, для работы в сети интернет, для контроля состояния среды обитания (водоемов, лесов, пустынь и т.д.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов А.Н., Болысов А.И., Шатров Я.Т. Обзор итогов десятилетних работ по обеспечению экологической безопасности РКД // Двойные технологии. -2001.- № 3.
2. Сидоров П.И. Совершаева С.Л. Скребцова Н.В. Медико-экологические аспекты здоровья населения на территориях ракетно-космической деятельности // Гигиена и санитария. - 2006. -№ 3. - С.11-15.
3. Молдабеков М.М. Выступление Председателя аэрокосмического комитета Министерства энергетики и минеральных ресурсов РК. Экологические проблемы деятельности комплекса «Байконур» и пути их решения //Вестник Карагандинского университета. – Караганда, 2004. - Т.1. - С. 37-47.
4. Бырька А.А. Применение аналитических методов для оценки загрязнения атмосферного воздуха при запуске РН различных классов с космодрома «Плесецк» // Сб. тр. XXV Межведомственной науч.-техн. конф., посвященной 50-летию космодрома «Плесецк» (14-15 июня 2007 г.). - Плесецк, 2008.- С.18-23.
5. Вильфанд Р.М., Садоков В.П., Кузнецова Н.Н., Федунова Т.М., Тищенко В.А. Система расчета рассеивания компонент ракетного топлива при пусках РКН «Протон-М» с космодрома «Байконур»// Мат. межд. научно-практ. конф. 18 мая 2011 г.: «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности». - М.: Географический факультет МГУ, 2011. - С.27-37.

6. Кречетов П.П. Оценка состояния водных систем. Оценка состояния почв // Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы / Под ред. Касимова Н.С., Шпигуна О.А.- М.: «Рестарт», 2011.- С. 36-117.

7. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду // Под ред. Адушкина В.В., Козлова С.И., Петрова А.В.- М.: «Анкил», 2000. - 639 с.

8. Мешков Н.А. Методические основы оценки влияния последствий ракетно-космической деятельности на здоровье населения, проживающего вблизи районов падения отделяющихся частей ракет-носителей // Экология. - 2009. – Т. 10. - №3.

9. Кречетов П.П., Королева Т.В., Кондратьев А.Д. Несимметричный диметилгидразин как фактор воздействия на окружающую природную среду при осуществлении ракетно-космической деятельности. - М.: «Пеликан», 2008.-63 с.

10. Жубатов Ж. Система критериев экологической устойчивости территорий Республики Казахстан к воздействию ракетно-космической деятельности. - Алматы, 2008. - 144 с.

11. Гунькина Н.С. Обоснование подхода к формированию стратегии управления рисками в районах Архангельской области, подверженных влиянию ракетно-космической деятельности Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- Архангельск, 2004.- 28 с.

12. Попов И.Н. Качественная и количественная характеристика мест падения отделяющихся частей ракет-носителей в районе падения «Койда» с использованием статистических данных// Двойные технологии.-2006.- № 3.- С. 52-53.

13. Белоног А.А. Гигиенические основы управления состоянием здоровья населения в зонах экологического риска.- Дисс…..докт мед. наук.- М., 2004.- 307 с.

14. Проведение санитарно-гигиенических исследований в динамике по оценке загрязнения ОС несимметричным диметилгидразином (атмосферного воздуха, воды, почвы, растений и биосред) и выборочно тетраметилтетразеном (в почве) в основных и контрольных населенных пунктах (с.

Байконыр, с. Кызылуй, с. Пионер, с. Бурмаши, с. Шолак): Отчет о НИР [по Программе «Оценка влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на здоровье населения» (на 2000-2004 гг.)]. - М., 2004. - 61 с.

15. Проведение санитарно-гигиенических исследований по оценке загрязнения объектов окружающей среды компонентами ракетного топлива (НДМГ и продуктами его трансформации) в населенных пунктах, прилегающих к территориям подверженных воздействию космодрома «Байконур»: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2005. - 108 с.

16. Проведение санитарно-гигиенических исследований по оценке загрязнения объектов окружающей среды компонентами ракетного топлива (НДМГ и продуктами его трансформации) в населенных пунктах, прилегающих к территориям, подверженным воздействию космодрома «Байконур»: отчет по НИР (заключ. за 2005-2007 гг.) / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2007. - Часть 1. - 182 с.

17. Боговский П.А. Гигиеническое значение N-нитросоединений // В кн. «Растительные и химические канцерогены».- М.: «Мир», 1979.- С.163-168.

18. Изучение санитарно-гигиенического состояния населенных пунктов на территориях, сопредельных с ракетно-космическим комплексом: отчет о НИР (заключ.) // НЦ ГТ и ПЗ МЗ РК. - Караганда, 2006.- 57 с.

19. Оценка среды обитания и состояния здоровья населения, проживающего в РП № 148 и на сопредельной территории: отчет по пункту 3 Перечня работ (услуг), выполняемых Исполнителем при осуществлении коммерческого пуска КА «АНИК-Ф3» с использованием РН «Протон-М» с космодрома «Байконур» в 2007 году // ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2007.- 103 с.

20. Нитраты, нитриты и N-нитрозосоединения. Гигиенические критерии состояния окружающей среды // Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения. - Женева: ВОЗ, 1981.- 118 с.

21. Этап 3. При пусках РН Протон с КА «Арабсат-5Б» и

КА «Экостар-15» выполняется НИР по теме: «Проведение мониторинга окружающей среды населенных пунктов, прилегающих к РП 15,25, при двух пусках «Протон-М»: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос». - Алматы, 2010. - 158 с.

22. Неронов В.В. Оценка состояния фитоценозов. / Сб. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы /Под ред. Касимова Н.С., Шпигуна О.А. - М.: «Рестарт», 2011.- С. 180-204.

23. 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.

24. 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», 7-8 октября 2009 года, Кызылорда. - Алматы, 2009.- С.174-180.

25. Этап 3.2. Мониторинг среды обитания и состояния здоровья жителей п. Торетам Кармакшынского района Кызылординской области: отчет о НИР выполняемых при осуществлении пусков МБР «РС-20» и РН «Днепр» с космодрома «Байконур» в 2009 году (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос».- Алматы, 2009. - Часть 2. - 128 с.

26. Отчет ВОЗ, 1997.

27. Сидоров П.И., Новикова И.А. Способ скрининговой оценки факторов здоровья // Гиг. и сан.-20- № 2.- С. 85-89.

28. Ефименко С.А. // Пробл. Соц. гиг., здравоохранения и истории мед.- 2007.- №1.- С. 8-14.

29. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология.- М., 2000.

30. Институт качества жизни, адрес в интернете http://qol.ur.ru/index.html

31. Задесенец Е.Е., Зараковский Г.М., Пенова И.В.

Приложение к науч. отчету № 0120.0603295. – М.: ВНИИТЭ, 2006.

32. Крупнов Ю. Качество жизни // www.kroupnov.ru/5/178_1.shtml

33. Лисицын Ю.П., Полунина Н.В. Общественное здоровье и здравоохранение.- М.: «Медицина», 2002.- 415 с.

34. Сакбаев О.С., Вагнер А.В. Совершенствование методологии изучения и оценки здоровья населения. - Алматы, 1995. -363 с.

35. Мерков А.М., Поляков Л.Е. Санитарная статистика. - Л.: Медицина, 1974.- С. 65-66, 77.

36. Двойрин В.В., Кощеев В.А. Оценка достоверности статистических показателей. Коэффициент относительного риска// Вопросы онкологии.- 1980.- Т.XXVI/- № 2.- С. 66-73.

37. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду // Под общей ред. Адушкина В.В., Козлова С.И., Петрова А.В.-М.: Изд-во «Анкил», 2000.- 639 с.

38. Буштуева К.А., Случанко И.С. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. - М.: Медицина, 1979. – 160 с.

39. Реакции организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов (метрологические аспекты). Исследование состояния функциональных систем организма человека / Под ред. Б.В. Бирюкова – М.: Изд-во стандартов, 1990.- Т. 1. – 350 с.

