

Исследовательский центр «Альтернатива»

«СОГЛАСОВАНО»
Первый заместитель
Генерального директора
ОАО ВПК «НПО машиностроения»

_____ М. И. Гришко

« » _____ 2009г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
Исследовательского центра
«Альтернатива»

_____ Р. В. Балаба

« » _____ 2009г.

Малогобаритный космический аппарат 14Ф133

ПРОЕКТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ по оценке воздействия на окружающую среду МКА 14Ф133 при наземной подготовке на космодроме Байконур, при запуске на орбиту в составе КГЧ 14С135 конверсионной ракетой-носителем РС-18 и в полете

Начальник отделения

_____ А. П. Киселев

« » _____ 2009г.

Заместитель Генерального директора
по науке

_____ С. Н. Лебедев

« » _____ 2009г.

Заместитель начальника отделения
по экологии

_____ Ю. В. Черкасов

« » _____ 2009г.

Заместитель Генерального директора

_____ К. Г. Миняев

« » _____ 2009г.

2009

Продолжение титульного листа

Настоящие проектные материалы оценки воздействия на окружающую среду космического аппарата 14Ф133, а также космической головной части 14С135, в составе которой КА выводится на орбиту конверсионной ракетой-носителем «РС-18», разработаны Исследовательским центром «Альтернатива» по исходным данным разработчика КА – ОАО Военно-промышленная корпорация «НПО машиностроения» в рамках выполнения составной части ОКР «Проведение комплекса работ по подготовке комплекта проектной документации по запускам МКА 14Ф133 и КГЧ 14С135 конверсионной ракетой-носителем РС-18 с космодрома Байконур для представлению на Государственную экологическую экспертизу РФ (14К030-ЭКО)». Предлагаемые проектные материалы ОВОС МКА 14Ф133 предназначены для общественных слушаний.

По результатам согласования материалов ОВОС МКА 14Ф133 с органами госнадзора и госконтроля, а также на основании полученных замечаний при общественных слушаниях по материалам ОВОС до представления проекта МКА 14Ф133 на государственную экологическую экспертизу материалы ОВОС будут либо доработаны (дополнение к ОВОС), либо переработаны (новая редакция ОВОС).

Ответственный исполнитель

_____ И.Ф. Крестников

Содержание

Введение	6
1 Основная информация по КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и (справочно) по средствам запуска КА на орбиту.....	11
1.1 Общие сведения по проекту	11
1.2 Космическая головная часть 14С135	12
1.3 Космический аппарат 14Ф133	19
1.4 Наземные средства и технология подготовки КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 к запуску	24
1.5 Средства запуска КА 14Ф133(справочно).....	33
1.6 Запуск и полет КА 14Ф133	38
1.7 Обоснование целесообразности разработки КА 14Ф133	38
2. Требования к КА 14Ф133 по экологической безопасности.....	53
2.1 Российские и международные нормативно-правовые акты.....	53
2.2 Нормативно-правовые акты Республики Казахстан	64
2.3 Совместные нормативно-правовые акты Российской Федерации и Республики Казахстан	65
2.4 Требования по экологической безопасности при создании КА 14Ф133	67
2.5 Основные направления изучения состояния природной среды в районах планируемой эксплуатации ракетно-космической техники	67
3 Анализ существующего состояния окружающей среды в районах эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	73
3.1 Общие сведения по космодрому Байконур.....	73
3.2 Анализ существующего состояния окружающей среды в районе размещения космодрома Байконур	79
3.3 Анализ существующего состояния окружающей среды в районе падения головного обтекателя КГЧ 14С135	79
3.4 Общая характеристика механического засорения околоземного пространства в настоящее время.....	79
3.5 Оценка вклада РКТ в общее воздействие на верхнюю атмосферу Земли	95
4 Оценка воздействия на окружающую среду при штатной эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	101
4.1 Воздействие на окружающую среду при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.....	104
4.2 Оценка воздействия КГЧ 14С135 на окружающую среду РП ОЧ.....	120
4.3 Прогноз воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на околоземное космическое пространство.....	122

5	Прогноз возможных экологических последствий возникновения аварийных и нештатных ситуаций при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	139
5.1	Воздействие на ОС аварийных ситуаций, возникающих при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	145
5.2	Падение аварийной РН «РС-18» с КГЧ 14С135	163
5.3	Аварийные выбросы КРТ по траектории полета РКН «РС-18».....	164
5.4	Оценка экологических последствий аварийных ситуаций с КГЧ, КА и АПБ, возникающих при полете в составе РН «РС-18»	164
5.5	Анализ экологических последствий возможных орбитальных взрывов КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	167
6	Мероприятия по обеспечению экологической безопасности эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	172
6.1	Мероприятия на стадии разработки проектной документации	172
6.2	Мероприятия на стадии разработки конструкторской документации	173
6.3	Мероприятия на стадии наземных комплексных и межведомственных испытаний	173
6.4	Мероприятия на стадии государственных испытаний.....	174
6.5	Мероприятия на стадии штатной эксплуатации.....	174
6.6	Мероприятия на стадии утилизации.....	175
7	Анализ эффективности принимаемых и предлагаемых мер по охране окружающей среды при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	178
7.1	Мероприятия по обеспечению экологической безопасности при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на космодроме Байконур	178
7.2	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при подготовке КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и РН «РС-18» на космодроме Байконур	188
7.3	Инженерно-технические мероприятия по обеспечению защиты объектов наземной инфраструктуры космодрома Байконур от возможных аварийных ситуаций при подготовке и пуске РКН «РС-18» с КГЧ 14С135	192
7.4	Организационно-технические мероприятия по обеспечению защиты объектов наземной инфраструктуры космодрома Байконур от возможных аварийных ситуаций и ликвидации их последствий при подготовке КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и РН «РС-18» (справочно)	196
7.5	Порядок обращения с отходами при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на космодроме Байконур	198

7.6	Мероприятия по обеспечению экологической безопасности при полете КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	200
8	Предложения по контролю воздействия КА 14Ф133 на состояние окружающей среды при эксплуатации и план послепроектного экологического анализа.....	205
8.1	Основные положения	205
8.2	Возможный порядок проведения работ по РН «РС-18» (справочно)..	212
8.3	Методы и средства исследования химического загрязнения объектов окружающей среды	212
8.4	Методы и аппаратура экологического контроля	213
8.5	Экологический мониторинг при эксплуатации КА 14Ф133	219
8.6	Мониторинг и контроль воздействия КА 14Ф133 на ОКП	222
8.7	План послепроектного экологического анализа процессов эксплуатации КА 14Ф133	227
9	Предложения по утилизации КА 14Ф133 и других составных частей КГЧ 14С135	229
9.1	Предложения по утилизации КА 14Ф133 до его запуска	231
9.2	Утилизация головного обтекателя и промежуточного отсека КГЧ 14С135	231
9.3	Предложения по утилизации КА 14Ф133 в случае аварии при запуске	232
9.4	Предлагаемый метод утилизации фрагментов КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 в случае аварии.....	232
9.5	Предложения по утилизации КА 14Ф133 после выполнения программы полета.....	233
	Заключение	234
	Приложение А. Список сокращений.....	238

Введение

Одной из важнейших глобальных мировых проблем в настоящее время по праву признается экологическая. Решить ее в XX веке человечеству оказалось не под силу. Но в новое тысячелетие мы вступаем не только с чувством вины за содеянное, но и с ясным пониманием своей ответственности за будущее планеты, материализованным в конкретных природоохранных проектах.

Глобализация и глубокая интернациональная интеграция многих сторон хозяйственной деятельности промышленно развитых стран объективно должны приводить к совместному решению общих проблем, в первую очередь, экологических. В полной мере это относится и к космической деятельности, в т.ч. и к программе создания систем дистанционного зондирования Земли на базе космических аппаратов (КА) 14Ф133.

Сегодня комплекс имеющихся космических средств непосредственно определяет уровень национальной безопасности и качество жизни граждан промышленно развитых стран. Без него невозможен достоверный мониторинг природной среды, объективный контроль выполнения международных соглашений о разоружении и ограничении военной деятельности, неизбежен паралич систем связи, навигации, национального и континентального телевидения и т.д.

Научная общественность не без основания упрекает космические державы за то, что космическая индустриализация происходит при явном отставании в разработке и реализации мер по обеспечению экологической безопасности. И, не смотря на значительный позитивный вклад в развитие человечества, она сопровождается нарастанием экологической опасности и ущерба для людей и природы, массовыми нарушениями прав граждан на благоприятную экологическую среду. Это утверждение справедливо потому, что до настоящего времени не разработаны нормативы допустимого воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду (за исключением нормативов воздействия на приземную атмосферу, почву, растительность, поверхностные и грунтовые воды).

В настоящее время широко распространилось мнение о том, что вследствие активной космической деятельности нанесен заметный ущерб окружающей среде в районах космодромов, ракетных полигонов, а также околоземному космическому пространству. Вместе с тем в массовом сознании сформирован не всегда объективный взгляд на масштабы и формы экологического ущерба от ракетно-космической техники [1]. Сложившуюся ситуацию обрисовал ведущий американский климатолог Стивен Шнайдер: озабоченность общественности вызвана неверной интерпретацией научных и экономических фактов под влиянием политических тенденций, искаженных

сообщений средств массовой информации и споров между учеными.

Между тем, по данным зарубежных исследований доля ракетно-космической техники в техногенном воздействии на окружающую среду (ОС) незначительна (таблица 1).

Таблица 1 - Годовой техногенный выброс токсичных продуктов

Источник выбросов	Количество выбросов в тоннах
Общий мировой уровень	1000 000 000
Автомобили	400 000 000
Самолеты	10 000 000
Ракеты-носители	10 000 (~0,1% выбросов самолетов)

Основные требования по обеспечению экологической безопасности КА 14Ф133 определены законодательством Российской Федерации: Законом РФ «Об охране окружающей среды», Законом РФ «Об экологической экспертизе», Законом РФ «О космической деятельности», федеральной и отраслевой нормативной документацией (Положение-98КТ, ОТТ КС и др.), а также техническим заданием на создание КА 14Ф133. Кроме того, при проведении работ по обеспечению экологической безопасности работ по подготовке КА 14Ф133 на космодроме Байконур необходимо обеспечить также выполнение требований «Соглашения между Правительством России и Правительством Республики Казахстан по экологии и природопользованию на территории комплекса Байконур в условиях его аренды Российской Федерацией» от 02.06.2005г., а также требований законов, нормативных и руководящих документов Республики Казахстан в части охраны окружающей среды.

Основная опасность с точки зрения воздействия на окружающую среду заключается в том, что указанные КГЧ и МКА содержат (хотя и в незначительном количестве) в своем составе токсичные компоненты ракетного топлива (КРТ) - несимметричный диметилгидразин (НДМГ) и амилин – аналог азотного тетраоксида (АТ). Однако, по сравнению с другими КРТ пара НДМГ+АТ при штатной эксплуатации (при отсутствии проливов) образует значительно меньше токсичных продуктов сгорания при работе двигательных установок (таблица 2).

Следует отметить, что имеется более чем 40-летний опыт проведения работ с указанными компонентами. За это время было два-три случая экстремального загрязнения ОС (проливы) токсичными КРТ в результате аварий, после которых были приняты меры по их недопущению. Для запуска КА 14Ф133 используется конверсионная межконтинентальная баллистическая ракета (МБР) «РС-18» на токсичных КРТ и запускаемая с космодрома Байконур более 30 лет.

Таблица 2 - Доля токсичных и нетоксичных продуктов сгорания ракетных топлив (в % от массы выхлопа)

Продукты сгорания		Компоненты топлива		
		жидкие		твердые
		АТ-НДМГ	О ₂ -керосин	
не токсич- ные	H ₂	1,49	0,57	2,93
	H ₂ O	28,01	28,60	3,67
	N ₂	34,92	-	7,96
	CO ₂	32,75	46,5	1,2
	C	0,93	0,09	-
	NH ₃	0,02	-	-
	CH ₄	0,1	-	-
	Прочие	0,1	0,1	6,0
	Итого	97,32	75,89	21,91
токсич- ные	CO	2,68	24,11	29,5
	HCl	-	-	20,42
	Al ₂ O ₃	-	-	28,17
	Итого	2,68	24,11	78,09

Кроме того, НДМГ и АТ являются ксенобиотиками лишь для животных и человека. Для растительности и почвенной микрофлоры это - азотные удобрения, стимулирующие их рост в концентрациях до 20 мг/кг почвы. Применение данной топливной пары в российских РН не является чем-то исключительным в практике освоения космоса. Аналогичное топливо (под названием аэрозин) используется и в ракетах-носителях (РН) США, и в РН Европейского космического агентства, и в РН Китая. К сожалению указанная топливная пара является единственной, которую можно длительно использовать в условиях космического полета без термостатирования. Максимальное время использования нетоксичных КРТ (например, водород-кислород) в условиях космоса составляет не более 12 часов. Кроме того, в условиях околоземного космического пространства (ОКП) отсутствуют биологические объекты, на которые может быть оказано негативное воздействие как непосредственно КРТ, так и токсичными продуктами их сгорания.

В 1999 году прошел Государственную экологическую экспертизу Российской Федерации и разрешен для эксплуатации на космодроме Плесецк космический ракетный комплекс (КРК) «Рокот», в составе которого без доработок используется одна и та же МБР «РС-18».

Система космических аппаратов ДЗЗ на базе КА 14Ф133 создается с целью получения оптических данных о поверхности Земли в видимом и ИК-диапазонах спектра с заданными точностными характеристиками, а также информации от РЛС-аппаратуры в интересах решения социально-экономических задач. Получение данной информации осуществляется непосредственно с помощью разрабатываемого Военно-промышленной

корпорацией «НПО Машиностроения» космического аппарата 14Ф133, устанавливаемого для запуска в КГЧ 14С135 конверсионной РН «РС-18».

Настоящие проектные материалы по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 разработаны на основании исходных данных НПО Машиностроения в соответствии с требованиями экологического законодательства РФ, а также:

- «Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду» (утвержденного приказом Государственного комитета по охране окружающей среды РФ от 16.05.2000г. №372);
- «Макета материалов по оценке воздействия ракетно-космической деятельности полигона (космодрома) на окружающую природную среду» (согласован Госкомэкологией РФ от 22.12.1997 г., исх. № 13-31/860);
- «Временной инструкции о порядке проведения оценки воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на ОС (ОВОС) в Республике Казахстан». РНД-03.02.01-30.12.1993. (утверждена Министерством экологии и природных ресурсов Республики Казахстан 30.12.93 г.);
- «Методических рекомендаций по оценке воздействия на окружающую среду новой техники, технологий, материалов и веществ». РНД-211.3.02.02-96 (утверждены Министерством экологии и природных ресурсов Республики Казахстан 21.10.96 г.);
- «Рекомендаций по проведению оценки воздействия намечаемой деятельности на биоресурсы (почвы, растительность, животный мир)». РНД-211.3.02.05-96 (утверждены Министерством экологии и природных ресурсов Республики Казахстан 26.08.96 г.).

Одним из обязательных условий при подготовке документации к представлению на государственную экологическую экспертизу (ГЭЭ) является участие общественности в обсуждении материалов ОВОС намечаемой хозяйственной деятельности (в данном случае – эксплуатация КА 14Ф133), а также согласование материалов ОВОС с уполномоченными органами госнадзора и госконтроля.

Настоящие проектные материалы ОВОС содержат оценку воздействия на ОС в основном собственно КА. Используемая на этапе подготовки к летным испытаниям наземная инфраструктура (наземное технологическое оборудование, технический комплекс КА, заправочная станция, технический комплекс космической головной части, оборудование для подготовки КА на стартовом комплексе) применялось ранее для наземной подготовки КА – аналогов КА 14Ф133 и используется без доработок. Тем не менее, в материалах ОВОС приводятся результаты оценки воздействия на ОС технологического оборудования, используемого для подготовки КА 14Ф133, средств транспортировки и (опосредованно) обслуживающего персонала.

Проектные материалы ОВОС разработаны Исследовательским центром «Альтернатива» и предназначены (после соответствующей процедуры

рассмотрения, согласования, получения заключений органов госконтроля и госнадзора, проведения общественных слушаний) для представления в составе комплекта проектной документации КГЧ 14С135 и МКА 14Ф133 на Государственную экологическую экспертизу (ГЭЭ) Российской Федерации.

Предлагаемые материалы ОВОС разработаны коллективом специалистов под руководством действительного члена (академика) Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского И.Ф. Крестникова и содержат:

- введение;
- девять основных разделов;
- заключение;
- приложение.

Настоящие материалы ОВОС перед представлением их на ГЭЭ будут дополнены (или переработаны) по результатам согласования с органами госнадзора и госконтроля, а также по результатам общественных слушаний.

Адрес: 141092, Московская обл., г. Юбилейный, ул. Тихонравова, 11 тел.: (495)515-3375 факс: (495)515-3375	
Генеральный директор ООО Исследовательский центр «Альтернатива»	Балаба Роман Викторович контактный телефон: (495)515-3375
Заместитель Генерального директора по науке	Лебедев Станислав Николаевич контактный телефон: (495)515-3375
Заместитель Генерального директора	Миняев Константин Григорьевич контактный телефон: (495)515-3375
Ответственный исполнитель	Крестников Игорь Федорович контактный телефон: (499)181-5420

Литература по разделу введение

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

1 Основная информация по КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и (справочно) по средствам запуска КА на орбиту

1.1 Общие сведения по проекту

Космический аппарат (КА) 14Ф133 разрабатывается по заказу Министерства обороны РФ с целью выполнения Программы вооружения космическими средствами, а также действующих Государственных космических программ по дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ), в т.ч. с помощью КА малой массы, запускаемых конверсионными ракетами-носителями (РН).

Открытое акционерное общество (ОАО) Военно-промышленная корпорация (ВПК) «НПО машиностроения» является разработчиком КА 14Ф133 и космической головной части (КГЧ) 14С135.

Адрес: 143966, г. Реутов-6 Московской обл., ул. Гагарина, 33
тел.: (095)528-3018
факс: (095)302-2001

Космический аппарат 14Ф133, устанавливаемый в качестве полезной нагрузки в КГЧ 14С135 РН «РС-18», предназначен для создания орбитального сегмента космической системы дистанционного получения информации о земной поверхности. Вобрав в себя новейшие научные достижения в области дистанционного зондирования, система КА будет обеспечивать сбор ценнейших данных. Работая в видимом и микроволновом диапазонах, не замечая влияния атмосферы, установленная на КА аппаратура даст возможность оперативно получать высококачественные изображения, необходимые для мониторинга земной поверхности, поверхности океанов, экологического мониторинга и эффективного управления ресурсами. Запуск конверсионной РН «РС-18» с КГЧ 14С135 планируется осуществлять с космодрома Байконур.

Основными особенностями системы являются:

- возможность получения информации высокого разрешения;
- возможность получения дистанционной съемочной информации как совокупности взаимодополняемых данных;
- применение в комплектациях системы универсальной космической платформы (УКП);
- использование для выведения КА 14Ф133 конверсионной ракеты легкого класса «РС-18»;

- возможность наращивания численности группировки КА в космической системе для сокращения периодичности наблюдения одних и тех же исследуемых районов поверхности Земли.

Примеры оптического и радиолокационного изображений высокого разрешения приведены на рисунках 1.1, 1.2.



*Рисунок 1.1 - Пример радиолокационного изображения высокого разрешения.
Прибайкалье*



*Рисунок 1.2 - Пример оптического изображения высокого разрешения.
Город Сан-Франциско*

1.2 Космическая головная часть 14С135

Общий вид КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 показан на рисунке 1.3.

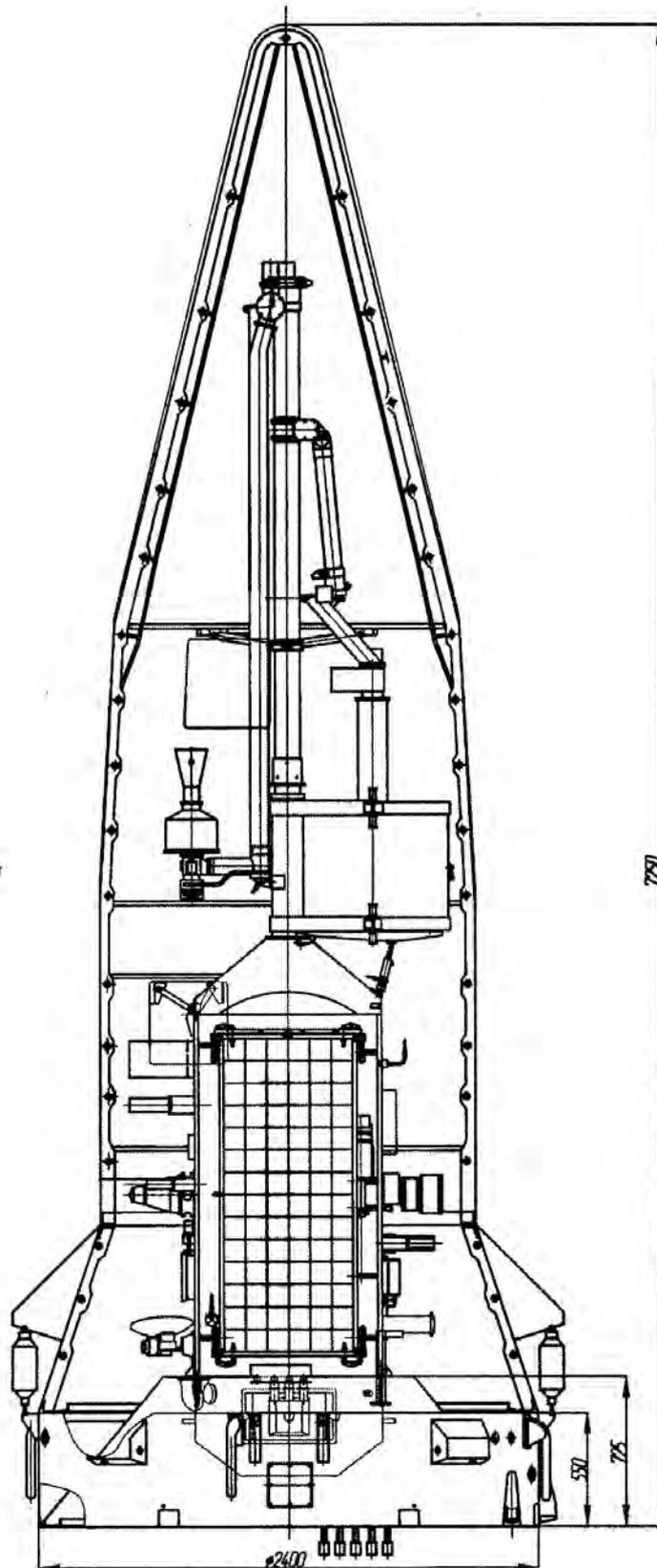


Рисунок 1.3 - КГЧ 14С135 с КА 14Ф133

Блок-схема КГЧ 14С135 приведена на рисунке 1.4.

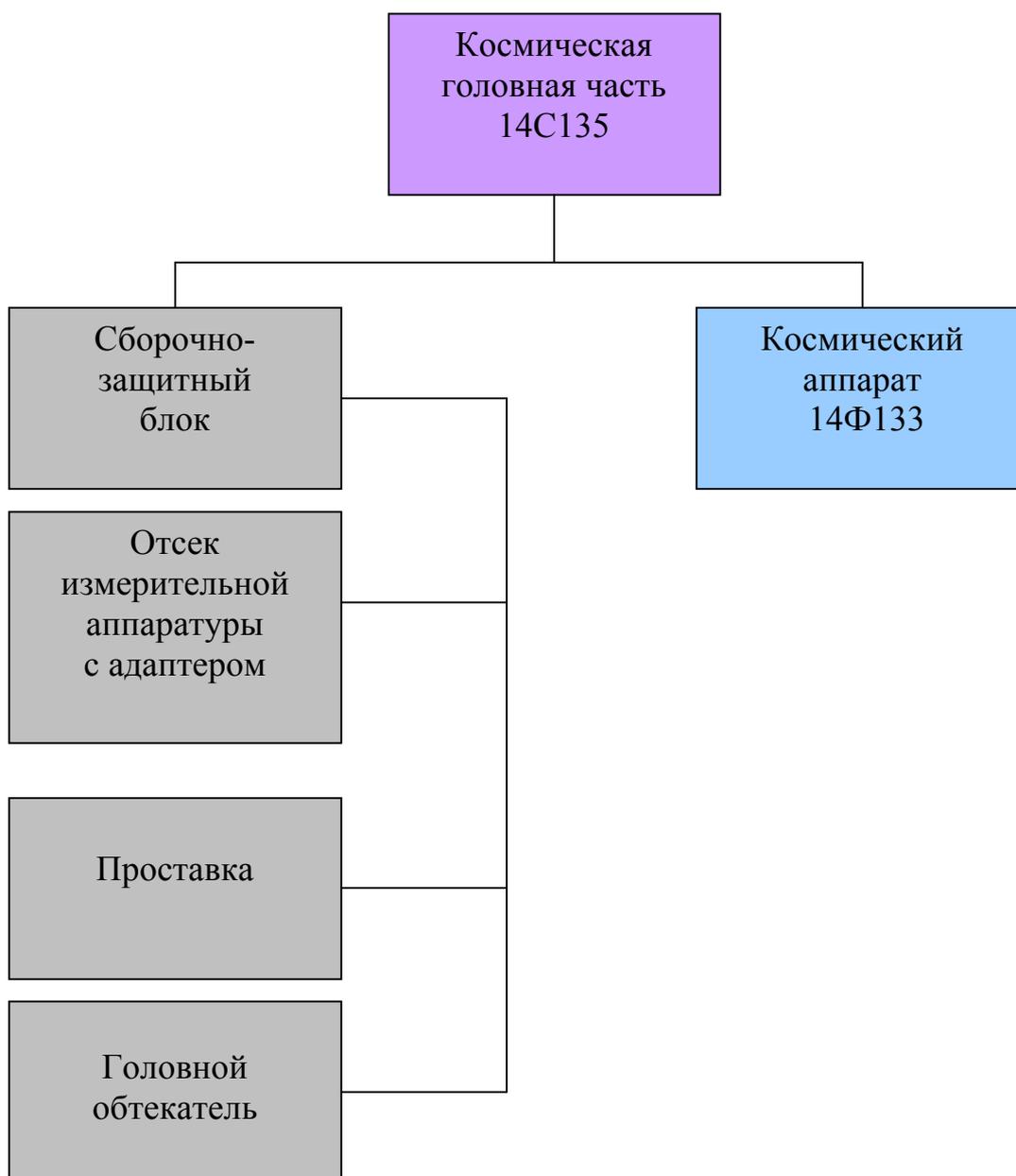


Рисунок 1.4 - Блок-схема КГЧ 14С135 с КА 14Ф133

КГЧ состоит из сборочно-защитного блока (СЗБ) и космического аппарата. СЗБ предназначен для обеспечения защиты КА от воздействия внешней атмосферы и тепловых потоков и для сопряжения КА с РН. СЗБ включает в себя: отсек измерительной аппаратуры (ОИА) с адаптером, проставку и головной обтекатель (ГО). Радиоактивных материалов в конструкции и аппаратуре СЗБ нет [1]. Токсичными компонентами, потенциально опасными для окружающей среды (ОС), являются компоненты топлива, используемые в двигательной установке (ДУ) ОИА: амилин (аналог азотного тетраоксида) и НДМГ (гептил).

В КГЧ 14С135 устанавливается КА 14Ф133. КГЧ стыкуется к агрегатно-приборному блоку (АПБ) РН «РС-18». АПБ является составной частью РН «РС-18» и используется после отделения 2 ступени РН для довыведения КГЧ с космическим аппаратом на требуемую орбиту. ДУ АПБ выполняет функции маршевого двигателя связки АПБ-КГЧ. ДУ ОИА КГЧ выполняет функции стабилизации и ориентации. После отделения КА связка АПБ-ОИА уводится с помощью ДУ ОИА.

1.2.1. Отсек измерительной аппаратуры

Для обеспечения дистанционного контроля параметров основных агрегатов и систем ракеты-носителя и КГЧ на траектории выведения и контроля параметров траектории выведения используется система измерений, смонтированная в ОИА. Отсек является универсальным. Общий вид отсека измерительной аппаратуры показан на рисунке 1.5.

Конструктивно отсек выполнен в виде цилиндра диаметром 2400 мм и высотой 800 мм с гладкой листовой обшивкой, поперечным набором в виде рам и продольным в виде стрингеров. Внутри отсека расположены три силовых балки (одна - в плоскости I-III и две - параллельно плоскости II-IV), имеющих крепежные точки для монтажа приборов. Кроме того, внутри отсека расположен конический переходник, служащий для установки адаптера крепления полезной нагрузки.

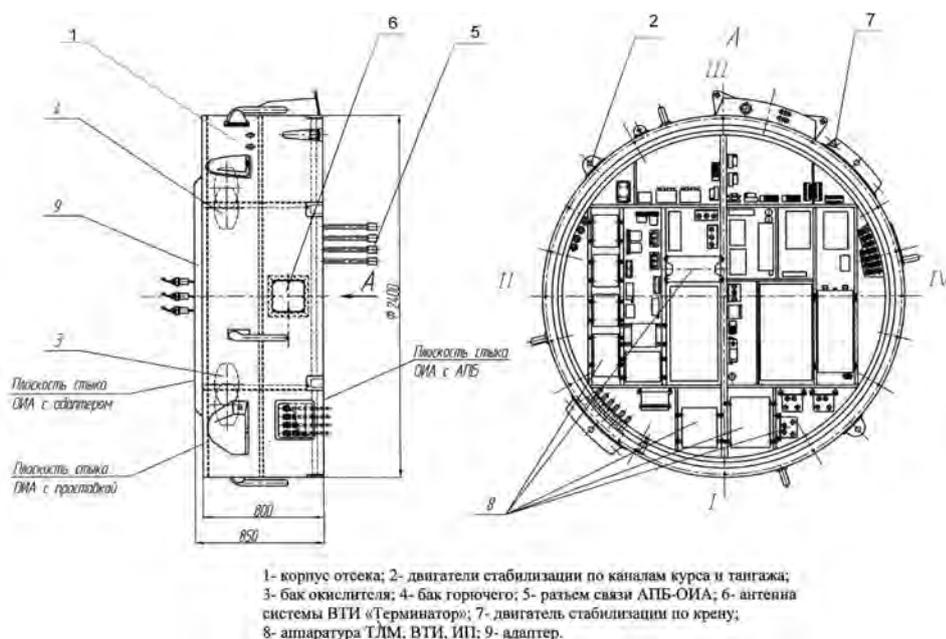


Рисунок 1.5 - Общий вид отсека измерительной аппаратуры

Отделение КА производится с помощью четырёх пружинных толкателей, смонтированных на адаптере. На задней раме отсека

расположены стыковые точки для стыковки отсека с АПБ РН, на передней раме - стыковые точки для стыковки проставки.

В ОИА размещаются следующие системы и агрегаты:

- система телеметрических измерений;
- система внешнетраекторных измерений;
- телеметрические согласующие устройства;
- антенно-фидерные устройства;
- ДУ стабилизации;
- блок управления ДУ стабилизации;
- бортовая кабельная сеть.

ДУ, смонтированная в отсеке, служит для обеспечения стабилизации связки АПБ с ОИА и КА на пассивном участке траектории по каналам тангажа, курса и крена. В качестве компонентов ракетного топлива (КРТ) в ДУ КА используются:

- окислитель – АТИН (амилин) по ОСТ 113-03-503-85 (ТУ 6-02-344-74);
- горючее – НДМГ (гептил) по ГОСТ В 17803-72.

Характеристики ДУ ОИА приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Характеристики ДУ ОИА

Характеристики	Значения
Двигатели стабилизации по крену, шт.	1
Двигатели стабилизации по курсу и тангажу, шт.	8
Заправляемое топливо:	
– окислитель (амилин-ОСЧ), кг	9,1
– горючее (НДМГ), кг	4,9
Газ наддува (азот):	
– количество, кг	0,6
– макс. рабочее давление кг/см ²	200

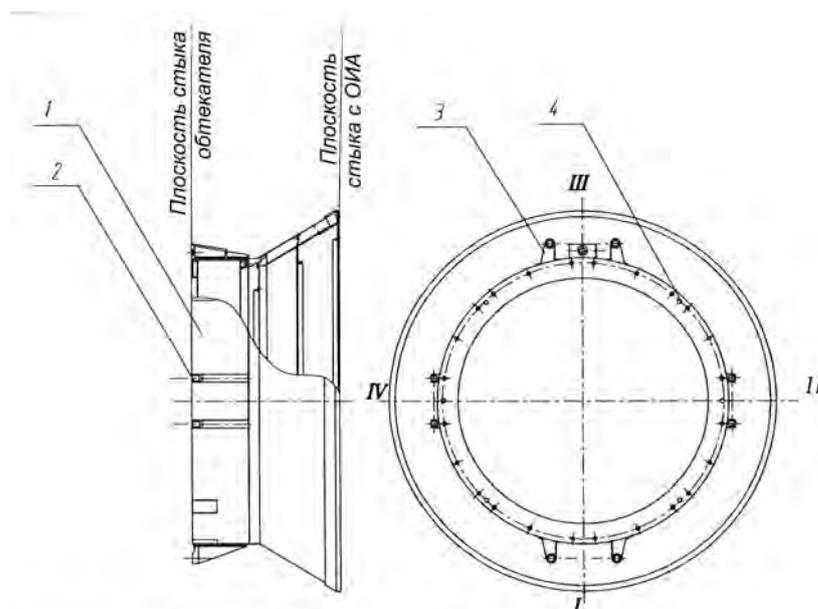
ДУ представляет собой систему жидкостных ракетных двигателей малой тяги многократного включения с вытеснительной системой подачи топлива, с агрегатами электрооборудования, измерения и контроля состояния ДУ. В состав ДУ входят: система наддува, топливная система, электрооборудование, система измерения и контроля состояния ДУ, двигатели стабилизации.

Система наддува предназначена для хранения и подачи рабочего газа в баки для вытеснения компонентов топлива. Топливная система предназначена для хранения компонентов топлива и подачи их к двигателям. В качестве двигателей стабилизации Д1...Д8 используются жидкостные ракетные двигатели малой тяги 17Д58Э, разработанные НИИ машиностроения. В настоящее время двигатель изготавливается серийно.

изготовлен из алюминиевых сплавов (Д19, АМГ6, АК4). Суммарная масса полностью снаряженного отсека с адаптером 547 кг.

1.2.2. Проставка СЗБ

Проставка СЗБ предназначена для установки ГО. Она геометрически представляет тело вращения, состоящее из цилиндра диаметром 1800 мм и высотой 400 мм и усечённого конуса с диаметрами оснований 1800 мм и 2400 мм и высотой 500 мм. Общий вид проставки представлен на рисунке 1.6.



1-корпус проставки; 2-узел крепления оси вращения створок ГО;
3-узел упора толкателя створок ГО; 4-узел крепления створок ГО;

Рисунок 1.6 - Проставка СЗБ.

Корпус проставки состоит из обшивки, шпангоутов, стрингеров и балок. Обшивка выполнена из листового сплава Д19 толщиной 1,5 мм. На наружной поверхности проставки нанесено теплозащитное покрытие. Поперечный силовой набор образуют три шпангоута. К верхнему шпангоуту стыкуется ГО. ГО стыкуется с помощью шести пироболтов, для которых в верхнем шпангоуте имеются отверстия и восемь штырей. Для установки пироболтов на корпусе проставки смонтированы фрезерованные балки. Для доступа к пироболтам в обшивке корпуса проставки предусмотрены лючки с крышками. На наружной поверхности корпуса проставки, у верхнего шпангоута, смонтированы узлы упора пружинных толкателей сброса створок ГО и узлы поворота створок.

Продольный силовой набор корпуса проставки состоит из стрингеров и балок. Нижним шпангоутом проставка стыкуется к ОИА. Стыковка производится с помощью шести обычных болтов и десяти штырей, воспринимающих поперечную нагрузку. Для болтов и штырей в шпангоуте

предусмотрены соответствующие узлы. Для доступа к болтам в обшивке корпуса проставки предусмотрены лючки с крышками. При необходимости для безударного выхода КА при отделении в цилиндрической части проставки предусмотрена установка направляющих.

На проставке монтируется комплект бортовой кабельной сети (БКС) для передачи команд от системы управления (СУ) РН к пироболтам обтекателя для обеспечения его сброса. Масса проставки с оборудованием 162 кг.

1.2.3. Головной обтекатель

ГО предназначен для защиты КА от внешних воздействий при подготовке на стартовом комплексе (СК) РН и на начальном участке запуска. Высота сброса ГО определяется требованиями по высоте выведения КА, ограничениями по тепловому воздействию на КА.

ГО СЗБ представляет собой тело вращения, состоящее из цилиндра и двух конусов. Носовая часть выполнена в виде полусферы. Длина обтекателя – 5800 мм, максимальный диаметр - 1800 мм. Общий вид обтекателя показан на рисунке 1.7. Конструктивно ГО выполнен в виде двух створок, соединенных между собой по плоскости I-III и разделяющихся при сбросе.

Каждая створка имеет оболочку из листа, подкреплённую изнутри гофром. Материал оболочки и гофра - сплав Д19. Каждая створка имеет также поперечный набор в виде рам и в плоскости Веления продольную силовую балку. На внешней поверхности обтекателя нанесено теплозащитное покрытие переменной толщины. По силовым продольным балкам створки соединены между собой пневмозамками, срабатывающими от порохового газогенератора. Система разделения створок смонтирована на левой створке. На наружной поверхности каждой створки в районе плоскости стыка с проставкой смонтированы два узла поворота и два пружинных толкателя (в районе плоскости разделения).

Срабатывание пироболтов и задействование порохового газогенератора при отделении обтекателя и разделение створок производится по командам СУ РН. Сброс створок после разделения производится с помощью пружинных толкателей. Масса головного обтекателя - 390 кг.

1.3 Космический аппарат 14Ф133

Конструктивно КА 14Ф133 состоит из 2-х модулей: универсальной космической платформы (УКП) и модуля полезной нагрузки (МПН). Масса УКП ~500 кг, масса МПН ~250 кг.