40. Реакции организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов (метрологические аспекты). Оценка реакций организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов / Под ред. Б.В. Бирюкова – М.: Изд-во стандартов, 1990. -Т. 2. - 367 с.

41. Здоровье как национальное достояние. Коллективная монография. – СПб.: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2001, – 690 с.

42. 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.

43. 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», 18 мая 2011 г., Москва. - М.: Географический факультет МГУ, 2011.- С. 23-27.

44. Мешков Н.А. Характер и причинно-следственные связи заболеваемости населения с влиянием последствий ракетно-комической деятельности // Мат. межд. научно-практ. конф. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности», 18 мая 2011 г., Москва. - М.: Географический факультет МГУ, 2011.- С. 46-51.

Глава 9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Структура базы данных ГИС
- Применение ГИС-технологий при изучении экологических проблем РКД космодрома «Байконур»

Структура базы данных ГИС

ДГП «Инфракос-Экос» является специализированным предприятием по изучению воздействия РКД на окружающую природную среду и здоровье населения.

К настоящему времени создана ГИС «Байконур», вмещающая всю разноплановую, объемную и пространственно ориентированную информацию, собранную за десятилетнюю деятельность предприятия.

В рамках Программы «Оценка влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду» совместно с ООО НТЦ «ЭКОН ЦНИИМаш» создан базовый вариант ГИС мониторинга окружающей среды и природных ресурсов комплекса «Байконур». Методической основой разработки ГИС является «Концепция создания комплексной системы мониторинга, оценки, прогнозирования и контроля экологической обстановки при осуществлении ракетно-космической деятельности» [1].

ГИС «Байконур» представляет собой: инструмент многоаспектного управления природоохранной деятельностью; картографически достоверную документацию, совместимую с любыми пространственно организованными данными предприятия или территориальных органов; базу данных по фоновым характеристикам воздействия, воздействиям ракетно-космической деятельности, характеристикам объектов окружающей среды и по состоянию ОПС. В силу комплексности и разнообразия экологической информации создание ГИС сложно структурированная задача.

Базовой задачей ГИС экологического мониторинга космодрома «Байконур» являются сбор, накопление, анализ, обобщение и отображение привязанных в пространстве и во времени данных о воздействиях на окружающую среду, среду обитания населенных пунктов,

здоровье населения, результаты экологического и санитарно-гигиенического мониторинга объектов ОС, включая районы падения отделяющихся частей ракет-носителей, аварийные зоны и населенные пункты на прилегающих территориях.

ГИС имеет многоплановую структуру:

1. Пространственно распределенную структуру, обусловленную территориальной удаленностью источников получения информации и пользователей системы.

2. Модульную структуру, в которой каждый модуль ГИС решает определенный, только ему свойственный круг задач.

3. Иерархическую структуру, в которой уровень иерархии определяется степенью детализации используемых исходных данных и степенью обобщения выходных данных.

4. ГИС поддерживает смысловую целостность и непротиворечивость баз данных отдельных модулей, уровней иерархии и системы в целом, что обеспечивает регулярный и корректный межмодульный и межуровневый обмен информацией. Реализация этого принципа позволяет:

- использование единых (или совместимых) форматов географических и тематических данных для всех элементов ГИС;
- максимально возможную информационную независимость отдельных модулей ГИС одного уровня за счет разделения областей исследования и решаемых задач;
- организацию общей для всех элементов ГИС и пользователей информации в виде единых классификаторов (источников и типов воздействий, вредных веществ, единиц измерений и т.д.);
- программную реализацию контроля входных и

выходных данных для всех уровней ГИС.

Эффективность интерактивной работы с цифровыми базами картографических данных обеспечиваются достаточно мощными компьютерами на базе процессора Intel Core 2 Duo E8400 с оперативной памятью 2 Гб и производительной графической подсистемой NVidia GeForce 9800 GT, широкоформатные 24-дюймовые жидкокристаллические мониторы высокого разрешения; цветной принтер (плоттер) HP designjet 500, цветной, широкоформатный сканер hp designjet 815 mfp, цветной лазерный принтер формата А3 HP Color LazerJet 5550.

Для ввода, обработки, анализа и отображения данных в качестве базовых программных продуктов используются пакеты ArcView Gis 9.1, MapInfo 9.0, ERDAS IMAGINE Advantage 9.2. В дополнение к базовому комплекту имеются:

- MapObjects - инструментарий разработчика ГИС–приложений с использованием популярных средств программирования - Visual Basic, Delphi, PowerBuilder, Visual C++, Microsoft Access, Visual FoxPro и др.;
- SpatialAnalyst – программный модуль, выполняющий пространственный анализ: картирование расстояний и плотностей, анализ поверхности, определение пространственных взаимосвязей, поиск местоположений, статистический анализ данных;
- 3D Analyst – программный модуль, позволяющий выполнить интерактивный просмотр наборов данных в трехмерном виде, 3D моделирование и анализ поверхностей. Модуль содержит независимые приложения: ArcScene and ArcGlobe. ArcScene имеет возможность просмотра данных в стереорежиме, отображает локализованные наборы данных, поддерживает TIN-модели, элементы графики и панель инструментов 3D-графики. ArcGlobe поддерживает интерактивное

трехмерное отображение огромных объемов геоданных через механизм кэширования, непрерывные и бесшовные уровни детальности, широкий диапазон пространственных разрешений и масштабов отображения данных, геоцентрическую систему координат для размещения данных на глобусе.

В настоящее время с целью удобства обработки и отображения данных разработан ряд прикладных программных модулей:

Ellipse – позволяет начертить эллипс путем задания центра, большой и малой оси;

Fractal – позволяет разделять (дробить) выбранные объекты произвольным образом;

Point – позволяет выбирать на рабочем слое однотипные объекты;

Angle – позволяет поворачивать выбранный объект вокруг произвольно заданной оси.

Программы Ellipse, Fractal, Point, Angle написаны на языке программирования MapBasic 7.0 и позволяют расширить функциональные возможности ГИС MapInfo. Последняя запускаются с рабочего стола командой Tools –> Tool Manager –> Add Tool. В результате появляется перетаскиваемая панель, на которой располагаются командные кнопки.

Основу ГИС составляет электронная база данных (БД). Структуру базы данных определяет перечень таблиц баз данных, межтабличные связи, состав и характеристики полей отдельных таблиц. На сегодняшний день БД «ДГП «Инфракос-Экос» содержит более 30 таблиц с данными о количестве падений в районах падения ОЧ РН, о состоянии почвенного и растительного покрова, атмосферного воздуха и природных вод, среды обитания населенных пунктов, здоровья населения.

База данных содержит около 100 000 записей,

включающих календарь стартов (дата запуска, тип ракеты-носителя, космический аппарат, общую стартовую массу РН всех их пусков за 2000-2005 гг.), качественно-количественную характеристику компонентов ракетного топлива на старте всех РН; выбросы в атмосферу при пусках РН; метеопараметры в периоды стартов РН, сведения об отборе проб в позиционном районе космодрома и РП ОЧ РН, а так же на подтрассовой территории, и численность населения в секторе трасс полета РН.

В качестве системы управления базой данных выбрано приложение Microsoft Access.

Достоинством этой реляционной модели данных являются простота, гибкость структуры и удобство реализации.

Структуру базы данных определяет перечень таблиц баз данных, межтабличные связи, состав и характеристики полей отдельных таблиц (рис.1) [2].

По позиционному району космодрома «Байконур» формируются таблицы, содержащие сведения об отборе проб атмосферного воздуха, почвенного покрова, воды, растительности, из шурфов, а также описание разрезов почвенного покрова.

Аналогичная работа выполняется по районам падения ОЧ РН.

В блоке «Районы падения» выделены таблицы на компоненты ракетного топлива и их количество; места падения фрагментов ОЧ РН; технические характеристики ОЧ РН; характеристики по отбору и анализам проб воды; воздуха; почвенного покрова; почв из разрезов почв и растительности. Отдельно ведется учет характеристик почвенных разрезов.

В базе данных имеются сведения о хозяйственной деятельности в районах падения.

Относительно населенных мест, прилегающих к районам ОЧ РН и местам аварий, формируется банк данных по отбору и анализам проб воды; почв (из поверхностных слоев и из разрезов), растительности, кормов сельскохозяйственных животных. Кроме того, собираются сведения по медико-демографической ситуации и заболеваемости населения, как по статистическим данным, так и путем медицинского обследования.

Основой любой геоинформационной системы служат базы цифровых карт. Процесс изготовления цифровых топогеодезических основ трудоемкий и дорогостоящий. Для создания картографической базы данных ДГП «Инфракос-Экос» были созданы векторные карты на основе сканированных бумажных карт. Создание проведено по двум параллельным направлениям:

- региональные основы для обзорных ситуаций;
- локальные основы для характеристики исследуемых районов и населенных пунктов.

Применение ГИС-технологий при изучении экологических проблем РКД космодрома "Байконур"

Для создания электронной картографической основы Республики Казахстан и её отдельных регионов, подверженных воздействию РКД приобретены и отсканированы традиционные официально изданные бумажные карты всей территории РК (масштаб 1 : 2 000 000) и 14 областей РК (масштаб 1 : 1 000 000), топографические листы (40 листов для каждого масштаба) на территорию РП ОЧ РН с прилегающими территориями.

На растровых основах созданы мелкомасштабные

цифровые карты: Республики Казахстан в масштабе 1 : 5 000 000, 1 : 2 000 000, 1 : 1 000 000; областные карты масштаба 1 : 1 000 000; карта РП ОЧ РН; карта зон падения ОЧ РН (1слой с БД, 5 без БД); карта комплекса «Байконур»; карта сектора трасс полетов.

Для визуализации возможных последствий воздействия эксплуатации ракетно-космического комплекса на окружающую среду в штатных или в аварийных ситуациях, а также для поддержки вырабатываемых управленческих решений по экологической безопасности РКД, на основе мелкомасштабных векторных карт созданы тематические карты с указанием особо охраняемых природных территорий, трасс полета РН. В тематических векторных картах приведены экологические нагрузки на РП ОЧ РН (начиная с 1960 г. и по настоящее время); распределение плотности населения в секторе трасс полета РН, расположение газопроводов, нефтепроводов и промышленных предприятий (рис. 2, 3).

Для мелкомасштабного представления созданы карты Республики Казахстан и административных областей масштабов 1: 3 000 000 – 1 : 1 000 000. Для них созданы слои рек, озер, железных, магистральных автомобильных дорог, административных областей и районов, населенных пунктов. На этих основах созданы тематические карты, такие, как карта РП ОЧ РН, карта комплекса «Байконур», карта сектора трасс полетов, карты заболеваемости отдельными формами болезней (рис. 4).

Для средне- и крупномасштабного представления информации созданы векторные слои топографической основы по 11 наиболее используемым зонам падения ОЧ РН, позиционному району космодрома «Байконур» с сопредельными территориями. Каждая основа содержит

около 30 слоев, содержащих сведения по расположению населенных пунктов, рек, озер, линий электропередач (ЛЭП), дорог; ориентиров, тригопунктов, колодцев и родников.

Здесь же приводятся характеристики почв (пески; солончаки), распространения растительности, а также слои изолиний рельефа.

Большая часть слоев сопровождается базами данных. По космоснимкам корректировалась гидрографическая сеть, урезы водоемов, антропогенные элементы ландшафта (дороги, ЛЭП) (рис.5).

На среднемасштабных основах цифровых карт масштаба 1:200 000 создавались тематические карты: фактического материала с точками обследования; землеотводов в РП ОЧ РН; загрязненности РП ОЧ РН компонентами ракетного топлива и продуктами их распада и трансформации (рис. 6,7).

Для характеристики отдельных компонентов природной среды создавались тематические цифровые карты почвенного покрова, растительности и т.д.

Самая представительная база данных сформирована по локальному (на местах падения отделяющихся частей ракет-носителей) поверхностному и вертикальному опробованию почв на содержание НДМГ и продуктов его распада.

Для визуализации и анализа полученных результатов, полевых и лабораторных исследований разработаны крупномасштабные карты-схемы.

В них показано расположение точек отбора проб, как на новых, так и на старых местах падения, с диаграммами по результатам лабораторных исследований и первичной статистической обработки.

Имеющаяся в БД информация позволяет визуализировать проведенное зонирование обследованных территории РП по критериям и показателям биологической деградации естественных биогеоценозов. Например, зонирование ландшафтной карты по видам растений-индикаторов позволяет судить о рисках загрязнения растительности компонентами ракетно-космического топлива, зонирование РП по бонитету почвы позволяют обоснованно и своевременно принимать решения по качественной и количественной оценке возможного ущерба и разработке компенсационных мероприятий, включая рекультивацию нарушенных земель (рис. 9).

Необходимо отметить пользу ГИС-технологий для эффективного планирования экспедиций. На первом этапе подготовки создаются пользовательские карты районов падений, аварий, содержащие сведения о местах падений ОЧ РН, на которых из года в год проводятся мониторинговые исследования. Полученная информация из базы данных о загрязненности этих мест, географической привязке и о проведенных ранее экологических мероприятиях выносится на карту. Карта также может включать места падений ОЧ РН, еще не исследованных ранее. На втором этапе создаются карты-схемы планируемых мониторинговых работ – намечаются точки маршрутов и места отбора контрольных проб при оперативном сопровождении пусков РКН и мест аварий. Практическое использование космоснимков и их интеграция в среду ArcGIS позволяет выявлять места болотистых территорий и солончаков, определять современное состояние дорожной сети в исследуемых районах.

Для планирования экспедиционных работ в районах падения, имеющих сложный рельеф, с помощью функции 3D Analyst пакета ArcGIS выполняется построение трехмерной модели рельефа. Такой подход позволяет оценить сложность экспедиционного маршрута. С помощью программного продукта MapSourse создаются и редактируются путевые точки и маршруты. Затем они перемещаются в GPS-навигатор для удобства работы в полевых условиях.

При планировании социально-гигиенических исследований среды обитания в населенных пунктах, расположенных на территориях, прилегающих к штатным и аварийным районам падения ракет-носителей, используются топогеодезические карты. По карте определяются населенные пункты, расположение крестьянских хозяйств, пастбищные угодья, находящиеся в зоне риска, расстояние до мест падения фрагментов РКН и условных границ районов падения.

Для обработки результатов полевых работ и лабораторных испытаний применяют различные подходы такие, как статистическая обработка, построение графиков и т.д. Один из самых наглядных способов отображения данных – метод построения изолиний. Загрязнение почвенного и растительного покровов представляется в виде линий равных значений и зон, разделяющих соседние изолинии. Расчет изолиний проводится традиционно - методом ближайшего соседа или обратно взвешенных расстояний. Загрязненность почвенного покрова отображается в виде погоризонтного и вертикального распределений концентраций загрязняющих веществ. На основе такой картины можно: детально описать загрязнение почвенного покрова КРТ и продуктами их трансформации по всей исследуемой глубине; определить площадь и разработать методику проведения

детоксикационных работ; оценить динамику содержания концентрации КРТ по отдельным периодам; обосновать схему мониторинга загрязненных мест.

Одним из методов оценки многофакторного воздействия РКД является районирование и ранжирование территорий, подверженных ракетно-космической деятельности, по степени экологического риска. Ранжирование территорий - это отдельный более сложный этап ГИС-обработки данных, который позволяет не только всесторонне охарактеризовать, проанализировать соотношения между свойствами природных комплексов и антропогенной нагрузкой, но и выявить изменения в окружающей среде, приводящие к предпосылкам неблагоприятных экологических процессов и явлений.