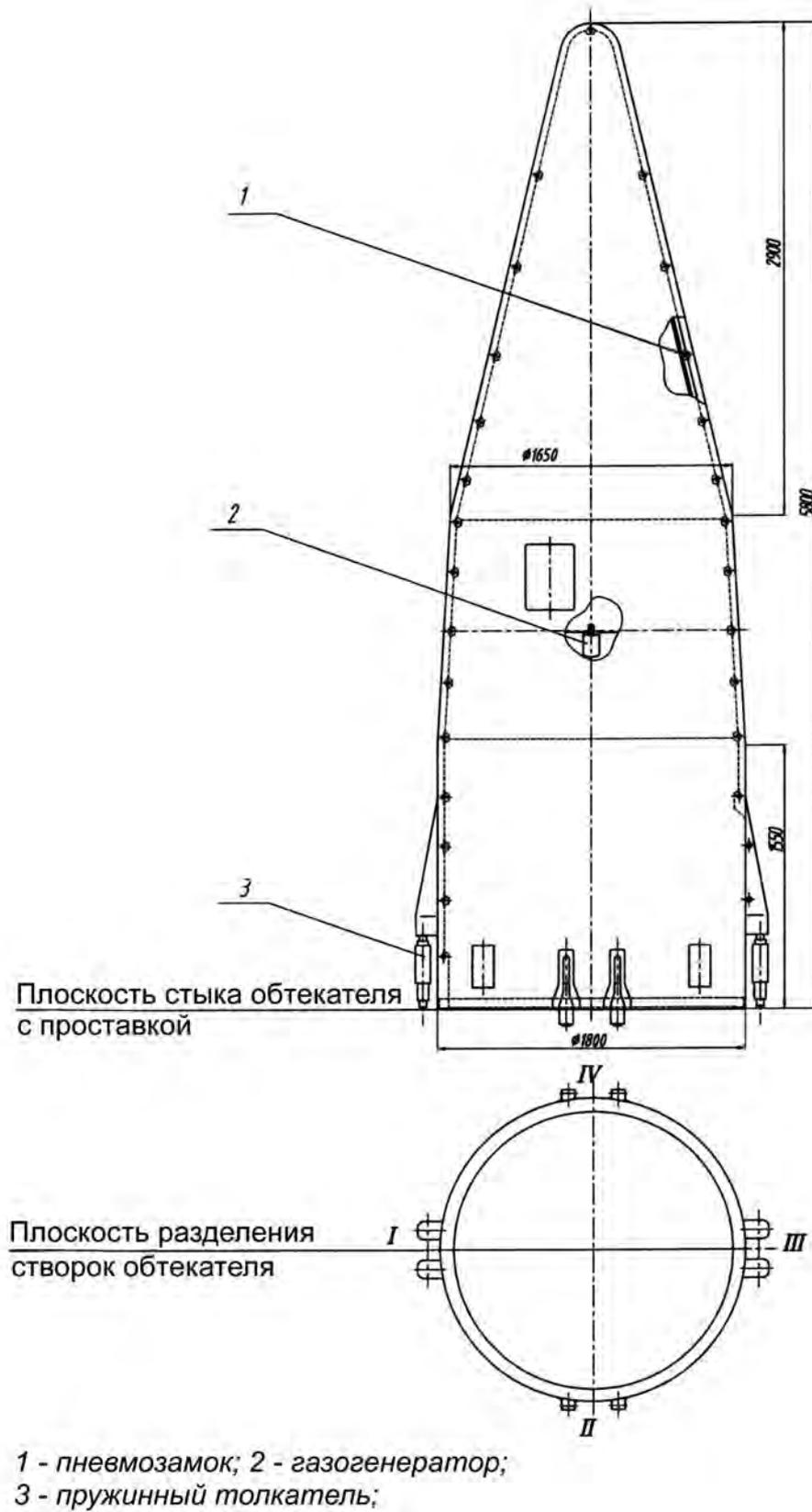


Рисунок 1.7 - Общий вид головного обтекателя

В состав УКП входят:

- бортовой комплекс управления (БКУ) в составе: бортового информационного комплекса, системы ориентации и стабилизации, автоматики управления бортовыми системами;
- ДУ ориентации, стабилизации и коррекции;
- средства обеспечения тепловых режимов (СОТР);
- система генерирования электроэнергии;
- антенные устройства средств БКУ;
- конструкция и механизмы.

В качестве КРТ в ДУ КА используются:

- окислитель – АТИН (амилин) по ОСТ 113-03-503-85 (ТУ 6-02-344-74);
- горючее – НДМГ (гептил) по ГОСТ В 17803-72.

Характеристики ДУ КА приведены в таблице 1.3. Характеристики двигателей ДУ КА приведены ранее в таблице 1.2.

Таблица 1.3 - Характеристики двигательной установки КА

Характеристики	Значения
Двигатель коррекции (1) с тягой, Н (кгс)	13,3 (1,36)
Двигатели стабилизации (6) с тягой, Н (кгс) каждый	2,94 (0,3)
Заправляемое топливо:	
окислитель (амилин-ОСЧ), кг	38,3
горючее (НДМГ), кг	21,0
Газ наддува (азот):	
– количество, кг	1,37
– макс. рабочее давление кг/см ²	350

В СОТР используются следующие теплоносители: аммиак (1,216 кг), пропилен (0,1 кг).

Модуль полезной нагрузки КА 14Ф133 разрабатывается в 2-х вариантах устанавливаемой на нем целевой аппаратуры: радиолокатор и оптико-электронная. Характеристики первого и второго вариантов КА приведены в таблицах 1.4 и 1.5.

Таблица 1.4 - Характеристики КА 14Ф133 с радиолокатором

Масса КА на орбите	800 кг
Высота орбиты	500 км
Наклонение орбиты	до 98°
Разрешение	1 м (в зависимости от режима съемки)
Полоса обзора	2×500 км
Длина волны	S-диапазон

Таблица 1.5 - Характеристики КА 14Ф133 с оптико-электронной аппаратурой

Масса КА на орбите	800 кг
Высота орбиты	500 км
Наклонение орбиты	до 98°
Разрешение	1 м
Полоса обзора	до 1200 км (±600 км справа и слева от трассы)
Спектральные диапазоны	видимый и ИК

На рисунках 1.8 и 1.9 показаны схемы получения радиолокационных изображений.

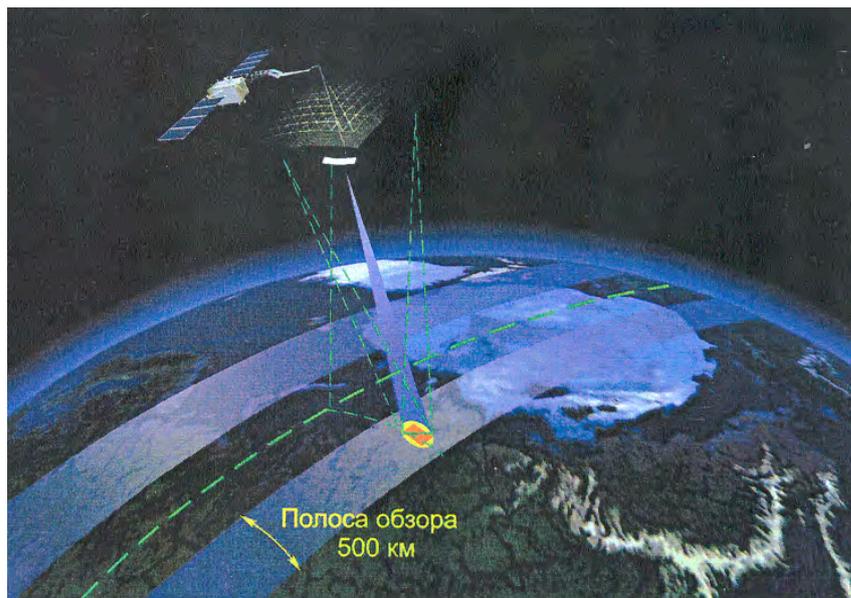


Рисунок 1.8 - Схема покадровой съемки

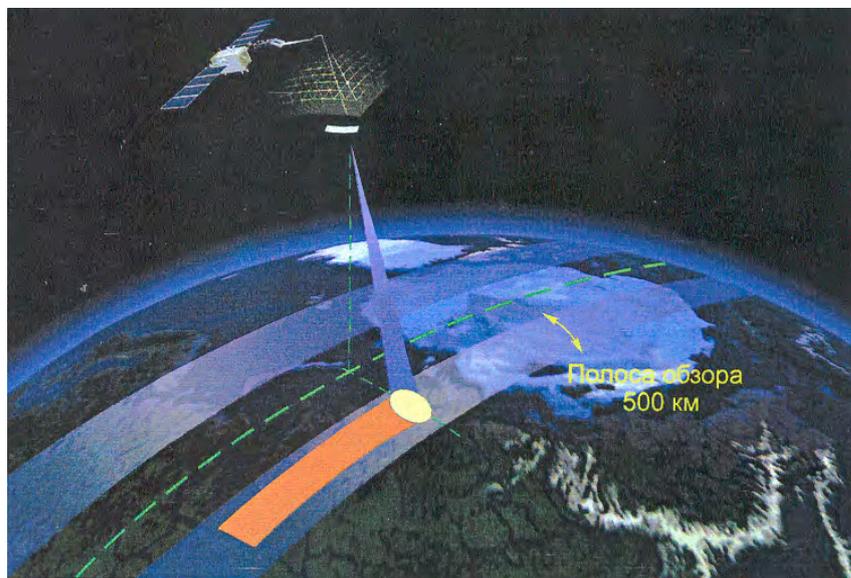


Рисунок 1.9- Схема съемки в непрерывном режиме

На рисунках 1.10 и 1.11 показаны схемы получения оптических изображений.

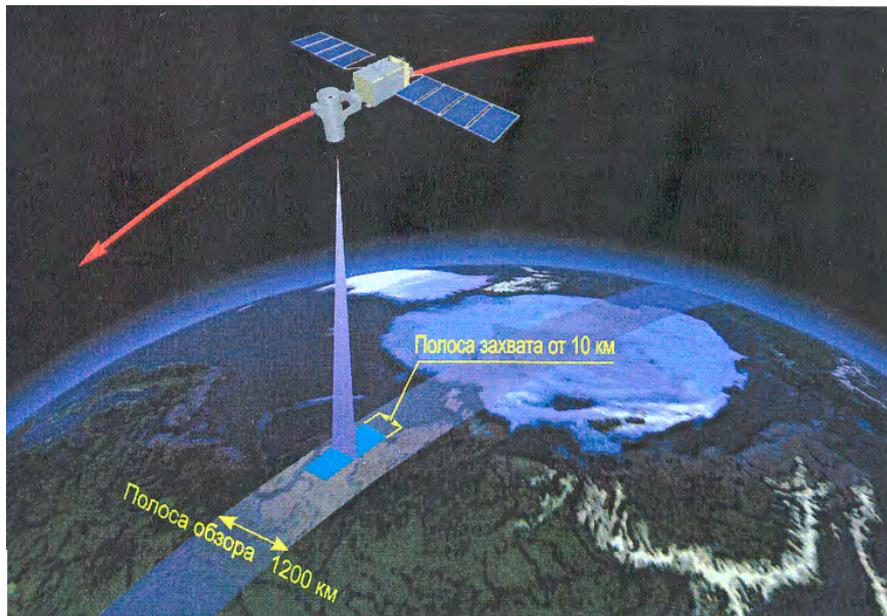


Рисунок 1.10 - Схема маршрутной съемки

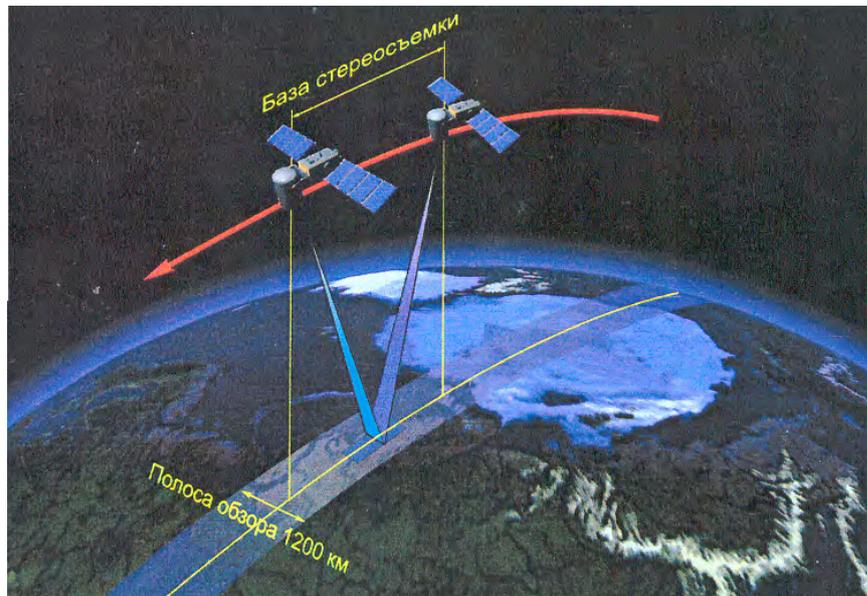


Рисунок 1.11 - Схема конвергентной съемки (стереосъемки)

Основные параметры рабочей орбиты КА 14Ф133:

- наклонение орбиты $97,36^\circ$ или $66,23^\circ$ (для первых запусков);
- высота около 500 км;
- срок активного существования – до 5 лет.

В конструкции КА применены алюминиевые сплавы, сталь (в основном в двигательной установке), а также композитные материалы. Радиоактивных материалов в конструкции и аппаратуре КА нет [1]. Токсичными компонентами, потенциально опасными для ОС, являются

компоненты топлива, используемые в ДУ КА: амилин (аналог азотного тетраоксида) и НДМГ (гептил).

1.4 Наземные средства и технология подготовки КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 к запуску

Для подготовки КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 к запуску на космодроме Байконур имеется вся необходимая инфраструктура, а также технологическое оборудование, размещаемое на площадке 2А (сооружение 60), площадке 31 (заправочная станция), площадке 175/2 (стартовый комплекс РН с КГЧ 14С135). Для подготовки привлекается расчет в количестве 11 человек. Время проведения всех операций по подготовке к пуску составляет 170 часов (без учета замены КА или слива КРТ из ДУ КА и повторной заправки).

1.4.1. Объекты наземной инфраструктуры и технологическое оборудование, используемые для подготовки КА 14Ф133 к запуску

Технический комплекс (ТК) КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 представляет собой совокупность сооружений, сетей электроснабжения, связи, теплоснабжения, водоснабжения и канализации, автомобильных и железных дорог, предназначенных для размещения технологических систем и агрегатов. ТК КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 включает в себя техническую позицию (ТП) КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, а также заправочную станцию (ЗС) для слива (при необходимости) и повторной заправки ДУ КА и ОИА КГЧ. ТП КА и КГЧ предназначена для приема, проверок и, при необходимости, сборки (разборки) КГЧ, подготовки ее к стыковке с РН.

ТП КА и КГЧ расположена в сооружении 60 пл.2А (рисунки 1.12-1.13).

Рабочее место для подготовки КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 в МИК сооружения 60 пл. 2А показано на рисунке 1.14.

В сооружении 60 имеются общетехнические системы: отопления; вентиляции; водоснабжения; канализации; пожаротушения (пожарные шкафы с первичными средствами пожаротушения). Рабочее место подготовки изделия 14С135 (с КА 14Ф133) размещается в зале 101 сооружения 60 (рисунки 1.15-1.16).

В зале сооружения обеспечен 9 класс чистоты в соответствии с ГОСТ ИСО 14644-1-2002. Рабочее место подготовки КГЧ 14С135 (с КА 14Ф133) для проведения испытаний обеспечено следующим электропитанием:

- Для комплекта контрольно-проверочной аппаратуры (КПА).
- Для комплекта аппаратуры системы генерирования энергии (СГЭ) для комплексных проверок на ТК.
- Для аппаратуры обработки информации на ТК-АПК АО ТМИ.



Рисунок 1.12 – Внешний вид сооружения 60 на пл.2А



Рисунок 1.13 – Въезд в монтажно-испытательный корпус (сооружение 60 на пл.2А) со стороны пл.2

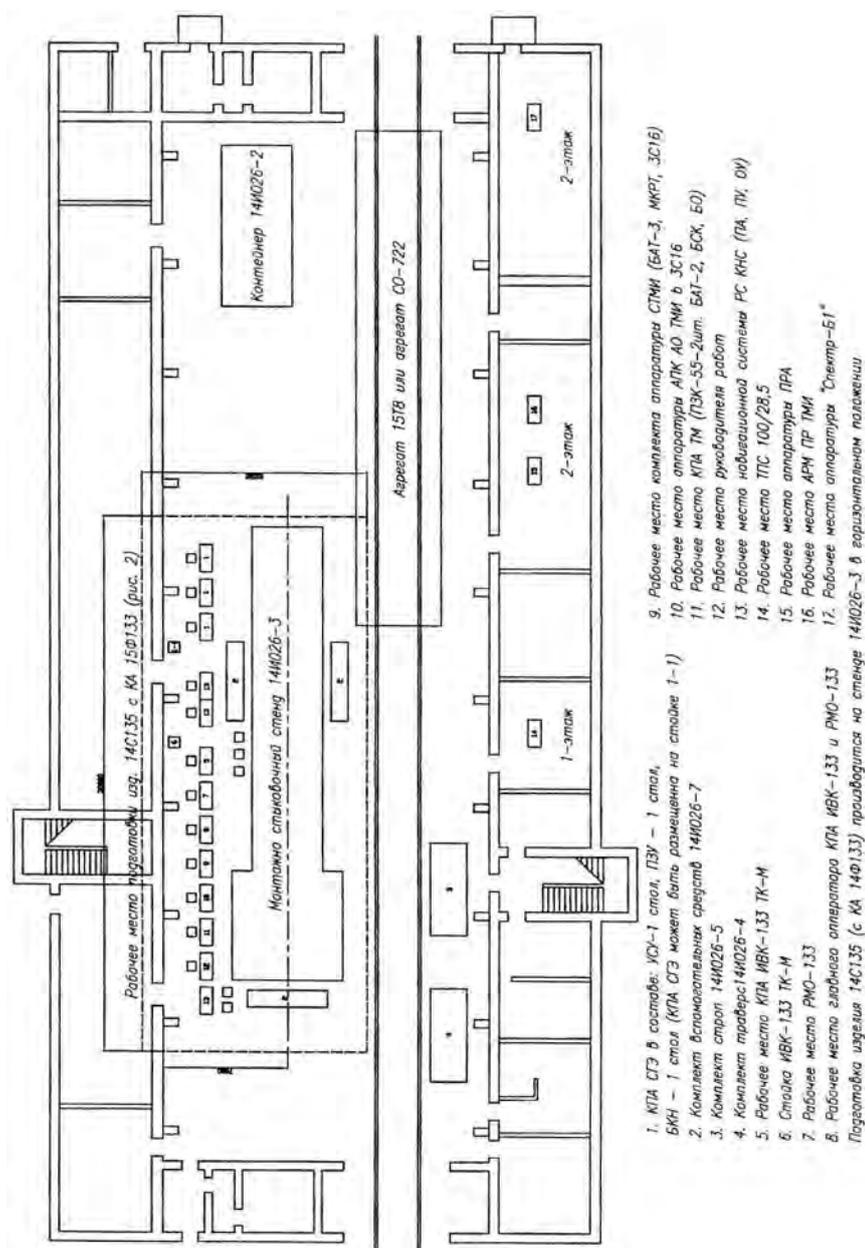


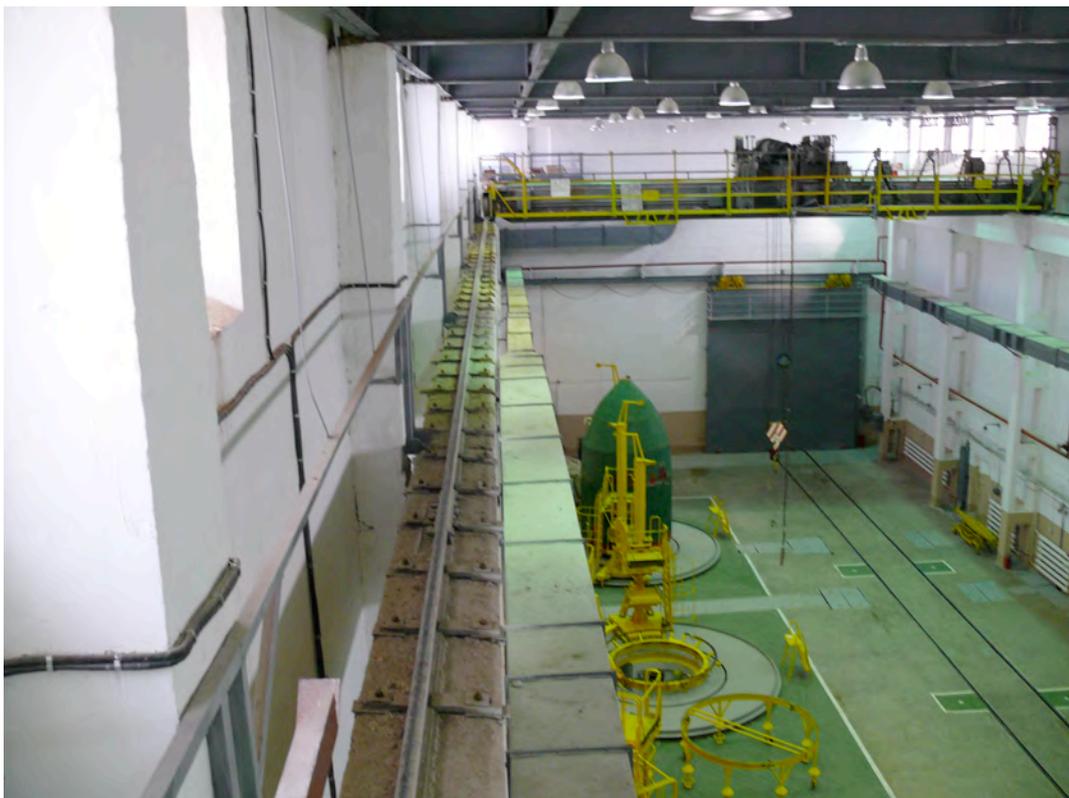
Рисунок 1.14 – Планировка рабочего места в МИК (сооружение 60 на пл.2А) для подготовки КГЧ 14С135 с КА 14Ф133

На рабочем месте для обеспечения подготовки КГЧ 14С135 (с КА 14Ф133) размещается:

- комплект наземного технологического оборудования (КНТО);
- комплект аппаратуры для комплексных проверок на ТК;
- комплект аппаратуры СГЭ для комплексных проверок на ТК;
- комплект аппаратуры ТМИ;
- блок обтекания (БО).



Рисунок 1.15 – Зал 101 МИК (сооружение 60 на пл.2А)



*Рисунок 1.16 – Рабочее место КГЧ 14С135 в зале 101 МИК
(вид с мостового крана)*

В состав КНТО входят:

- контейнер 14И026-2;
- монтажно-стыковочный стенд (МСС) 14И026-3;
- комплект траверс;
- комплект строп;
- комплект вспомогательных средств.

Проверка КА 14Ф133 в составе КГЧ 14С135 на ТК проводится штатным комплектом КПА, источниками питания и НКС, прошедшими проверки и имеющими заключения о готовности к совместным работам с изделием.

Информационно-вычислительный комплекс ИВК-133ТК-М обеспечивает автоматизированный контроль КА 14Ф133 в составе КГЧ 14С135 на ТК.

Для хранения и транспортирования КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 (включая КА 14Ф133) железнодорожным и автомобильным транспортом разработаны контейнеры, которые должны обеспечивать выполнение следующих операций (таблица 1.6):

- погрузку (выгрузку) КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 с установленными на них силовыми элементами раскрепления на опоры (с опор) контейнеров с использованием грузоподъемных средств технического комплекса 1 и КНТО и закрепление изделий в контейнерах;
- раскрепление контейнеров с изделиями и без них в средствах железнодорожного и автомобильного транспорта при перевозках от завода-изготовителя до технического комплекса космодрома и обратно (при необходимости);
- перемещение контейнеров с изделиями и без них внутри сооружений ТК вручную;
- поддержание до 80% влажности воздуха при $T=298K$ ($25^{\circ}C$) во внутренней полости при хранении и транспортировке изделий;
- обеспечение проведения газового контроля атмосферы в контейнере с КГЧ 14С135 паров КРТ (амил, гептил).

Допускается транспортирование контейнера с КА 14Ф133 с незаправленной ДУ авиационным транспортом.

Таблица 1.6 - Технические характеристики контейнеров для КГЧ 14С135 и КА 14Ф133

Характеристики	Контейнеры	
	14И026-1	14И026-2
Масса (не более), кг	3300	4500
Длина без водила (не более), мм	7700	8700
Ширина (не более), мм	2800	2900
Высота (не более), мм	2500	2800
Клиренс (не менее), мм	150	100

Конструкции контейнеров включают элементы заземления и перемычки для защиты от статического электричества в соответствии с ГОСТ 19005-81. Контейнер с КГЧ 14С135 рассчитан на то, чтобы в

аварийных ситуациях не терять свои эксплуатационные качества, а узлы крепления не должны отрываться от контейнера при его падении с высоты 300 мм. Основания контейнеров с узлами раскрепления выполнены из стали, крышка – из алюминиевых сплавов, внутренняя обшивка днища – из нержавеющей стали.

Для перевозки контейнеров с КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 по шоссейным или грунтовым дорогам с перегрузками, однократно допустимыми для данных изделий на расстояния до 200 км, предназначен транспортно-стыковочный агрегат (ТСА) СО-722, который состоит из:

- автошасси на базе МАЗ-543А;
- грузовой платформы с узлами раскрепления на ней контейнеров, а также снимаемых с них водил;
- легкоъемного тента;
- одиночного комплекта ЗИП (при необходимости).

Конструкция ТСА включает элементы заземления и перемычки для защиты от статического электричества в соответствии с ГОСТ 19005-81. Погрузка (разгрузка) КА 14Ф133 в составе КГЧ 14С135 осуществляется при помощи крана и траверсы.

В случае обнаружения утечек КРТ из заправленных ДУ КА и ДУ ОИА КГЧ в процессе транспортировки с завода-изготовителя на космодром может возникнуть необходимость слива КРТ из ДУ КА и ДУ ОИА, а также их повторной заправки после устранения негерметичности. Для этих целей может быть использована заправочная станция (ЗС) 11Г12.

Существующая на космодроме Байконур заправочная станция 11Г12 была введена в строй в 1966 г., частично реконструирована в 1981г. В настоящее время ЗС 11Г12 на площадке 31 позволяет осуществлять заправку изделий РКТ различного назначения с помощью штатного технологического и общетехнического оборудования. Применительно к КА 14Ф133 и ОИА КГЧ 14С135 предполагается задействование ЗС для заправки ДУ окислителем и горючим, а также азотом шаробаллонов (ШБ) системы наддува ДУ. Схема ЗС 11Г12 приведена на рисунке 1.17.

После завершения подготовки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 в целом на ТК (в том числе после возможной повторной заправки ДУ КА и ОИА КГЧ или замены КА) подготовка к запуску продолжается на стартовом комплексе (СК) РН «РС-18», расположенном на площадке 175/2.

Доставка КГЧ на пл. 2А (МИК) и на СК РН «РС-18» осуществляют транспортно-стыковочным агрегатом СО-722 (на базе МАЗ-543А, масса – 39960 кг). Для погрузки КГЧ и подготовки к пуску используются:

- кран автомобильный – МАЗ-КС-35715 (грузоподъемность -16 т)
- унифицированная машина продувки и осушки ТПК (на шасси УРАЛ-375А или КАМАЗ-4310 масса не более 11800кг);
- холодильно-нагревательный агрегат (на базе ЗИЛ-131, масса 13000 кг);
- унифицированный моторный подогреватель;
- на базе ЗИЛ-131);

- машина общего назначения для транспортирования ЗИП (на базе ЗИЛ-131).

Время работы МАЗ КС-35715 – 5 часов. Время работы СО-722 -25 часов.

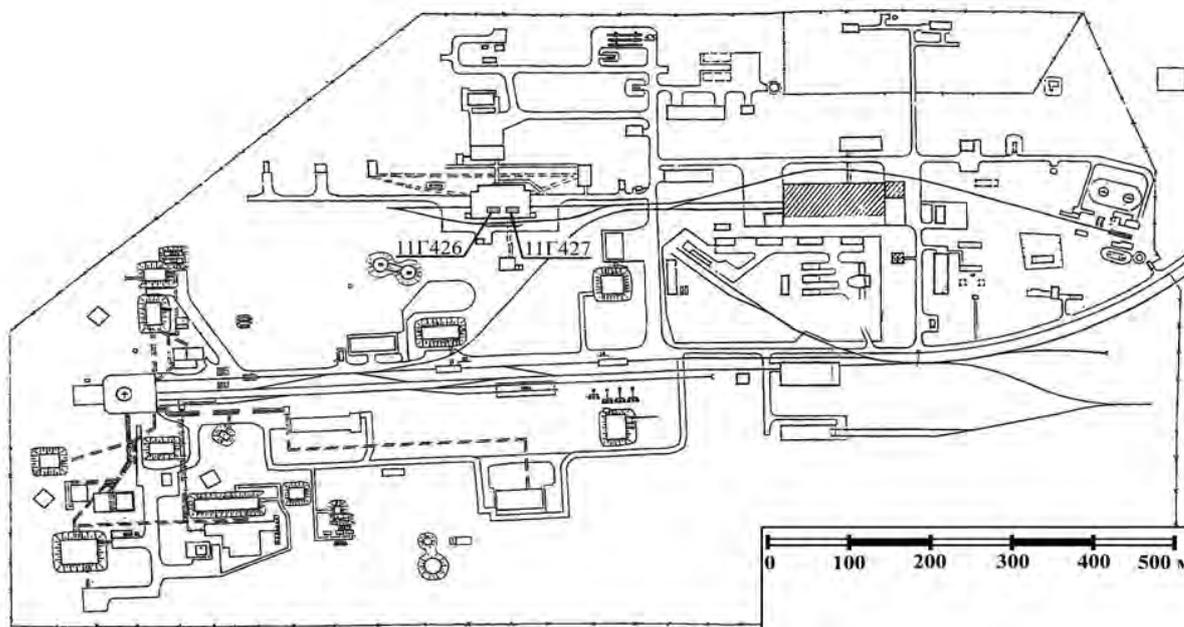


Рисунок 1.17 - Схема расположения объектов на ЗС 11Г12

СК РН предназначен для подготовки к запуску и запуску КА ракетой «РС-18». Представляет собой совокупность шахтной пусковой установки (ШПУ), сооружений, сетей электроснабжения, связи, бетонных площадок предназначенных для размещения технологических систем и агрегатов, заправки ракеты КРТ, осуществления пуска. Стартовая позиция размещена на площадке 175/2. В составе СК для подготовки запуска РН «РС-18» с КГЧ 14С135 имеются:

- Экспериментальная ШПУ с комплектами технологического оборудования и технических систем, укомплектованная для КГЧ 14С135 аппаратурой системы ТМИ, АФУ ретрансляции, приемной станцией, аппаратурой предстартового контроля аппаратурного отсека (АПК АО) ТМИ, аппаратурой ИВК, стойкой системы наземного электроснабжения спецтоками (СНЭСТ) СГЭ.
- Командный пункт (КП).
- Система бесперебойного электроснабжения, а также кабельные линии связи и управления, в том числе средства связи с центром управления полетом (ЦУП).
- Средства системы наземных измерений (СНИ) и телеметрии (ТМ).
- Сооружения (в т.ч. караульные), пожарные водоемы, коммуникации и подъездные автодороги.

1.4.2. Технология подготовки КА 14Ф133 на космодроме Байконур

Сборка КГЧ 14С135 производится на заводе-изготовителе. Собранный КГЧ 14С135 (включая КА 14Ф133) транспортируется на заправку в брызгозащищённом контейнере 14И026-2 в термостатированном вагоне. Заправка ДУ КА 14Ф133, ОИА 14С620 компонентами ракетного топлива и сжатыми газами производится до отправки на космодром. Температура воздуха внутри вагона поддерживается в пределах 5 - 25°С при крайних диапазонах температур наружного воздуха от минус 50 до +50°С. Вагон оборудован средствами поддержания заданной температуры, контроля загазованности воздушной среды и пожаротушения.

Приборный состав, запасные части, инструменты и приспособления (ЗИП) для обслуживания КГЧ поставляются в укупорке завода-изготовителя - в ж/д вагоне общего назначения. Транспортирование КГЧ с КА 14Ф133 и ЗИП от завода-изготовителя до ТК космодрома производится железнодорожным транспортом при любых метеорологических условиях со скоростями, допустимыми МПС.

КГЧ 14С135 прибывает на разгрузочную площадку технического комплекса космодрома Байконур. Перегрузка контейнера с КГЧ из железнодорожного вагона на автопоезд 14И026-8 производится автокраном КС-3576. Контейнер доставляется в зал подготовки монтажно-испытательного комплекса (МИК). КГЧ 14С135 выгружается из контейнера и устанавливается на монтажный стенд в МИК для проведения электрических проверок аппаратуры ОИА и КА 14Ф133 (рисунок 1.18).

В случае отказа приборов ОИА проводится их замена из состава ЗИП. При отказе приборов в КА 14Ф133 проводится замена КА 14Ф133 на исправный. Для этого КГЧ 14С135 устанавливается в контейнер, транспортируется на ЗС. На ЗС КГЧ 14С135 устанавливается на стенд для слива КРТ и сброса давления сжатых газов с последующим возвратом в контейнере в МИК для проведения замены КА 14Ф133 на исправный.

В МИК на стенде проводится отстыковка обтекателя, замена КА 14Ф133, стыковка обтекателя и электрические проверки как КА 14Ф133, так и КГЧ 14С135 в сборе. Далее КГЧ 14С135 транспортируется в контейнере на ЗС для заправки КА 14Ф133 сжатыми газами и топливом.

После повторной заправки КГЧ 14С135 в контейнере транспортируется в МИК для загрузки в ТСА СО-722 и транспортируется на СК. На СК проводится механическая стыковка КГЧ 14С135 с РН РС-18, электрические испытания КГЧ 14С135 и РН. При положительном результате испытаний производится пуск. В случае отказа производится отстыковка и транспортирование КГЧ 14С135 в МИК для устранения неисправностей.

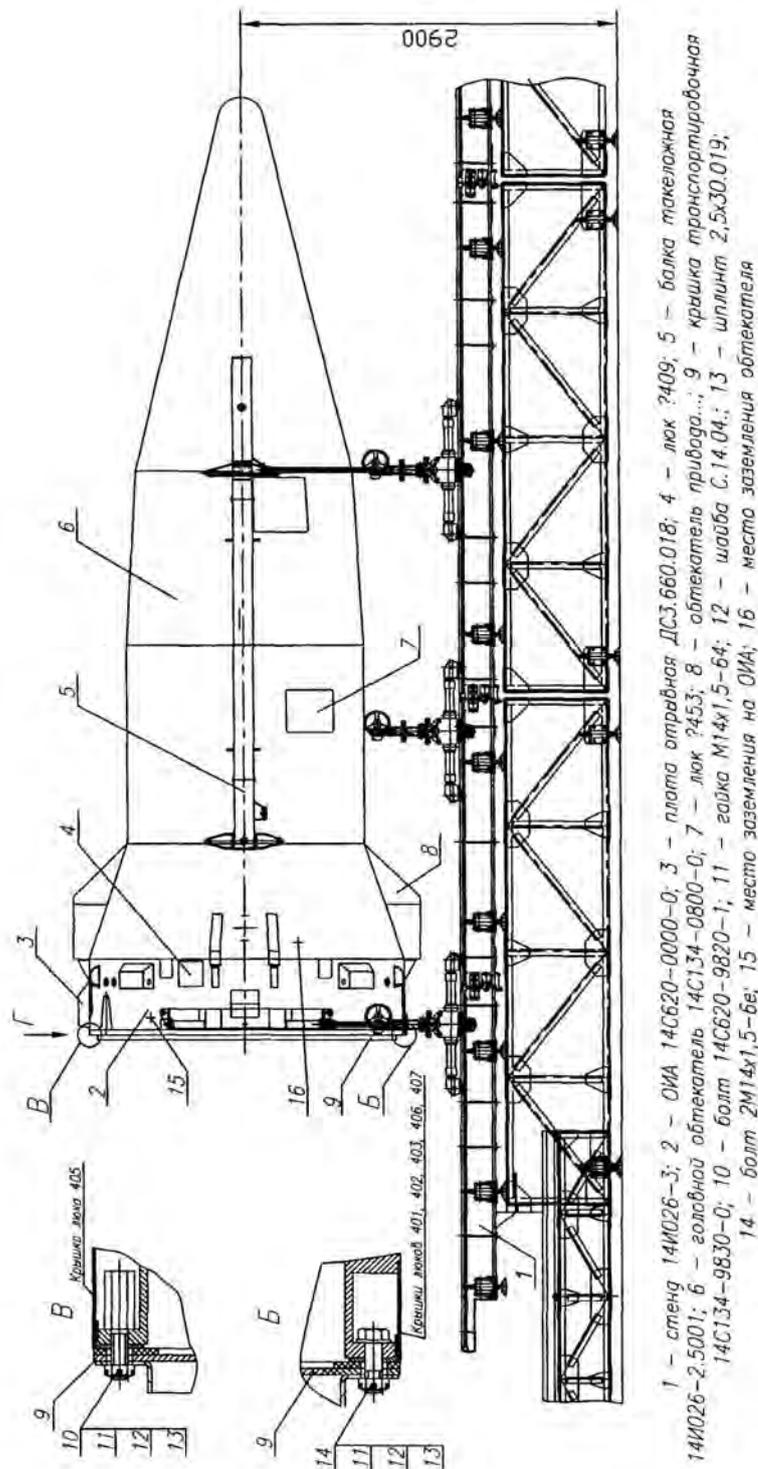


Рисунок 1.18 – Размещение КГЧ 14С135 на площадке 2А

Цикл подготовки к пуску КГЧ 14С135 в составе РН «РС-18» имеет номинальную продолжительность 18 рабочих дней, из них для РН до стыковки с КГЧ – 10 дней, для совместных проверок на СК и окончательной подготовки к пуску РН с КГЧ – 8 дней. Подготовка КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на ТК заканчивается за 8 дней до пуска. Операции подготовки, их продолжительность приведены в таблицах 1.7, 1.8.

Таблица 1.7 - Подготовка на ТК (без слива и повторной заправки ДУ КА)

Количество дней до пуска	Операции подготовки
19	Прибытие составных частей РН РС-18 на космодром.
18	Прибытие КГЧ с КА и его наземного оборудования.
17-16	Развертывание наземного оборудования КГЧ и КА в помещениях МИК, подготовка его к работе.
16-9	Испытания КА.
17-12	Проверка аппаратуры КГЧ.
9-8	Проверки КГЧ. Подготовка к транспортированию на СК.

Таблица 1.8 - Подготовка на СК

Количество дней (часов) до пуска	Операции подготовки
18-8	Установка РН в ШПУ. Электрические проверки. Подготовка РН и ШПУ к стыковке с КГЧ.
8	Доставка КГЧ на СК.
8-6	Стыковка КГЧ с РН. Проведение электрических испытаний с записью на ТМ. Анализ информации.
6-4	Электрические проверки КГЧ на СК. Анализ результатов проверок.
4-2	Заправка РН РС-18.
2-0	Заключительные операции на РН и ШПУ.
За 2 часа	Эвакуация персонала. Предстартовая подготовка.
0	Пуск.