Обработка и визуализация данных является основной задачей специалистов ГИС. Современные программные разработки в области ГИС-технологий предлагают целый ряд инструментов для решения этих задач. Модули Spatial Analyst и 3D Analyst пакета ArcGIS имеют уникальные функции и возможности. Их совместное использование создает возможности перевода ГИС-анализа на новый качественный уровень. Например, с помощью модуля Spatial Analyst методом обратно взвешенных расстояний создается поверхность зон загрязненности почвы НДМГ. Функциональный модуль – «Зональная статистика» способствует вычислению уровня загрязнения отдельных типов почвы. Для расчета комплексного показателя экологического риска для почвы используются возможности модуля «Калькулятор растров». Это мощный инструмент для решения многих задач, в частности, математических вычислений между растрами. Так, например, отношение между растрами балла бонитета почв и растром загрязненности дает растр с зонами экологического риска для биогеоценозов. С применением

ГИС-технологий также возможно получение более сложных изолинейных карт, на которых графически отображаются факторы риска территории в виде трехмерных поверхностей. Такой способ дает весьма наглядное представление о распределении рисков на изучаемой территории, однако, требует точных количественных данных по ряду факторов, подлежащих оценке.

В процессе идентификации рисков одним из приоритетных направлений является оценка состояния экосистемы на основе экологической устойчивости. При этом становится возможным определение количественных и качественных показателей состояния окружающей среды, а также оценка степени антропогенного воздействия на нее. В качестве примера рис.6 главы 5 представлено зонирование территории по степени устойчивости почв к НДМГ для зоны Ю-24, выполненное на основе почвенной карты. При определении устойчивости почв к НДМГ исследовались сорбционные свойства разных видов пород и их способность удерживать НДМГ. Справочная выборка из базы данных позволила определить места и типы почв, в которых, несмотря на давность падения ОЧ РН, обнаруживался НДМГ в течение многих лет. Почвы классифицированы в соответствии с разработанными критическими показателями степени устойчивости почв. Слабой степенью устойчивости к НДМГ обладают почвы, занимающие примерно 90 % территории зоны Ю-24. К их числу отнесены бурые пустынно-степные, бурые пустынно-степные солонцеватые почвы и автоморфные солонцы.

В качестве информационных единиц и основы ранжирования при картографическом моделировании также принимается ландшафтная структура территории. Ландшафтно-экологическое картографирование позволяет

выделить зоны экологического риска на исследуемой территории. Так, на рисунке 3 (глава 5) представлены количественные характеристики механической нагрузки на ландшафты зоны падения Ю-24 и нагрузки от проливов НДМГ и азотного тетраоксида для каждого типа ландшафта (рис.10, глава 5). По гистограммам определяется, что как механическая нагрузка, так и нагрузка от проливов ракетного топлива максимально приходятся на алювиально-автономные ландшафты. На тематической карте окрашены только те ландшафты, на которые приходятся места падений ОЧ РН.

Таким образом, выполнен первый этап районирования территорий районов падения по уровням экологической устойчивости. Для дальнейшего ранжирования в зависимости от степеней риска необходимо иметь четкие критерии и нормативы. На сегодняшний день пока не разработаны предельно допустимые уровни КРТ в растительности, являющейся индикатором загрязнения окружающей среды.

Отдельным блоком выделена ГИС «Аварийных ситуаций» (ГИС АС).

Для формирования этого блока собиралась и анализировалась информация по аварийным ситуациям с 1996 года. По результатам этой работы была создана таблица «Календарь аварийных падений» отражающая даты аварий, тип ракеты-носителя и космического аппарата, координаты мест падений обломков и другая имеющаяся необходимая информация.

По данным этой таблицы создана тематическая карта «Мест аварийных падений РН» на основе карты Республики Казахстан масштаба 1 : 2 500 000.

Информация в БД собрана и систематизирована по результатам работ на местах аварийных падений ракеты РС-20 «Днепр» и РН «Протон-М», на зимовках в зоне

аварии, в населенных пунктах на прилегающих территориях (рис.9). Именно во время этих работ была апробирована ГИС АС.

На территории аварийных падений мониторинговые исследования проводились в течение 4 лет, что позволило создать электронную базу данных, характеризующую экологическую и социально-гигиеническую обстановку этих территорий, выявить динамику изменения состояния объектов окружающей среды и здоровья населения.

С первых же часов после произошедших аварий в отдел ГИС оперативно поступали и вносились данные по обнаружению обломков аварийной ракеты-носителя, информация по методике отбора проб и результаты лабораторных исследований.

Столь же оперативно создавались карты, схемы и графики по результатам полевых и лабораторных исследований (Рис.10).

Все тематические материалы передавались в штаб по ликвидации последствий аварии. По эти материалам выделена площадь проведения детоксикации, разработаны методики проведения мониторинговых работ.

Таблицы содержат информацию о почвенном покрове и характере его загрязнения, и состоянии микробиоценоза, социально-гигиенической обстановке в населенных пунктах и состоянии здоровья населения, сведения о эколого-флористических исследований, о состоянии основных фаунистических групп диких наземных и водных животных и изменениях за период мониторинга этой территории.

С целью визуализации проведенных работ за три года, создавались векторные карты исследуемой территории, тематические карты и крупномасштабные схемы отбора проб, а по результатам лабораторных исследований строились графики, гистограммы и карты

загрязненности территории.

В результате была моделирована динамика загрязнения, как по площади, так и по глубине.

Наличие электронного банка данных, увязанного с пространственным распределением, может использоваться для принятия административных решений по проблемным вопросам для снижения негативного воздействия аварийных ситуаций на окружающую среду и здоровье населения.

С целью удобства ведения БД по нормативно-правовой, нормативно-методической и нормативно-технической документации в области охраны окружающей среды и здоровья населения при осуществлении космической деятельности разработана программная оболочка.

Для хранения информации, удобного и быстрого доступа к данным, создано пользовательское приложение. Структура БД состоит из трех основных блоков: блок «Нормативная правовая, нормативно-техническая и нормативно-методическая база Республики Казахстан»; блок «Международные нормативно-правовые акты в области ракетно-космической деятельности» и блок «Нормативная правовая, нормативно-техническая и нормативно-методическая база Российской Федерации».

Первый и третий блоки подразделяются на два тематических подблока «Экология» и «Здравоохранение», содержащие однотипный вид документов, вошедших в две головные таблицы для каждого подблока.

Второй блок содержит также две головных таблицы: таблицу основных межгосударственных и межправительственных актов и таблицу соглашений по космодрому «Байконур». Приложение предусматривает стандартные функции: редактирование, добавление, удаление, фильтрация и выборка данных по запросам

пользователя.

В качестве системы программирования для создания приложения использовался язык программирования Borland Delphi, а в качестве СУБД – PARADOX. Среда программирования Delphi содержит все необходимые инструменты для быстрого и эффективного создания программ, работающих в среде Windows. С помощью Borland Database Engine строится собственное приложение по обработке базы данных, отображающее только ту информацию, которая необходима пользователю, а также предоставляет пользователю нужные средства для обработки данных (рис.11) [3, 4].

В рамках Программы «Оценка влияния запусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на окружающую среду» в ДГП «Инфракос-Экос» за 2000-2005 гг. собрана представительная информация по выполненным научно-исследовательским работам.