1.5 Средства запуска КА 14Ф133 (справочно)

Для запуска КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 используется ракета-носитель «РС-18», входящая в одноименный комплекс. Использование конверсионного комплекса межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) «РС-18» отвечает положениям Договора о сокращении и ограничении стратегических наступательных вооружений от 31.07.91 г. и осуществляются

в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 820 от 22.10.92 г. «О рациональном использовании для народного хозяйства ракетных комплексов, подлежащих ликвидации в связи с сокращением и ограничением СНВ».

В состав комплекса «РС-18» входят:

- двухступенчатая РН «РС-18» с агрегатно-приборным блоком (АПБ);
- технический комплекс (ТК) РН на площадке 75;
- стартовый комплекс (СК) РН на площадке 175/2.

Кроме того, для обеспечения запуска КА 14Ф133 с помощью средств комплекса «РС-18» используются:

- комплекс средств измерения, сбора и обработки информации (КСИСО);
- районы падения отделяющихся частей ракеты-носителя (РП ОЧ РН);
- средства транспортировки составных частей комплекса;
- средства заправочного оборудования на космодроме Байконур (площадки 31 и 3К).

(КСИСО привлекается на участке выведения ракеты-носителя «РС-18»). Средства заправочного оборудования привлекается непосредственно для заправки АПБ РН и КА компонентами топлива и сжатыми газами. Средства транспортировки космодрома Байконур привлекаются при подготовке составных частей комплекса «РС-18» с КА на космодроме.

РН «РС-18» представляет собой жидкостную двухступенчатую ракету с АПБ. РН «РС-18» состоит из блока ускорителей (БУ) первой и второй ступеней и АПБ. БУ РН «РС-18» состоит из 1 и 2 ступеней, работающих последовательно. АПБ предназначен для выдачи импульса скорости в апогее траектории выведения КА. Тем самым АПБ выполняет функции разгонного блока однократного действия.

РН «РС-18» эксплуатируется совместно с доработанным серийным транспортно-пусковым контейнером (ТПК). ТПК представляет собой металлоконструкцию цилиндрической формы с наружным теплозащитным покрытием, которая предусматривает отдельное транспортирование составных частей, причем контейнер транспортируется и устанавливается на СК совместно с блоком ускорителей.

В качестве компонентов ракетного топлива (КРТ) в ускорителях первой и второй ступеней используются:

- окислитель: АТ - амил (по ГОСТ В 17656-72);
- горючее: НДМГ - гептил (по ГОСТ В 17803-72).

АПБ является составной частью РН «РС-18» и используется после отделения 2 ступени РН для довыведения КГЧ и космического аппарата на требуемую орбиту. Двигательная установка АПБ выполняет функции маршевого двигателя связки «АПБ-КГЧ». В качестве компонентов ракетного топлива (КРТ) в двигательной установке (ДУ) АПБ используются:

- окислитель – АТИН (амилин) по ОСТ 113-03-503-85 (ТУ 6-02-344-74);
- горючее – НДМГ (гептил) по ГОСТ В 17803-72.

АТИН (амилин) представляет собой ингибированный азотный тетраоксид по ГОСТ В 17656-72. Ингибирование АТ осуществляется окисью азота (NO), который является ингибитором коррозии и добавляется в количествах 0,15...0,8% (по массе).

РН «РС-18» имеет стартовую массу около 105 т, максимальную длину до 29,2 м и диаметр 2,5 м. Параметры трассы полета РН «РС-18» при выведении КА 14Ф133 приведены в таблице 1.9, масса КРТ и их остатков в ступенях РН после отделения – в таблице 1.10, показатели надежности РН «РС-18» - в таблице 1.11.

Таблица 1.9 - Параметры трассы полета РН «РС-18» при выведении КА 14Ф133 на орбиту высотой $H = 505$ км и наклоном $66,25^\circ$

Тип ОЧ	Время отделения, с	Высота отделения, км	Скорость полета РН на момент отделения, м/с	Расстояние от точки старта, км
Ускоритель 1-й ступени	126,0	69,871	3546,3	120,068
Створки ГО	181,0	125,5	4224,7	320,3
Ускоритель 2-й ступени	308,29	198,48	7519,7	1039,577
Отделение КА от связки ОИА-АПБ	1450	510,927	7414,6	8818,361

Таблица 1.10 - Масса заправляемых в РН КРТ и их остатков после отделения

Характеристики	I ступень		II ступень		АПБ	
	«О»	«Г»	«О»	«Г»	«О»	«Г»
Заправляемое количество топлива, кг	57726	22218	9364	3729	293,9	166,4
Общий запас остатков топлива, входящий в конечную массу, кг	391	248	101	66	-	-
в том числе:						
1. Гарантийный запас, кг	259	106	59	26	-	-
2. Заливка двигателя, кг	132	72	16	14	-	-
3. Незабор топлива, кг	-	70	26	26	-	-

РН «РС-18» и КГЧ после стыковки образуют ракету космического назначения (РКН). На рисунках 1.19-1.20 показана проекция трассы запуска КА 14Ф133 в составе РКН, состоящей из РН «РС-18» и КГЧ 14С135.

Таблица 1.11 - Показатели достигнутой надежности РН «РС-18»

Составные части РН	Значения показателей надежности	
	Вероятность подготовки РН к пуску из технической готовности №1 за время, не превышающее нормативное	Вероятность безотказного функционирования РН за время от момента пуска до отделения полезной нагрузки
РН «РС-18» в целом	0,976	0,970
Ускорители 1-й и 2-й ступеней	0,999	0,987
Транспортно-пусковой контейнер	0,999	0,995
АПБ	0,999	0,995
Сборочно-защитный блок	0,995	0,996
Система управления	0,980	0,997

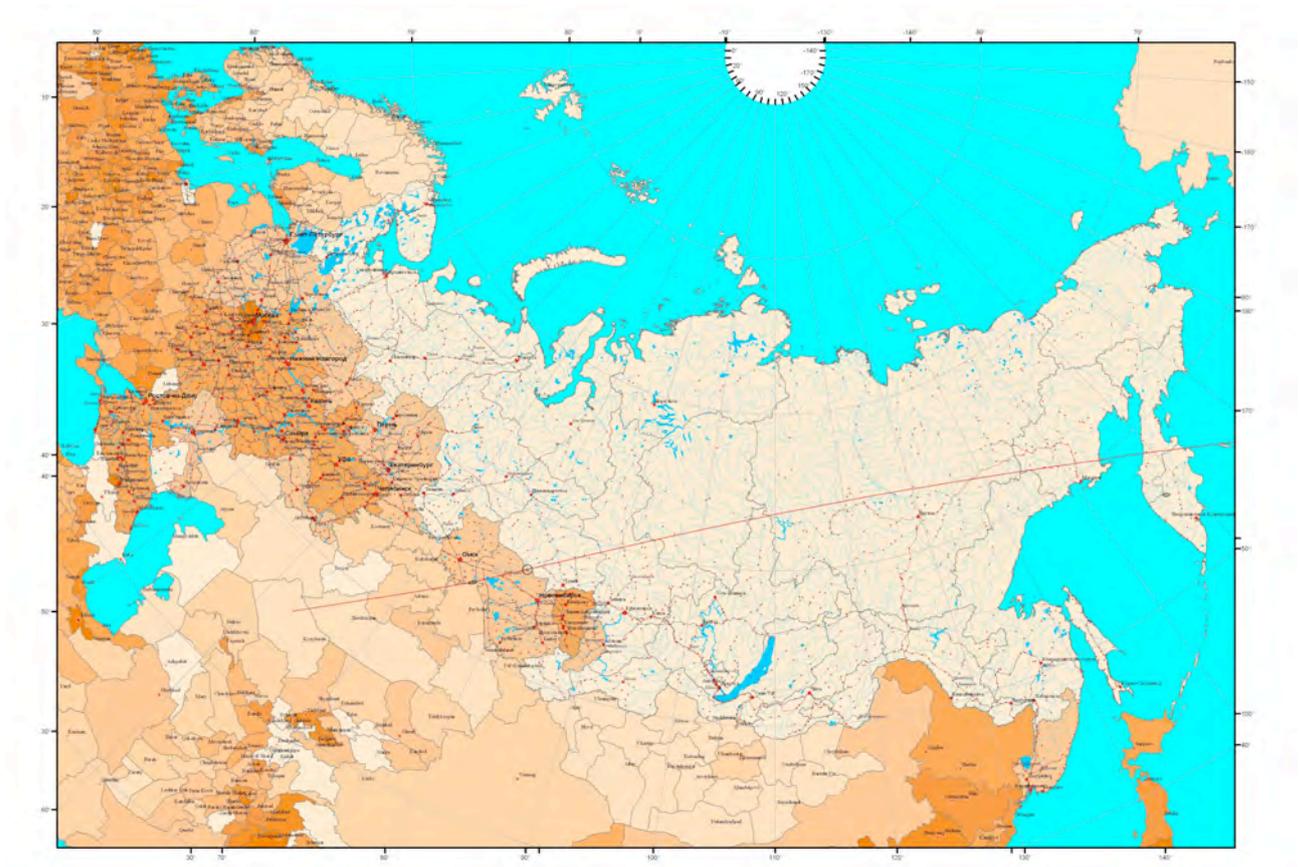


Рисунок 1.19 - Проекция траектории запуска КА 14Ф133

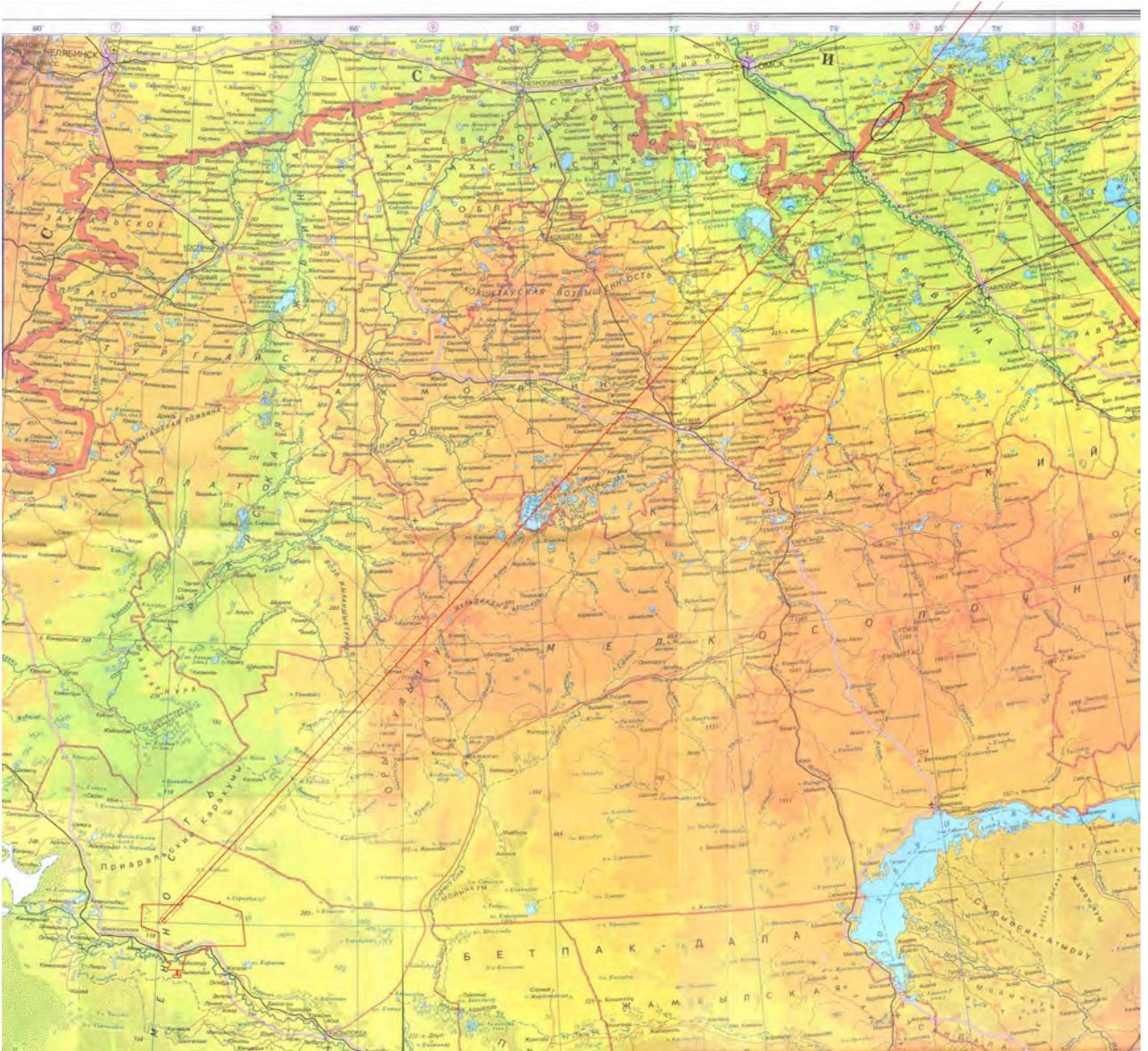


Рисунок 1.20 - Проекция трассы запуска КА 14Ф133 (начальный участок)

Для приема ОЧ при выведении КА 14Ф133 на орбиту наклонением $66,24^\circ$ с космодрома Байконур предполагается использовать штатные районы падения ОЧ РН.

Для приема первой ступени РН используется штатный РП №213, расположенной на границе Павлодарской области РК, Новосибирской и Омской областей РФ. РП представляет собой эллипс размерами 56 на 22 км.

Для приема ГО используется штатный РП №366, расположенный на границе Новосибирской и Томской областей РФ. РП представляет из себя круг диаметром 50 км.

1.6 Запуск и полет КА 14Ф133

Выведение КА 14Ф133 на орбиту осуществляется по непрерывной схеме. ДУ АПБ, выполняющего функции разгонного блока (РБ), включается сразу после отделения от ускорителя второй ступени. Стабилизация связки АПБ-КГЧ осуществляется за счет ДУ ОИА. При достижении необходимой круговой скорости КА 14Ф133 отделяется, а АПБ с остатками КГЧ уводится с помощью ДУ ОИА.

Отделение связки КГЧ и АПБ происходит на 308.29 с полета. Далее осуществляется стабилизированный полет связки АПБ-КГЧ (до 1232.0 с). Затем на участке доразгона связки работает ДУ АПБ (до 1415 с) и ДУ ОИА (до 1450 с – отделение КА). Расход КРТ ОИА на все динамические операции составляет до 12 кг. После отделения КА на круговой орбите остается связка АПБ и ОИА. Время существования связки АПБ и ОИА на орбите меньше времени существования на орбите КА на 1-3 года.

В настоящее время планируется прямое выведение 14Ф133 на рабочую орбиту и полет по ней в течении 5-7 лет до полного израсходования топлива. При нештатных ситуациях возможен полет по орбите с невыработанными запасами топлива и последующим входом в атмосферу за счет естественного торможения. Исходные данные по затратам топлива для поддержания полета первого КА 14Ф133 по рабочей орбите приведены в таблице 1.12.

На этапе летно-конструкторских испытаний (ЛКИ), для поддержания параметров орбиты КА 14Ф133, планируется равномерное задействование двигателей коррекции в течение срока активного существования. Для первого летного КА 14Ф133 после окончания срока эксплуатации предусматриваются операции по снижению высоты орбиты для ускорения последующего сгорания в атмосфере. Для других КА возможность выдачи тормозного импульса в конце полета будет определяться параметрами солнечной активности в течение ЛКИ, а также продолжительностью ЛКИ.

1.7 Обоснование целесообразности разработки КА 14Ф133

За последние пятьдесят лет космическая деятельность и реализация целевых исследовательских программ превратились в важный фактор формирования мировой социальной и социально-политической ситуации. Сегодня космическая деятельность непосредственно определяет уровень национальной безопасности и качество жизни граждан промышленно развитых стран, в т.ч. и России (таблица 1.13). С ним связаны трудовая деятельность и жизненные перспективы миллионов квалифицированных специалистов, принадлежащих к элите производительных сил планеты.

Малогобаритный космический аппарат 14Ф133.
Проектные материалы по оценке воздействия на окружающую среду МКА 14Ф133 при наземной подготовке на космодроме Байконур,
при запуске на орбиту в составе КГЧ 14С135 конверсионной ракетой-носителем РС-18 и в полете. Раздел 1

Таблица 1.12 – Планируемые затраты топлива на поддержание орбиты КА 14Ф133

Дата полета	Среднегодовой уровень		Коррекции рабочей орбиты			Расход топлива на коррекцию рабочей орбиты и стабилизацию при коррекции, годовой, кг				
	Индекса солнечной активности $R_{107} \cdot 10^{+22}$ по ГОСТ 25645.302-83, Вт/м ² *Гц	Относительных вариаций плотности атмосферы по ГОСТ 25645.10.1-83	Средне-годовой интервал, сутки	Средне-годовое количество циклов	Суммарное время работы ДУ, с	С учетом переключок ПСБи прогноза изменения активности Солнца	Вариации, с учетом погрешности расчета аэродинамических коэффициентов изделия $\pm 20\%$	Вариации годового расхода из-за погрешности расчета плотности атмосферы по ГОСТ	Суммарный на коррекцию	Стабилизацию при коррекции рабочей орбиты
07.2010-06.2011	100 \pm 10	+ 1.57 - 0.73	62 + 59 - 25	6 + 4 - 3	423 + 805 - 369	2,1 + 0,7 - 0,6	+ 0,6 - 0,6	+ 3,4 - 1,6	2,1 + 3,5 - 1,8	0,21 + 0,65 - 0,20
07.2011-06.2012	125+17	+ 1.53 - 0.72	42 + 39 - 17	9 + 6 - 4	745 + 1378 - 674	3,7 + 1,6 - 1,4	+ 1,1 - 1,1	+ 5,7 - 2,8	3,7 + 6,0 - 3,3	0,37 + 1,11 - 0,35
07.2012-06.2013	141+23	+ 1.50 - 0.69	37 + 31 - 15	10 + 7 - 5	1028 + 1854 - 897	5,1 + 2,4 - 2,1	+ 1,4 - 1,4	+ 7,6 - 3,6	5,1 + 8,1 - 4,4	0,51 + 1,5 - 0,47
07.2013-06.2014	144 \pm 25	+ 1.50 - 0.69	40 + 34 - 17	9 + 7 - 4	1068 + 1936 - 945	5,3 + 2,6 - 2,2	+ 1,5 - 1,5	+ 7,9 - 3,8	5,3 + 8,5 - 4,6	0,53 + 1,57 - 0,50
07.2014-06.2015	136 \pm 22	+ 1.52 - 0.71	39 + 35 - 16	9 + 7 - 4	927 + 1733 - 835	4,6 + 2,3 - 1,9	+ 1,3 - 1,3	+ 7,1 - 3,4	4,6 + 7,6 - 4,1	0,46 + 1,40 - 0,44
За 5 лет	-	-	-	23 \div 74	471 \div 11897	20,8 + 4,6 - 3,9	+ 2,7 - 2,7	+ 14,7 - 7,0	20,8 + 15,6 - 8,5	2,1 + 2,89 - 0,91
За 5 лет суммарные	-	-	-	-	-	-	-	-	22,9 + 18,49 - 9,41	

Таблица 1.13 - Области применения космической техники и решаемые задачи

Области применения космической техники	Решаемые задачи
Оборона и безопасность	Управление
	Предупреждение о ракетном нападении
	Контроль за соблюдением международных договоров
	Контроль кризисных районов
	Контроль и предупреждение чрезвычайных ситуаций
Телекоммуникации	Связь, телевидение
Навигация	Точное определение местоположения наземных объектов
Наука и образование	Исследование Земли
	Исследование космоса, околоземного космического пространства
	Исследование влияния факторов космического пространства на человека, животных и растения
	Исследование влияния факторов космического пространства на материалы и образцы космической техники
Техника и технологии	Испытания образцов новой техники
	Получение материалов с новыми свойствами

Перечисленные области применения космической техники являются неотъемлемыми атрибутами производственной и социальной инфраструктуры современного общества и ущерб от их деградации по существу не поддается интегральной стоимостной оценке.

Космическая деятельность является необходимым условием достижения жизненно важных для Российской Федерации результатов, как глобального, так и локального характера практически во всех сферах жизнедеятельности общества. Развитие отечественной космонавтики в настоящее время полностью управляется и контролируется демократическими механизмами, предполагающими участие общественности в принятии решений, отражающихся на окружающей природной среде [2].

По состоянию на 21.12.2005г. российская орбитальная группировка социально-экономического и научного назначения в интересах гражданских потребителей состояла из 55 КА используемых для решения задач связи и вещания, ДЗЗ и метеообеспечения, для пилотируемых полетов, фундаментальных научных исследований, навигационного обеспечения, поиска и спасения терпящих бедствие объектов. С 2001г. эта группировка выросла с 48 до 55 аппаратов за счет запусков новых КА связи и вещания, навигации. Увеличилось количество КА, эксплуатируемых в пределах установленных гарантийных сроков активного существования: с 23 в 2001г. до 27 в 2005г. [3].

Действующая орбитальная группировка гражданского назначения

имеет ряд серьезных недостатков: велика доля КА, эксплуатируемых за пределами гарантийных сроков активного существования (51%), недостаточно развиты группировки по направлениям метеорологии и дистанционного зондирования Земли, фундаментальных космических исследований, навигации, а также российский сегмент международной космической станции (МКС) [3]. К 2010 году орбитальная группировка гражданского назначения составит 103 КА, при этом около 90 % будут использоваться в пределах гарантийных сроков активного существования.

Постановлением Правительства РФ от 22.10.2005г. утверждена Федеральная космическая программа России на 2006-2015гг. (ФКП-2015). Она определяет перспективы развития космических средств социально-экономического, научного и двойного назначения на предстоящий десятилетний период [4].

Основной целью программы является удовлетворение растущих потребностей государственных структур, регионов, а также населения страны в космических средствах и услугах на основе:

- расширения и повышения эффективности использования космического пространства для решения стоящих перед Россией задач в экономической, социальной, научной, культурной и других областях деятельности, а также в интересах ее безопасности;
- расширения международного сотрудничества в области космоса и выполнения международных обязательств России в этой сфере;
- укрепления и развития космического потенциала России, обеспечивающего создание и использование требуемой номенклатуры космических систем и комплексов, конкурентоспособных на мировом рынке космических технологий и услуг, а также гарантированный доступ и необходимое присутствие в космическом пространстве.

ДЗЗ из космоса предназначено для сбора и интерпретации информации о Земле, полученной с помощью наблюдений и съемок с борта КА. Потребность в ней постоянно возрастает, что обусловлено многими причинами и, в первую очередь, ростом численности населения планеты и все более активным антропогенным воздействием на ОС. В связи с этим необходим более рациональный подход к жизненно важным для человека проблемам - обеспечению питанием, энергоресурсами, средствами коммуникации, нормальными экологическими условиями и пр. А для его осуществления требуется объективная геопространственная информация о естественных производительных силах и компонентах среды обитания человека, получить которую в глобальном масштабе можно только при использовании космической техники.

Космические данные позволяют решать задачи трех основных классов:

- изучение природных условий и ресурсов, хозяйственной деятельности и экологической обстановки в целях оптимального развития отраслей хозяйства в интересах рационального природоиспользования и ресурсосбережения, охраны природы и развития регионов. Конечный информационный продукт при этом чаще всего имеет картографическую

форму представления - топографические, тематические и специальные карты, в т.ч. в цифровом виде;

- изучение динамики развития элементов ОС и экологических ситуаций, систематический оперативный контроль результатов и условий взаимодействия системы общество-природа. Результат может быть представлен как в картографической форме, так и в виде соответствующим образом обработанных изображений - для обеспечения возможности оперативного принятия решений;
- наблюдение территорий и объектов, предрасположенных к появлению чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий, с целью их предупреждения, наблюдения и оценки последствий, а также оперативного принятия решений по их ликвидации.

Сегодня в мире насчитывается более двух десятков космических систем ДЗЗ, а в непосредственной реализации программ спутниковых наблюдений участвуют около 25 стран. По мнению экспертов, собственными ИСЗ для дистанционного зондирования как в гражданских, так и в военных целях к 2010 г. смогут обладать примерно 30 государств. Их число будет расти и дальше с появлением малых и сравнительно недорогих спутников. Тенденцию к росту имеет и объем рынка космической информации, особенно высокого разрешения, поскольку внедрение информационных технологий - это объективный процесс, который интенсивно идет во всем мире и отражает усложняющуюся структуру экономики, расширяющиеся международные связи и кооперацию по решению целого ряда экономических, политических и социальных проблем. Уровень информатизации становится все более важным критерием оценки могущества и безопасности любого государства и важным средством выработки внутренней и внешней стратегии [5].

Во всем цивилизованном мире стремительными темпами развиваются и внедряются технологии ДЗЗ. Реализуются новые проекты, появляются новые технические решения, а с ними и новые возможности. Рынок данных ДЗЗ в мире развивается довольно высокими темпами, причем наиболее динамичен рынок космических данных. Согласно оценкам ведущих американских экспертов, общий объем продаж космических данных ДЗЗ в мире должен вырасти до 6 млрд. долл. в 2012 году. В настоящее время очень быстрыми темпами развиваются и технологии ДЗЗ: уменьшаются вес и размеры аппаратуры, совершенствуется программное обеспечение, снижается стоимость создания и запуска КА [6].

Планы развития российской группировки КА ДЗЗ выглядят следующим образом. В 2006-2015 годах должны быть созданы семь комплексов ДЗЗ и наземной инфраструктуры. Всего на орбиту предполагается вывести три типа КА: гидрометеорологического наблюдения («Метеор-3М», «Электро»), мониторинга Земли («Канопус В1», «Канопус В2», «Ресурс П-1», «Ресурс П-2») и радиолокационные аппараты

(«Аркон 2-М», «Аркон 2-1»). Указанные КА ДЗЗ дополняют малые КА двойного назначения (в т.ч. МКА ДЗЗ 14Ф133).

Развертывание собственной группировки КА ДЗЗ позволит России независимо решать задачи постоянного мониторинга ОС, природных и антропогенных объектов, а также стать полноценным участником глобальных международных систем мониторинга [7].

Три основные области съемки Земли из космоса делятся на съемки низкого, среднего и высокого разрешения. К низкому разрешению относят задачи оперативного количественного определения параметров атмосферы и подстилающей поверхности в глобальном масштабе. Съемки среднего разрешения используются для природно-ресурсного и экологического мониторинга с присущей этой области спецификой выделения нарушенных и ненарушенных ландшафтов, классов растительности и т.п. Высокое разрешение требуется для решения кадастровых задач и крупномасштабной картографии с необходимостью точного выделения границ объектов как антропогенного, так и природного характера [8]. Отсутствие российских орбитальных средств ДЗЗ неизбежно приводит к использованию российскими потребителями данных с КА иностранных компаний. Сравнение стоимостных параметров космических снимков различного пространственного разрешения представлены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 - Сравнение стоимостных параметров космических снимков

Характеристика	Название КА				
	QuickBird	Ikonos	EROS	SPOT	IRS
Пространственное разрешение, м	0,6	1	2	5	6
Приведенный масштаб	1/2500	1/5000	1/1000	1/50000	1/50000
Цена за 1 км ² , \$	18	8	5	1	0,28
Цена за 1 км ² , руб.	500	210	150	30	8,5
Минимальная цена, км ²	25	49	128	441	529
Цена за минимальную цену, \$ (руб.)	450(12500)	343(9950)	910(26390)	1350(39000)	290(8410)

Подавляющее большинство систем дистанцирования Земли (ДЗЗ), эксплуатируемых сегодня в мире, относятся к системам оптико-электронного наблюдения. Однако ведущие космические державы стремятся в ближайшие годы ввести в состав национальных космических группировок спутники, оснащенные радиолокаторами с синтезированной апертурой (РСА). Это связано с тем, что радиолокационные наблюдения по сравнению с оптическими средствами имеют ряд неоспоримых преимуществ:

- независимость от погодных условий и времени суток;
- сочетание широкой полосы обзора на больших дальностях и высокой разрешающей способности;

- многорежимность и гибкость управления работой РСА, позволяющая быстро менять положение и размеры зоны обзора, разрешающую способность и формы представления информации;
- высокая оперативность данных зондирования вплоть до масштаба времени (РМВ).

Радиолокационная формация незаменима при экстренной съемке в чрезвычайных ситуациях, решении задач ледовой разведки в полярных районах, в картографии, лесоводстве, поиске нефти и др.

На сегодняшний день только страны с высокоразвитой экономикой обладают спутниками с РСА высокого разрешения. В 2004 г. в мире эксплуатировалось семь радиолокационных КА (3 гражданских и 4 военных) из состава четырех космических систем США, Канады, Японии и стран Европы, среди них:

- коммерческий Radarsat-1 космического агентства Канады;
- гражданские Envisat-1 и ERS-2 Европейского космического агентства;
- три спутника Lacrosse / Onyx с РСА системы видовой разведки США;
- спутник IGS-R1 с РСА системы видовой разведки Японии.

Все страны - операторы КА с РСА планируют дальнейшее развитие подобных систем.

Российские спутники с РСА высокого разрешения на орбите отсутствуют с 1991 г. после прекращения работы КА «Алмаз-1» (спутники серии «Океан», запускаемые ныне под названием «Січ», оборудованы РЛС бокового обзора с разрешением более 1 км и к данной категории не относятся). Однако в ближайшие годы ситуация в мире должна измениться.

В 2005-2007 гг. операторы из восьми зарубежных стран, осуществляющих космическую деятельность (Японии, Германии, Канады, Италии, Великобритании, Индии, Израиля и Китая), планируют вывести на орбиты 10-14 аппаратов с РСА. Перспективные спутники относятся как к гражданским, так и к военным системам, некоторые из них разрабатываются как проекты двойного назначения.

Анализ зарубежных программ позволяет выделить общие черты облика КА ДЗЗ с РСА:

- отказ от тяжелых космических платформ с комплексной полезной нагрузкой в пользу малых и миниплатформ, применение мер для снижения массы и стоимости систем;
- применение радиолокаторов, работающих в одном из трех наиболее распространенных диапазонов частот (L-, C- или X) со сверхширокополосными сигналами (ширина спектра до 300 МГц) и высоким пространственным разрешением (до 0,5 м);
- повышение частоты и оперативности съемки путем создания многоспутниковых систем (2-5 КА) и обеспечения возможности съемки по обе стороны от трассы полета КА (за счет разворота антенны или всего КА);

- использование активных фазированных решеток и новых технологий высокоинформативной съемки в поляриметрическом режиме, в режимах селекции движущихся целей, интерферометрическом и стереоскопическом режимах для построения цифровых моделей рельефа местности.

Разработка и эксплуатация КА 14Ф133 позволит решить ряд важных задач ДЗЗ. КА с радиолокатором обеспечивает всепогодный круглосуточный сбор информации для широкого круга пользователей. Данный КА оснащен радиолокатором с синтезированной апертурой, который обеспечивает радиолокационную съемку с высоким разрешением. Примеры радиолокационных изображений подобного качества показаны на рисунке 1.21.

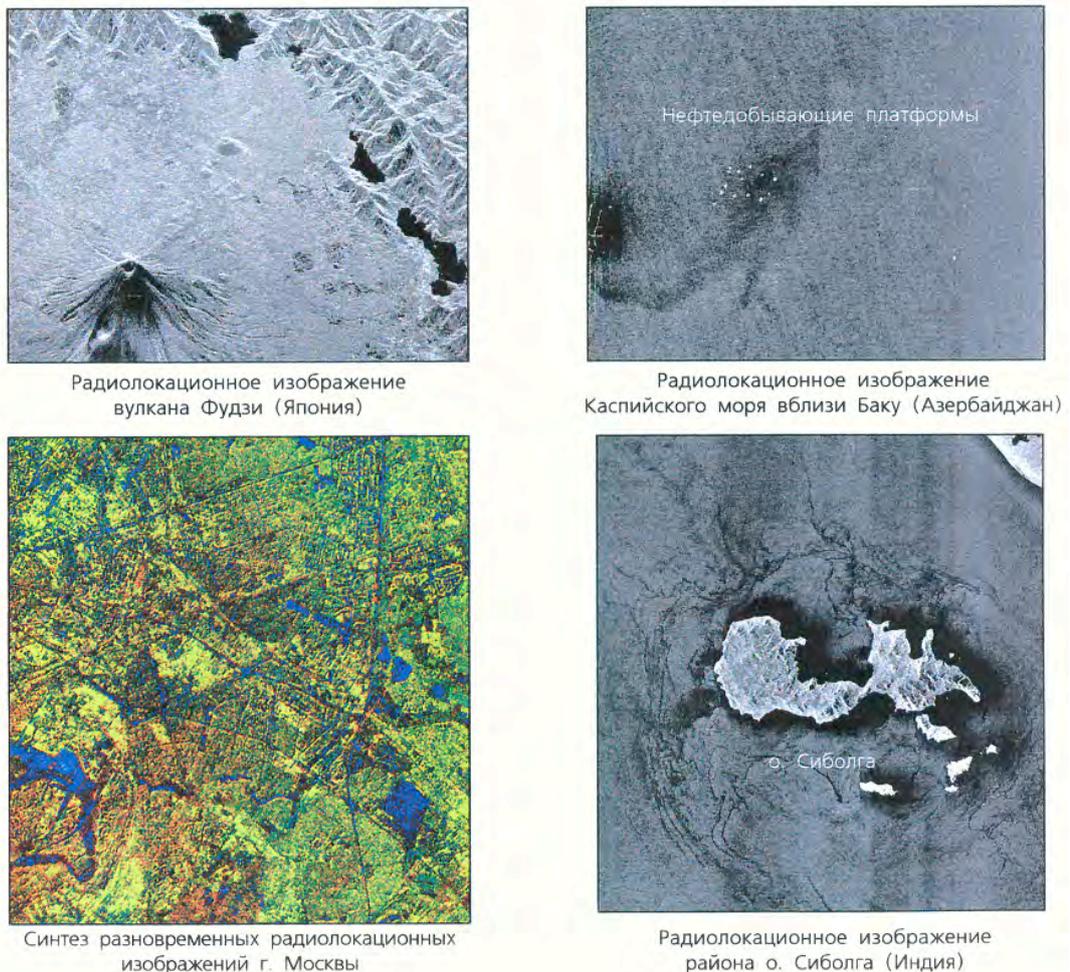


Рисунок 1.21 - Примеры радиолокационных изображений, полученных с КА «Алмаз-1»

КА с оптико-электронной аппаратурой обеспечивает получение требуемой информации в видимом и инфракрасном диапазонах спектра. Примеры оптических изображений показаны на рисунке 1.22.

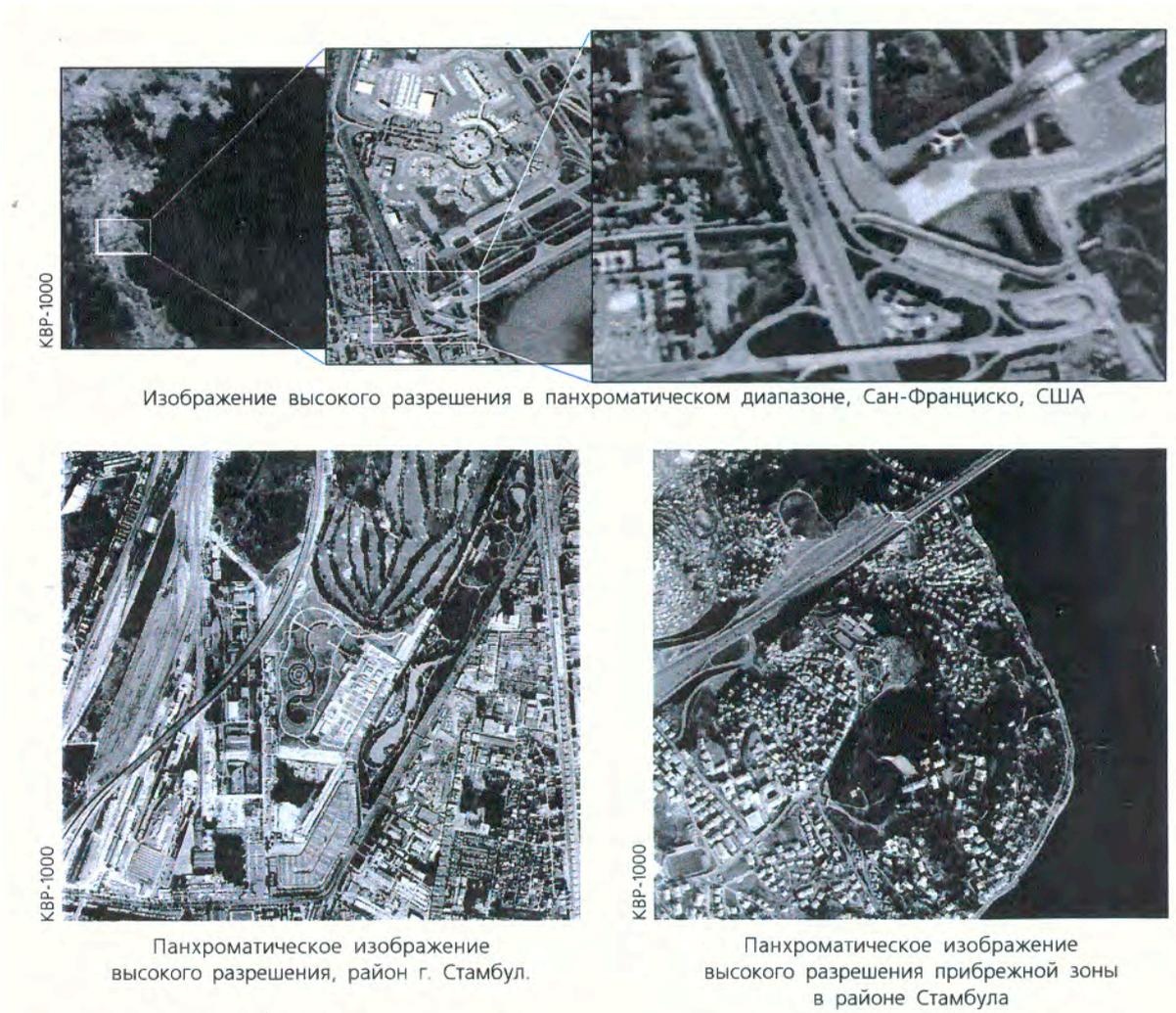


Рисунок 1.22 - Примеры оптических изображений

Космическая система на базе КА 14Ф133 позволит обеспечить получение информации для решения задач в областях картографирования, составления кадастров природных ресурсов, изыскания, проектирования, строительства, геологического картирования и поиска природных ископаемых, прогноза опасных геодинамических явлений, контроля и оценки последствий чрезвычайных ситуаций, сельского и лесного хозяйства океанологии, гидрологии, экологического мониторинга, контроля загрязнения атмосферы и других целевых задач.