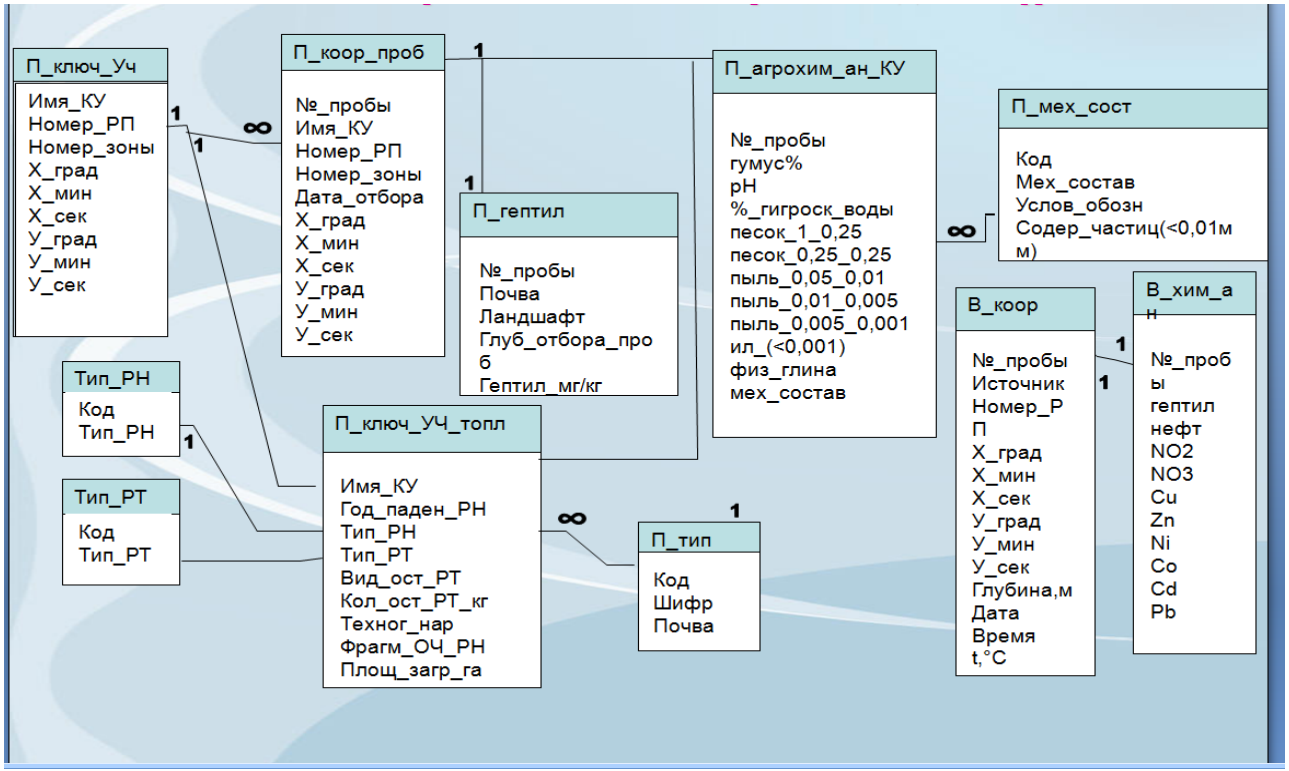
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Концепция комплексной системы мониторинга, оценки, прогнозирования и контроля экологической обстановки при осуществлении ракетно-космической деятельности: научно-технический отчет / ООО НТЦ «ЭКОН ЦНИИМаш». – Королев, 2001.- 30 с.

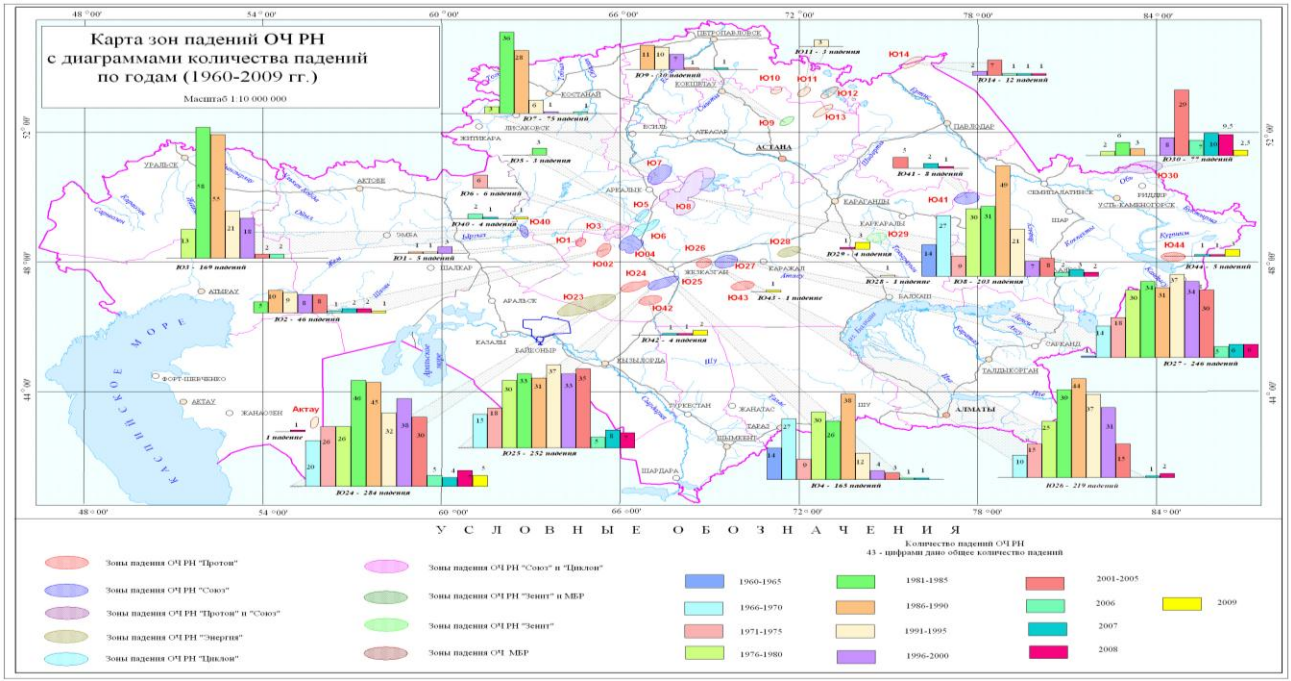
2. Пол Литвин, Кен Гетц, Майк Гилберт. Access 2000. Руководство разработчика / BHV. - Киев. -2001. -909 с.

3. Михаэль Райтингер, Геральд Муч. Visual Basic 6. Полное руководство / BHV. – Киев: «Ирина», 2000. - 719 с.

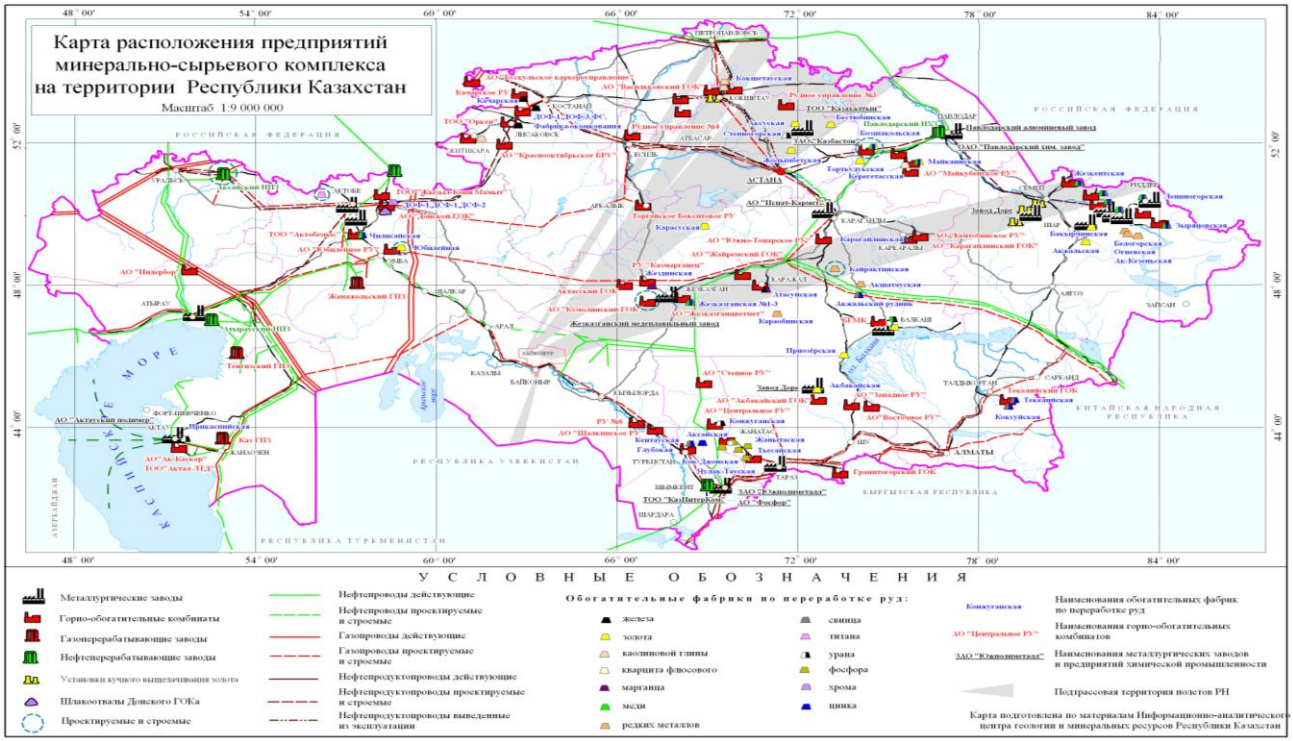
4. Архангельский А.Я. Программирование в Delphi 6 / ЗАО «Изд.-во БИНОМ».- М., 2002. – 1119 с.