Планируемый срок активного функционирования каждого КА составит не менее 5 лет. Точность ориентации КА – $0,1^\circ$, точность стабилизации – $0,001 \text{ }^\circ/\text{с}$. КА 14Ф133 будут работать на орбите наклонением $66,24^\circ$, а в перспективе и на солнечно-синхронной орбите наклонением $97,36^\circ$, высотой 500 км. Данные ДЗЗ, полученные с помощью КА 14Ф133, будут использоваться для создания карт различного масштаба. Подавляющее большинство задач решается комплексно с применением данных различных

диапазонов (видимого, инфракрасного, радиолокации) и разрешения на местности.

Продукция, получаемая на том или ином уровне обработки, может использоваться для решения конкретных задач. Конечной продукцией КА будут панхроматические и мультиспектральные цифровые изображения стандартных уровней обработки. Среди готовых продуктов могут быть изображения со стандартной радиометрической и геометрической коррекцией, геокодированные изображения в географической проекции, ортотрансформированные изображения и мозаики, цифровые тематические карты. С использованием КА 14Ф133 будут формироваться радиолокационные изображения стандартных уровней обработки. Среди них будут аннотированные «сырые» данные (голограммы), калиброванные цифровые изображения, включающие стандартную радиометрическую и геометрическую коррекцию, геокодированные изображения в географической проекции, ортотрансформированные изображения и мозаики, цифровые тематические карты.

КА 14Ф133 - займет свободную пока в отечественной космонавтике нишу [10]. Он не будет конкурировать с другими ведущимися сейчас в России разработками в области ДЗЗ (КА ДЗЗ серии «Монитор», разрабатываемые ГКНПЦ им. М.В.Хруничева, КА ДЗЗ «Ресурс-ДК» разработки ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», КА «Аркон-2», разработки НПО им. С.А. Лавочкина). Информация, получаемая этими КА, будет дополнять друг друга. В перспективе, с появлением новых КА, возможна конкуренция с другими российскими проектами, что в космической отрасли вполне нормально.

В соответствии с Договором о сокращении стратегических наступательных вооружений (СНВ) и совместным заявлением президентов России и США о параметрах будущих сокращений ядерных вооружений (Хельсинки, 21.03.97 г.), к 31.12.97 г. российская группировка МБР РС-18 должна быть сокращена со 160 до 105 ракет, находящихся на боевом дежурстве в составе РВСН. Таким образом, в весьма сжатые сроки должно быть ликвидировано и утилизировано значительное число находящихся в исправном техническом состоянии МБР РС-18. Вместе с тем, договоры СНВ-1 и СНВ-2 позволяют осуществлять ликвидацию снимаемых с боевого дежурства МБР путем переоборудования их в космические ракеты-носители.

Технико-экономический анализ различных вариантов ликвидации МБР, произведенный специалистами Роскосмоса и Минобороны России, показал, что вариант переоборудования МБР в РН является для России наиболее приемлемым способом их утилизации, что нашло отражение в постановлении Правительства РФ от 22 октября 1992 г. «О рациональном использовании для народного хозяйства ракетных комплексов, подлежащих ликвидации в соответствии с сокращением и ограничением СНВ».

Ракеты выводятся из эксплуатации по плану Минобороны России, но могут использоваться в качестве РН только по мере необходимости. До этого момента ракеты должны находиться на хранении после слива компонентов топлива. Однако МБР не рассчитана на хранение в незаправленном состоянии. После слива компонентов топлива в баки попадает воздух, вызывающий коррозию стенок баков, узлов, элементов конструкции.

В свое время специалистами НПО Машиностроения были проведены специальные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, в результате которых разработана технология, позволяющая хранить ракету в незаправленном состоянии в течение семи лет. Основным принципом, реализованным в проекте конверсионного комплекса «РС-18», является сохранение максимальной приемственности по отношению к базовому боевому ракетному комплексу. Реализация такого варианта создания РН «РС-18», в частности, позволяет использовать технические решения по обеспечению высокой надежности МБР РС-18. Запуски РН «РС-18» будут производиться с космодрома Байконур. Для этого НПО Машиностроения разработана универсальная платформа для «малых» КА, позволяющая устанавливать на нее полезные нагрузки массой до 250 кг. Подготовлен пакет предложений по использованию РН «РС-18» для выведения на орбиту малых КА (МКА).

Необходимо отметить, что разработка МКА по силам не только предприятиям промышленности, но и научным центрам. Расходы по разработке и выведению на орбиту МКА под силу также странам третьего мира. По этим причинам ожидается резкий рост рынка услуг по запускам МКА различного назначения. И здесь конверсионные РН могут успешно конкурировать с традиционными РН легкого класса.

Запуск РН «РС-18» с космодрома Байконур может обеспечить выведение космических аппаратов на орбиты с наклоном в диапазонах 52° - 66° и 90° - 98° , включая солнечно-синхронные орбиты. Анализ мирового рынка коммерческих запусков КА показывает, что именно на эти диапазоны наклонов орбит ожидается максимальный спрос. Необходимо учитывать также, что по расходам на содержание этот космодром - самый экономичный в России.

Использование конверсионной РН «РС-18» позволит осуществить развертывание орбитальной группировки МКА ДЗЗ высокого разрешения в радиолокационном и оптическом диапазонах [11]. Необходимо отметить, что в настоящее время формируется новый рынок, требующий информации на порядок более высокого качества - с разрешением 1 м в РЛС-диапазоне и менее метра в оптическом, с прецизионной привязкой к местности и с цифровой обработкой информации. Специалисты НПО Машиностроения планируют выйти на этот рынок средств ДЗЗ, на который уже устремились фирмы США, Японии, Франции, Индии, Канады и др. стран. Стоимость рынка оценивается сегодня в \$3 млрд.

В качестве возможного альтернативного варианта эксплуатации конверсионного космического ракетного комплекса (КРК) «РС-18» на космодроме Байконур следует рассматривать отказ от использования МБР «РС-18». Реализация данной альтернативы приведет к негативным техническим, экономическим, военно-политическим и экологическим последствиям.

1.7.1. Технические последствия отказа от использования РН «РС-18»

Отказ от использования МБР «РС-18» имеет два основных негативных последствия:

- Не удастся уменьшить технический риск при запусках малых КА за счет использования высоконадежной МБР «РС-18».
- Отказ от использования РН «РС-18» не позволит выполнить раздел 5 подпрограммы «Средства выведения космических аппаратов» Федеральной космической программы (ФКП)», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.03 2000 г. № 288. ФКП запланировано создание космического ракетного комплекса легкого класса на базе межконтинентальной баллистической ракеты РС-18 (Шифр: ОКР «РС-18», государственный заказчик подпрограммы, включая составляющие ее работы - Роскосмос).

Необходимо подчеркнуть, что российская ФКП направлена на удовлетворение потребностей социально-экономической сферы и науки в космических средствах, обеспечение соответствия мировому уровню технико-экономических показателей космических средств, обеспечение достойного места России на мировом космическом рынке и гарантированного доступа в космос, безусловное выполнение международных обязательств и развитие международной интеграции в решении жизненно важных проблем всего человечества. Без конверсионной РН легкого класса «РС-18» ФКП будет выполнена. Однако, финансовые издержки при этом в масштабе отрасли будут значительно больше, чем могли бы быть.

1.7.2. Экономические последствия отказа от использования РН «РС-18»

Негативные экономические последствия отказа от использования РН «РС-18» будут обусловлены двумя основными факторами:

- Прямые финансовые потери, поскольку МБР РС-18 придется утилизировать путем уничтожения.
- Не удастся снизить стоимость выведения на орбиту КА малого класса.

Как известно, утилизация МБР РС-18 по штатной технологии производится в заводских условиях и заключается в газовой резке ступеней МБР. Утилизация сама по себе затратна. Но, кроме того, теряется

возможность получения коммерческой выгоды за счет использования МБР в качестве РН.

По оценкам [12] на внешнем рынке ожидаемая стоимость выведения 1 кг полезного груза с помощью конверсионных РН будет в 2-5 раз меньше коммерческой цены услуг зарубежных носителей соответствующего класса. В результате, по предварительным оценкам, стоимость пуска РН «РС-18» будет находиться в пределах 8-12 млн. долл. [13]. Наиболее перспективно применение РН «РС-18» для выведения на орбиту МКА дистанционного зондирования Земли и связи. При общем количестве коммерческих пусков РН «РС-18» 55 (число сокращаемых до 2007 г. МБР РС-18) упущенная выгода может составить порядка 550-660 млн. долл.

1.7.3. Военно-политические последствия отказа от использования РН «РС-18»

В настоящее время на рабочих орбитах находится более 100 российских КА различного целевого назначения, из которых около 70% используются в целях обеспечения обороны и безопасности Российской Федерации. Из числа эксплуатируемых космических аппаратов более 70% функционируют за пределами гарантийных сроков активного существования, а 35% - с ограничениями по целевому использованию.

Существующая орбитальная группировка предназначена для решения следующих основных задач:

- своевременное выявление признаков подготовки и начала военных действий;
- предупреждение о ракетно-ядерном нападении;
- обеспечение непрерывной устойчивой связи и боевого управления в интересах высшего военно-политического руководства страны, стратегических ядерных сил, объединений, соединений и частей видов вооруженных сил и родов войск;
- навигационное, гидрометеорологическое, картографическое, топогеодезическое и частотно-временное обеспечение войск.

Однако, необходимо констатировать, что орбитальная спутниковая группировка России состоит сегодня в основном из морально и физически устаревших аппаратов. Причина тому, конечно, отсутствие финансовых средств: для создания только одного современного КА по международным расценкам необходимо не менее \$ 180-200 млн. с учетом его запуска.

В связи с этим некоторые отечественные предприятия своими силами пытаются разработать легкие универсальные космические платформы для создания малых КА (МКА) различного назначения, в том числе военного, стоимость создания которых будет в несколько раз меньше. К тому же на сегодняшний день Россия является лидером в области разработки проектов, направленных как на создание МКА для дистанционного зондирования

Земли, так и на реализацию идеи вывода МКА на геостационарную орбиту в интересах связи и вещания.

Таким образом, сохранение боеспособности российской орбитальной группировки, с учетом реальных экономических возможностей страны, невозможно без развития МКА и средств их выведения. В свою очередь, как уже было сказано, конверсионные РН, создаваемые на базе МБР, позволят существенно снизить стоимость выведения МКА на орбиту.

1.7.4. Экологические последствия отказа от эксплуатации РН «РС-18»

Негативные экологические последствия отказа от эксплуатации конверсионного КРК «РС-18» на космодроме Байконур связаны, в первую очередь, с необходимостью промышленной утилизации МБР РС-18 по штатной технологии.

Утилизация МБР РС-18 по штатной технологии производится в заводских условиях и заключается в газовой резке ступеней МБР. До этого компоненты топлива (АТ и НДМГ) из заправленной ракеты, стоящей в ШПУ, сливаются и передаются для регенерации и хранения. После слива в баках ракеты остается несколько десятков килограммов пожароопасных и токсичных КРТ. Поэтому непосредственно перед резкой баки обрабатываются перегретым водяным паром температурой 1100°С под давлением 1,2 атм. Образующиеся промстоки, загрязненные НДМГ сжигаются в специальных нейтрализационных установках. Альтернативой существующим методам детоксикации металлических поверхностей, согласно последним исследованиям, может служить их обработка растворами солей динитробензойной кислоты.

В настоящее время ликвидация МБР РС-18 производится на базе Пибаньшур. Необходимо отметить, что оборудование для ликвидации МБР на базе Пибаньшур выработало все гарантийные ресурсы, находится в предаварийном состоянии и требует реконструкции. Авария на базе может иметь негативные экологические последствия.

Литература по разделу 1

- 1 Исходные данные для разработки книги ОВОС МКА 14Ф133 с КГЧ 14С135 при запусках конверсионной РН «РС-18» с космодрома Байконур. – М.: ОАО ВПК «НПО Машиностроения», 2009.
- 2 Сосунова И.А., Мамонов Н.Е., Крестникова С.И. Российская космонавтика: социальная отдача и социально-экологические проблемы в зеркале общественного мнения. – М.: РЭФИА, 2004.
- 3 А. Перминов. «Больше хороших космических новостей!» // Новости космонавтики, 2006г., № 2, с.1-5.

- 4 И. Афанасьев. Михаил Фротков: «Космонавтика – это та отрасль, где мы лидеры» // Новости космонавтики, 2005г., № 12, с.62-63.
- 5 Ю. Зайцев: «Первая всероссийская научная конференция по ДЗЗ» // Новости космонавтики, 2004г., № 1, с.60-61.
- 6 А. Копик: «Состояние и перспективы отечественных рынков ДЗЗ и спутниковой навигации» // Новости космонавтики, 2004г., № 4, с.41-43.
- 7 А. Копик: «Современные проблемы ДЗЗ из космоса» // Новости космонавтики, 2006г., № 1, с.63.
- 8 А. Копик: «Земля из космоса – наиболее перспективные решения» // Новости космонавтики, 2006г., № 2, с.64-65.
- 9 А. Кучейко: «Перспективный радиолокационный спутник «Аркон-2» // Новости космонавтики, 2005г., № 1, с.50-53.
- 10 Лантратов К. Центр Хруничева создает «Монитор». // Новости космонавтики, 2002. - №1.
- 11 Ефремов Г.А. Ракета-носитель «Стрела». Перспективы использования космодромов «Свободный» и «Байконур» // Доклады.2. <http://www.spacenews.ru/spacenews/src/spacenews/>.
- 12 Браславский П.Ф., Осадченко А.С., Уткин В.Ф. Возможности разработки и перспективы использования космических средств выведения на базе боевых ракетных комплексов. // Космонавтика и ракетостроение, 1999. - № 15. - С. 64-69.
- 13 Григорьев С. Космический кризис завершается. // http://nvo.ng.ru/printed/armament/1999-10-29/6_spcrisis.html.
- 14 Прогноз мирового рынка коммерческих запусков искусственных спутников // www.marketsurveys.ru/s0100778.html.

2. Требования к КА 14Ф133 по экологической безопасности

Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической техники (РКТ), в т.ч. и КА 14Ф133, должно основываться на строгом соблюдении действующих нормативно-правовых актов, которые в Российском государстве являются единственным источником права. Учитывая, что наземная подготовка и запуск КА 14Ф133 осуществляются на территории космодрома Байконур, арендуемого Российской Федерацией (РФ) у Республики Казахстан (РК), помимо нормативно-правовых актов РФ необходимо также руководствоваться нормативно-правовыми актами РК и совместными нормативно-правовыми актами РФ и РК.

2.1 Российские и международные нормативно-правовые акты

Первый блок российских нормативно-правовых актов – *законы*. К законам в области обеспечения экологической безопасности изделий (комплексов) РКТ относятся следующие.

Во-первых, это Конституция Российской Федерации. Это Основной закон государства, который возлагает проведение единой государственной политики, в т.ч. в области экологии, на Правительство Российской Федерации (п/п «в» п.1 ст.114). Кроме того, в п/п «д» ч.1 ст.72 Конституции РФ закреплено и само понятие «экологическая безопасность».

Во-вторых, это Федеральный конституционный закон от 17.12.97 № 2-фкз «О Правительстве Российской Федерации» (в ред. Федерального конституционного закона от 31.12.97 № 3-фкз), ст.18 которого также закрепляет понятие «экологическая безопасность» и определяет полномочия Правительства РФ в сфере природопользования и обеспечения экологической безопасности.

Третья группа законов – это федеральные законы. Основным правовым актом, регулирующим отношения в сфере взаимодействия общества и природы, является Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.02г. №7-фз. В Законе содержится перечень объектов охраны окружающей среды, в т.ч. околоземное космическое пространство (ОКП). Непосредственное отношение к РКТ имеют положения этого Закона в части предупреждения химического загрязнения окружающей среды компонентами ракетных топлив и других веществ, используемых в РКТ. Закон устанавливает обязательность государственной экологической экспертизы (ГЭЭ), предусматривает заключение договора на комплексное природопользование и его основные положения, платность использования природных ресурсов, определяет систему экологических ограничений по территориям (лимиты), задачи и структуру системы экологического контроля за загрязнением окружающей среды. Закон также устанавливает

ответственность за экологические правонарушения и порядок возмещения вреда, причиненного экологическим правонарушением.

Закон РФ от 20.08.93 № 5663-1 «О космической деятельности» (в ред. Закона РФ от 29.11.96 № 147-ФЗ) вводит сертификацию космической техники, а также оборудования, применяемого при создании и использовании космической техники. Ст.22 этого Закона требует, чтобы космическая деятельность осуществлялась с учетом обеспечения уровня допустимых антропогенных нагрузок на окружающую природную среду и околоземное пространство. Ответственность и общее руководство работами по обеспечению безопасности космической деятельности Закон возлагает на федеральный орган исполнительной власти по космической деятельности (Российское авиационно-космическое агентство) и федеральный орган исполнительной власти по обороне (Министерство обороны РФ). Закон предусматривает обязательное страхование космической деятельности, которое, однако, не включает непосредственно экологическое страхование ущерба для природной среды.

На основании Федерального закона от 23.11.95 №174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (в ред. Законов РФ от 15.04.98 №65-ФЗ, от 22.08.2004г. №122-ФЗ, от 29.12.2004г. №199-ФЗ, от 21.12.2004г. №172-ФЗ) проводится экологическая экспертиза РКТ, а также оценка воздействия РКТ на окружающую среду (ОВОС).

Декларирование безопасности объектов РКТ установлено Федеральным законом от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (в ред. Федерального закона от 07.08.00 № 122-ФЗ).

В целях охраны атмосферного воздуха от загрязнения в соответствии с Федеральным законом от 04.05.99 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» устанавливаются нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Так как ракета-носитель может быть отнесена к передвижным средствам, загрязняющим атмосферный воздух продуктами сгорания КРТ, то для нее должны быть определены технические нормативы выбросов вредных (загрязняющих) веществ. Стартовый комплекс ракет-носителей является стационарным источником вредных воздействий на атмосферный воздух. Поэтому для него тоже должны быть заданы нормативы ПДВ вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

Второй блок российских нормативно-правовых актов – подзаконные акты. Главными подзаконными актами являются *Указы Президента РФ*. Указы Президента РФ обязательны для исполнения на всей территории России.

Указом Президента РФ от 25.02.92 № 185 «О структуре управления космической деятельностью в Российской Федерации» было создано Российское космическое агентство как орган федеральной исполнительной

власти, ответственный за осуществление космической деятельности, а Указом Президента РФ от 25.05.99 № 651 «О структуре федеральных органов исполнительной власти» (с изм. от 8, 28 июня, 6, 23 июля, 9 августа 1999 г., 29 февраля, 9 августа 2000 г.) Российское космическое агентство было преобразовано в Российское авиационно-космическое агентство. С 2004г. – Федеральное космическое агентство (ФКА).

Многочисленную группу нормативно-правовых актов составляют *Постановления Правительства РФ*, которые относятся к регулированию и реализации правоотношений в сфере обеспечения экологической безопасности РКТ. Основными из них являются следующие.

Постановлением Правительства РФ от 03.08.92 № 545 (в ред. Постановления Правительства РФ от 16.06.00 № 461) утвержден Порядок разработки и утверждения экологических нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов. Однако, в части разработки и утверждения лимитов на размещение отходов этот Порядок признан утратившим силу Постановлением Правительства РФ от 16.06.00 № 461.

Постановлением Правительства РФ от 28.08.92 №632 «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещения отходов, другие виды вредного воздействия» (в ред. Постановления Правительства РФ от 27.12.94 №1428) определен порядок исчисления и применения нормативов платы за использование природных ресурсов.

Постановлением Правительства РФ от 28.01.93 № 77 утверждено Положение о порядке возмещения убытков собственникам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства (в ред. Постановлений Правительства РФ от 27.12.94 №1428, от 27.11.95 №1176, от 01.07.96 №778, от 15.05.99 №534). Это Положение определяет порядок возмещения убытков вышеперечисленным субъектам, причиняемых изъятием или временным занятием земельных участков, ограничением их прав или ухудшением качества земель, а также потерь сельскохозяйственного производства, вызванных изъятием или ограничением использования, ухудшением качества сельхозугодий.

Постановлением Совета Министров-Правительства РФ от 24.11.93 №1229 «О создании Единой государственной системы экологического мониторинга» принято предложение о создании этой системы, средствами которой осуществляется государственное наблюдение за состоянием природной среды.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.05.95 №536 «О порядке и условиях эпизодического использования районов падения

отделяющихся частей ракет» (в ред. Постановления Правительства РФ от 24.03.98 №350) органы исполнительной власти субъектов РФ обязаны выделять Минобороны РФ земельные участки для падения отделяющихся частей ракет при проведении пусков ракет с космодромов и полигонов Минобороны РФ. Постановлением предписано возмещать всем субъектам землепользования прямой материальный и экологический ущерб, возникающий в результате падения отделяющихся частей ракет.

Положение о порядке проведения Государственной экологической экспертизы утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 11.06.96г. №698.

Постановлением Правительства РФ от 24.03.98 № 350 утверждена Методика расчета компенсационных выплат субъектами РФ за разовое использование районов падения при проведении запусков космических аппаратов (за исключением запусков в интересах обороны, безопасности страны и в соответствии с Федеральной космической программой).

Правила разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение утверждены Постановлением Правительства РФ от 16.06.00 №461.

Положение о государственной службе наблюдения за состоянием окружающей природной среды утверждено Постановлением Правительства РФ от 23.08.00 № 622. Особенность нормативно-правовых актов министерств и ведомств состоит в том, что министерства и ведомства могут издать тот или иной акт, содержащий нормы права, в случаях и в пределах, предусмотренных Законами РФ, Указами Президента РФ, Постановлениями Правительства РФ. Поэтому издание любого ведомственного акта должно быть основано на специальном указании вышестоящих органов, хотя на практике часто бывает по-иному. Акты в области обеспечения экологической безопасности РКТ этой группы также многочисленны и многообразны. Далее перечислены некоторые из них.

Постановлением Правительства РФ от 15.08.2002г. №606 «Об обеспечении сбалансированного развития и использования космодромов Байконур, Плесецк и Свободный» установлено, что общую координацию работ, проводимых на космодроме Байконур осуществляет Российское авиационно-космическое агентство (ныне – ФКА).

Еще одним видом подзаконных актов являются *ведомственные нормативные документы*.

Приказом Минприроды РФ от 23.01.95 №18 утверждены Основные положения системы сертификации по экологическим требованиям для предупреждения вреда окружающей природной среде (системы экологической сертификации).

Приказом Минприроды РФ от 29.12.95 №539 утверждена Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности.

Структура декларации безопасности объекта РКТ определена в Приказе МЧС РФ и Федерального горного и промышленного надзора России от 04.04.96 №222/59.

Правила осуществления государственного экологического контроля должностными лицами Министерства охраны окружающей природной среды и природных ресурсов РФ и его территориальных органов утверждены Приказом Минприроды РФ от 17.04.96,

Приказом Госкомэкологии России от 17.06.97 №280 утвержден Регламент проведения государственной экологической экспертизы.

Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в РФ, утв. Приказом Госкомэкологии РФ от 16.05.00 №372, регламентирует процесс проведения ОВОС РКТ.

Общий порядок, цели и принципы проведения сертификации РКТ закреплены в Правилах по проведению сертификации в РФ, утвержденных Постановлением Госстандарта РФ от 10.05.00 №26.

Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов утверждены Минприроды РФ 27.11.92 (в ред. Письма Минприроды РФ от 18.08.93 №03-15/65-4400).

Вспомогательную роль по совершенствованию правоприменительной деятельности играют *стандарты*. Например, на основе ГОСТ 17.0.0.04-90 «Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения» базируется порядок разработки, структура и содержание экологического паспорта РКТ и района эксплуатации изделий РКТ. СП 11-101-95 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав документации, обосновывающей инвестиции в строительство зданий и сооружений», утв. Минстроем РФ от 30.06.1995 г. №18-63, содержат особенности ОВОС строительства наземных сооружений для эксплуатации изделий РКТ.

Отдельные указания, касающиеся обеспечения и контроля экологической безопасности РКТ, содержатся в ОТТ к вооружению и военной технике, а также в ОТТ КС, РК-98, РК-98КТ, РЭКОС, РТОКС, РОБЭКС и других отраслевых нормативно-технических документах (НТД).

Приказом генерального директора Российского авиационно-космического агентства от 14.09.2000г. №144 «Об активизации работ по проблемам снижения техногенного засорения ОКП и повышению безопасности осуществления космической деятельности в условиях его существования» определен порядок внедрения ОСТ 134-1022-1999 и ОСТ 134-1023-20000, определяющих уровень техногенного засорения ОКП и общие требования к КА по его ограничению.

Требования отраслевого стандарта ОСТ 134-1023-2000 «Изделия космической техники. Общие требования по ограничению техногенного

засорения околоземного космического пространства» распространяются на средства выведения, орбитальные средства, многоразовые космические системы, межпланетные станции и аппараты, исследующие дальний космос, изделия космической техники научного, социально-экономического и коммерческого назначения, в том числе пилотируемые космические объекты, кроме космических средств (КСр) оборонного назначения и двойного применения, а также КСр, разработанных до введения в действие настоящего стандарта. Требования стандарта являются обязательными для всех участников создания и эксплуатации изделий космической техники в России при наличии ссылок на настоящий стандарт в ТЗ (ТТЗ), государственных контрактах (договорах) и других документах на создание, модернизацию и эксплуатацию изделий космической техники.

Согласно этому документу, основными причинами и источниками техногенного засорения ОКП являются:

- несанкционированные взрывы космических объектов (КО);
- самоликвидация КА (систем КА) после окончания их активного функционирования или в результате возникновения аварийной ситуации;
- выброс в ОКП операционных элементов (пружины, толкатели, опасные фрагменты пироболтов и др.);
- ступени РН, РБ и КА по завершении их активного функционирования;
- разрушения КО вследствие их столкновений на орбите друг с другом или с частицами естественного происхождения;
- выбросы продуктов работы ДУ, несгоревшего топлива, жидких и газообразных веществ из корпусов КА и РН;
- эрозия материалов с поверхности КСр;
- тросовые системы, отделяющиеся после их использования;
- выбросы средств обеспечения жизнедеятельности пилотируемых КА.

Мероприятия по предотвращению техногенного засорения ОКП проводятся всеми участниками создания и эксплуатации изделий РКТ на всех стадиях и этапах их жизненного цикла. Требования к КСр, направленные на ограничение техногенного засорения ОКП, должны включаться в ТТЗ (ТЗ) на них. Каждый случай возникновения непреднамеренного взрыва на орбите или разрушения КО вследствие столкновения с другими КО на всех этапах их эксплуатации должен анализироваться, при этом должны выявляться причины возникновения таких ситуаций, даваться рекомендации о предотвращении подобных случаев в будущем. Данную работу организует ФКА. Результаты оформляются в виде отдельного документа организацией-разработчиком КСр и представляются в ФКА.

Материалы проектной документации на КСр должны содержать:

- перечень и описание штатных и возможных аварийных ситуаций, дающих представление об источниках образования космического мусора

(КМ);

- описание особенностей конструкции и функционирования КСр, дающих информацию возможных источниках образования КМ (топлива, химических источников электрического тока, емкостей под давлением, топливных баков и трубопроводов, пиротехнических устройств, источников кинетической энергии, систем отделения полезной нагрузки и ее развертывания, элементов защиты оптических и других устройств, наиболее чувствительных к соударениям с КМ и внешним воздействиям, систем обеспечения безопасности, покрытий и т.д.);
- данные об ожидаемом количестве, массе, размерах, форме, материале отделяемых операционных элементов размером более 1 мм;
- перечень конкретных организационных и технических мероприятий, направленных на ограничение техногенного засорения ОКП.

Контроль за выполнением заданных требований к КСр осуществляет Заказчик этих средств (в РФ - ФКА, РВСН, КВ МО или какие-то другие организации различных форм собственности).

Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения ОКП, регламентированные ОСТ 134-1023-2000, включают в себя:

Требование пассивации КСр (если для них не предусмотрен контролируемый вход в атмосферу Земли с целью уничтожения (затопления) по завершению их активного функционирования) для предотвращения (сведения к минимуму вероятности возникновения) случайных взрывов в космосе после окончания их активного функционирования, т.е.:

- удаление остатков топлива из баков КА, РБ и верхних ступеней РН;
- удаление жидкостей и газов из емкостей, находящихся под давлением, если вследствие потери герметичности этих емкостей может образоваться КМ;
- ограничение возможности самопроизвольного срабатывания неиспользованных взрывных устройств (в устройствах самоликвидации, отделения и развертывания бортовых систем и т.д.);
- разгрузку (прекращение вращения) маховиков, гироскопов и других аналогичных механических устройств;
- разрядку химических источников тока.

Требования по ограничению засорения ОКП, связанного с самоликвидацией КА (систем КА) после окончания их активной работы:

- ограничение попадания в ОКП фрагментов отдельных устройств КА, которые подвергаются самоликвидации;
- допускается самоликвидация КА (систем КА) непосредственно перед их входом в плотные слои атмосферы для уменьшения риска падения крупных КО на Землю.

Требования снижения выбросов в ОКП операционных элементов:

- ограничение образования фрагментов от средств разделения и отделения полезной нагрузки на основе пиро-, пневмозамков и толкателей различных типов, а также предохранительных крышек и пружин приборов КА, и минимизация выброса фрагментов средств разделения на основе пироболтов, удлиненных кумулятивных зарядов, пираножей и пирогильтин;

- сведение к минимуму фрагментов сопловых заглушек и крышек ДУ;
- исключение выброса операционных элементов в область ГСО.

Требования по ограничению техногенного засорения ОКП отработавшими ступенями РН и РБ, КА:

- перевод КА после прекращения его активного функционирования из области геостационарной орбиты (ГСО) в область увода. Перигей орбиты КА, выведенного в область увода (с учетом последующих эволюций КА под влиянием возмущающих факторов), должен превышать радиус геостационарной орбиты не менее чем на 200 км;
- снижение сроков орбитального существования КА, РБ и РН после прекращения ими активного функционирования.

Требования сведения к минимуму опасности столкновения управляемых КСр с объектами КМ:

- оценка опасности столкновений проектируемых КСр с КМ;
- развитие методов осуществления орбитального маневрирования для исключения столкновений управляемых КСр с крупногабаритными объектами КМ.

Требования сведения к минимуму опасных (размером более 1 мм) твердых частиц, образующихся при работе ракетных двигателей путем оптимизации режимов работы твердотопливных ДУ.

Требования сведения к минимуму эрозии материалов с поверхности КСр.

Требования втягивания внутрь КА длинных тросов (по возможности), применения тросов повышенной прочности.

Применение аппаратов и капсул для удаления особоопасных фрагментов КСр на орбиты длительного существования.

Развитие методов предсказания событий падения опасных космических объектов на поверхность Земли.

Правовую базу в области экологической безопасности РКТ дополняет большое число *международных соглашений*, которые являются составной частью правовой системы Российской Федерации. В таблице 2.1 в сжатом виде представлены возможные ограничения, накладываемые международно-правовыми актами на космическую деятельность.

Следует отметить, что положения международных договоров, в том числе в области охраны окружающей среды, имеют приоритет над нормами российского законодательства. Этот приоритет закреплен в Конституции РФ (ч.4 ст.15), а также в Законе РФ «Об охране окружающей среды» определено, что если международным договором в области охраны окружающей природной среды, заключенного РФ, установлены иные правила, чем те, которые содержатся в законодательстве РФ, то применяются правила международного договора.

Таблица 2.1 - Ограничения, накладываемые международно-правовыми актами на космическую деятельность.

Наименование международно-правового акта, время и место принятия, данные о ратификации Россией	Основные положения	Возможные ограничения на КД
<p>Венская конвенция об охране озонового слоя. 1985г. г. Вена. Австрия. Ратифицирована Россией в 1988г.</p> <p>Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. 1987г. г. Монреаль. Франция. Ратифицирован Россией.</p> <p>Лондонские дополнения к Монреальскому протоколу. 1990г. г. Лондон. Великобритания. Ратифицированы Россией.</p> <p>Копенгагенское дополнение к Монреальскому протоколу. 1992г. г. Копенгаген. Дания. Россией не ратифицировано.</p>	<p>Сотрудничество в области изучения веществ и процессов, которые влияют на изменения в озоновом слое; создание альтернативных веществ и технологий; наблюдение за состоянием озонового слоя; сотрудничество в области разработки и принятия мер, контролирующей деятельность, которая приводит к неблагоприятным последствиям в озоновом слое; обмен научной, технической, социально-экономической, коммерческой и юридической информацией; сотрудничество в области разработки и передачи технологий и научных знаний.</p> <p>Меры по регулированию потребления, производства и импорта (экспорта) озоноразрушающих веществ.</p> <p>Копенгагенское дополнение к Монреальскому протоколу 1992г. требовало к 1996г. полного исключения из производства и потребления фреонов и галонов.</p>	<p>Ограничение и исключение использования в системах пожаровзрывопре-дупреждения, пожаротушения, терморегулирования, термостатирования и др. агрегатах и системах озоноразрушающих веществ, в частности, хлорфторуглеродов (фреонов) и бромфторуглеродов (галонов)</p>
<p>Конвенция о биологическом разнообразии. 1992г. г. Рио-де-Жанейро. Бразилия. Ратифицирована Россией в 1995г.</p>	<p>Объявление принципа национального права на собственные природные ресурсы с одновременным соблюдением прав других государств; сотрудничество в области сохранения биологического разнообразия в регионах, не попадающих под национальную юрисдикцию; ответственность государств за формирование и реализацию национальных стратегий, планов и программ по сохранению и рациональному использованию биологического разнообразия.</p>	<p>Ограничения по местам строительства космодромов, отчуждения районов падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧ РН) и прохождению трасс выведения</p>

<p>Конвенция о трансграничном воздействии загрязнения воздуха на большие расстояния. 1979г. г.Женева. Швейцария. Россией ратифицирована в 1983г.</p>	<p>Обмен информацией, консультациями, результатами научных исследований и мониторинга, политики и стратегических решений; сотрудничество в проведении научных исследований (действующие и перспективные технологии по снижению выбросов, контролю и определению объема эмиссий, влияние поллютантов на здоровье человека и окружающую среду, образование).</p>	<p>Ограничения на атмосферные выбросы, в т.ч. аварийные, загрязняющих веществ, образующихся при эксплуатации РКТ</p>
<p>Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. 1992г. г.Хельсинки. Финляндия. Ратифицирована Россией в 1992г.</p>	<p>Обязательства участников в отношении предупреждения, контроля и сокращения загрязнения трансграничных вод; соблюдение принципа справедливости в их использовании; ограничение распространения загрязнения; использование принципа «загрязнитель платит» в качестве меры для предупреждения загрязнения; сотрудничество в области исследований и развития; введение мониторинга</p>	<p>Ограничения на сбросы загрязненных стоков в трансграничные водотоки и международные озера</p>
<p>Конвенция по оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте. 1991г. г.Эсто. Финляндия. Ратифицирована Россией в 1991г.</p>	<p>Принятие стратегических, юридических и административных мер по контролю за негативным воздействием; введение системы уведомлений о негативных воздействиях; проведение исследований по улучшению методов оценки воздействия на окружающую среду</p>	<p>Ограничения на воздействия на ОПС, имеющие трансграничный характер, распространяющиеся по территории нескольких государств</p>
<p>Конвенция о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами. 1972г. г.Нью-Йорк. США. Ратифицирована Россией в 1972г.</p>	<p>Регламентация комплекса вопросов, связанных с установлением международной ответственности государств-участников КД за лишение жизни, телесное повреждение или иное повреждение здоровья; либо уничтожение или повреждение имущества государств, либо физических или юридических лиц или имущества международных межправительственных организаций</p>	<p>Ограничения на выбор мест и моментов падения ОЧ РН, а также КО, в результате схода с орбиты. Запускающее государство несет абсолютную ответственность за выплату компенсации за ущерб, причиненный его космическим объектом на поверхности Земли или воздушному судну в полете</p>

<p>Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и другими материалами (Лондонская конвенция по дампингу). 1972г. г.Лондон, Великобритания. Ратифицирована Россией в 1972г.</p>	<p>Запрещение сброса в море любых материалов, содержащих хлорорганические соединения, ртуть, кадмий и их соединения, устойчивые пластмассы и др. синтетические материалы, нефть и нефтепродукты, радиоактивные вещества с высоким уровнем радиации, а также материалы, изготовленные для ведения химической войны.</p> <p>По предварительному специальному разрешению можно сбрасывать отходы, содержащие в незначительном количестве мышьяк, свинец, цинк, медь; контейнеры с металлоломом и прочие незапакованные отходы, затопление которых на дне не может серьезно препятствовать рыболовству и судоходству; радиоактивные отходы с низким уровнем радиации.</p> <p>Для сброса всех иных материалов, не упомянутых в Конвенции, требуется предварительное разрешение.</p> <p>Разрешение на дампинг выдает Международная Морская Консультативная организация (ИМКО)</p>	<p>Ограничения по выбору морских РП ОЧ РН, содержащих остатки токсичных КРТ</p>
<p>Рамочная конвенция ООН об изменении климата. 1992г. г.Нью-Йорк. США. Ратифицирована Россией в 1994г.</p>	<p>Защита системы формирования климата, составление национальных списков по выбросам и мерам по их устранению; разработка и реализация программ по контролю за изменением климата; сотрудничество в области создания и развития сетей и программ научных исследований по изменению климата; учреждение Конференции Сторон – высшего органа Конвенции; принятие финансового механизма реализации Конвенции</p>	<p>Ограничения по выбросам парниковых газов (СО₂, СН₄ и др.), образующихся при эксплуатации РКТ</p>

Из международных нормативно-правовых актов в первую очередь следует упомянуть резолюцию Генеральной Ассамблеи ООН 1962г. «Экономическое развитие и охрана природы», «Всемирную хартию охраны природы», принятую в 1982г. и др., а также международные договоры и соглашения, подписанные СССР или РФ по вопросам международного сотрудничества в области охраны окружающей среды, как например «Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду» 1977г., «Международная конвенция по морскому праву» 1982г., «Конвенция об

оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном загрязнении» 1991г. и др.

В таблице приведены ограничения, относящиеся в основном к ракетам-носителям и наземной космической инфраструктуре. К космическим аппаратам имеет отношение лишь незначительная часть этих документов.

Рекомендательный законодательный акт «О принципах экологической безопасности в государствах содружества», принятый постановлением Межпарламентской Ассамблеи государств участников Содружества независимых государств от 29.12.92 г. и одобренный Государственной Думой РФ (постановление от 20.04.94 г. №96-Ігд), определяет экобезопасность как состояние защищенности личности, общества и государства от последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, а также стихийных бедствий и катастроф (ст.1).

Международная организация по стандартизации (ИСО) наряду с разработкой стандартов на методы контроля компонентов окружающей среды (воздух, вода, почва) разрабатывает комплекс *международных стандартов* на системы экологического управления – стандарты ИСО серии 1400. Ядром этих стандартов являются стандарты ИСО 14001 и ИСО 14004, содержащие требования к системам экологического управления и рекомендации по их созданию и обеспечению функционирования.

2.2 Нормативно-правовые акты Республики Казахстан

Основные нормативно-правовые акты Республики Казахстан, требования которых должны быть учтены при создании КА 14Ф 133 и его запусках конверсионной РН РС-18:

Экологический кодекс Республики Казахстан (утв. Президентом РК 09.01.2007 г.).

Закон РК «О лицензировании» от 17.04.1995 г. №2200.

«Инструкция по проведению оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду при разработке предплановой, предпроектной и проектной документации» (утверждена приказом Министра охраны окружающей среды РК от 28.02.2004 г. №68-П).

«Инструкция по проведению экологической экспертизы предпроектных материалов» (утверждена приказом Министра охраны окружающей среды РК от 16.02.2005 г. №57-П);

Основной задачей законодательства РК в области охраны окружающей среды является «... регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью улучшения качества окружающей среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, укрепления законности и правопорядка» (Ст.2 Закона РК «Об охране окружающей природной среды»). Статья 3 этого же Закона устанавливает, что «При осуществлении хозяйственной, управленческой и иной

деятельности, оказывающей отрицательное воздействие на состояние окружающей природной среды, ... государственные органы, предприятия, учреждения, организации, ...обязаны руководствоваться следующими основными принципами:

- приоритетом охраны жизни и здоровья человека, сохранения и восстановления окружающей среды, благоприятной для жизни, труда и отдыха населения;
- сбалансированного решения социально-экономических задач и проблем окружающей среды в целях перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию... ;
- обеспечения экологической безопасности и восстановления нарушенных естественных экологических систем на территориях с неблагоприятной экологической обстановкой;
- рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, поэтапного введения платы за природопользование и внедрение экономического стимулирования охраны окружающей среды;
- обеспечения сохранения биологического разнообразия и объектов окружающей среды, имеющих особое экологическое и культурное значение ... ;
- предотвращения нанесения ущерба окружающей среде, оценки возможного воздействия на окружающую среду...»

Объекты охраны окружающей среды установлены статьей 4 этого же Закона: «Охране от уничтожения, деградации, повреждения, истощения, загрязнения, нерационального использования и иного вредного воздействия подлежат: земля, недра, вода, атмосферный воздух, леса и иная растительность, животный мир; естественные экологические системы, климат и озоновый слой Земли. Особой охране подлежат объекты окружающей среды, имеющие особую экологическую, научную и культурную ценность, а также особо охраняемые природные территории...»

2.3 Совместные нормативно-правовые акты Российской Федерации и Республики Казахстан

28 марта 1994г. РФ и РК подписали Соглашение «Об основных принципах и условиях использования космодрома Байконур». На его основании Правительством РФ и Правительством РК были подписаны:

Соглашение между Российской Федерацией и Республикой Казахстан «Об основных принципах и условиях использования комплекса «Байконур» от 28.03.94г.;

«Договор аренды комплекса Байконур» от 25.09.95г.;

«Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по экологии и природопользованию территории комплекса Байконур в условиях его аренды» (от 04.10.1997 г.).

Статья 2 указанного «Соглашения ...» гласит, что «Предприятия и организации, воинские части, ... осуществляющие на территории комплекса «Байконур» деятельность в соответствии с условиями Договора аренды, руководствуются в вопросах охраны окружающей среды нормами природоохранного законодательства республики Казахстан, на момент заключения договора аренды. По вопросам, не охваченным требованиями законодательства Республики Казахстан, применяются положения природоохранного законодательства Российской Федерации по согласованию с Министерством экологии и биоресурсов Республики Казахстан».

В дальнейшем были также подписаны:

«Программа совместных работ между Правительством Республики Казахстан и Правительством РФ по исследованию и использованию космического пространства на 1999-2005г.г.»;

Меморандум между Российской Федерацией и Республикой Казахстан о дальнейшем сотрудничестве по вопросам обеспечения функционирования комплекса «Байконур» от 19.06.2000г;

9 января 2004г. президентами РФ и РК был подписан ряд новых соглашений. Одним из них предусмотрено продление аренды космодрома Байконур до 2050 года на прежних условиях. 2 июня 2005г. было подписано новое «Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по экологии и природопользованию на территории комплекса Байконур в условиях его аренды Российской Федерацией».

В сентябре 2005г. российскими Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, Федеральным космическим агентством с одной стороны и Министерством охраны окружающей среды Республики Казахстан с другой стороны утвержден «Порядок взаимодействия органов исполнительной власти Российской Федерации и Республики Казахстан при проведении государственной экологической экспертизы российской РКТ, планируемой к использованию на космодроме Байконур». Согласно этому документу казахстанская сторона проводит экологическую экспертизу наземной инфраструктуры вновь создаваемых ракетно-космических комплексов. Экологическая экспертиза РН и подвижных агрегатов их обслуживания проводится российской стороной, после чего результаты экспертизы передаются Республике Казахстан. В связи с тем, что такие виды РКТ как разгонные блоки (РБ) и КА в данном документе не упоминаются, их экспертиза должна (также, как и экспертиза РН) проводиться в РФ.

2.4 Требования по экологической безопасности при создании КА 14Ф133

Тактико-техническим заданием (ТТЗ) на КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 определены основные требования по обеспечению экологической безопасности, которые соответствуют требованиям следующих нормативно-правовых актов Российской Федерации:

- Закона «Об охране окружающей природной среды»;
- Закона «О космической деятельности»;
- Постановления Правительства РФ «О порядке и условиях эпизодического использования районов падения отделяющихся частей ракет» от 31 мая 1995 г. № 536.

Помимо перечисленных выше нормативно-правовых актов в процессе создания КА 14Ф133 разработчики руководствуются также отраслевой нормативно-технической документацией, в первую очередь – «Положением РК-98КТ», общими техническими требованиями ОТТ КС-88, отраслевыми стандартами (ОСТами), методиками и др. Необходимость выполнения требований по экологической безопасности приведена в техническом задании (ТЗ) на разработку КА 14Ф133. ТЗ на опытно-конструкторскую работу «Малогобаритный космический аппарат 14Ф133» установлены следующие требования по экологической безопасности (относящиеся также и к КГЧ 14С135):

- При создании КА 14Ф133 (и КГЧ 14С135) должны быть предусмотрены меры, снижающие до допустимых норм экологически вредное воздействие на земную поверхность, атмосферу и космическое пространство.
- Меры обеспечения экологической безопасности должны включать анализ источников и оценку уровня экологического воздействия космического аппарата на окружающую среду на всех этапах эксплуатации, разработку мероприятий по исключению засорения космического пространства, оценку воздействия последствий аварийных ситуаций на окружающую среду.

Требования по обеспечению экологической безопасности КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 приведены в программе обеспечения экологической безопасности (ПОЭБ) указанных изделий РКТ [1, 2].

2.5 Основные направления изучения состояния природной среды в районах планируемой эксплуатации ракетно-космической техники

К сожалению существующая нормативная база применительно к РКТ является неполной. В частности, воздействие на ОС, начиная с тропосферы, не нормировано. Учитывая, что такие виды РКТ, как КА и РБ начинают оказывать воздействие на ОС только с опорной орбиты (200-220 км),

невозможно оценить соответствие оказываемого ими воздействия на ОКП (химического, механического и т.д.) какими либо нормативами. В этом случае применим только единственный способ оценки – метод сравнения с аналогом. В то же время основой разработки методической документации для оценки воздействия на ОС таких видов РКТ как КА и РБ является дальнейшее углубленное изучение физических свойств ОКП и верхней атмосферы. В настоящее время состояние окружающей среды в районах эксплуатации космической техники исследуется по следующим направлениям [3]:

- дальнейшее изучение воздействия космической техники на окружающую среду и биологические объекты, в частности, на гидробиоту Мирового океана;
- внедрение перспективных дистанционных методов изучения состояния окружающей среды в районах эксплуатации космической техники;
- интегральная оценка состояния окружающей среды, в т.ч. при авариях и катастрофах космической техники;
- определение предельно допустимых уровней воздействия ракетно-космической техники на окружающую среду (проблема нормирования).

Изучение воздействия компонентов ракетного топлива и продуктов их трансформации на окружающую среду и биологические объекты. В этом направлении сделано много, однако, до настоящего времени основное внимание уделялось санитарно-гигиеническим аспектам – воздействию компонентов ракетного топлива на человека. Что касается воздействия компонентов ракетного топлива на экологические системы, то здесь можно лишь отметить экспериментальные исследования воздействия токсичных КРТ на почвенно-растительный комплекс, проведенные в лаборатории светофизиологии и светокультуры растений Агрофизического института (г. Санкт-Петербург). Из результатов этих работ следует, что, например, несимметричный диметилгидразин (НДМГ) как углерод- и азотсодержащее соединение, в умеренных дозах оказывает стимулирующее воздействие на растительность и микробиоту почвенно-растительной системы. То есть, НДМГ для растений не является инородным веществом, и есть основания считать, что НДМГ и его производные в умеренных дозах могут использоваться растениями и сопутствующей биотой как источник углерода и азота. Это открывает пути индивидуального нормирования экологической нагрузки космической техники на конкретные природные комплексы.

Хуже обстоит дело с изучением воздействия токсичных КРТ на морские экосистемы – аквасистемы. Все без исключения государства, осуществляющие космические запуски, бросают отработавшие ракетные блоки с остатками токсичных КРТ (чаще всего – НДМГ и АТ) в морские акватории. Однако, почти отсутствуют работы, посвященные изучению динамики распространения и трансформации ракетных топлив в морской

воде. До сих пор не определены летальные дозы КРТ для морской гидробиоты (планктона, рыб, бентоса). Нет ПДК КРТ в морской воде.

Существует Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и другими материалами (Лондонская конвенция по дампингу 1972г.), ратифицированная Советским Союзом (а значит, и Россией, как его правопреемницей), требующая получения разрешения на дампинг (сброс) в море токсичных КРТ от Международной морской консультативной организации. В настоящий момент требования Лондонской конвенции применительно к космической деятельности международным сообществом игнорируются. Эта проблема заслуживает того, чтобы быть поднятой на международном уровне.

Внедрение перспективных дистанционных методов в изучение состояния окружающей среды. Практика показала, что полевые исследования в районах эксплуатации космической техники – дорогое удовольствие. Так, если принять, что для экологического обследования и паспортизации района падения 1 ступени ракеты-носителя требуется отобрать пробы примерно в 2000 точках, то стоимость паспортизации одного района падения в среднем составит 75-80 тыс. долларов. Повысить эффективность экологического обследования, мониторинга и контроля районов эксплуатации космической техники и существенно снизить финансовые затраты можно за счет широкого использования авиационных и космических средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Интегральная оценка состояния окружающей среды. Принятые в общей экологии ландшафтные и экосистемные интегральные критерии состояния окружающей среды требуют многолетних наблюдений и поэтому сложны для практического использования.

Разработанный в 1992г. большой группой ученых по заказу Министерства природных ресурсов РФ документ «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия» пригоден для интегральной оценки состояния окружающей среды, во-первых, лишь в экстремальных ситуациях, а, во-вторых, на больших территориях. В связи с этим, в 1995г. были разработаны показатели и критерии интегральной оценки состояния экологической обстановки в районах эксплуатации космической техники (на полигоне Плесецк, в РП ОЧРН и сопредельных территориях). При этом была использована комбинация двух подходов к интегральной оценке экологического состояния территорий и населенных пунктов:

- для селитебных территорий (населенных пунктов) и рабочих площадок (зон) применялся подход, при котором уровни загрязнения сравниваются с установленными значениями ПДК, ОБУВ и т.д.
- для территорий, на которых связанные с техногенным воздействием события являются достаточно редкими (район падения, территории за

пределами стартового комплекса и пр.), использовался подход, основанный на анализе уровней риска возникновения неблагоприятных последствий для здоровья населения или для природных объектов.

Была предложена система градации экологического состояния территорий и способы ее определения:

- территория с удовлетворительным состоянием;
- территория, на которую желательно уменьшить степень воздействия;
- территория, степень воздействия на которую достигает критического уровня;
- территория с неблагоприятным экологическим статусом.

Однако, при таком подходе, происходит простая свертка частных показателей, прямо или косвенно характеризующих состояние окружающей среды. Целесообразно для интегральной оценки состояния окружающей среды в районах эксплуатации космической техники применять методы биоиндикации, отличающиеся от перечисленных выше методов большей объективностью, простотой, дешевизной, наглядностью (убедительностью). Методы биоиндикации предложено использовать в режиме «Метода экспресс-оценки экологической обстановки на военном объекте», разработанного в 1999г. Экологическим центром Вооруженных Сил РФ.

Определение предельно допустимых уровней воздействия космической техники на окружающую среду (проблема нормирования). Исторически сложилось так, что повсюду в мире основное внимание уделялось гигиеническим аспектам нормирования. Поэтому, современная система гигиенических нормативов – ПДК загрязняющих веществ в основных природных компонентах биосферы (воздухе, воде и почве) и продуктах питания разработана наиболее полно. Расчеты значений ПДВ и сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в окружающую среду традиционно основываются на санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных (для водных источников) нормативах. При этом не учитываются процессы превращений загрязняющих веществ, их миграционные свойства, способность накапливаться в отдельных компонентах экологических систем и вызывать вторичное загрязнение, концентрироваться в живых организмах и передаваться по трофическим цепям.

Результаты социально-экологических исследований дают основание считать, что допустимые для человека уровни загрязнения природных компонентов непригодны для экологических систем. Поэтому вводятся более жесткие требования (т.е. меньшие значения ПДК одних и тех же загрязняющих веществ) при рыбохозяйственном и особенно фитогигиеническом нормировании, чем при санитарно-гигиеническом. Другим существенным недостатком концепции ПДК является то, что однажды разработанные и утвержденные нормативы распространяются на всю территорию страны без учета таких природных факторов, как

температура, влажность воздуха, минерализация вод и т.д.

Проведенный анализ особенностей воздействия космической техники на природные комплексы и экосистемы в районах эксплуатации, а также современного уровня исследований в области экологического нормирования позволяет говорить о двух аспектах нормирования экологической нагрузки на окружающую среду в районах расположения наземных объектов космической инфраструктуры: санитарно-гигиеническом и экосистемном. В зависимости от географического расположения района эксплуатации космической техники может превалировать тот или иной аспект.

В основе санитарно-гигиенического нормирования лежат традиционные методы. Такого рода нормирование должно быть основано на прогнозе совокупного действия на организм человека всего комплекса неблагоприятных факторов-доз (токсикантов, поступающих в организм с водой, воздухом и пищей; различных излучений и т.д.) с учетом эффектов суммации и трансформации вредных веществ при перемещении по трофическим цепям.

В основу экосистемного нормирования целесообразно положить сравнительно-географический метод, при котором анализируются ряд аналогов природного комплекса, в котором расположен конкретный район эксплуатации космической техники. Выбор аналогов осуществляется, исходя из равенства техногенной нагрузки на нормируемый природный комплекс и комплексы-аналоги, а также сходства природно-географических условий в них. При этом желательно, чтобы ряд комплексов-аналогов соответствовал эволюции нормируемого комплекса во времени. В результате экосистемного нормирования определяется такой максимальный уровень техногенной нагрузки на экосистему района эксплуатации РКТ, при котором обеспечивается естественная сукцессия (т.е. экосистема остается устойчивой). И в первой и во второй задачах экологического нормирования еще много нерешенных методических проблем.

Необходимо отметить, что не все вредные экологические факторы, специфичные для космической техники, вообще нормированы (например, количество озона, разрушаемого в одном пуске, уровни засорения околоземного космического пространства, истощения ионосферы и др.). В отечественной и зарубежной литературе различные аспекты воздействия космической техники на окружающую среду обсуждались многократно. Анализ этих работ показывает, что они обладают тремя *принципиальными недостатками*.

Во-первых, значительной ограниченностью исследования проблемы, обычно связанной с одним типом воздействия, либо с каким-нибудь этапом жизненного цикла космической техники (разработка, эксплуатация, ликвидация или утилизация), либо с рассмотрением сравнительно узких диапазонов высот (поверхность Земли, приземные слои воздуха, озоносфера,

ионосфера и верхняя атмосфера, магнитосфера).

Во-вторых, исследования зачастую базируются на гипотетических принципах работы космической техники и ошибочных перспективах ее развития и использования. Так, предполагалось увеличение частоты запусков, но сейчас наблюдается обратная картина.

В-третьих, некоторые исследования носят в определенной степени конъюнктурный характер.

Поэтому, анализ современного состояния основных и частных проблем в системе обеспечения экологической безопасности космической деятельности необходимо проводить с единых научно-методологических и методических позиций.

Литература по разделу 2

1. Малый космический аппарат 14Ф133, космическая головная часть 14С135. Программа обеспечения экологической безопасности. (Проект). – М.: НЦ «Геофизик», 2002.
2. Малый космический аппарат 14Ф133, космическая головная часть 14С135. Программа обеспечения экологической безопасности. – М.: НПО Машиностроения, 2002.
3. И.А. Сосунова, Н.Е. Мамонов, С.И. Крестникова. Российская космонавтика: Социальная отдача и социально-экологические проблемы в зеркале общественного мнения // РЭФИА. 2004.-С.86-90

3 Анализ существующего состояния окружающей среды в районах эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

На основании материалов, изложенных в разделе 1, можно определить районы планируемой эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и источники воздействия на окружающую среду при штатной эксплуатации (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Районы планируемой эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

Этапы эксплуатации КА 14Ф133	Районы эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135	Источник воздействия на окружающую среду
Наземная подготовка	<ul style="list-style-type: none"> • ТК КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 (соор. 60 пл. 2А); • ЗС11Г12 (пл.31); • СК РН «РС-18» (пл.175/2) 	<p>Средства транспортировки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135. Обслуживающий персонал и его транспорт</p> <p>Средства транспортировки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135. ДЭС-200. Агрегаты нейтрализации паров КРТ и промстоков ЗС</p> <p>Средства транспортировки и установки КГЧ 14С135. ДЭС.</p>
Запуск и выведение КА 14Ф133 в составе КГЧ 14С135 на опорную орбиту	Трасса полета РКН и РП ОЧ	ГО КГЧ 14С135
Полет КА 14Ф133 в составе КГЧ 14С135	ОКП	ДУ ОИА КГЧ 14С135, конструкция КА 14Ф133 и КГЧ 14С135
Автономный полет КА 14Ф133	ОКП	ДУ и конструкция КА 14Ф133
Сход КА 14Ф133 с орбиты	Верхняя атмосфера	Продукты горения конструкции КА 14Ф133

В связи с тем, что РН «РС-18» является находящейся в эксплуатации РН, а запуск с ее помощью КА 14Ф133 не требует изменений условий ее эксплуатации, то в настоящих материалах приводятся сведения, относящиеся только к вновь разработанному КА и КГЧ для запуска его на орбиту. Сведения, относящиеся к РН «РС-18», в настоящем материале являются справочными. Таким образом, объектами для оценки воздействия на ОС в настоящих материалах ОВОС должны быть КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и

используемое для наземной подготовки оборудование, а *районами эксплуатации* КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, подлежащими оценке - район космодрома Байконур, район падения ГО КГЧ, околоземное космическое пространство (ОКП) и верхняя атмосфера.

Обобщенная природная характеристика территорий основных трасс пусков РН «РС-18», включая РП ОЧ РН, не приводится, т.к. даже в случае аварии РН на участке выведения доля механического загрязнения грунта фрагментами КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 составит не более 5% от от общей массы фрагментов аварийной РКН, а доля химического загрязнения ОС от КРТ КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 в месте падения также не превысит 1%. Поэтому в данном разделе приводятся общие сведения по космодрому Байконур и природно-климатическая характеристика района размещения космодрома Байконур, краткие сведения по РП ГО, а также характеристика механического загрязнения ОКП в настоящее время.

3.1 Общие сведения по космодрому Байконур

Строительство космодрома Байконур началось согласно постановлению Совета министров СССР от 02.02.55г. В процессе распада СССР 31.08.91г. все объекты Байконура перешли в собственность Республики Казахстан (РК). 28.03.94г. РФ и РК подписали Соглашение «Об основных принципах и условиях использования космодрома Байконур». На его основании 10.12.94г. Правительство РФ и Правительство РК подписали «Договор аренды комплекса Байконур» [1].

Арендная плата была определена в размере 115 млн. долл. в год. Часть аренды могла погашаться на компенсационной основе. Кроме того, в договоре закреплено положение о том, что «арендатор не вносит арендодателю иных платежей, налогов и сборов в связи с использованием комплекса Байконур, в т.ч. за право пользования водными ресурсами». 09.01.2004г. президентами РФ и РК был подписан ряд новых соглашений. Одним из них предусмотрено продление аренды космодрома Байконур до 2050 года на прежних условиях. В целях более эффективного использования космодрома Байконур были подписаны еще 3 документа:

- Соглашение между Российской Федерацией и Республикой Казахстан о развитии сотрудничества по эффективному использованию комплекса Байконур;
- Меморандум между Российской Федерацией и Республикой Казахстан о дальнейшем развитии сотрудничества по вопросам обеспечения функционирования комплекса Байконур;
- Меморандум между Российским авиационно-космическим агентством и Министерством транспорта и коммуникаций Республики Казахстан о взаимопонимании по вопросу создания казахстанского спутника связи и вещания.

Экологическим проблемам космодрома в подписанном Соглашении было уделено достаточно много места – целых 3 статьи из 9-ти (ст. 2,3,5), учитывая, что 4 статьи документа (ст.1,7,8,9) были вообще чисто технические. Статья 2 предусматривает всемерное содействие российской стороны участию Казахстана в реализации проектов по использованию на Байконуре новых экологически безопасных ракетно-космических комплексов. Статья 3 предусматривает повышение уровня экологической безопасности ракетно-космической деятельности на территории Казахстана 2-мя путями:

- модернизация эксплуатируемых и создание на Байконуре новых экологически более безопасных ракетно-космических комплексов для последующего поэтапного сокращения эксплуатации РН, использующих высокотоксичные КРТ (АТ, НДМГ);
- проведение совместных работ по обеспечению экологической безопасности и решению проблем охраны ОС, связанных с осуществлением ракетно-космической деятельности.

Статья 5 оговаривает порядок выполнения положений статей 3 и 4. Кроме того, в меморандуме «О дальнейшем развитии сотрудничества...» решено ускорить согласование решения вопроса о рекультивации земельных участков в местах расположения ликвидируемых шахтных пусковых установок (ПУ) МБР на испытательном полигоне Ленинск (район испытательных шахт баллистических ракет, закрепленный за российскими Ракетными войсками стратегического назначения) и в месте запуска космических объектов Ленинск-1 (район пусков РН «Рокот») комплекса Байконур.

Байконур остается основным космодромом для реализации Федеральной космической программы РФ. Во-первых, в силу наклона орбиты МКС пилотируемая космическая программа и дальше будет реализовываться в РФ только с космодрома Байконур. Во-вторых, в дальнейшем при реализации российско-казахстанского проекта «Байтерек» РН «Ангара» полностью заменит РН «Протон», и тем самым Байконур сохранит доступ на все виды орбит.

3.1.1. Инфраструктура космодрома Байконур

Космодром Байконур, в настоящее время арендуемый правительством Российской Федерации у правительства Республики Казахстан, находится на территории Кзыл-Ординской области в районе поселка Тюра-Там на правом берегу нижнего течения реки Сыр-Дарья и занимает площадь 7360 км² (736000 га) [2, 3]. Общий вид космодрома представлен на рисунке 3.1.

Условно инфраструктуру космодрома Байконур можно разделить на 4 блока [4]. *Первый блок* (общего назначения) включает в себя: город Байконур (пл.10), аэродром «Крайний», кислородно-азотный завод (пл.3Р), базу

хранения КРТ (пл.3К), площадку перелива водорода (пл.3Г), измерительный пункт ИП-4 (пл.21), ИП-5 «Сатурн» (пл.23).

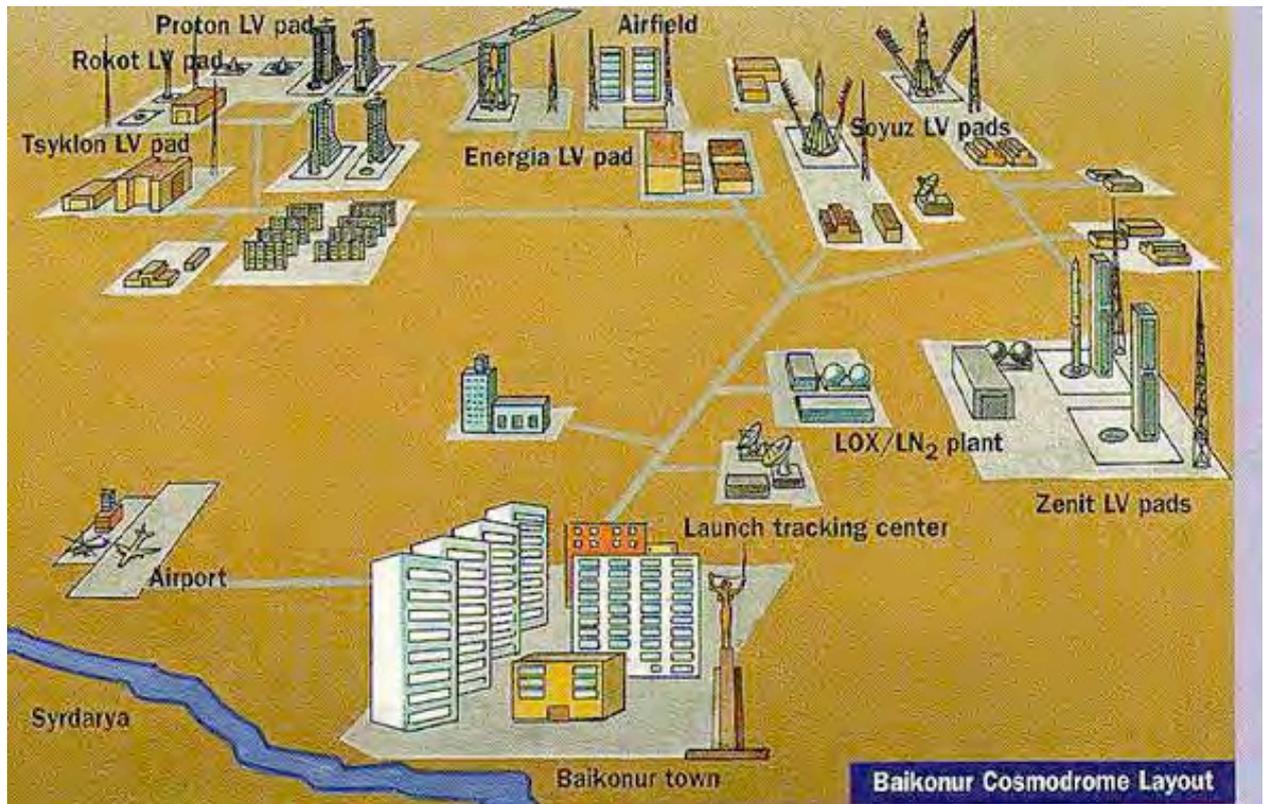


Рисунок 3.1 - Схема расположения объектов на космодроме Байконур

Второй блок (восточная часть космодрома) включает в себя: заправочную станцию 11Г12 и техническую позицию РН «Союз» на пл. 31; СК РН 11К77 «Зенит-2» (пл.45), технические позиции КА и РН «Зенит» (пл.42), ИП-2 (пл.43), СК конверсионной РН «Днепр» на базе баллистической ракеты РС-20 (пл.109), жилую зону (пл.44).

Третий блок (центральная часть космодрома) включает в себя: аэродром «Юбилейный» (пл.251), комплексный стенд-старт (пл.250), СК РН «Энергия» (пл.110), техническую позицию РН «Энергия» (пл.112), техническую позицию ОК «Буран» и модулей МКС (пл.254), техническую позицию РН 11А511У «Союз» (пл.2,2Б), СК РН «Союз» (пл.1), ИП-1 (пл.18), обслуживающие площадки 118 и 119, жилую площадку 113.

Четвертый блок (западная часть космодрома) включает в себя: заправочно-нейтрализационную станцию 11Г141 (пл.91), техническую позицию и СК РН 11К69 «Циклон-2» (пл.90), СК конверсионной РН «Рокот» (пл.131), пиротехническую позицию (пл.93), стартовые комплексы РН 8К82К «Протон» (пл.81 и 200), техническую позицию РН «Протон», РБ и КА (пл. 92), ИП-3 (пл.97), жилую зону (пл.95). Далее приведены краткие сведения о некоторых из вышеперечисленных объектов космодрома [5, 6].

Наиболее известным СК Байконура является Гагаринский старт,

находящийся на пл.1. Этот и другой СК для РН типа «Союз», находящийся на пл. 31, были разработаны в конце 50-х годов. Гагаринский старт начал свою эксплуатацию 15.05.57г. За это время он неоднократно подвергался реконструкции (в 1958г., восстановление после разрушения в 1962г., капитальный ремонт в 1970-71 и 1979-80гг., восстановление после разрушения в 1983-84гг., плановый ремонт в 1992г.). К началу 2005г. с него было произведено 425 пусков.

СК на пл. 31 начали строить в декабре 1958г., первый пуск осуществлен 14.01.1964г. СК восстановлен после разрушения в декабре 1966г., реконструирован в 1990-1991гг. С этого СК произведено 348 пусков, в т.ч. РН «Союз» с новым РБ «Фрегат».

СК РН «Протон» на пл.200 включает в себя две ПУ. ПУ № 39 (левая) после недавно проведенной реконструкции приобрела возможность запускать все варианты РН «Протон»: «Протон-К» с РБ типа ДМ (или типа 861), а также «Протон-М» с РБ «Бриз-М». К настоящему времени доработка ПУ № 39 полностью завершена. ПУ № 40 (правая) с 1991г. неработоспособна. Начатый ранее демонтаж остановлен. Сейчас принято решение по ее реконструкции под РН «Ангара» по российско-казахстанской программе «Байтерек». Аналогичен СК на пл. 200 и более старый СК РН «Протон» на пл. 81, состоящий из ПУ № 23 и № 24.

Сегодня на космодроме Байконур заправку КА и РБ может осуществлять единственная работоспособная станция 11Г12 на пл.31. К середине 2004г. ЗС 11Г12 осуществила 140 заправок. Ремонтно-восстановительные работы позволяют поддерживать станцию в работоспособном состоянии до 2007-2008гг. (планируемый срок ввода в эксплуатацию после реконструкции заправочно-нейтрализационной станции 11Г141 на пл.91),

Монтажно-испытательный корпус (МИК) 92А-50 на пл.92 сегодня является лучшим корпусом на космодроме. В нем размещаются технические комплексы (технические позиции) для подготовки РН «Протон-М», РБ «Бриз-М», ряда КА, в т.ч. КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.

В состав измерительного комплекса космодрома входят отдельные измерительные пункты, система измерения параметров движения «ВЕГА-Н», узел связи, информационно-вычислительный центр и управление измерительного комплекса. По сравнению с другими измерительными комплексами он имеет ряд существенных отличий [7]:

- находится на территории сопредельного государства (РК);
- расположен на широте, более близкой к экватору, чем остальные комплексы МО РФ;
- является единственным, средства которого обеспечивают подготовку и запуски модулей российского сегмента МКС, а также пуски по пилотируемой программе;
- часть средств измерительного комплекса совместно с отдельными

командно-измерительными комплексами Главного центра по управлению космической группировкой РФ обеспечивает проведение всех динамических операций на российском сегменте МКС (стыковок, расстыковок, выхода в космос, коррекций орбиты), а также возвращение экипажей на Землю;

- средства измерений комплекса, располагаясь ближе к экватору, находятся в более выгодном положении при выведении КА на геостационарные орбиты по сравнению с остальными командно-измерительными комплексами РФ.

Свою историю измерительный комплекс ведет с июня 1955г. К середине 60-х годов из разрозненных отдельных средств и измерительных станций сформировался облик измерительного комплекса. Для контроля полета ракет вне зоны радиовидимости пристартовых (ИП-1, ИП-2, ИП-3, ИП-5) пунктов была развернута сеть трассовых ИП по всей территории страны с запада на восток: ИП-7 (г. Жезказган), ИП-8 (п.Жаксы Тургайской обл.), ИП-9 (г.Сарань Карагандинской обл.), ИП-10 (г.Барнаул). Последними в этой цепи были ИП на п-ве Камчатка. В середине 70-х годов в составе измерительного комплекса появилась эскадрилья «летающих» ИП (самолетный ИП на базе самолета ИЛ-20РТ). К концу 80-х в процессе выполнения программы «Энергия-Буран» измерительный комплекс достиг своего наивысшего развития. За сорок лет своей работы измерительный комплекс космодрома обеспечил измерениями более 2500 пусков.

3.1.2. Функционирование космодрома Байконур

В 1998г. арендуемый космодром Байконур был передан из Минобороны (МО) РФ в ведение Федерального космического агентства (ФКА). При этом часть объектов космодрома пока остаются в ведении Космических войск и Ракетных войск стратегического назначения МО РФ. Сегодня объекты, переданные в эксплуатацию предприятиям ракетно-космической отрасли, содержатся в работоспособном состоянии и обеспечивают выполнение плановых задач по проведению запусков КА по Федеральной космической программе, программам международного сотрудничества и коммерческим проектам, а также в интересах МО РФ [6]. Вот краткие итоги 6-ти прошедших лет.

За период с 25.10.1998г. по 30.06.2004г. с космодрома Байконур проведено 110 запусков РКН. Среди общего числа пусков: 66 выполнены расчетами ФКА самостоятельно при участии МО; обеспечено 44 пуска с ПУ МО РФ. При этом из общего числа пусков: 23 проведены по планам МО (из них 10 – расчетами ФКА); 52 – по Федеральной космической программе (из них 44 – расчетами ФКА); 35 – по коммерческим программам (из них 12 –

· В этот день состоялся первый пуск расчетами Российского (ныне - Федерального) космического агентства.

расчетами ФКА).

Что касается типа носителя, то из 107 пусков выполнено:

- 47 – РН «Союз» (все расчетами ФКА);
- 50 – РН «Протон» (из них 11 расчетами ФКА);
- 5 – РН «Зенит» (все расчетами ФКА);
- 3 – РН «Циклон» (все расчетами ФКА);
- 5 – РН на базе РС20 и РС18 (все расчетами МО РФ).

Примечательно, что 30.10.2004г. состоялся 300-ый пуск РН 8К82К («Протон-К»). Кроме того, к этому времени состоялись 4 пуска РН 8К82 («Протон») и 6 пусков РН 8К82КМ («Протон-М»). Для разгонных блоков типа ДМ (11С86, 11С861 и т.п.) это был 247 успешный старт [8].

3.2 Анализ существующего состояния окружающей среды в районе размещения космодрома Байконур

В связи с малым количеством токсичных КРТ в двигательных установках КА 14Ф133 и ОИА КГЧ 14С135, а также с крайне малой вероятностью утечек КРТ (исходя из конструкции ДУ КА и ДУ ОИА) даже в случае разгерметизации описание состояния окружающей среды в районе размещения космодрома Байконур представляется нецелесообразным.

3.3 Анализ существующего состояния окружающей среды в районе падения головного обтекателя КГЧ 14С135

При запусках конверсионной РН «РС-18» КА 14Ф133 на орбиту наклонением $66,24^\circ$ используется штатная трасса запуска, в том числе штатный РП для приема ГО КГЧ (РП-366 в зоне Ю-20) на территории Российской Федерации. Этот район используется для приема только фрагментов ГО РН «РС-18». В связи с тем, что РП-366 используется только для приема головных обтекателей, а ОЧ РН с остатками КРТ (даже углеводородными) в данный РП не приземляются, описание его природной среды в настоящих материалах ОВОС представляется нецелесообразным.

3.4 Общая характеристика механического засорения околоземного пространства в настоящее время

На первых порах освоения космоса казалось, что выполнение многочисленных космических программ не вызывает отрицательных экологических последствий, во всяком случае в околоземном космическом пространстве (ОКП). Область, где функционирует большинство КА, весьма обширна. Ее объем составляет величину порядка 10^{12} - 10^{13} км³. Однако в

последние годы оказалось, что и здесь активная человеческая деятельность имеет весьма ощутимые негативные последствия.

Засоренность ОКП объектами искусственного происхождения («космическим мусором») - это сравнительно новое явление в практике космонавтики. Оно возникает только при достаточно интенсивном использовании космоса в различных целях. Прототипом «космического мусора», но только на ранних стадиях использования околоземного пространства, могут служить метеорные тела, которые способны причинить определенный ущерб образцам РКТ. Тем не менее, доказано, что проблема метеорной безопасности практически разрешима, о чем свидетельствует весь опыт космонавтики. «Космический мусор» отличается от метеорных тел прежде всего постоянным нарастанием численности. Если относительно метеорных тел можно говорить о практической неизменности их концентрации в пространстве, обусловленной эволюцией Солнечной системы и Вселенной, то относительно «космического мусора» дела обстоят принципиально иначе.

Проблема засорения ОКП «космическим мусором» возникла из-за практического отсутствия в начале космической деятельности человека механизмов оценки ее влияния на ОС. Кроме того, процесс нарастания техногенного засорения ОКП имеет скрытый характер из-за несовершенства существующих средств наблюдения космического пространства, и, поэтому, он был обнаружен только после того, как приобрел глобальные масштабы, угрожающие космической деятельности вообще.

Первыми обратили внимание на проблему «космического мусора» специалисты США. В 1981г. NASA выпустило первый официальный отчет по этой проблеме [9]. При Правительстве была создана межведомственная группа, в состав которой вошли представители NASA, министерств обороны, транспорта, иностранных дел, а также независимые эксперты научно-исследовательских организаций и фирм. Подготовленный этой группой в 1989 г. отчет для Совета национальной безопасности США [10] содержит анализ состояния загрязнения ОКП в результате деятельности человека, а также рекомендации министерством по проведению согласованной программы научно-исследовательских работ, задачей которой является повышение возможностей обнаружения и слежения за объектами искусственного происхождения (ОИП), моделирование уровня загрязнения околоземных орбит, координация усилий по сбору данных, разработка «Общих технологий и процедур с целью уменьшения степени загрязнения и повышения дивучести КА». Была подготовлена совместная программа реализации этих рекомендаций.