П_ключ_Уч
Имя_КУ
Номер_РП
Номер_зоны
Х_град
Х_мин
Х_сек
У_град
У_мин
У_сек
П_коор_проб
№_пробы
Имя_КУ
Номер_РП
Номер_зоны
Дата_отбора
Х_град
Х_мин
Х_сек
У_град
У_мин
У_сек
П_гептил
№_пробы
Почва
Ландшафт
Глуб_отбора_проб
Гептил_мг/кг
П_агрохим_ан_КУ
№_пробы
гумус%
pH
%_гигроск_воды
песок_1_0,25
песок_0,25_0,25
пыль_0,05_0,01
пыль_0,01_0,005
пыль_0,005_0,001
ил_(<0,001)
физ_глина
мех_состав
П_мех_сост
Код
Мех_состав
Услов_обозн
Содер_частиц(<0,01мм)
Тип_РН
Код
Тип_РН
Тип_РТ
Код
Тип_РТ
П_ключ_УЧ_топл
Имя_КУ
Год_паден_РН
Тип_РН
Тип_РТ
Вид_ост_РТ
Кол_ост_РТ_кг
Техног_нар
Фрагм_ОЧ_РН
Площ_загр_га
П_тип
Код
Шифр
Почва
В_коор
№_пробы
Источник
Номер_РП
Х_град
Х_мин
Х_сек
У_град
У_мин
У_сек
Глубина,м
Дата
Время
t,°C
В_хим_ан
№_пробы
гептил
нефт
NO2
NO3
Cu
Zn
Ni
Co
Cd
Pb
1
∞

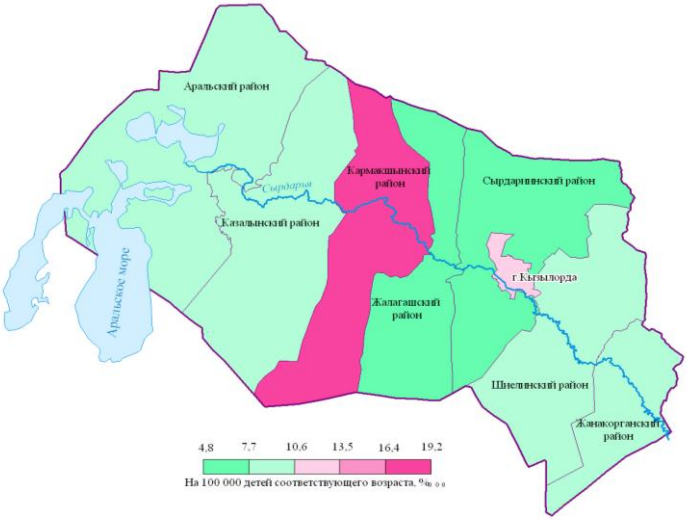
Глава 9. Рисунок 1. Схема реляционной базы данных



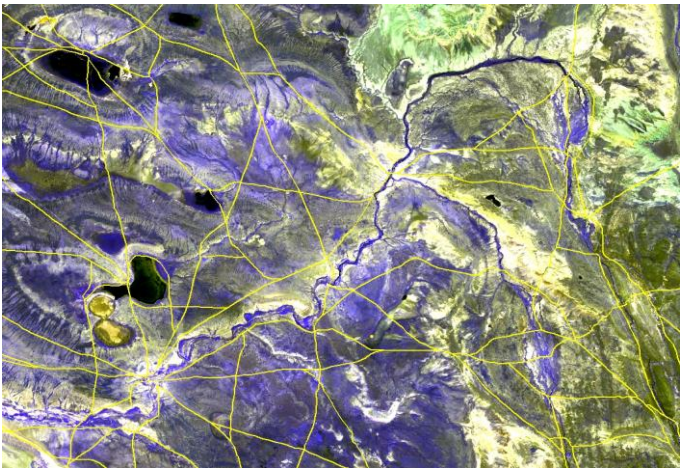
Глава 9. Рисунок 2. Карта, отражающая экологическую нагрузку на районы падения отделяющихся частей ракет-носителей



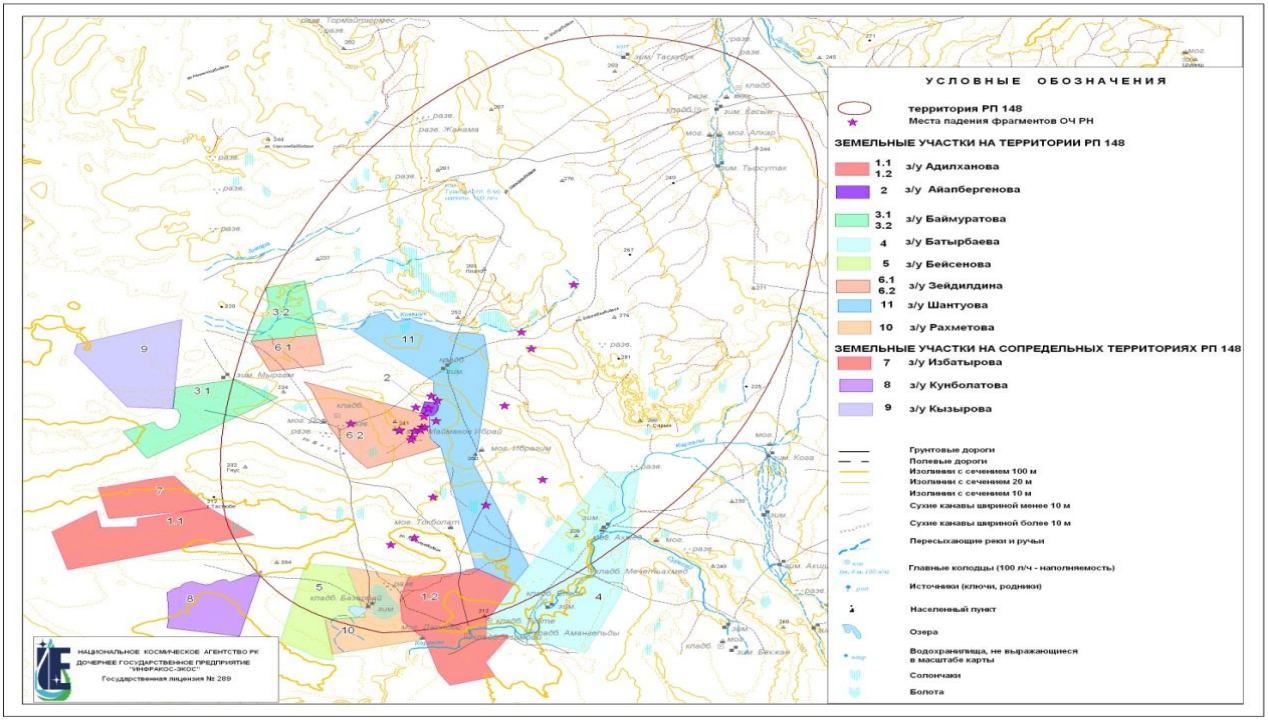
Глава 9. Рисунок 3. Карта, отражающая расположения газопроводов, нефтепроводов и промышленных предприятий.