В 1988г. Европейское космическое агенство (ESA) подготовило обзорный отчет по проблеме «космического мусора» [11]. В 1993г. и 1997г. ESA организовало конференции по «космическому мусору» [12, 13], на которых были широко представлены результаты исследований экспертов из

разных стран. Администрация США регулярно выпускает официальные документы по данной проблеме [14].

В России проведено 2 специализированные конференции по тематике «космического мусора» - в 1992г. и 1995г. Рефераты докладов на первой из них опубликованы в [15], а часть докладов второй конференции – в [16]. Наиболее полные обзорные материалы об исследованиях проблемы «космического мусора» в России подготовил Институт астрономии РАН, который опубликовал 3 сборника статей по этой тематике [17-19].

В целях координации работ по данной проблеме в инициативном порядке ведущими космическими агентствами был образован Межагентский координационный комитет по «космическому мусору» (IADC). В настоящее время он объединяет экспертов из 10 космических агентств США, России, Европы, Японии, Китая, Индии, Германии, Франции, Великобритании и Италии. Главными целями IADC являются координация технической политики «запускающих» государств в области снижения засоренности ОКП и обсуждение прикладной проблематики, связанной с наблюдением, измерением и предотвращением образования «космического мусора», а также обмен результатами проведенных исследований.

Например на очередной встрече Комитета 11-13 октября 1999г. [20] обсуждались вопросы, касающиеся путей и методов, которые бы позволили получить адекватное представление об объектах техногенного происхождения от 1 до 10 см. Еще одним актуальным вопросом является выработка согласованной политики в отношении ступеней РН и прекративших функционирование КА, находящихся в геостационарной области. Одним из последствий космической деятельности является неконтролируемый вход в атмосферу и падение обломков крупных ступеней или КА на Землю. На этой встрече Комитета был, в основном, согласован порядок обмена информацией об опасных падающих объектах. Интерес к этому вопросу в последние годы постоянно подогревается. Особенно много полемики было вокруг проблемы затопления орбитального комплекса «Мир». Отсутствие ранее оперативного обмена подобной информацией имело в ряде случаев негативные последствия для владельцев КА. В этот раз была достигнута договоренность о порядке формирования оповещений о подобных событиях.

Как показывает опыт, отдельные элементы конструкции изделий РКТ, включая камеры сгорания ДУ, шаробаллоны высокого давления, и даже оболочки топливных баков могут «пережить» прохождение плотных слоев атмосферы и достичь поверхности Земли. Последнее достоверно зафиксированное подобное событие – падение в Техасе обломков второй ступени РН «Дельта 2», запустившей на орбиту американский спутник MSX (1996г.).

Среди источников образования «космического мусора» особо выделяются разрушения космических объектов. Независимо от причины

разрушения, следствием является образование достаточно большого количества новых орбитальных объектов. Каждый известный факт разрушения (всего их к настоящему моменту известно 159) тщательно изучен, и во многих случаях были проведены определенные конструкторские доработки ступеней РН и КА, позволившие исключить возможность подобных разрушений в будущем.

Объективно в ОКП существуют как естественные тела и частицы космического происхождения, так и объекты, искусственно созданные человеком и выведенные на околоземные орбиты. Отличие естественных тел от техногенных заключается в том, что они являются природным фоном, тогда как техногенные объекты характеризуют обстановку в ОКП, созданную самими людьми. Численность и распределение в пространстве естественных объектов не поддается регулированию, тогда как именно космическая деятельность определяет количество искусственных объектов и их распределение по орбитам. При изучении естественных космических тел и частиц мы можем только констатировать факты их наличия, распределения, скоростей и др. закономерностей. При изучении объектов искусственного происхождения в группировке «космического мусора» мы в состоянии прогнозировать и управлять ситуацией и процессом засорения ОКП. Первым шагом при решении любых задач, связанных с засоренностью ОКП, является оценка современного уровня засорения как исходные данные для всего последующего рассмотрения.

3.4.1. Классификация «космического мусора» по его происхождению

Наблюдаемость частиц и фрагментов «космического мусора» обусловлена прежде всего разрешающей способностью соответствующих средств и систем. Например, фрагменты конструкции КА с размерами в поперечнике более 10 см наблюдаются радиолокационными станциями. Причем такие фрагменты не только наблюдаются, но и регистрируются в специальных каталогах системы слежения за ОКП, которые имеются как в США, так и в нашей стране. Для этих фрагментов определены параметры орбит и вполне реальным является предсказание сближения с ними активных КА. Подобные предсказания уже имели место при функционировании аппаратов «Space Shuttle» и «Мир». Однако, не смотря на то, что указанных сравнительно крупных фрагментов из группировки «космического мусора» сравнительно немного, промоделировать движение их всех в совокупности весьма проблематично. Количество таких крупных фрагментов в настоящее время составляет порядка 8000.

Для наблюдения частиц «космического мусора» используются не только радиолокационные станции, которые позволяют обнаруживать фрагменты, соизмеримые с длиной волны используемого электромагнитного излучения. Сейчас все чаще говорят об оптико-электронных системах

наблюдения. Подобные системы позволяют сделать принципиальный шаг вперед при наблюдении частиц. Используя их, можно обнаруживать на околоземных орбитах частицы «космического мусора» с диаметром порядка 1 см. Естественно, что таких мелких частиц значительно больше.

В частности, в 1993г. в Брауншвейгском университете (Германия) был опубликован отчет, в котором отмечалось, что сейчас на околоземных орбитах сосредоточено примерно 35 тыс. частиц «космического мусора» с размерами в поперечнике от 1 см. Как видим, нарастание численности частиц при уменьшении их размеров идет очень быстро. Естественно, что вопрос о моделировании движения всей совокупности этих объектов для предсказания их сближения с КА отпадает как нереальный. Здесь требуются другие методы оценки опасности.

В настоящее время, однако, нельзя говорить, что сейчас на орбитах находится именно столько частиц «космического мусора», сколько отмечено в отчете Брауншвейгского университета. Во-первых, указанная величина очень динамична. Действительно, один только взрыв 24.07.96г. РН «Ариан-V16» в результате столкновения с французским спутником «Cerise» практически мгновенно добавил в космос 800 крупных фрагментов, многие из которых остались на орбитах до настоящего времени. Во-вторых, указанная величина количества фрагментов нуждается в дальнейшем уточнении. В частности, в 1988г. были сведения, что при 7500 фрагментах с размерами более 10 см мы имеем 17500 фрагментов более мелких (от 1 см). По оценкам Брауншвейгского университета таких частиц порядка 35000. Есть мнение, что и эта цифра занижена, а действительная величина частиц с размерами от 1 см и более достигает 70 и даже 100 тысяч.

Использование ракетно-космической техники (РКТ) приводит к неизбежному образованию на орбитах объектов искусственного происхождения (ОИП). К таким объектам относятся пассивные КА, которые выработали свой ресурс, но не были возвращены с орбит или уведены в дальний Космос. К этим же объектам относятся РБ и последние ступени РН, которые, обладая достаточной сообщенной им энергией, остались в ОКП на длительное, то есть более одного года, существование. К этим же объектам относятся и более мелкие фрагменты: детали, узлы, агрегаты и др., которые отделились от ракет-носителей, разгонных блоков и космических аппаратов в процессе их функционирования, но которые также обладали начальными условиями в момент отделения, достаточными для длительного орбитального существования.

Наконец, в группировку «космического мусора» входят и те фрагменты и достаточно мелкие частицы, которые образовались в ОКП и остались в нем на длительное время в результате орбитальных взрывов космических средств, имевших место в практике освоения и использования космоса. При этом от взрывов, как от мощнейших источников «космического мусора», не застрахован практически ни один из созданных и проектируемых КА.

Распределение составляющих «космического мусора» по источникам происхождения представлено на рисунке 3.2.

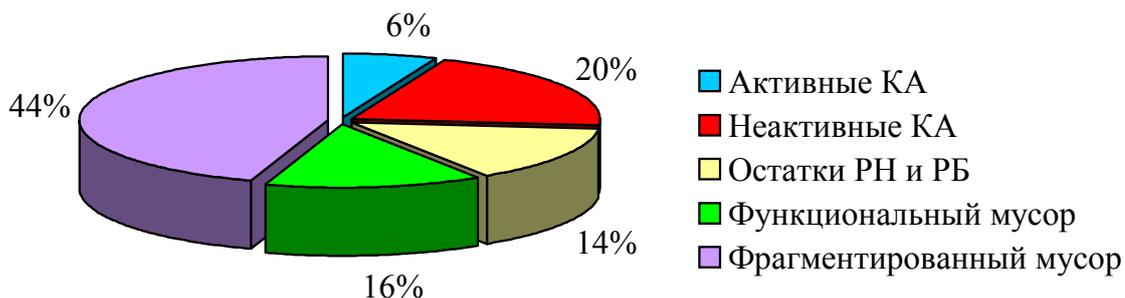


Рисунок 3.2 - Распределение составляющих «космического мусора»

Активные КА составляют только 6% от всех достаточно крупных объектов искусственного происхождения. Именно в эту составляющую будет входить КА 14Ф133 и КГЧ 14С135. По сути эти 6% являются той полезной нагрузкой из общего грузопотока в космос, которая используется целенаправленно и непосредственно для решения поставленных задач. До 20% в группировке «космического мусора» составляют неактивные (пассивные) КА, которые отработали свой срок и не были уведены из ОКП [21].

В группировку «космического мусора» входят также остатки РН и РБ. Причем эта составляющая достигает 16% общей группировки. Рост этой составляющей группировки «космического мусора» обусловлен функционированием средств выведения КА на орбиты.

Аналогична по происхождению составляющая функционального мусора, под которым понимаются детали, отделяющиеся от РН, РБ и КА в процессе их эксплуатации. В настоящее время темп нарастания указанной составляющей составляет в среднем 4-6 фрагментов за один запуск КА. Это означает, что при проведении единичного запуска в космосе образуется до 6 сопутствующих элементов (стяжки, остатки пироболтов, крышки и др.), которые вливаются в указанную составляющую космического мусора [22].

Наконец, к фрагментированному «космическому мусору», которого в общей группировке 44%, относятся частицы, образовавшиеся в космосе при нештатных ситуациях. В частности, под это определение попадают фрагменты от взрывов объектов РКТ на орбитах. Ввиду того, что эта составляющая самая многочисленная, особое внимание будет уделено роли КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 в засорении ОКП при нештатных ситуациях, в том числе и при возможных взрывах.

3.4.2. Классификация «космического мусора» по размеру

«Космический мусор» неоднороден по своему составу. Как уже

отмечалось, в это понятие включены и сравнительно большие конструкции в виде отработавших свой срок КА, и достаточно малые частицы, например осколки от лакокрасочных покрытий с размерами в десятые и сотые доли миллиметра. Следовательно, размер частиц может служить одной из характеристик облака космического мусора вокруг Земли. Более того, в «космический мусор» входит и космозольная составляющая. Однако, эта составляющая подчинена несколько иным закономерностям эволюции по сравнению даже с самыми малыми из упомянутых частиц, поэтому рассматривается отдельно [23, 24]. Принятые диапазоны размеров КО приведены в таблице 3.2, максимальные значения концентраций КО (по состоянию на 1999г.) – в таблице 3.3.

Таблица 3.2 - Диапазоны размеров КО

Показатели	Значения для диапазонов размеров							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Средние размеры, см	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	4,0-8,0	8,0-20	> 20
Средняя масса, кг	$8,6 \times 10^{-6}$	$5,8 \times 10^{-5}$	$2,8 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	0,01	0,064	0,363	300

Таблица 3.3 - Максимальные значения концентрации КО

Показатели	Значения концентрации для диапазонов размеров							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Максимальная концентрация, км^{-3}	2,49E-4	2,59E-5	6,95E-6	9,64E-7	4,12E-7	1,72E-7	9,39E-8	5,09E-8

Размер частиц является определяющим и при исследовании опасности столкновения активных КА с «космическим мусором». В настоящее время большинство исследователей считают, что наибольшую опасность для КА представляют частицы с размерами поперечника от 1 см и более. Такие частицы называют опасными. Конечно, и более мелкая, но более плотная и более прочная частица «космического мусора» способна привести к существенному повреждению КА, вплоть до потери его работоспособности. Однако, считается, что при уменьшении размеров частиц возрастают собственные защитные свойства конструкции КА [25]. В связи с этим, можно ввести допущение, что наибольшую опасность для функционирования КА представляют частицы с размерами в поперечнике более 1 см, которые и будут рассматриваться далее.

Размер частиц «космического мусора» является определяющим фактором при их наблюдениях. Современный уровень развития системы слежения за ОКП позволяет надежно регистрировать движение только сравнительно крупных фрагментов, с размерами поперечника более 10 см [26]. Таких фрагментов в настоящее время сосредоточено на околоземных

орбитах, то есть до 2000 км над поверхностью Земли, порядка 7500-8000 шт. Это так называемая наблюдаемая группировка «космического мусора».

Столкновение КА с фрагментами из наблюдаемой группировки, несомненно и практически достоверно приводят к выходу КА из строя из-за громадных, до удвоенной первой космической, то есть до 15 км/с, скоростей соударения и из-за больших размеров фрагментов. Для сравнения: бронебойная пуля без взрывчатки диаметром 12 мм имеет длину порядка 10 см, то есть порядка минимально наблюдаемого размера частиц, но движется со скоростью до 1,5 км/с, то есть на порядок меньше чем частицы, имея при этом кинетическую энергию на 2 порядка меньше. Однако, столкновение КА с наблюдаемыми фрагментами можно предсказать и каким-то способом предотвратить. Поэтому наблюдаемая группировка частиц, хотя и является многочисленной и апостериорно опасной, априорно опасности большой не представляет из-за надежной работы системы контроля космического пространства.

Напротив, частицы с размерами в поперечнике от 1 до 10 см, являющиеся опасными для КА, не наблюдаются наземными радиолокационными средствами, а потому предсказать сближение с ними активных КА или других космических средств в настоящее время не представляется возможным. Конечно, существуют определенные работы, по наблюдению таких небольших частиц. Однако, все эти работы носят экспериментально-исследовательский характер, а потому навряд ли стоит надеяться на создание в ближайшем будущем каталога мельчайших частиц «космического мусора», подобного каталогу зарегистрированных орбитальных объектов.

Несмотря на ненаблюдаемость небольших частиц «космического мусора», данные об их распределении в ОКП существуют и используются для оценки опасности функционирования космических средств. Подобные данные целесообразно использовать и при оценке опасности функционирования КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 в облаке частиц малоразмерного «космического мусора».

3.4.3. Пространственное распределение «космического мусора»

Очевидно, что при отсутствии детальных сведений об элементах орбит мелких объектов изучение опасности столкновений КА с ними требует применения статистического подхода. В то же время традиционный подход к изучению движения КА является детерминированным. Он основан на интегрировании уравнений движения. Таким образом, возникла потребность разработки новых методов описания движения большого количества КА, которые, с одной стороны, должны учитывать закономерности их движения, с другой – должны быть основаны на статистическом описании начальных условий.

В большинстве работ в той или иной степени используются идеи детерминированного подхода. Например, в современной модели NASA имитируются последствия всех известных запусков и разрушений КА, а также возможных будущих аналогичных событий. Для каждого из объектов (или группы) формируется вектор начальных условий. Прогнозирование выполняется с использованием традиционных моделей движения. Для оценки опасности столкновений пары КА используется методика Д.Кесслера. Для множества объектов результаты суммируются. Такой подход является очень трудоемким: он может быть реализован только на достаточно мощных ЭВМ. Несмотря на трудоемкость, этот подход не снимает проблемы обеспечения адекватности модели. Точность моделирования последствий разрушений не известна. Существуют [22, 27] достаточно простые аналитические методы статистического описания «космического мусора», но выполненные в них упрощения не позволили получить адекватные оценки текущей обстановки: результаты этих работ не нашли применение в наиболее известных моделях. Основными принципами предлагаемого статистического описания движения группировки КА являются [28]:

- техногенная среда характеризуется пространственными распределениями концентрации объектов, а также величинами и направлениями их скоростей;
- применение закономерностей движения объектов как спутников Земли;
- максимальное использование априорных данных о возмущающих факторах;
- усредненное описание источников загрязнения, позволяющее минимизировать число параметров, уточняемых по известным экспериментальным данным.

По имеющимся в настоящее время данным основной причиной образования мелких некаталогизированных объектов являются аварии (разрушения, взрывы) КО на орбите. Характерная черта примененного подхода к описанию источника загрязнения состоит в том, что вместо данных о конкретных запусках и случаях разрушения используются следующие основные усредненные данные:

- среднее число ежегодно образующихся объектов разных размеров;
- соотношение между числом ежегодно образующихся мелких объектов и соответствующим числом каталогизированных космических объектов (КО);
- коэффициент технической политики, который характеризует отношение ежегодного образующегося числа каталогизированных КО в будущие моменты времени к соответствующей оценке на предшествующем интервале;
- высотное распределение ежегодно образующихся объектов определенного диапазона размеров, а также статистические распределения их эксцентриситетов и наклонов орбит.

Зависимости исходных распределений от размеров объектов стоятся на основе естественного предположения, что все мелкие фрагменты образовались в результате фрагментации крупных (каталогизированных) объектов. При этом используются: метод Монте-Карло, построенные по реальным данным статистические распределения ежегодного прироста каталогизированных КО, а также априорные данные о зависимости скорости разлета фрагментов от их размеров. Чем меньше размер частицы, тем большее приращение скорости она получает в момент образования. Таким образом осуществляется корректировка исходных распределений каталогизированных КО с учетом фрагментации.

Разработанная методика имеет ряд общих черт с известной методикой Д.Кесслера. Обоснование методики подробно изложено в статье [29].

Распределение частиц «космического мусора» по орбитальным параметрам служит исходным при расчете распределения этих частиц в пространстве вокруг Земли. Распределение по высоте орбиты как орбитальному параметру дает представление о соответствующем распределении частиц над Землей. Распределение частиц по наклонениям плоскостей их орбит к плоскости экватора Земли позволяет построить распределение частиц по географической широте, которое служит исходным при оценке обстановки вдоль траектории движения активного КА (рисунки 3.3-3.5). При построении распределения частиц по географической широте используется известный баллистический факт, что орбитальное тело в процессе своего движения последовательно проходит над всеми широтами, которые меньше величины наклонения плоскости его орбиты к плоскости экватора Земли. Это означает, что экваториальный «космический мусор» всегда сосредотачивается в плоскости экватора, тогда как полярные частицы постепенно распределяются равномерно по долготе вокруг Земли.

Анализ высотно-широтного распределения концентраций КО размером 1-2 см показывает, что абсолютный максимум концентрации достигается на высоте 900-1000 км в диапазоне широт 80-85°. Он равен $1,1 \times 10^{-6}$ объектов в км³. Второй достаточно четко выраженный (локальный) максимум приходится на высоты 1400-1500 км в диапазоне широт 70-75°. Его величина составляет 37 % от глобального максимума. Концентрация объектов в районе экватора составляет 20-30 % от максимальной концентрации на соответствующей высоте. В диапазоне 400-500 км концентрация объектов – примерно 4 % от глобального максимума [24].

КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, функционируя в составе общей мировой группировки космических средств, безусловно будет вносить определенную долю в механическое засорение ОКП. Эта доля оценивается количеством образуемого «космического мусора» и областью, в которой он будет рассредотачиваться. Самыми критичными [22] с позиции возникновения сверхзасоренных областей ОКП являются орбиты с наклонениями 0° (экваториальные) и 90° (полярные).

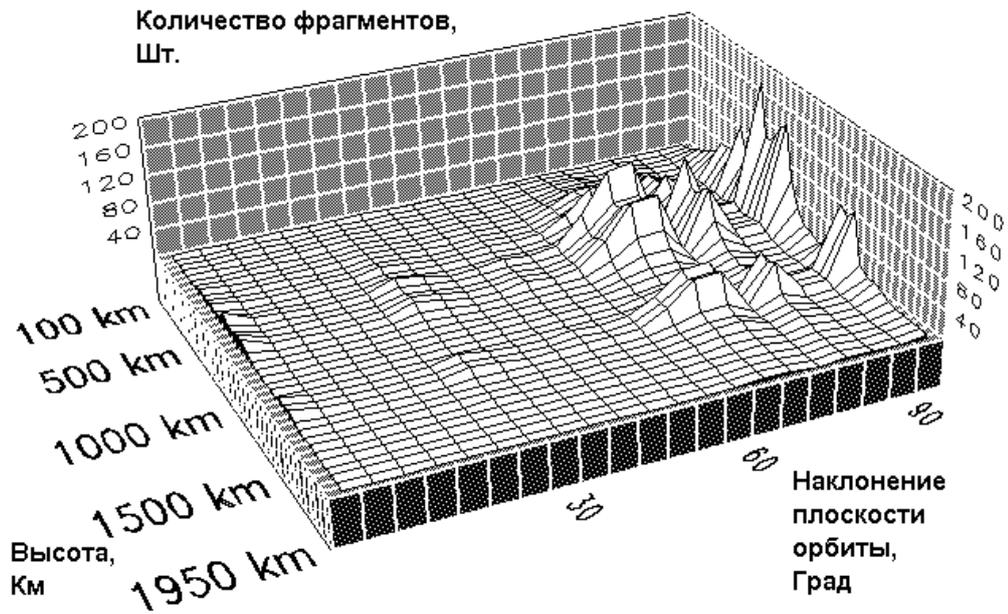


Рисунок 3.3 - Распределение космического мусора по высотам и наклонениям орбит (до 2000 км)

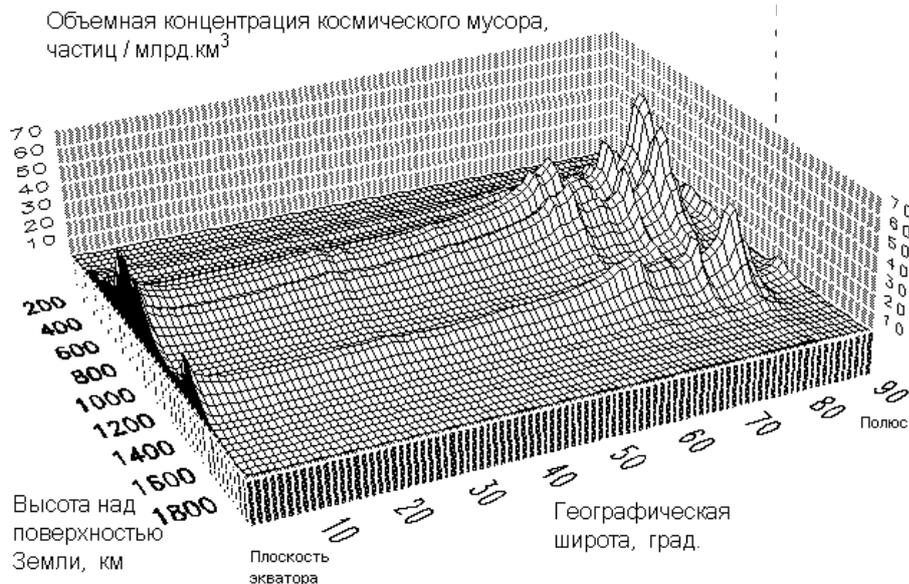


Рисунок 3.4 - Пространственное распределение 7500 фрагментов космического мусора с размерами поперечника от 10 см и более (для орбит до 2000 км)

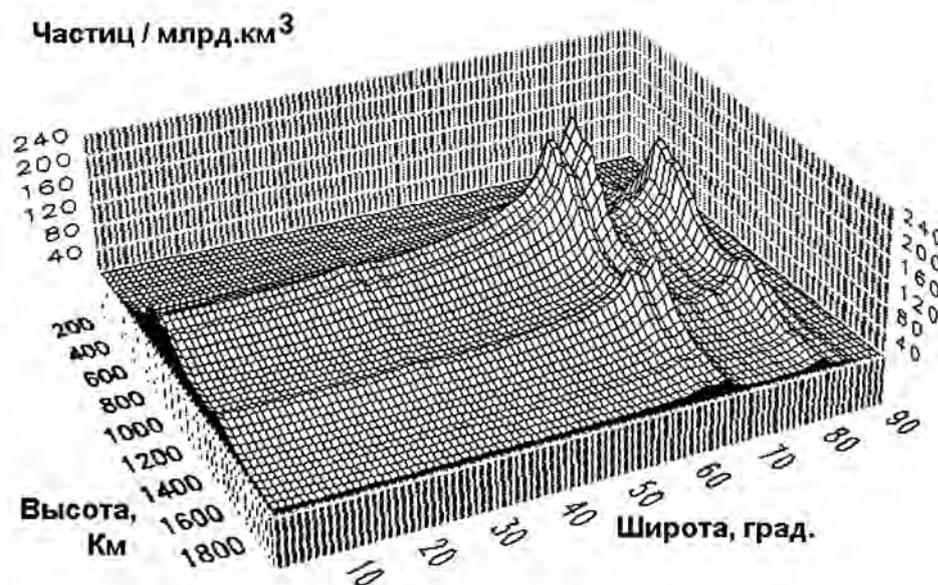


Рисунок 3.5 - Пространственное распределение 35000 фрагментов космического мусора с размерами поперечника от 1 см и более (для орбит до 2000 км)

Для иллюстрации возможность возникновения подобных областей приведена на рисунке 3.6 (для случая множества фрагментов на орбитах с наклоном $0 \pm 5^\circ$).

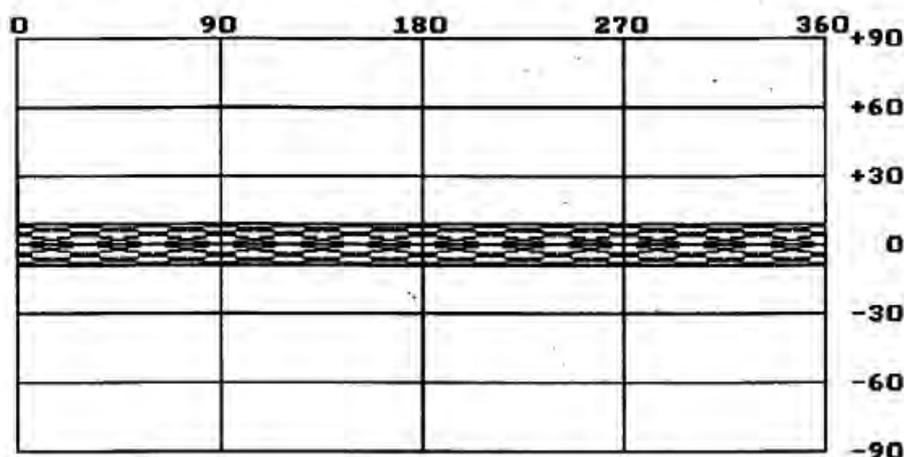


Рисунок 3.6 - Возникновение сверхзасоренных областей (типа колец Сатурна), расположенных в экваториальной плоскости

Экваториальные орбиты при их засорении приводят к образованию области с повышенной концентрацией частиц «космического мусора» типа колец Сатурна. Это происходит из-за того, что «космический мусор», рассредотачиваясь равномерно вокруг Земли по долготе, не выходит в случае экваториальных орбит за плоскость экватора. При этом даже сравнительно небольшое количество частиц может привести к очень

большой их концентрации из-за малой объемной области сосредоточения (экваториальное кольцо или даже линия). С этой позиции засорение экваториальных орбит при использовании ракетно-космической техники является крайне нежелательным, так как любой КА за один виток будет дважды проходить через подобное кольцо повышенной концентрации частиц «космического мусора», подвергаясь при этом повышенному риску повреждения или даже поражения.

Другой крайний случай – это засорение полярных орбит, которое приводит к образованию сверхзасоренных областей над полюсами. Это так называемые «полярные шапки», которые иллюстративно представлены на рисунке 3.7.

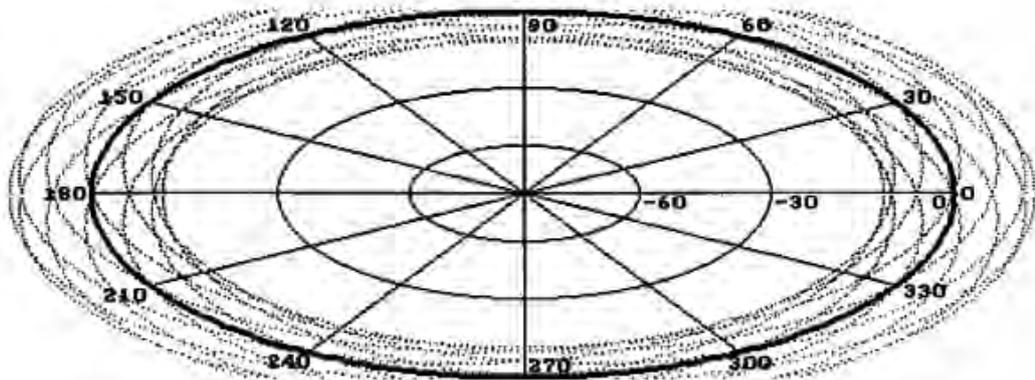


Рисунок 3.7 - Возникновение «полярных шапок» «космического мусора»

Засорение полярных орбит также нежелательно из-за другой особенности множества движения частиц «космического мусора» вокруг Земли. Это особенность концентрации множества частиц над полярными областями. Такое явление пока что не наблюдается только из-за относительно небольшого количества полярных орбит. Если же на подобных орбитах будет сосредоточено большое количество частиц «космического мусора», то в процессе своего движения к полюсу, Северному или Южному, объем их сосредоточения будет уменьшаться, стягиваясь в пределе к точечной области. Это приводит к повышенной, в предельном случае бесконечной, концентрации частиц над полюсами. С этой позиции засорение полярных орбит также нежелательно, так как любой КА, функционирующий на подобных орбитах, будет дважды за один виток проходить в полярных областях с повышенной концентрацией частиц, подвергаясь риску быть ими пораженным.

Приведенные два явления возможной концентрации частиц в экваториальных и полярных областях иллюстрируются ниже на рисунке 3.8 на котором представлено два множества соответствующих орбит. Первое – это орбиты близкие к экваториальным с наклонами 10 градусов. Эти орбиты образовали плотное кольцо вокруг Земли (долгота отложена по горизонтальной оси а широта - по вертикальной). Второе множество – это почти полярные орбиты, с наклонами около 90 градусов.

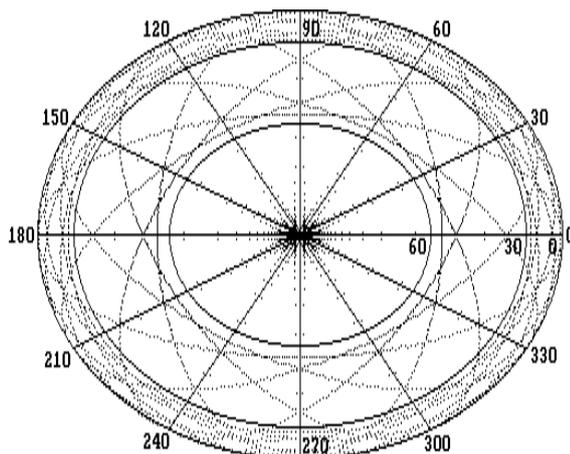


Рисунок 3.8 - Засорение полярных и экваториальных орбит

Выявление этих двух типов опасных сверхзасоренных областей, которые могут возникнуть при дальнейших запусках космических средств, стало возможным только на основе газомеханической теории «космического мусора». Применение этой теории к оценке возможности возникновения опасных областей в ОКП позволило выявить еще одну критическую область, которая возникает при интенсивном засорении эллиптических орбит.

Эта область связана в основном с функционированием РБ. Если «космический мусор» постоянно и интенсивно образуется на одинаковых эллиптических орбитах, т.е. на орбитах с одними и теми же значениями эксцентриситета и большой полуоси, то где-то на удалении от центра Земли от величины большой полуоси до $3/2$ большой полуоси возникает область с максимальным радиальным потоком «космического мусора». Учитывая, что именно потоки «космического мусора» представляют опасность для космических объектов, нельзя не считаться с указанным явлением.

Наклонение орбиты КА 14Ф133 составляет $66,24^\circ$, т.е. не относится ни к экваториальным, ни к полярным орбитам. Поэтому существенного увеличения засоренности ОКП после запуска КА 14Ф133 в составе КГЧ 14С135 не ожидается. Значения нормированной концентрации КО всех диапазонов размеров для широт наклонения орбит, близких к наклонению орбиты КА 14Ф133, и высот орбит 450 и 550 км приведены в таблице 3.4 [24].

Таблица 3.4 - Нормированные значения концентрации КО для орбит, близких к орбите КА 14Ф133, км^{-3}

Параметры орбиты (наклонение, % / высота, км)	Значения концентрации для диапазонов размеров							
	1	2	3	4	5	6	7	8
62,5/450	0,067	0,066	0,067	0,073	0,083	0,093	0,102	0,063
62,5/550	0,143	0,146	0,151	0,162	0,179	0,099	0,220	0,146
67,5/450	0,071	0,071	0,071	0,078	0,089	0,198	0,109	0,067
67,5/550	0,153	0,156	0,161	0,173	0,191	0,211	0,235	0,155

3.4.4 Прогноз засоренности околоземного космического пространства

Засорение ОКП - это непрерывный процесс. Пока что не приходится говорить о снижении засоряемости космоса в результате реализации различных космических программ. Количество «космического мусора» определяется по величине прогнозируемого периода, по ежегодному количеству запусков космических средств, которое в настоящее время достигает 120, по количеству образующихся при каждом запуске фрагментов и частиц космического мусора (в среднем 4-6 шт.), по количеству аварийных запусков КА с орбитальными взрывами, приводящих к образованию сотен фрагментов при каждом взрыве, и, наконец, по количеству космического мусора, удаленному из ОКП за счет действия естественных факторов (торможение атмосферой, особенно в периоды повышенной солнечной активности) и искусственных способов очистки, которые, пока что не разработаны.

В настоящее время выполнено более 600 запусков КА в область геостационарных орбит (ГСО). При этом достоверно зафиксировано 22 взрыва на промежуточных орбитах (с высотой перигея в районе 1000 км и высотой апогея примерно 36000 км) и 2 взрыва непосредственно на ГСО. Не исключено, что в области ГСО произошло большее число разрушений, но в связи с трудностями их наблюдения они могли быть не зафиксированы. Примерно половина из всех аварийных разрушений КА произошла в процессе выведения. Другая половина - в процессе эксплуатации или даже намного позже момента прекращения функционирования КА. Например, в 1992 г. на ГСО произошел взрыв американского аппарата, запущенного в 1968 г. (международный номер 1968-081E).

По результатам анализа Каталогов космических объектов (КО) ведущихся Российской и Американской системами контроля космического пространства, среднее число каталогизированных КО (размером более 10 - 30 см), образующихся при одном запуске КА в соответствии с выполнением программы полета, составляет 2.5. Детальные данные о числе образующихся при запуске объектов более мелкого размера (некаталогизированных) - отсутствуют. Большая часть всех крупных и мелких КО образовалась в результате взрывов и аварийных разрушений КА и РН. Одно разрушение происходит, в среднем, через каждые 24 запуска и приводит к образованию 120 каталогизированных КО.

По данным моделирования суммарное число образующихся более мелких некаталогизированных КО резко увеличивается по мере уменьшения размеров КО и в среднем на 1 разрушение составляет:

- для КО размером более 1 см - 6500;
- для КО размером более 1 мм - 2 000 000.

Таким образом, на основе приведенных данных можно получить

приближенную оценку числа КО разного размера, образовавшихся к настоящему времени при запусках КА в область геостационарных орбит:

- число технологических КО размером более 10 - 30 см - 1250;
- число фрагментов разрушений более 10 - 30 см - 2800;
- число КО размером более 1 см - 160 000;
- число КО размером более 1 мм - 50 000 000.

Из приведенных данных видно, что основной вклад в загрязнение ОКП космическим мусором вносят мелкие фрагменты, образовавшиеся в результате взрывов и аварий.

Значительный интерес представляет ответ на вопрос о том, какая доля из числа образовавшихся мелких объектов осталась к настоящему времени в околоземном пространстве, и какая часть из них прекратила свое существование. К сожалению, по отношению к известным авариям на этот вопрос нет достаточно полного ответа. Все дело в том, что нет детальных данных о характеристиках конкретных разрушений, которые бы позволили оценить эволюцию орбит фрагментов и с учетом сильного диссипативного влияния атмосферы на малых высотах в случае достижения высот менее 200 - 300 км сделать вывод о прекращении существования фрагментов. В то же время нет сомнения, что все объекты, образовавшиеся на высотах более 1000 км и получившие положительное приращение скорости при разрушении, остались на орбите и будут еще долго существовать. В связи со слабым влиянием атмосферы на высотах более 1000 км в этом районе ОКП происходит монотонный рост числа техногенных фрагментов.

Из естественного предположения, что при запусках КА в область геостационарных орбит аварийные разрушения происходили на разных высотах, а также что положительные и отрицательные приращения скорости в момент образования фрагментов являются равновероятными, следует вывод: большая часть из числа образовавшихся фрагментов находится в настоящее время в ОКП и будет в нем оставаться в течение тысячелетий.

Прогнозы засоренности проводятся на различные периоды и преследуют различные цели. Так, например, прогноз на ближайшие 40 лет показывает, что не приходится ожидать уменьшения степени засоренности космоса, а потому необходимо не только проводить оценку засоряемости пространства при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, но и рассчитывать безопасность функционирования данного КА в реально ухудшающихся со временем условиях окружающей среды в части повышения механического засорения космоса.

Учитывая, что орбита функционирования КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 находится на высоте около 500 км, т.е. в так называемой «зоне самоочищения» (до высоты 700 км), в которой время существования «космического мусора» сравнительно непродолжительно, следует предположить, что увеличение засоренности ОКП космическим аппаратом КА 14Ф133 и остатками КГЧ 14С135 будет временным.

Таким образом, состояние окружающей среды в части механического засорения космоса ОИП является исходной предпосылкой для оценки воздействия «космического мусора» на КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и для оценки влияния КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на процесс увеличения засоренности ОКП.

3.5 Оценка вклада РКТ в общее воздействие на верхнюю атмосферу Земли

Самой чувствительной к воздействию составляющей верхней атмосферы является озоновый слой. До настоящего времени вклад РКТ в разрушение озоносферы оценивается только теоретически, без проведения каких-либо целевых измерений из космоса или с поверхности Земли.

При теоретической оценке количества озона, разрушаемого при запусках РН, необходимо рассматривать очень сложный процесс взаимодействия продуктов сгорания КРТ с компонентами атмосферы, во время которого одновременно протекают газодинамические, химические (гомогенные и гетерогенные), а также фотохимические процессы, описываемые сложными математическими моделями. Поэтому теоретические оценки, полученные при различных упрощениях и допущениях, несколько отличаются. Из результатов теоретических исследований видно, что, во первых, отдельные пуски даже таких мощных изделий РКТ, как «Энергия» или «Спейс Шаттл», оказывают лишь локальное и сравнительно кратковременное воздействие на стратосферный озон; во вторых, даже при повышенной интенсивности пусков (ежемесячные пуски в течение 4-х лет) глобальное снижение общего содержания озона мало и составляет 0,2-0,3 % [30]. Как видно из таблицы 3.5, в которой приведены данные [31] о вкладе различных циклов разрушения озона в естественных условиях и при запусках РН, наибольшее влияние на озон оказывают хлорные компоненты, содержащиеся в продуктах сгорания твердых КРТ, и в меньшей степени – окислы азота и водородные компоненты.

Таблица 3.5 - Вклад различных каталитических циклов в разрушение озона

Компонент	Вклад в процесс разрушения, %		
	Все источники		Ракетные двигатели
	Вся стратосфера	25-30 км	
Окислы азота	32	70	0,00005
Кислород	23	10	0
Водород / гидроксил	26	10	0,0012
Хлор	19	10	0,032
Всего:	100	100	0,034

В естественных условиях основными источниками хлора на стратосферных высотах являются: фотодиссоциация хлористого метила, образующегося при разложении или сгорании биологических продуктов, преимущественно морского происхождения; фотохимическое разрушение хлорфторуглеводородов (фреонов, хладонов); выбросы вулканов.

В таблице 3.6 приведены данные о ежегодных выбросах в стратосферу хлора и других озоноразрушающих компонентов всеми источниками, как естественными, так и антропогенными, в т.ч. и ракетами [31].

Таблица 3.6 - Ежегодные выбросы (в килотоннах) в стратосферу озоноразрушающих компонентов

Источник	Хлор	Вода	Водород	Окислы азота
Промышленность	300	-	-	-
Вулканы	100-1000	-	-	-
Естественный фон	75	1500	340	280
Ракетная техника (9 «Шаттлов» и 6 «Титанов»)	0,79	3,25	0,2	0,016

Как видно из таблицы 3.6 значительным источником хлора в атмосфере являются извержения вулканов. Во время крупных вулканических извержений в стратосферу может поступать большое количество хлористого водорода, содержащегося в вулканических газах. По оценкам [32] ежегодный выброс хлористого водорода из вулканов составляет 0,4-11,0 Мт. Приблизительно 10 % этих газов выделяются при извержениях взрывного типа, выбросы которых достигают стратосферы. Этот источник хлора очень изменчив и может достигать 3 Мт для сильного извержения. Так, во время извержения вулкана Агунг в марте 1963 г. в стратосферу, согласно оценкам, попало около 1,2 Мт хлористого водорода [33].

Другим компонентом твердых и жидких КРТ, оказывающим значительное влияние на озон, являются окислы азота. В естественных условиях основным источником окислов азота является окисление N_2O возбужденными атомами кислорода в стратосфере. Этот процесс служит источником окислов азота не только в стратосфере, но и в средней и верхней тропосфере. Интенсивность его составляет в Северном полушарии 100-300 кт в год [34]. По имеющимся прогнозам рост интенсивности выброса N_2O в атмосферу составит в период 1985-2015гг. 0,2-0,25 % в год. Наземные и антропогенные источники окислов азота имеют существенно большую интенсивность 10-20 Мт в год; из них 10 Мт производит биосфера суши, с максимумом в средних и субтропических широтах; 2-4 Мт создается молниевыми разрядами при грозах. Из-за быстрого вымывания окислов азота в слое облаков и осадков изменение интенсивности этих источников мало отражается на глобальном среднем содержании окислов азота в средней и

верхней тропосфере.

Значительным антропогенным источником окислов азота в стратосфере являются выбросы окислов азота реактивными двигателями самолетов. В двигателях наиболее распротраненных дозвуковых самолетов в крейсерском режиме образуется около 6 г двуокиси азота на 1 кг израсходованного топлива. В двигателях широкофюзеляжных самолетов – 16 г на кг топлива. Наибольшее количество (18 г на кг) образуется в двигателях сверхзвуковых транспортных самолетов первого поколения. Согласно [35] около 50 % общего содержания окислов азота в верхней тропосфере и нижней стратосфере нижних широт Северного полушария является результатом выбросов реактивных двигателей самолетов. Если сопоставить эти данные с приведенными в таблице 3.6 ежегодными выбросами окислов азота в стратосферу от естественных источников и в результате запусков твердотопливных ракет, то очевидно, что вклад РКТ в разрушение озона за счет выбросов этого компонента крайне незначителен (см. табл. 3.5).

Как отмечалось выше, другим источником разрушения озона при запусках твердотопливных ракет могут быть аэрозольные частицы Al_2O_3 и кристаллики воды. Например при запуске РН «Титан-4» на высоты 15-60 км выбрасывается 68 т Al_2O_3 , а при запуске «Шаттла» - 110 т. [24]. Сопоставим эти данные с содержанием аэрозолей в фоновых условиях, с выбросами при извержениях вулканов и при полетах сверхзвуковых самолетов. В обычных условиях в глобальной стратосфере до высоты 30 км содержится 0,2-1 Мт субмикронных аэрозольных частиц, в основном в виде капель серной кислоты. Мощные извержения вулканов забрасывают в нижнюю стратосферу большое количество таких частиц. Так в результате извержения вулкана Эль-Чичон в марте-апреле 1982 г. на высоту 30 км было выброшено более 20 Мт мелкодисперсного аэрозоля, содержащего 18 % Al_2O_3 , а также сернистые газы. В таблице 3.7 [24, 31] приведены данные по общей площади поверхности аэрозольных частиц в стратосфере в фоновых условиях и при извержении вулкана в сравнении с результатами воздействия ракетной техники, а также оценки степени разрушения озона аэрозольными частицами.

Таблица 3.7 - Общая площадь поверхности аэрозольных частиц в стратосфере в фоновых условиях, при извержении вулкана и воздействии РКТ и их влияние на озон

Характеристики	Вулкан Эль-Чичон	Естественный фон	РКТ (9 «Шаттлов» и 6 «Титанов»)
Общая площадь поверхности, $мкм^2/см^3$	17500000	540000	763
Степень разрушения озона, %	10-17	0,5-2,0	0,0004-0,0007

Из этих данных видно: чтобы создать концентрацию частиц общей площадью поверхности такой же, как в фоновых условиях, необходимо

произвести около 10000 запусков «Шаттла». Хотя экспериментальные данные [36] показывают десятикратное увеличение содержания частиц Al_2O_3 в нижней стратосфере (17-19 км) за 1976-1984гг., которая приписывается увеличению числа запусков твердотопливных ракет в этот период, тем не менее абсолютное количество частиц остается пренебрежительно малым. Более того, поскольку большая часть измеренных частиц имела несферическую форму, а в результате сгорания твердого ракетного топлива в атмосферу выбрасываются сферические частицы, скорее всего они являются продуктами абляции КА и фрагментов ступеней РН при входе в плотные слои атмосферы.

Проведенные сравнительные расчеты [24] с другим антропогенным источником – сверхзвуковыми самолетами показывают, что при прочих одинаковых условиях от воздействия авиационной техники возможно уменьшение общего содержания озона на 1-1,33 %. Такое же уменьшение озона может иметь место в результате увеличения интенсивности запусков ракет в 30 раз по сравнению с существующей в настоящее время [37].

Представленные выше данные не дают оснований утверждать в настоящее время о каком-либо существенном вкладе РКТ в разрушение (воздействием запусков РН и при сходе с орбиты КА и фрагментов РН) озонового слоя Земли в глобальных масштабах.

Литература по разделу 3

1. В.Мохов. Аренда Байконура продлена до 2050 года // Новости космонавтики, 2004, № 3, с. 56-57.
2. В.Никитин. Вчера, сегодня и завтра космодромов РВСН // Аэрокосмический курьер. № 5, 1999, С.20-23.
3. А.И. Киселев, А.А. Медведев, В.А. Меньшиков. Космонавтика на рубеже тысячелетий. Итоги и перспективы. -М. Машиностроение. 2001.
4. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие. Под общей редакцией члена-корр. РАН В.В. Адушкина, д.ф.-м.н. С.И. Козлова и к.т.н. А.В. Петрова – М.: Издательство «Анкил». 2000. с.24-26.
5. И.Маринин, О.Тверской. Космодром Байконур сегодня и завтра // Новости космонавтики, 2005, № 1, с. 62-65.
6. В.Давиденко. Космодром Байконур сегодня и завтра // Новости космонавтики, 2004, № 8, с. 56-60.
7. А.Комаров. Измерительному комплексу космодрома Байконур – 40 лет // Новости космонавтики, 2004, № 6, с. 62-63.
8. А.Копик. 300-й пуск «Протона-К» // Новости космонавтики, 2004, № 12, с. 37-39.
9. Space Debris: An AIAA Position Paper. AIAA Technical Committee on Space Systems. Washington, D.C.: National Security Council. 1981.
10. Report on Orbital Debris. Interagency Group (Space). Washington, D.C.: National Security Council. 1989.
11. Space Debris. ESA SP-1109. Paris: ESA. 1988.
12. Proceedings of the First European Conference on Space Debris 5-7 April 1993: ESA SD-

01. Darmstadt. Germany, 1993. 741p.
13. Proceedings of the Second European Conference on Space Debris 17-19 March 1997: ESA SP-393. Darmstadt. Germany, 1997. 807p.
 14. Orbital Debris. A Technical Assessment. National Academic Press. Washington, D.C., 1995. 210 p.
 15. Technogenous Space Debris: Problem and directions of research. Moskow Conference. Orbital Debris Monitor. Vol. 5. № 2, April 1992. P. 3.
 16. Space Forum. Overseans Pusblishers Assosiation. Vol. 1. 1996.
 17. Проблема загрязнения космоса (космический мусор) / ред. А.Г. Масевич. – М.: Космосинформ, 1993. 150с.
 18. Столкновение в околоземном пространстве (космический мусор) / ред. А.Г. Масевич. – М.: Космосинформ, 1995. 322с.
 19. Околоземная астрономия (космический мусор) / ред. А.Г. Масевич. – М.: Космосинформ, 1998. 277с.
 20. В.Агапов. Проблема космического мусора приобретает все большее значение // Новости космонавтики, 2000, № 1, с.45.
 21. Bericht Nr. R 8840. Technische Universitet Braunschweig. Institut fur Raumflugtechnik und Reaktortechnik. Abteilung fur Raumflugtechnik/ Prof. Dr. – Ing. Dietrich Rex. – 1993.
 22. Иванов В.В., Меньшиков В.А., Пчелинцев Л.А., Лебедев В.В. Космический мусор: Проблема и пути ее решения – М.:Патриот, 1996.-360 с.
 23. Лебедев В.В. Определение вероятности столкновений космических аппаратов с техногенными частицами: Лекции ведущих исследователей и разработчиков СНГ. – Первый Международный Аэрозольный Симпозиум. – Аэрозольная наука и технологии: Том 2. – Российское Аэрозольное Общество. – Москва. – 21 – 25 марта 1994.
 24. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие. Под общей редакцией члена-корр. РАН В.В. Адушкина, д.ф.-м.н. С.И. Козлова и к.т.н. А.В. Петрова – М.: Издательство «Анкил». 2000. с.392-393, 394-401, 251-259.
 25. Kessler D. J. Reynolds R.S., Anz – Meador P.D. Orbital debris environment for spacecraft designet to operate in low Earth orbit. – NASA. – TM – 100 – 471. – 1988.
 26. Johnson N.L., McKnight D.S. Artifical Spece Debris. – Krieger Publishihg Company. Malabar. – FL. – 1987.
 27. Talent D. Analytic model for orbital debris environmental management // AIAA. 1990. Paper № 1363.
 28. Kennel C.F., Petschek H.E. Limit on stably trapped particle fluxes // J.Geophys. Res. 1966. V.71. № 1. P.1.
 29. Горшков Г.В., Зябликов В.А., Лятковская Н.М., Цветков О.С. Естественный нейтронный фон атмосферы и земной коры. – М.: Атом-Издат, 1966. 406 с.
 30. Деминов И.Г., Еланский Н.Ф., Озолин Ю.Э., Петухов В.К. Оценка воздействия регулярных пусков ракет «Энергия» и «Шаттл» на озонный слой и климат Земли: Препринт № 1. – М.: ИФА РАН, 1992г.
 31. McDomald A.J. Impact and mitigation of stratospheric ozone depletion by chemical rockets // AIAA Paper 92-1003. Proc. AIAA Space Programs and Technologies Conference. March 24-27. 1992. Huntsville. Al.
 32. Pollack J.B., Toon O.B., Summers A. et. al. Estimatons of the climatic impact of aerosols produced by Space Shuttles, SST`s and other high flying aircraft // J.Applied Meteorology. 1976. V.15. № 3. P.247.
 33. Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.Л., Хргиан А.Х. Озонный щит Земли и

- его изменения. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 288с.
34. Кароль И.Л. О возможных антропогенных изменениях газового состава и температуры атмосферы до 2000г. // Метеорология и гидрология. 1986. № 4 с.115.
 35. Ehhalt D.H., Rohrer F., Wahner A. Sources and distribution of NO_x in the upper troposphere at northern mid-latitudes // J.Geophys. Res. 1992. V.97. P.3725.
 36. Zolensky M.E., McKey D.E., Kaczor L.A. A tenfold increase in the abundance of large solid particles in the stratosphere as measured over the period 1976-1984 // J.Geophys. Res. 1989. V.94. P.1047.
 37. Макдональд А.Дж., Беннет Р.Р., Хиншоу Дж.К., Барнс М.У. Ракеты с двигателями на химическом топливе: влияние на окружающую среду // Аэрокосмическая техника. 1991. с.96.

4 Оценка воздействия на окружающую среду при штатной эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

В соответствии со статьей 4 Федерального Закона «Об охране окружающей природной среды» от 10.01.2002г. №7-ФЗ охране от загрязнения, порчи, повреждения, истощения, разрушения на территории РФ и республик в составе РФ подлежат естественные экологические системы, озоновый слой атмосферы, земля, ее недра, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, леса и иная растительность, животный мир, микроорганизмы, генетический фонд, природные ландшафты, а также околоземное космическое пространство.

Применительно к космической деятельности виды воздействия на ОС различных типов РКТ (без учета воздействия наземного оборудования и обслуживающего персонала) приведены в таблице 4.1. Кроме того, на ОС оказывает воздействие используемое для подготовки изделий РКТ наземное оборудование, транспортные средства и (опосредованно) обслуживающий персонал.

Для проведения оценки воздействия на ОС процесс эксплуатации КГЧ 14С135 (в том числе КА 14Ф133) можно разделить на следующие *этапы*:

- транспортировка КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 на космодром Байконур;
- подготовка КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 на технической позиции КА и КГЧ;
- подготовка КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 на СК РКН «РС-18»;
- полет КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 в составе РКН «РС-18»;
- полет КГЧ 14С135 в связке с АПБ РН «РС-18»;
- автономный полет КА 14Ф133;
- сход КА 14Ф133 с орбиты и прекращение существования.

При транспортировке КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 с заправленными ДУ ОИА и КА на космодроме Байконур экологическая безопасность обеспечивается:

- герметичной конструкцией ДУ ОИА и ДУ КА;
- наличием специальных контейнеров и термостатированного вагона (оснащенного системой газового контроля) для транспортировки заправленной КГЧ 14С135;
- соблюдением организациями МПС требований по перевозке опасных грузов.
- Экологическую безопасность КГЧ 14С135 при заправке и погрузке в спецвагон обеспечивает организация-изготовитель. За безопасность транспортировки заправленной КГЧ 14С135 (так же, как и за транспортировку КРТ на космодроме Байконур для РН «РС-18») несет ответственность МПС. Поэтому, оценка воздействия КГЧ 14С135 на ОС

на этапе транспортировки на космодром Байконур, в настоящих материалах ОВОС не проводится.

Таблица 4.1 - Виды воздействия на ОС различных типов РКТ

Этап эксплуатации	Виды воздействия на ОС при штатной эксплуатации	Вид РКТ		
		РН	РБ	КА
Наземная подготовка на ТК и СК	Химическое загрязнение атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод, растительности КРТ	-	-	-
	Акустическое воздействие	-	-	-
	Тепловое воздействие	-	-	-
	Механическое загрязнение грунта	-	-	-
Запуск и полет на участке выведения	Химическое загрязнение атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод, растительности КРТ	+	-	-
	Акустическое воздействие	+	-	-
	Тепловое воздействие	+	-	-
	Образование кислотных осадков	+	-	-
	Воздействие на озоновый слой	+	-	-
	Воздействие на ионосферу	+	-	-
Падение ОЧ	Химическое загрязнение атмосферного воздуха парами КРТ при падении ступеней	+	-	-
	Акустическое воздействие	+	-	-
	Химическое загрязнение атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод, растительности остатками КРТ в месте падения ступеней	+	-	-
	Механическое загрязнение почвы в месте падения ступеней	+	-	-
	Механическое загрязнение в месте падения ГО	-	+	+
Орбитальный полет	Химическое загрязнение ОКП компонентами и продуктами сгорания топлива	-	+	+
	Тепловое воздействие	-	+	+
	Механическое загрязнение ОКП	+/-	+	+
Сход с орбиты	Химическое загрязнение верхней атмосферы продуктами сгорания конструкции	+	+	+
	Акустическое воздействие	+	+	+
	Тепловое воздействие	+	+	+

В процессе штатной подготовки КГЧ 14С135 к пуску на ОС оказывает воздействие только наземное оборудование ТК КГЧ, средства транспортировки КГЧ и средства энергообеспечения СК РН.

После автономной подготовки КГЧ на ТК космодрома Байконур производится стыковка ее с РН на СК КРК «РС-18». После заправки ступеней и АПБ в РКН «РС-18» содержится следующее количество КРТ (таблица 4.2).

Таблица 4.2 - Содержание КРТ в РКН «РС-18» с КГЧ 14С135

Элемент РКН «РС-18»	Количество КРТ, кг		
	горючее	окислитель	всего
I ступень РН	22218	57726	79942
II ступень РН	3729	9364	13083
АПБ РН	166,4	293,9	460,3
ОИА КГЧ	4,9	9,1	14,0
КА	21,0	38,3	59,3

После запуска КГЧ (включая КА) является полезной нагрузкой РН «РС-18». ДУ ОИА и ДУ КА на активном участке полета в составе РН «РС-18» не функционируют. Воздействие на ОС на этом участке оказывает только ГО КГЧ. Воздействие является механическим, т.к. в конструкции ГО отсутствуют элементы, химически воздействующие на ОС. На активном участке (при штатной эксплуатации) воздействие на ОС оказывает РН «РС-18». В таблице 4.3 приведено содержание КРТ в РН «РС-18» и соотношение количества КРТ в КГЧ и РН на различных участках полета.

Таблица 4.3 - Содержание КРТ в РН «РС-18» на разных участках полета

Этап активного участка	Содержание КРТ в средстве запуска, кг	Соотношение массы КРТ КГЧ и средства запуска
Полет I ст. РН	93495,3	1:1276
Полет II ст. РН	13553,3	1:185
Полет АПБ РН	460,3	1:6

Как видно из таблицы 4.3, в случае аварии степень воздействия на ОС будет определять текущее содержание КРТ в РН «РС-18». Оценка воздействия РН «РС-18» на ОС при штатной эксплуатации и в случае аварии приведена в материалах ОВОС КРК «РС-18» с КА [1,2]. Поэтому, в настоящих материалах ОВОС оценка воздействия КГЧ 14С135 на ОС в случае аварии РН на активном участке не приводится.

Таким образом, в настоящих материалах ОВОС должно быть рассмотрено воздействие КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 на окружающую среду на следующих этапах штатной эксплуатации:

- подготовка КГЧ с КА на ТК (разгрузка, установка на рабочее место, проверки бортовых систем; замена КА, либо слив и повторная заправка ДУ КА, повторные проверки; транспортировка на СК);
- установка КГЧ на РН «РС-18», предстартовая подготовка, запуск;
- участок полета II ст. РН (падение ГО КГЧ в РП);
- автономный полет КГЧ и КА (воздействие на ОС ДУ ОИА КГЧ, ДУ КА, увеличение засоренности ОКП);
- сход КА с орбиты (воздействие на верхнюю атмосферу).

Основное воздействие КА 14Ф133 при функционировании на рабочей орбите в ОКП обусловлено тем, что КА является потенциальным источником дальнейшего увеличения засоренности ОКП. Кроме того, воздействие на ОКП оказывают продукты сгорания КРТ при работе ДУ КА, а также непосредственно горючее при работе двигателей малой тяги.

Однако, в связи с отсутствием нормативов воздействия на атмосферу выше 6-10 км, озоносферу и ОКП оценить допустимость воздействия КА на ОС в полете не представляется возможным. Целесообразно произвести оценку реального воздействия КА, времени оказываемого воздействия, а затем сравнить их с прогнозными теоретическими оценками загрязнения ОС. Радиационного воздействия на ОС КРК «РС-18» с КА не оказывает в силу отсутствия в составе комплекса радиоактивных веществ [3].

4.1 Воздействие на окружающую среду при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

4.1.1. Воздействие на атмосферный воздух

Химическое загрязнение атмосферного воздуха при эксплуатации КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 обусловлено применением ДУ токсичных КРТ – амилина (аналог АТ) и НДМГ, выбросами продуктов их сгорания в процессе полета в ОКП, а также незначительным воздействием на ОС наземного оборудования, используемого для подготовки КА и КГЧ на ТК.

Химическое загрязнение ОС при эксплуатации КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 происходит:

на ТК КА и КГЧ

- при заправке (сливе) ДУ КА в результате работы агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ (работы проводятся только в случае разгерметизации ДУ КА при транспортировке или в процессе подготовки КГЧ на ТК);

на СК комплекса «РС-18»

- в результате работы подвижных агрегаты транспортно-установочных и регламентных групп;
- при подготовке к запуску ракеты в результате работы передвижного дизель-электрического агрегата ДЭС (используется периодически);

в полете

- при полете КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 (в результате работы ДУ ОИА);
- при автономном полете КА 14Ф133 (в результате работы ДУ КА);
- при сходе КА с орбиты (горение конструкции КА в верхней атмосфере).

Химическое загрязнение атмосферного воздуха при заправке КА и КГЧ в результате работы агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ (ТК КА и КГЧ). Выброс загрязняющих веществ при штатной эксплуатации в сооружении 60 на пл.2А не происходит. На 3С пл.31 технологическое и

вспомогательное оборудование и сооружения зоны КРТ (хранилища КРТ, ЗС и т.д.) не являются источниками загрязнения ОС. Все трубопроводы, насосные установки полностью герметизированы; технологическая обвязка резервуаров оборудована существующей штатной газоуравнительной системой и другими штатными системами. Оборудование, допускаемое к работе с окислителем и горючим, проходит периодическое освидетельствование, гарантирующее его безаварийную работу. Указанное технологическое оборудование, конструктивные и схемные решения отработаны при многолетней эксплуатации различных типов изделий РКТ. Незначительные загрязнения ОС происходят при работе агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ.

Основными источниками химического загрязнения атмосферы при наземной подготовке КА и ОИА КГЧ на площадке 31 (ЗС 11Г12) являются подвижные агрегаты нейтрализации паров и промстоков КРТ (агрегаты 11Г426 и 11Г427). Схема расположения основных источников выбросов при наземной подготовке КА и ОИА КГЧ представлена на рисунке 4.1.

Передвижные агрегаты 11Г426 и 11Г427 предназначены для термического обезвреживания (нейтрализации) паров и промстоков, образующихся при промывке магистралей заправочного оборудования и содержащих компоненты ракетных топлив – АТ (амилин) и НДМГ и используются для предотвращения загрязнения рек, водоемов, почвы в местах эксплуатации агрегатов. Агрегат 11Г426 предназначен для нейтрализации паров АТ в смеси с воздухом и промстоков (водных растворов) АТ и НДМГ. Агрегат 11Г427 предназначен для нейтрализации паров НДМГ в смеси с азотом и промстоков АТ и НДМГ.

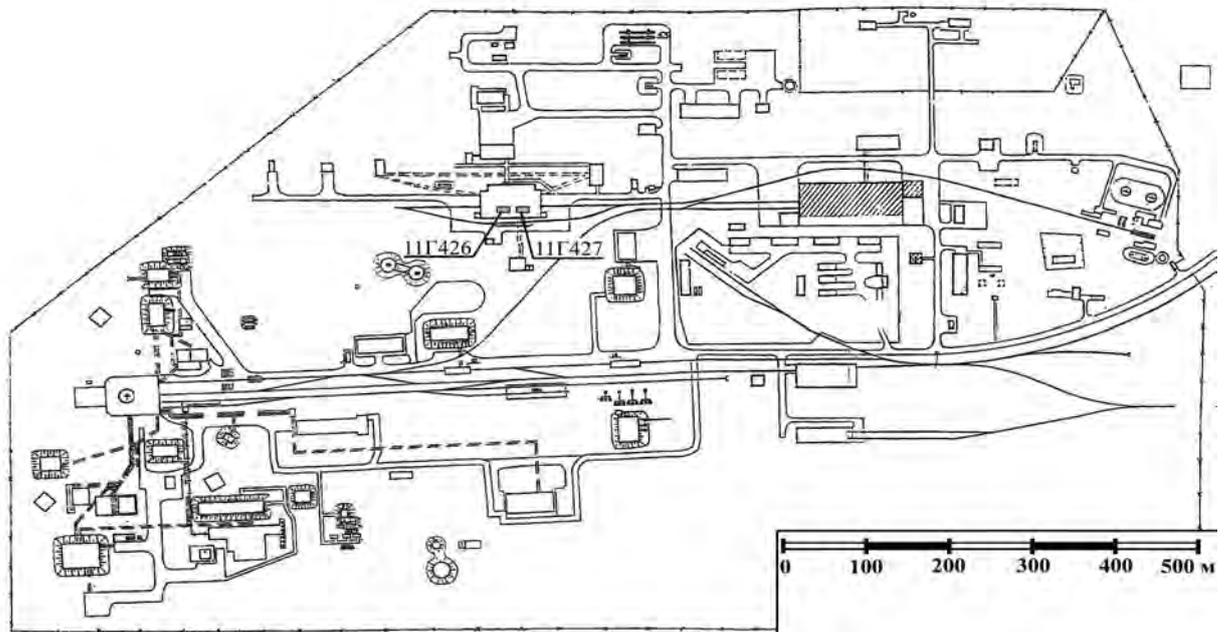


Рисунок 4.1 - Схема расположения основных источников выбросов загрязняющих веществ при наземной подготовке КА и КГЧ на площадке 31

Технические характеристики агрегатов 11Г426 и 11Г427 [4]:

- высота источников выбросов - 4 м;
- диаметр источников выбросов - 0,8 м;
- температура отходящих газов – 400°С;
- температура в камере сгорания – 700°С;
- объем выбрасываемой газовой смеси – 2,8 м³/с.

Состав выбросов (при расходе ГВС 800 л/с) загрязняющих веществ от агрегатов приведен в таблицах 4.4-4.5.

Таблица 4.4 - Состав, содержание и максимальный выброс загрязняющих веществ от агрегата 11Г426

Загрязняющее вещество	Максимальный выброс загрязняющих веществ, г/с	Суммарный выброс за одну заправку, кг
сажа	0,00383	0,039
окислы серы	0,3753	3,828
окись углерода	0,2527	2,578
диоксид азота	0,136	1,387

Таблица 4.5 - Состав, содержание и максимальный выброс загрязняющих веществ от агрегата 11Г427

Загрязняющее вещество	Максимальный выброс загрязняющих веществ, г/с	Суммарный выброс за одну заправку, кг
сажа	0,00383	0,018
окислы серы	0,3753	1,801
окись углерода	0,2527	1,213
диоксид азота	0,49	1,92
НДМГ	0,00034	0,0016
цианистый водород	0,00029	0,0014
формальдегид	0,0015	0,0072

Агрегаты работают на дизельном или керосиновом топливе (Т-1, Т-2, ТС-1, ДЗ, ДЛ). Максимальный расход топлива при различных режимах работы агрегатов составляет 38,3 г/с. Среднее время работы агрегатов на один пуск КА 14Ф133 (в случае повторной заправки ДУ) составляет

2 ч. 50 мин для агрегата 11Г426 нейтрализации паров и промстоков окислителя и 1 ч 20 мин для агрегата 11Г427 нейтрализации паров и промстоков горючего.

С помощью программного комплекса УПРЗА «Эколог» (версия 2.5), разработанного НПО «Интеграл» (г. Санкт-Петербург) и согласованного с ГГО им. А.И. Воейкова (исх. № 03-19/24-100 от 09.04.99 г.) был проведен расчет рассеивания загрязняющих веществ от источников загрязнения, расположенных на ЗС 11Г12.

При работе передвижных агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ на пл.31 в атмосферу выбрасываются следующие загрязняющие вещества: сажа, сернистый ангидрид, окись углерода, диоксид азота, синильная кислота (цианистый водород), формальдегид (ФА) и НДМГ. Эффектом суммации обладают следующие вещества: сернистый ангидрид, диоксид азота. Расчеты были проведены (без учета фона) для неблагоприятных метеорологических и климатических условий (лето). Коэффициент стратификации атмосферы – 200, максимальная скорость ветра (95%) – 8м/с.

Результаты расчета показали, что приземные концентрации, получаемые в результате рассеивания токсичных продуктов сгорания КРТ не превышают значений ПДК_{МР} на следующих расстояниях от агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ:

- для диоксида азота – на удалении свыше 300 м;
- для сернистого ангидрида – на удалении свыше 100 м;
- для окиси углерода – на любом удалении;
- для формальдегида – на любом удалении;
- для сажи – на любом удалении;
- для НДМГ – на любом удалении;
- для группы суммации веществ: диоксида азота, сернистого ангидрида – на удалении свыше 350 м.

Химическое загрязнение атмосферного воздуха при работе подвижных агрегатов транспортно-установочных и регламентных групп. При наземной подготовке КА и КГЧ на космодроме Байконур предусматривается использование 7 видов подвижных транспортных средств. Непосредственно для транспортировки КГЧ с КА и его комплектующих используется один ТСА СО-722, остальные транспортные средства привлекаются функционально. Все транспортные средства, задействованные при наземной подготовке КГЧ, оказывают химическое и акустическое воздействие на ОС.

При подготовке к проведению пусков РН «РС-18» (в т.ч. с КГЧ 14С135) на космодроме Байконур предусматривается использование 9 подвижных агрегатов (таблица 4.6). Исходными данными для расчетов параметров источников загрязнения являются:

- количество автомашин г/п 16 т (грузовой дизельный автомобиль «КРАЗ») – 2 шт.;

- количество автомашин г/п от 5 до 8 т (грузовые дизельные автомобили «МАЗ») – 8 шт.;
- время работы двигателя на холостом ходу – 1 мин;
- время прогрева двигателя автомобиля для теплого периода года – 4 мин;
- время прогрева двигателя автомобиля для холодного периода года – 30 мин;
- пробег одного автомобиля в час при движении по объекту – 50 км.

Таблица 4.6 - Перечень подвижных агрегатов, задействованных для подготовки к проведению пуска РКН «РС-18» с КГЧ 14С135

Наименование	Кол-во
Транспортно-стыковочный агрегат СО-722 (на базе МАЗ-543А)	1
Кран автомобильный МАЗ-КС-35715	1
Унифицированный моторный подогреватель (на базе ЗИЛ-131) УМП-350-131	1
Машина общего назначения для транспортировки ЗИП (на базе ЗИЛ-131)	1
Холодильно-нагревательный агрегат (на базе ЗИЛ-131)	1
Пассажирский автобус типа ПАЗ	2
Легковой автомобиль типа «Волга»	2

Химическое загрязнение ОС при использовании транспортных средств в основном обусловлено выбросами токсичных соединений, содержащихся в выхлопных газах. Загрязняющими веществами, выделяемыми при работе двигателей автомобилей в результате неполного сгорания топлива, являются оксиды углерода, оксиды азота, углеводороды, сажа и диоксид серы (таблица 4.7). Разовые выбросы от подвижных агрегатов, задействованных для подготовки к проведению пуска РКН «РС-18» с КГЧ 14С135, с учетом принятых исходных данных представлены в таблице 4.8. Приведенные общие выбросы от подвижных агрегатов распределены по времени технологической подготовки комплекса (общее время подготовки комплекса составляет 18 дней) и по площади, охватывающей маршруты движения агрегатов. Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта проведен с использованием программы «АТП-ЭКОЛОГ» (версия 2.55), которая основана на следующих методических документах:

- Методике проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). - М., 1998 г.
- Методике проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом). - М., 1998 г.
- Дополнении (приложения №№ 1, 3) к перечисленным методикам.

Таблица 4.7 - Удельные выбросы подвижных агрегатов, задействованных для подготовки к проведению пуска КГЧ 14С135

Ингредиенты	Удельные выбросы					
	Теплый период			Холодный период		
	Прогрев, г/мин	Холостой ход, г/мин	Пробеговый выброс при движении с постоянной скоростью, г/км	Прогрев, г/мин	Холостой ход, г/мин	Пробеговый выброс при движении с постоянной скоростью, г/км
<i>Грузовой автомобиль с дизельным двигателем (г/н свыше 16т.)</i>						
СО	3,0	2,9	7,5	8,2	2,9	9,3
углеводороды	0,4	0,45	1,1	1,1	0,45	1,3
NO ₂	1,0	1,0	4,5	2,0	1,0	4,5
SO ₂	0,113	0,1	0,78	0,136	0,1	0,97
сажа	0,04	0,04	0,4	0,16	0,04	0,5
<i>Грузовой автомобиль с дизельным двигателем (г/н от 5 до 8т.)</i>						
СО	2,8	2,8	5,1	4,4	2,8	6,2
углеводороды	0,38	0,35	0,9	0,8	0,35	1,1
NO ₂	0,6	0,6	3,5	0,8	0,6	3,5
SO ₂	0,09	0,09	0,45	0,108	0,09	0,56
сажа	0,03	0,03	0,25	0,12	0,03	0,35

Таблица 4.8 - Разовые выбросы от подвижных агрегатов, задействованных для подготовки к проведению пуска КГЧ 14С135

Период года	Разовые выбросы по ингредиентам, г/сек				
	СО	Углеводороды	NO ₂	SO ₂	Сажа
<i>Грузовой автомобиль с дизельным двигателем (г/н свыше 16т.)</i>					
холодный	0,146	0,020	0,054	0,0092	0,0055
теплый	0,012	0,0018	0,0064	0,001	0,0005
<i>Грузовой автомобиль с дизельным двигателем (г/н от 5 до 8 т)</i>					
холодный	3,12	0,56	1,26	0,196	0,14
теплый	0,33	0,053	0,165	0,022	0,011

Результаты расчетов представлены в таблице 4.9. В общей сложности от подвижных транспортных средств при наземной подготовке КА и КГЧ (даже в неблагоприятный период) выбрасывается не более 4,3 кг загрязняющих веществ, в том числе:

- вещества 2 класса опасности – 1,13 кг (26,28%);
- вещества 3 класса опасности – 0,290 кг (6,74%);
- вещества 4 класса опасности – 2,88 кг (66,98%).

Таблица 4.9 - Суммарные выбросы от подвижных агрегатов, задействованных для подготовки к проведению пуска КГЧ 14С135

Период года	Суммарные выбросы по ингредиентам, кг/пуск				
	СО	Углеводороды	NO ₂	SO ₂	Сажа
холодный	2,48	0,40	1,13	0,18	0,11
теплый	1,52	0,26	0,98	0,13	0,07

В связи с этим, а также принимая во внимание небольшие количества общих выбросов в атмосферу от данных агрегатов, учитывать данные выбросы при оценке химического загрязнения атмосферного воздуха при штатной эксплуатации КРК «РС-18» с КА (а тем более только КГЧ и КА) следует считать нецелесообразным.

В подтверждение данного вывода следует отметить, что в соответствии с п.2 «Методики проведения инвентаризации загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий» (Министерство транспорта РФ, 1998 г.) был проведен расчет вредных выбросов от подвижных агрегатов, задействованных при подготовке к запуску РН «РС-18» с космодрома Байконур [5]. Расчет показал нецелесообразность учета выбросов от двигателей подвижных агрегатов транспортно-установочных и регламентных групп при рассмотрении вопросов загрязнения атмосферного воздуха в процессе эксплуатации комплекса «РС-18» с КА (тем более только для КГЧ 14С135 с КА 14Ф133).

Химическое загрязнение атмосферного воздуха при работе ДЭС на СК РН. Подвижная ДЭС предназначена для гарантированного питания при прекращении подачи электроэнергии по госсети (работа в течение 2 часов на один пуск). Она работает в период подготовки к пуску РН «РС-18», в т.ч. для обеспечения работ с КГЧ 14С135 на СК (пл.175/2).

Состав и количество выбросов загрязняющих веществ от работы ДЭС при пуске приведены в таблице 4.10. Основные параметры подвижной ДЭС: высота трубы – 2 м; диаметр трубы – 49 мм; температура газов на срезе трубы – 400°С; удельный расход топлива – 14 г/с.

Таблица 4.10 – Состав и количество выбросов загрязняющих веществ от работы ДЭС при пусках РН «РС-18» с КГЧ 14С135

Загрязняющее вещество	Максимальный выброс, г/с	Суммарный выброс за один пуск, кг/пуск
диоксид азота	1.275	9.180
окись углерода	0.3542	2.551
сернистый ангидрид	0.1417	1.020
сажа	0.0708	0.510
углеводороды	0.17	1.224
акролеин	0.017	0.122

Источниками выбросов загрязняющих веществ на СК являются машины нейтрализации паров КРТ 15Г93 и 15Г94, а также подвижная ДЭС. Машины нейтрализации паров КРТ 15Г93 и 15Г94 предназначены для работы с ДУ РН «РС-18» и их воздействие на ОС в наших расчетах не учитывается. При работе подвижной ДЭС в атмосферу выбрасываются следующие загрязняющие вещества: сажа, сернистый ангидрид, окись углерода, диоксид, акролеин, углеводороды. Эффектом суммации обладают сернистый ангидрид и диоксид азота.

Расчеты были проведены без учета фона для неблагоприятных метеорологических и климатических условий (лето). Коэффициент стратификации атмосферы – 200, максимальная скорость ветра (95%) – 8м/с.

Результаты расчета показали, что приземные концентрации, получаемые в результате рассеивания токсичных продуктов сгорания КРТ РН «РС-18» не превышают значений ПДК_{МР} на следующих расстояниях от агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ:

- для диоксида азота – на удалении свыше 800 м;
- для сернистого ангидрида – на удалении свыше 300 м;
- для акролеина на удалении свыше 190 м;
- для сажи – на удалении свыше 150 м;
- для окиси углерода – на любом удалении;
- углеводородов – на любом удалении;
- для группы суммации веществ: диоксида азота, сернистого ангидрида – на удалении свыше 900 м.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135. Общее количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от источников загрязнения при эксплуатации

КРК «РС-18» с КГЧ 14С135 (без учета выбросов продуктов сгорания при старте РН) представлено в таблице 4.11.