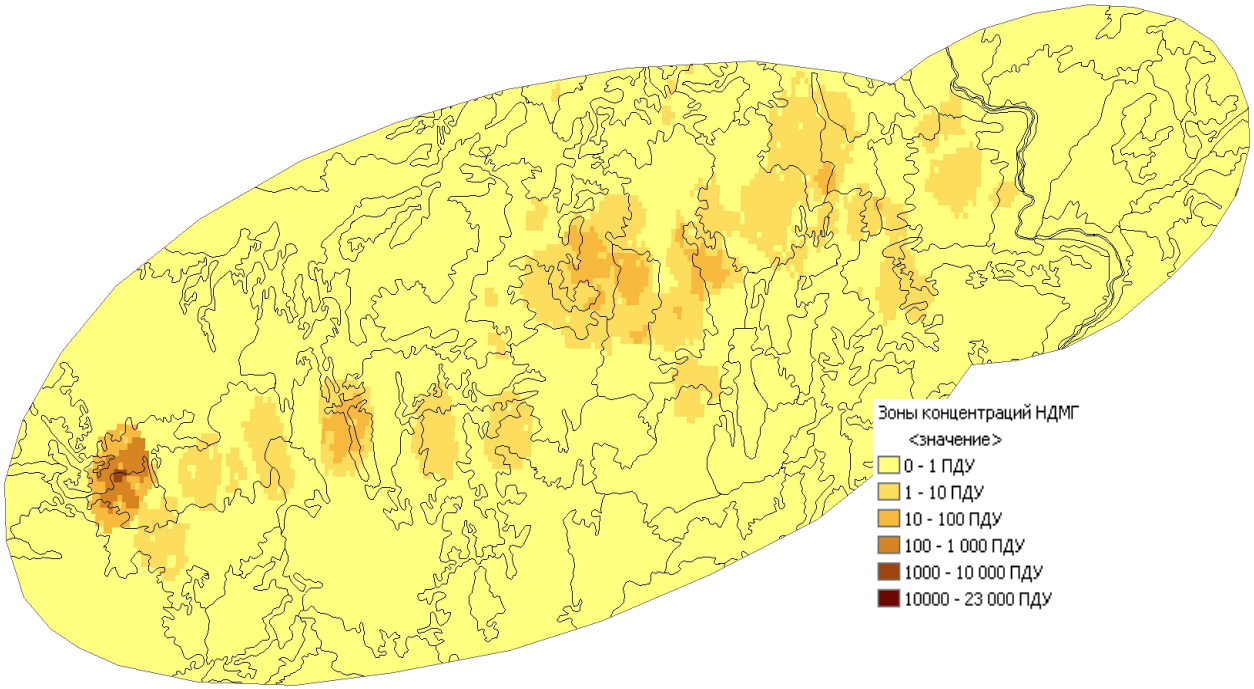
Глава 9. Рисунок 4 Карта заболеваемости отдельными формами болезней



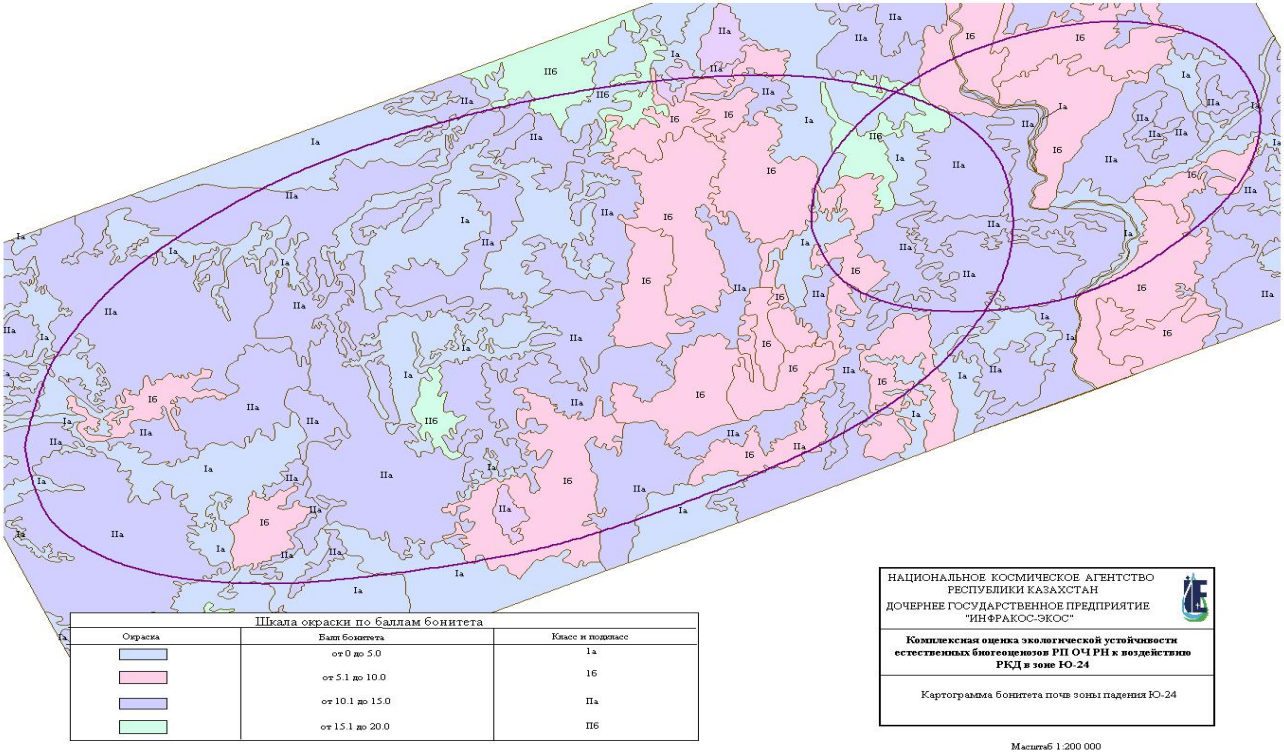
Глава 9. Рисунок 5. Пример оцифровки дорог по космоснимку



Глава 9. Рисунок 6. Расположение земельных участков отведенных для ведения крестьянских хозяйств в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей



Глава 9. Рисунок 7. Построение зон загрязненности почв НДМГ с помощью модуля Spatial Analyst



Глава 9. Рисунок 8. Картограмма бонитета почв зоны падения Ю-24.

ДП-38 Места отбора и шифры проб почвы

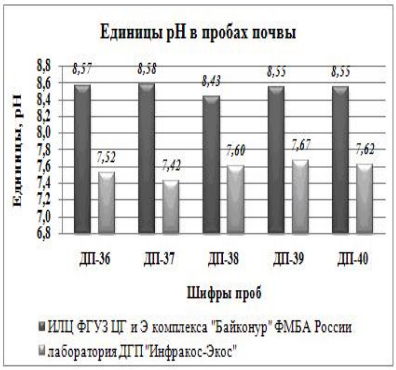
ДВ-30 Места отбора и шифры проб воды

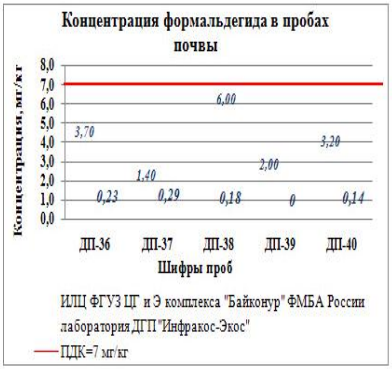
ДР-23 Места отбора и шифры проб растений

ДС-23 Места отбора и шифры проб растений

Глава 9. Рисунок 9. Места обследования населенных пунктов на территории, прилегающей к месту аварии РН «Протон-М» с использованием космического снимка

.





НДМГ, НДМА и ТМТ в пробах почвы и воды не обнаружены

Глава 9. Рисунок 10. Результаты обследования населенных пунктов прилегающих к месту аварии РН «Протон-М»

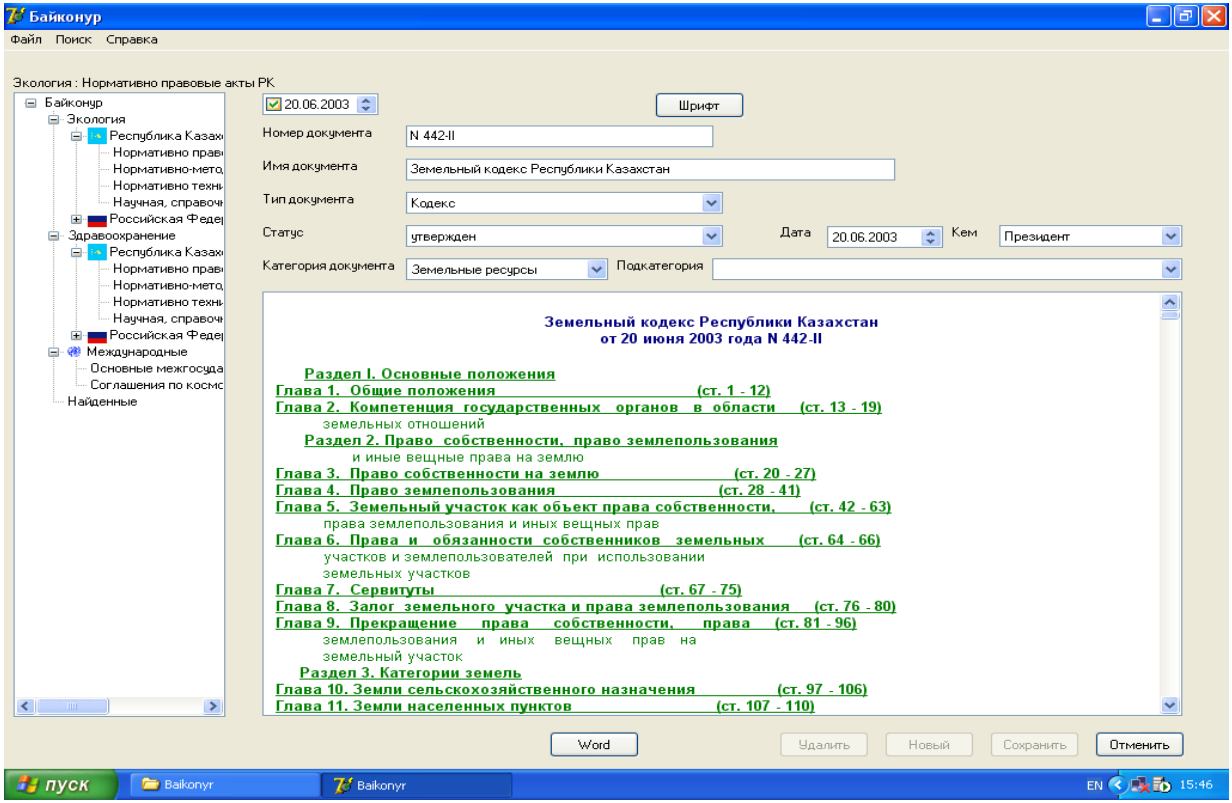


Рисунок 11. Внешний вид окна пользовательского программного приложения

Список используемых сокращений

АТ	азотный тетраоксид
КРТ	компоненты ракетного топлива
НДМА	нитрозодиметиламин
НДМГ	несимметричный диметилгидразин, гептил
РКД	ракетно- космическая деятельность
РКТ	ракетно- космическая техника
РН	ракета носитель
ОЧ	отделяющиеся части
ОПС	окружающая природная среда
ОПС	окружающая природная среда
ОЧ	отделяющиеся части
ОЧ РН	отделяющиеся части ракет-носителей
ПДК	предельно допустимая концентрация
ПДК	предельно допустимая концентрация
СКЭУ	система критериев экологической устойчивости
ТМТ	тетраметилтетразен

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ……
ВВЕДЕНИЕ…
Глава 1
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР» И ФАКТОРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ……...
Объекты космодрома «Байконур»……..…
Ракетно-космические комплексы и типы ракет-носителей……..……
Воздействие ракетно-космической деятельности на окружающую среду……..
Список использованных источников…….....
Глава 2
НОРМАТИВНОЕ ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР»……..
Структура нормативной правовой базы в области регулирования экологической безопасности космической деятельности в Республике Казахстан.....
Международные конвенции в области охраны окружающей среды при осуществлении космической деятельности, к которым присоединилась Республика Казахстан……
Международные Правительственные соглашения Республики Казахстан, касающиеся экологической безопасности космической деятельности……
Экологическое законодательство Республики Казахстан…….
Список использованных источников……
Глава 3
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР»……..

Экологический контроль технологических процессов при пусках ракет-носителей……..
Экологическое сопровождение пусков РН и МБР с космодрома «Байконур».....
Система экологического контроля и мониторинга космодрома «Байконур»……
Список использованных источников……..

Глава 4
РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА. РАЗВИТИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ……
Анализ методов определения компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды……..
Создание стационарной и передвижной химико-экологических лабораторий……..
Список использованных источников……..

Глава 5
ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ……
Методологические подходы экологического нормирования……..
Система экологической устойчивости участков территории Республики Казахстан к воздействию РКД…….
Апробация системы критериев экологической устойчивости в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей в РП №148, №15,25, №210……
Оценка экологического риска РКД в РП № 320
Приоритеты развития экологического нормирования РКД
Список использованных источников……...

Глава 6
ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА И ПРОДУКТОВ ИХ ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ОБЪЕКТАХ

ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Основные принципы гигиенического нормирования химических веществ в почве……
Характеристика физико-химических свойств и биологического действия жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации…….
Несимметричный диметилгидразин
Нитрозодиметиламин.....
Тетраметилтетразен……
Диметиламин……
Диметилформамид…….....
Керосин……
Предельно допустимые концентрации компонентов ракетного топлива и некоторых продуктов их химической трансформации в объектах окружающей среды……
Список использованных источников……

Глава 7
РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ И БЕЗОПАСНЫХ МЕТОДОВ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВ ОТ НЕСИММЕТРИЧНОГО ДИМЕТИЛГИДРАЗИНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ…….
Каталитические методы и технологии детоксикации почв, загрязненных токсичными КРТ……
Микробиологические методы и технологии детоксикации почв, загрязненных токсичными КРТ....
Анализ данных по реакционной способности НДМГ и вероятные маршруты его распада……..
Каталитическая и микробиологическая детоксикация почв, загрязненных НДМГ и его производных (опытные и натурные испытания)……
Натурные испытания каталитического метода детоксикации почв…….....
Определение исходной концентрации НДМГ в экспериментальных площадках и результаты количественного химического анализа……
Детоксикация почвы каталитическим методом……..

Идентификация НДМГ и продуктов его трансформации в пробах почвы до и после детоксикации с применением метода хромато-масс-спектрометрии……
Анализ результатов натурных испытаний каталитического метода……
Доочистка почвы микробиологическим методом …..
Список использованных источников……

Глава 8
СОСТОЯНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ОБЪЕКТАМ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР».....
Гигиенические исследования среды обитания……
Социально-гигиеническая оценка качества жизни жителей крестьянских хозяйств в районе аварийного падения ракеты носителя «Протон-М» и в населенных пунктах прилегающих территорий……
Влияние пусков ракет-носителей с космодрома «Байконур» на психоэмоциональное состояние населения, по данным социологического и медико-статистического исследований……..
Список использованных источников……
Глава 9
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ…….
Структура базы данных ГИС……
Применение ГИС-технологий при изучении экологических проблем РКД космодрома «Байконур».....
Список использованных источников…….....

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР»

Авторы:

Жубатов Жайлаубай
Товасаров Адылхан Дадебаевич
Козловский Владимир Антонович
Алексеева Дария Степановна
Бисариева Шарипа Сапарбековна
Позднякова Ала Петровна
Гусарова Наталия Михайловна

Под редакцией
доктора технических наук,
академика МАНЭБ
Ж.Жубатова

Редактор-составитель:
В.А.Козловский
Компьютерная верстка:
Н.М.Гусарова, В.Р.Втюрина
Оформление переплета:
Н.М.Гусарова
Ответственный за выпуск:
А.Д.Товасаров

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ ТИПОГРАФИИ
Тираж 500 экз (просьба)