В общем случае, при подготовке к пуску РН «РС-18» с КГЧ 14С135 в атмосферу выбрасывается чуть более 30 кг загрязняющих веществ. Таким образом, учитывая режим работы источников загрязнения (время работы подвижной ДЭС составляет не более 2 часов на пуск, работа агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ 11Г426 и 11Г427 – не более 3 часов, а также результаты проведенных расчетов, можно сделать вывод, что оборудование ТК КА и КГЧ, а также оборудование СК РН «РС-18» при подготовке КА к пуску оказывают на ОС (приземный слой атмосферы) локальное, незначительное и непродолжительное воздействие.

Таблица 4.11 - Общее количество выбросов загрязняющих веществ при подготовке КГЧ на СК РН «РС-18»

Загрязняющее вещество	Суммарные выбросы загрязняющих веществ при эксплуатации КГЧ на ТК и СК, кг/пуск				
	ТК КА и КГЧ		Автотранспорт	ДЭС на СК РН	Всего
	Агрегаты нейтрализации паров и промстоков				
Сажа	0,039	0,018	0,110	0,510	0,677
Окислы серы	3,828	1,801	0,180	1,020	6,829
Окись углерода	2,578	1,213	2,480	2,551	8,822
Двуокись азота	1,387	1,920	1,130	9,180	13,617
НДМГ	-	0,0019	-	-	0,0019
Цианистый водород	-	0,0014	-	-	0,0014
Формальдегид	-	0,0072	-	-	0,0072
Углеводороды	-	-	0,400	1,224	1,624
Акролеин	-	-	-	0,122	0,122

4.1.2. Прогноз загрязнения подземных и поверхностных вод при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на космодроме Байконур

Воздействие на подземные и поверхностные воды оказывается за счет потребления воды на бытовые и производственные нужды и сброса бытовых и дренажных вод. В связи с тем, что загрязненные промстоки, образующиеся при эксплуатации КГЧ 14С135 (повторная, при необходимости, заправка топливных баков КА и ОИА КГЧ), собираются специально предусмотренной системой сбора промстоков и нейтрализуются, попадание промстоков, содержащих КРТ, в систему бытовой канализации или в окружающую среду при штатной работе исключено. Сбросы бытовых сточных вод подвергаются полной биологической очистке. Таким образом, подготовка КА и КГЧ не приведет к ухудшению качества поверхностных и грунтовых вод в районе эксплуатации космодрома Байконур.

4.1.3. Прогноз воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на почвы и грунты на космодроме Байконур

Химическое загрязнение почвенно-растительных покровов при подготовке КА и КГЧ. Главные потенциальные источники техногенного загрязнения почвенного покрова можно разделить на выбросы, отходы и стоки. Выбросы на территории площадок размещения подготовки КА и КГЧ разделяются на производственные и хозяйственно-бытовые (работа объектов жилой инфраструктуры: котельные и т.п.).

Загрязняющие вещества от этих источников могут поступать в почвенный покров из атмосферных выпадений, депонируются почвой и образуют в верхнем гумусовом горизонте аномальные зоны (очаги загрязнения), размер которых определяется параметрами источников загрязнения, временем его воздействия и составом загрязняющих компонентов. Выбросы автотранспортных средств также относятся к этому типу загрязнения почвы. Из всех потенциальных загрязнителей почвенного покрова на площадках подготовки КА и КГЧ, наиболее токсичным может являться НДМГ и продукты его трансформации.

Вместе с тем лидировать в общем балансе поступления загрязнителей почвенно-растительного покрова будут подвижные транспортные средства, используемые для подготовки КА и КГЧ. Систематическое передвижение по дорогам космодрома данных средств может привести к незначительному загрязнению придорожных участков транспортных магистралей шириной до 10-40 метров углеводородами. Кроме того, следует ожидать, что обслуживание транспортных средств (заправка, ремонт, мытье и т.д.) дополнительно дадут загрязнение почвы нефтепродуктами и СПАВами.

Однако, учитывая природно-климатические характеристики района расположения космодрома Байконур, а также принимая во внимание

небольшие количества общих выбросов в атмосферу, можно говорить о незначительном химическом загрязнении почвенно-растительных покровов в районе расположения космодрома.

Механическое воздействие на почвогрунты при наземной подготовке МЛМ. В общем случае непосредственное механическое воздействие на почвогрунты при наземной подготовке КА и КГЧ на космодроме Байконур исключено. Однако механическое нарушение почвенно-растительного покровов в районе расположения космодрома Байконур может быть связано с образованием бытовых отходов при подготовке КА и КГЧ в случае нарушения правил обращения с отходами.

Незначительные производственные отходы, образующиеся при наземной подготовке КА и КГЧ (ветошь обтирочная), утилизируются в установленном порядке. Согласно рекомендациям СНиП 2.07.01-89 (приложение 11 «Нормы накопления бытовых отходов»), ежегодное количество твердых бытовых отходов (ТБО) на человека составляет 289 кг/(чел.·год). Среднее количество персонала, необходимое для подготовки КА и КГЧ, составляет 11 человек, период подготовки занимает 18 дней. Таким образом, следует ожидать, что при выполнении одного цикла работ по подготовке КА и КГЧ общее количество ТБО может составить около 156,8 кг.

Ориентировочный состав ТБО, образующихся при наземной подготовке КА и КГЧ, можно условно разделить на следующие составляющие:

- бумага, картон	- 21 – 24%;
- пищевые отходы	- 28 – 36%;
- дерево	- 2 – 4%;
- металл черный (консервные банки)	- 3 – 5%;
- металл цветной	- 0,2 – 0,3%;
- текстиль	- 5 – 7%;
- кости	- 2 – 7%;
- стекло	- 6 – 10%;
- кожа, резина	- 3 – 7%;
- камни	- 1 – 2%;
- пластмасса (упаковочная)	- 2 – 4%;
- прочее	- 7 – 13%.

ТБО предусмотрено складировать на жилых площадках в контейнеры и по мере накопления вывозить на действующие свалки. Образование несанкционированных свалок бытового мусора при наземной подготовке КА и КГЧ полностью исключено.

4.1.4. Прогноз изменений геолого-геоморфологических условий в районе размещения КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на космодроме Байконур

При подготовке КА и КГЧ к запуску на космодроме Байконур не планируется проводить каких-либо работ, способных оказать какое-либо воздействие непосредственно на геологические структуры.

Проектом создания КА и КГЧ предусматривается использование действующих объектов на площадках 2А, 31, 175/2 космодрома Байконур с максимальным использованием существующей инфраструктуры, железных и автомобильных дорог. Вследствие этого на рельеф космодрома будет оказано минимальное воздействие. При этом не будет производиться никакого массового сведения растительного и почвенного покровов, геоморфосистема легко справится с подобной нагрузкой и процесс эксплуатации КА и КГЧ на космодроме Байконур не вызовет нарушения существующего в настоящее время геоморфодинамического равновесия.

4.1.5. Воздействие на подземные и поверхностные воды

Воздействие на подземные и поверхностные воды при наземной подготовке КА и КГЧ оказывается за счет потребления воды на бытовые и производственные нужды и сброса бытовых и дренажных вод. В связи с тем, что загрязненные промстоки, образующиеся при эксплуатации КА и КГЧ (заправка топливных баков ДУ КА и КГЧ), собираются специально предусмотренной системой сбора промстоков и нейтрализуются, попадание промстоков, содержащих КРТ, в систему бытовой канализации или в окружающую среду при штатной работе исключено. Сбросы же бытовых сточных вод подвергаются полной биологической очистке.

4.1.6. Прогноз воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на растительность и животный мир

Наземная подготовка КГЧ 14С135 приведет, прежде всего, к увеличению (хотя и незначительному) валового количества выбросов, в основном составе которых будут присутствовать пыль, оксиды азота, оксиды углерода, соединения свинца, углеводороды, НДМГ и другие соединения. Вместе с тем, растения способны поглощать и тем самым обезвреживать значительные количества ингредиентов (в частности повышенное содержание в атмосферном воздухе углекислого газа положительно влияет на процесс фотосинтеза).

При создании и эксплуатации комплекса «РС-18» с КГЧ 14С135 на космодроме Байконур не планируется механическое нарушение мест обитания и ареалов распространения животного населения. Вместе с тем запуски РН «РС-18», в т.ч. с КА 14Ф133, работа на технологических объектах

комплекса и тому подобная деятельность могут опосредованно повлиять на миграцию (полную или частичную) некоторых видов животного населения района.

4.1.7. Долгосрочный прогноз экологической устойчивости территориально-природного комплекса космодрома Байконур

Под экологической устойчивостью природного территориального комплекса (ПТК) понимают способность сохранять структуру и функциональные способности при воздействии неблагоприятных внешних факторов (в данном случае при эксплуатации РКТ). Экологическая устойчивость ПТК, находящихся в различных природно-географических зонах, к одним и тем же опасным и вредным факторам воздействия процессов эксплуатации РКТ различна и зависит как от собственных характеристик экосистемы, так и от длительности и интенсивности техногенного воздействия на нее. Имеется ряд подходов к анализу экологической устойчивости [6, 7], однако общепринятых методик количественной оценки устойчивости экосистем по отношению к техногенному воздействию в настоящее время не существует.

В рамках прогнозирования экологической устойчивости ПТК в районе эксплуатации МЛМ с помощью методов стохастической квалиметрии [8, 9] было проведено сравнение потенциальной экологической устойчивости ПТК российских космодромов по ряду частных признаков, представленных в таблице 4.12. Перечисленные признаки универсальны по отношению к различным типам загрязнений, однако, они недостаточно характеризуют другие типы техногенных воздействий на ПТК, например, механическое воздействие на ландшафты и геологическую среду. Существует также ряд важных признаков, характеризующих, например, устойчивость к загрязнению или закислению почв. Среди них, - формы ландшафтно-геохимических систем (линейные, концентрации, рассеяния), принадлежность их к замкнутым или открытым системам, скорости разложения поступающих на поверхность почвы органических остатков, реакция и окислительно-восстановительные условия в почвах и др. [8, 9]. Однако, во-первых, эти признаки не всегда можно выразить количественно, а во-вторых, иногда один и тот же признак в различных природно-географических условиях может действовать по-разному: в одних случаях повышать экологическую устойчивость, а в других - снижать.

Ординальная информация по частным признакам, представленным в таблице 4.12, задавалась виде:

$$X_1 = X_2 > X_5 = X_6 > X_7 = X_8 > X_3 = X_4, \quad (4.1)$$

где «>» означает отношение предпочтения.

Таблица 4.12 - Частные признаки, характеризующие экологическую устойчивость ПТК

Частный признак сравнения	Обозначение	Характеристика воздействия на экологическую устойчивость
Средняя удельная биомасса растительности	X_1	С повышением удельной биомассы растительности возрастает потенциальная способность ПТК противостоять техногенным нагрузкам за счет увеличения диапазона невосприимчивости к неблагоприятным экологическим факторам
Средняя удельная биопродуктивность растительной биомассы	X_2	С повышением удельной биопродуктивности растительности возрастает потенциальная способность ПТК противостоять техногенной нагрузке за счет увеличения потенциала самоочищения ПТК
Максимальный годовой перепад температур воздуха	X_3	Высокие максимальные перепады годовых температур воздуха и количества осадков, имеющие место в ПТК косвенно свидетельствуют о широком диапазоне невосприимчивости природного комплекса к неблагоприятным экологическим факторам
Максимальный перепад количества осадков	X_4	
Суммарный годовой речной сток	X_5	Чем выше суммарный годовой речной сток и среднегодовая скорость ветра, тем выше потенциал самоочищения ПТК за счет ускоренного выноса загрязнителей за границы природного комплекса
Среднегодовая скорость ветра	X_6	
Годовая доза ультрафиолетовой радиации	X_7	Чем больше годовая доза ультрафиолетовой радиации и чем чаще имеют место грозы, тем выше потенциал самоочищения ПТК за счет разложения органических атмосферных примесей под действием УФ-излучения, ускоренного окисления продуктов техногенеза в условиях грозы и вымывания их дождем
Количество дней в году с грозами	X_8	

Смысл ординального выражения (4.1) заключается в следующем: наиболее важными экосистемными показателями для обеспечения экологической устойчивости ПТК космодрома являются средние значения удельной биомассы и удельной биопродуктивности растительности, которые в основном определяют потенциал самоочищения и диапазон невосприимчивости ПТК к техногенным воздействиям. Поэтому наибольшей экологической устойчивостью обладают лесные ПТК. Однако в степных, полупустынных и пустынных ПТК экологическая устойчивость определяется в основном способностью самоочищения за счет речного стока, ветровых переносов, ультрафиолетовой радиации Солнца и грозовых дождей. Исходя из этих соображений, далее ординальный ряд, в порядке убывания значимости частных показателей экологической устойчивости строится

следующим образом: «Суммарный годовой речной сток» и «Среднегодовая скорость ветра», «Годовая доза ультрафиолетовой радиации» и «Количество дней в году с грозами». Максимальные, по результатам наблюдений, перепады температур воздуха и количества осадков, косвенно определяющие диапазон невосприимчивости ПТК к техногенным воздействиям, приняты равнозначными. Данные о номинальных значениях выбранных частных признаков даны в таблице 4.13 .

Таблица 4.13 - Номинальные значения частных признаков сравнения

Признак	Космодромы		
	Плесецк	Свободный	Байконур
X_1 , ц/га	1000	2250	25
X_2 , ц/га · год	50	100	25
X_3 , °С	80	88	90
X_4 , мм	580	400	100
X_5 , км ³ /год	13,6	4,42	10,1
X_6 , м/с	3,4	4,8	5,4
X_7 , Вт · ч/м ²	100	400	800
X_8 , дней/год	10	30	5

Результаты сравнения экологической устойчивости космодромов России представлены на рисунке 4.2. Как видно из рисунка, наиболее экологически устойчивы ПТК космодрома Свободный. Несколько менее устойчивы ПТК космодрома Плесецк. И, наконец, самые неустойчивые ПТК расположены на территории космодрома Байконур. Высокую экологическую устойчивость ПТК космодрома Свободный определяют в основном высокие удельные показатели биомассы и биопродуктивности; соответствующие показатели космодрома Байконур на порядок ниже.

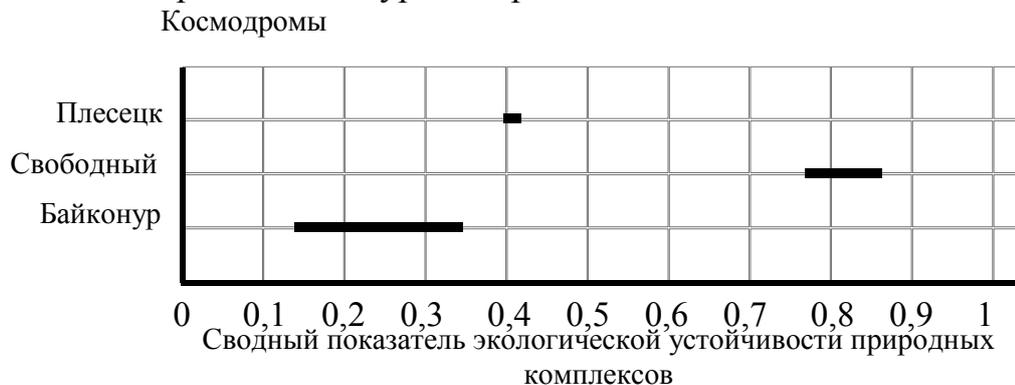


Рисунок 4.2 - Результаты сравнения потенциальной экологической устойчивости природных комплексов российских космодромов

Учитывая же незначительное суммарное воздействие на ОС, можно предположить, что подготовка КА и КГЧ к запуску не окажет существенного воздействия на экологическую устойчивость природных комплексов в районе расположения космодрома Байконур.

4.1.8. Акустическое воздействие

При наземной подготовке КА и КГЧ основными источниками шума являются агрегаты нейтрализации паров и промстоков КРТ на пл.31. На пл.2А источники шума отсутствуют.

Четыре ДЭС-200 размещаются внутри сооружений, ограждающие конструкции которых обеспечивают необходимую степень защиты от шума. На агрегатах 11Г426 и 11Г427 устанавливаются стандартные глушители. Уровень шума от данных источников при проведении штатных работ не превышает 90 дБА. Расчет уровней звукового давления, создаваемого расположенными на площадке 31 источниками шума, проведен в соответствии с рекомендациями СНиП 1.02.01-85. Результаты расчета представлены на рисунке 4.3.

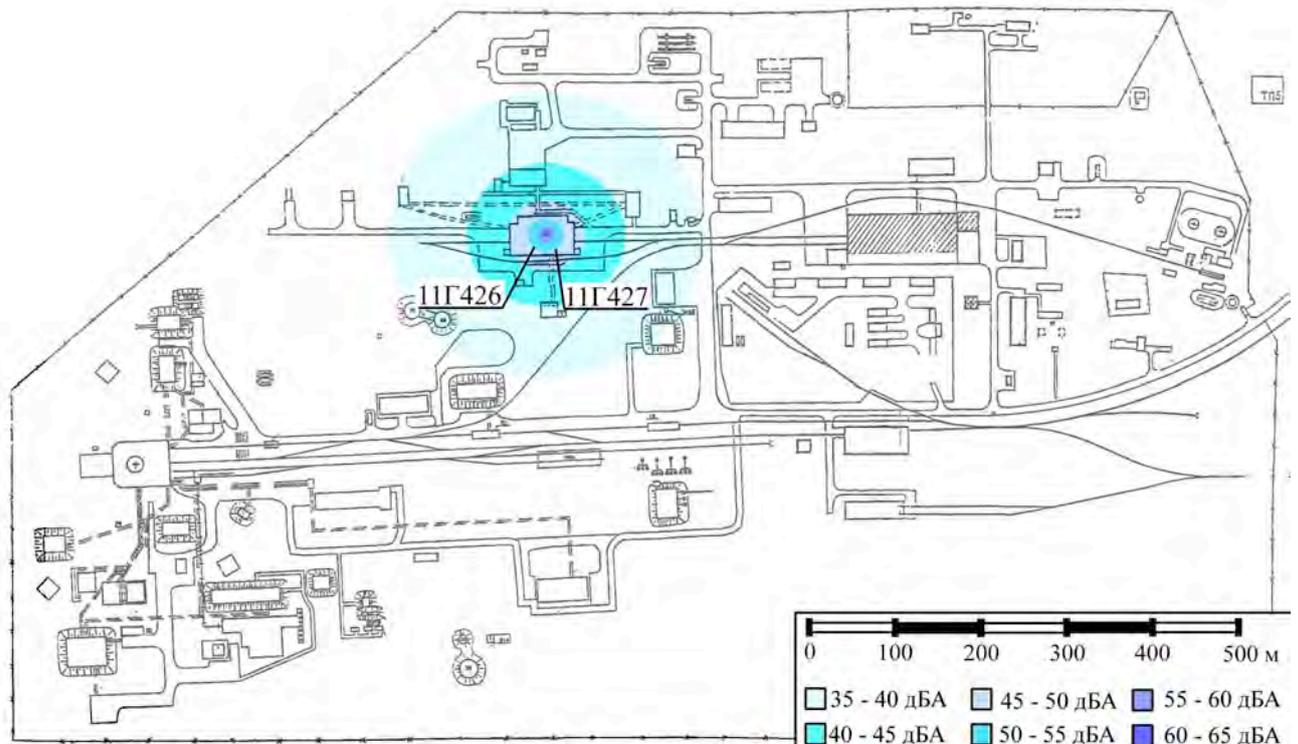


Рисунок 4.3 - Распространение шумов при подготовке КА на площадке 31

Следует отметить, что вблизи объектов, на которых происходит подготовка КА и КГЧ, зоны жилой застройки отсутствуют (ближайшая зона жилой постройки удалена от площадки 31 на расстояние более 2 км). Таким

образом, можно сделать вывод, что при штатной работе шум, создаваемый агрегатами 11Г426, 11Г427, не превышает установленных санитарных норм.

Работающие двигатели подвижных транспортных средств, используемых при наземной подготовке КА и КГЧ, также являются источниками шума. Уровень шума, создаваемого подвижными транспортными средствами, определен расчетным путем в соответствии с рекомендациями [10]. В качестве расчетного принят уровень звука, создаваемый при движении автомобиля на 1 передаче со скоростью 10 км/час. Значение уровня звука при движении со скоростью 10 км/час на 1 передаче составляет: для легкового автомобиля – 60 дБА; для грузового автомобиля – 78 дБА. На холостом ходу эти значения ниже. Добавка при движении автомобиля с ускорением составляет: для легковых автомобилей - до 10 дБА; для грузовых - до 12 дБА. Учитывая то, что движение подвижных агрегатов значительно разнесено по времени и проходит на большом удалении от населенных пунктов, акустический расчет нецелесообразен.

Таким образом, проведенная оценка акустического воздействия подвижных транспортных средств при наземной подготовке КА 14Ф133 на космодроме Байконур показала, что уровень воздействия незначительный, кратковременный и локальный.

4.2 Оценка воздействия КГЧ 14С135 на окружающую среду РП ОЧ

В процессе полета ГО сбрасывается в отведенный район падения на высотах порядка 125,5 км при скорости полета РН 4,22 км/с. Особенность конструкции створок ГО такова, что после отделения от КГЧ их скорость быстро снижается, а затем они свободно падают на поверхность Земли в отведенном РП. Процесс падения створок ГО напоминает падение кленового листа, поэтому скорость падения незначительна, вследствие чего механического разрушения створок при ударе о поверхность как правило не происходит.

При падении ОЧ РН почвы и грунты РП подвергаются механическому воздействию. Основным фактором данного воздействия являются масса падающей на поверхность Земли ОЧ РН. Масса створок ГО, падающих в РП, составляет 390 кг.

Одним из аспектов устойчивости природной среды к механическому загрязнению территории является прочность грунтов на одноосное сжатие (кг/см^2). Возможность образования воронок напрямую зависит от типа грунтов, на которые происходит падение. Наиболее прочные из них достигают значений 20-40 кг/см^2 .

Прочностные свойства почво-грунтов районов падения, используемых под ГО КГЧ, соизмеримы с силой механического воздействия удара ОЧ, что уже обеспечивает устойчивость грунтов к механическим воздействиям от

ударов во время падения ОЧ РН. Следует отметить, что максимальное значение объема поврежденного грунта в случае падения на поверхность Земли ГО может составлять до 2 м^3 , глубина воронки - до 30 см.

При падении конструкции ОЧ и последующем ударе ее о поверхность Земли в грунте возникают и распространяются ударные волны, способные вызвать незначительные сейсмические колебания грунта. Критерием оценки сейсмического воздействия, принятым на территории РФ, является допустимая скорость колебаний грунта, т.е. скорость, при которой сохранение зданий и сооружений полностью гарантировано, а возможные локальные деформации не превысят прогнозируемые. Оценка проводилась с использованием принятой в РФ шкалы оценки сейсмических воздействий [11] (таблица 4.14), а также с рекомендациями [12].

Таблица 4.14 - Шкала оценки сейсмических воздействий на промышленные здания и сооружения

Балл	Характеристика колебаний и вызываемых ими нарушений	Допустимая скорость, см/с	Предельная скорость, см/с
I	Колебания отмечаются только приборами	0,1	0,2
II	Колебания ощущаются в отдельных случаях при тишине	0,2	0,4
III	Колебания ощущаются некоторыми людьми или знающими о взрыве	0,4	0,8
IV	Колебания отмечаются многими людьми, дребезжание стекол	0,8	1,5
V	Осыпание побелки, повреждение штукатурки и отдельных ветхих зданий	1,5	3,0
VI	Тонкие трещины в штукатурке, повреждение зданий, имеющих деформацию	3,0	6,0
VII	Повреждение зданий, находящихся в удовлетворительном состоянии, трещины в штукатурке, падение кусков штукатурки, тонкие трещины в сочленениях стенок и перекрытий, трещины в печах трубах	6,0	12,0
VIII	Значительные повреждения зданий, трещины в несущих конструкциях и стенах, большие трещины в перегородках, падение печных труб, обвалы штукатурки	12,0	24,0
IX	Разрушение зданий, большие трещины в стенках, расслоение кладки, падение некоторых участков стен	24,0	48,0
X–XII	Большие разрушения и обвалы зданий	> 24,0	> 48,0

Падение ГО по уровню воздействия эквивалентно взрыву в грунте 1,18 кг тротила. Результаты расчетов зависимости скорости колебания грунта от расстояния при падении ОЧ на поверхность Земли представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 - Радиусы зон сейсмического воздействия при падении створок ГО (в метрах)

Тип ОЧ	Балл									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X - XII
ГО	240	150	95	63	40	25,5	16	10	6,4	< 6,4

Результаты проведенных расчетов показывают, что сейсмическое воздействие при падении ГО КГЧ 14С135 на поверхность Земли проявляется на незначительном расстоянии от места падения, в частности расстояния, на которых колебания грунта не обнаруживаются даже приборами, составляют 240 м. Таким образом, уровень механического воздействия на почвы и грунты при падении ГО КГЧ является незначительным.

Инфраструктура территорий сухопутного района падения ОЧ КГЧ 14С135 не содержит сколько-нибудь уязвимых объектов. Она включает одиночные летники, зимники, колодцы, котлованы и другие объекты, размеры которых делают вероятность попадания в них достаточно малой. Падающий ГО при ударе о грунт разрушиться не должен. Конструкция ГО не содержит материалов, воздействующих на ОС. Площадь места падения створок ГО по сравнению с площадью отводимого РП ничтожно мала.

Учитывая, что использование РП ОЧ является эпизодическим (не более 1-2 раз в год), общую экологическую нагрузку на территорию района, связанную с его механическим загрязнением, можно оценить как незначительную. Таким образом, можно прогнозировать, что запуски РН «РС-18» с КГЧ 14С135 не приведут к существенному механическому загрязнению ОС в РП ОЧ.

4.3 Прогноз воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на околоземное космическое пространство

Полет КГЧ происходит на высотах 185-505 км. В связи с этим основными видами воздействия КА и ставных частей КГЧ на ОС являются: химическое загрязнение ОКП КРТ и продуктами сгорания КРТ; увеличение засоренности ОКП. Радиационного воздействия КГЧ на ОКП не оказывает в силу отсутствия в его составе радиоактивных материалов и элементов.

В общем случае основные эффекты воздействия продуктов сгорания объектов РКТ на нейтральный состав атмосферы можно условно разделить на 4 типа:

- изменение химического состава нейтральной верхней атмосферы;

- динамические воздействия;
- тепловые эффекты;
- электромагнитные воздействия.

Изменение химического состава нейтральной верхней атмосферы происходит в результате выброса продуктов сгорания КРТ, сопровождающегося расширением облака продуктов сгорания и вытеснением окружающего атмосферного газа в процессе выравнивания давления в зоне выброса. Релаксация продуктов сгорания в атмосфере происходит в результате диффузии и сопровождается фотохимическими реакциями компонентов атмосферы с продуктами сгорания КРТ.

Динамические воздействия происходят на стадии выравнивания давлений и среднемассовых скоростей. Характер этих воздействий определяется разницей в первоначальных значениях давлений (плотностей) и среднемассовых скоростей для составляющих продуктов сгорания и атмосферы. Динамические возмущения зоны пролета объектов ракетно-космической техники способны стать источником волновых движений атмосферы, струйных течений, а также ударных волн.

Тепловые эффекты связаны, в первую очередь, с процессом термализации продуктов сгорания в атмосфере при торможении потока составляющих продуктов сгорания КРТ; при этом происходит перекачка энергии частиц продуктов сгорания на поступательные, вращательные и колебательные степени свободы атмосферных частиц. Другим источником тепловых возмущений среды может служить изменение скоростей химических реакций, сопровождаемых энергообменом, в соответствии с изменением химического выброса продуктов сгорания.

К *электромагнитным воздействиям* относятся генерация токов, вызванных увлечением плазмы в возмущенной среде, и альвеновская ионизация высокоскоростных потоков нейтрального газа в магнитном поле Земли.

4.3.1. Загрязнение ОКП в процессе полета КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 продуктами сгорания КРТ

Функционирование АПБ РН и КГЧ происходит на высотах около 500 км. При этом химическое загрязнение ОКП связано с выбросом токсичных продуктов сгорания двигательных установок АПБ, ОИА и КА. В связи с тем, что двигательные установки АПБ, ОИА и КА являются малогабаритными, реальные режимы истечения продуктов сгорания, близки к «замороженному» (неравновесному) истечению.

Для исследования воздействия выбросов продуктов сгорания КРТ на нейтральные слои верхней атмосферы использовалась модель нейтральной атмосферы MSIS-83 [13]. В расчетах использовался максимально

допустимый разовый выброс продуктов сгорания КРТ для рассматриваемой траектории полета связки «АПБ+КГЧ» и рабочей орбиты МКА.

Расчет состава продуктов сгорания КРТ при равновесном и неравновесном режимах истечения в ДУ осуществляется с помощью многоцелевого программного модуля «АСТРА-4». Исходные данные для расчета продуктов сгорания КРТ ДУ АПБ, ОИА и КА с помощью программы «АСТРА-4» приведены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 - Исходные данные для расчета продуктов сгорания ДУ АПБ и КГЧ

Параметры ДУ		ДУ управления и разгона АПБ	ДУ стабилизации (ДУ ОИА)	ДУ КА
Давление в камере сгорания, кгс/см ²		9	8	8
Степень геометрического расширения сопла		4,75	11,5	11,5
Коэффициент соотношения КРТ		1,8	1,85	1,85
Условная формула	окислитель	$C_{33,3333}H_{133,3333}N_{33,3333}$		
	горючее	$N_{21,7391}O_{43,4783}$		
Энтальпия образования, ккал/кг	окислитель	-50,97		
	горючее	16,75		

Результаты расчета продуктов сгорания КРТ ДУ АПБ, ОИА и КА приведены в таблице 4.17.

Результаты расчета состава продуктов сгорания КРТ ДУ АПБ, ОИА и МКА показали, что при работе этих ДУ в составе продуктов сгорания содержится порядка 31% токсичных соединений – окиси азота (до 29,8%) и окиси углерода (до 1,7%).

Работа ДУ АПБ (ДУ управления и разгона) и ДУ ОИА (8 ДУ стабилизации), происходит на высотах порядка 500 км в течение 3 минут. При работе ДУ АПБ и ОИА выбрасывается порядка 137 кг СО и 5 кг NO. Работа ДУ КА происходит на высоте 500 км. Время функционирования МКА составляет порядка 3-5 лет. При этом двигательные установки МКА включаются периодически. Время включения ДУ КА составляет от 2-4 с до 20-30 с. Максимальный выброс токсичных соединений за одно включение ДУ МКА составляет: окиси углерода - от 6,3 г до 95 г; окиси азота – от 0,2 г до 3,5 г. В общем случае за весь период функционирования КА (3-5 лет) максимальный выброс токсичных соединений составит: окиси углерода – 21 кг; окиси азота – 0,75 кг.

Таблица 4.17 - Состав продуктов сгорания КРТ ДУ АПБ и КГЧ

Продукты сгорания	Состав продуктов сгорания КРТ ДУ, г/кг топлива		
	ДУ управления и разгона АПБ	ДУ стабилизации ОИА	ДУ КА
O ₂	0,33	0,35	0,35
H ₂	19,12	19,12	19,12
ОН	5,91	6,11	6,11
H ₂ O	234,97	234,63	234,63
N ₂	338,88	341,71	341,71
СО	297,58	297,56	297,56
NO	10,40	10,70	10,70
CO ₂	86,58	86,64	86,64
N ₂ C	8,40	12,60	12,60
Остальные	3,43	2,65	2,65

Результаты расчета по влиянию выбросов продуктов сгорания КРТ ДУ ОИА КГЧ и КА на нейтральный состав атмосферы позволяют сделать следующие выводы:

- Эффект генерации атомарного водорода с концентрацией выше фона незначителен. В результате выброса продуктов сгорания КРТ возможен локальный эффект возмущения фона по компонентам H, H₂O, СО, СО₂ на несколько порядков, однако в силу скоротечности диффузии на этих высотах время существования зон возмущения заведомо не превысит величины порядка нескольких часов.
- Тепловые эффекты воздействия максимально возможного выброса продуктов сгорания КРТ ДУ АПБ и КГЧ на атмосферные составляющие обусловлены только относительной скоростью, так как эти газы химически малоактивны, и их реакции характеризуются малым энергетическим вкладом.
- Альвеновская ионизация для рассматриваемого случая выброса продуктов сгорания КРТ ДУ АПБ и КГЧ невозможна с энергетической точки зрения. Это обусловлено тем, что минимально необходимая для образования и поддержания такого эффекта критическая скорость для исследуемых компонентов продуктов сгорания составляет порядка 8-9 км/с, что значительно превышает реальную скорость потока продуктов сгорания КРТ двигателей рассматриваемых образцов ракетно-космической техники.

Таким образом, химическое воздействие на ОС при функционировании КГЧ и МКА следует считать незначительным.

4.3.2. Прогноз воздействия КА 14Ф133 на увеличение засоренности ОКП

Воздействие на ОКП при функционировании составных частей КГЧ обусловлено возможным механическим засорением объектами искусственного происхождения. В частности, при функционировании составных частей КГЧ могут быть выделены следующие этапы, на которых происходит возможное засорение ОКП:

- полет орбитального блока (АПБ-КГЧ) на участке работы ДУ АПБ и ДУ ОИА;
- пассивный полет связки «АПБ-ОИА»;
- функционирование МКА на целевой орбите;
- полет МКА после окончания срока активного существования.

Таким образом, эксплуатация КГЧ с МКА 14Ф133 потенциально может привести к определенному росту численности группировки космического мусора в ОКП. При этом засоренность ОКП в данном случае определяется количеством образуемого «космического мусора» и областью, в которой он будет рассредоточиваться. В свою очередь, количество частиц «космического мусора» и их распределение в ОКП определяют вероятность повреждения конструкции составных частей КГЧ: связка АПБ-КГЧ, КА. Потенциальная возможность столкновения данных составных частей с частицами «космического мусора» предопределяют дополнительное увеличение группировки «космического мусора».

Количество частиц «космического мусора» и их распределение в околоземном космическом пространстве определяют вероятность повреждения активных РН и КА. В свою очередь, потенциальная возможность столкновения активных РН и КА с частицами «космического мусора» предопределяют дополнительное увеличение группировки «космического мусора». В связи с этим основным показателем воздействия «космического мусора» на качество функционирования объектов РКТ и наоборот, воздействия РКТ на увеличение общей популяции «космического мусора», является вероятность столкновения объектов РКТ с частицами «космического мусора».

Вероятность столкновения зависит от концентрации частиц в пространстве вдоль траектории движения космического средства, от продолжительности его нахождения в той или иной области засоренного пространства, от скорости движения частиц относительно аппарата, и, наконец, от формы конструкции. Последний тезис подтверждается, например, таким случаем: поток частиц «космического мусора» через громадную солнечную батарею может оказаться нулевым, если указанная

конструкция расположена торцом к вектору скорости относительного сближения всех частиц с аппаратом.

Вероятность столкновения целесообразно определять для частиц «космического мусора» с различными характерными размерами. Связано это с тем, что пространственное распределение крупных фрагментов (с характерным размером более 1 см) в настоящее время достаточно хорошо изучено в связи с возможностью их регистрации радиолокационными средствами. Поэтому данный факт особо учитывают при выборе рабочих орбит функционирования РН и КА, так как при столкновении с крупными фрагментами наиболее вероятным исходом для них будет полное разрушение конструкции. Напротив, мелкие частицы в настоящее время практически не могут быть зарегистрированы, а потому их распределение получают с теоретическими методами. Кроме того, при столкновении с мелкими частицами можно говорить о частных повреждениях РН и КА или бортовых систем. В связи с этим повреждение РН и КА в результате столкновения с мелкими частицами «космического мусора» носит вероятностный характер и во многом зависит от значения вероятности столкновения.

При подготовке материалов данного раздела использовался методический подход, разработанный в 4 ЦНИИ Минобороны России [14-16]. Данный научно-методический материал был успешно реализован и апробирован при решении важнейших практических задач по данной проблеме.

Факт засоренности ОКП в настоящее время стал неоспоримым и общепризнанным. Это так называемая проблема «космического мусора», под которым понимается множество орбитальных объектов, образовавшихся в космосе в результате освоения и использования околоземного пространства. Такие объекты представляют все большую опасность для нормального функционирования дорогостоящих ракетно-космических комплексов. По сути имеет место определенное изменение окружающей среды. КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 являются потенциальным источником дальнейшего увеличения засоренности околоземного пространства.

При запуске КГЧ 14С135 неизбежно увеличивается засоренность космического пространства. После отделения КА 14Ф133 от КГЧ он продолжает автономный полет в течение 5 лет. После окончания активного существования выдается тормозной импульс ДУ КА и происходит его быстрое снижение. В дальнейшем, в качестве средства уменьшения сроков пассивного полета КА после окончания эксплуатации могут быть использованы пассивные системы торможения. В случае невозможности выдачи тормозного импульса в любом случае должна быть проведена пассивация КА: сброс остатков КРТ и газа наддува из ДУ. После отделения КА связка АПБ-ОИА (с адаптером) уводится с орбиты КА с помощью ДУ ОИА.

КА 14Ф133 предполагает использование орбит $i=66,24^\circ$ и $i=97,36^\circ$. Орбита с наклоном $i=97,36^\circ$ считается приполярной, в связи с чем, вероятность столкновения КА, функционирующего на этой орбите, существенно выше (на несколько порядков), чем вероятность столкновения КА, функционирующего орбитах с наклоном $i=66,24^\circ$.

В настоящее время опасность функционирования космических средств в облаке «космического мусора» принято оценивать вероятностью столкновения с «опасными», то есть с частицами, имеющими размеры в поперечнике более 1 см. Критичность вопроса засоренности ОКП обусловлена также тем, что пока не существует технических средств и даже теоретических методов для его очистки. Вопрос очистки космического пространства искусственными методами сейчас ни теоретически, ни тем более практически не исследован. Более того, даже косвенный метод уменьшения засоренности орбит путем регламентации процесса освоения космоса различными нормативно-техническими документами сейчас только разрабатывается.

Исследования проблемы засорения показали, что естественный механизм очистки космоса (за счет аэродинамического торможения) эффективен только в пределах высот до 600-700 км, а искусственные способы очистки настолько дороги, что данная проблема может быть решена только в международном масштабе. Кроме того, было обнаружено, что снижение темпов запусков не является решением этой проблемы, так как по ряду оценок отечественных и зарубежных ученых даже после полного прекращения запусков в настоящее время, уровень техногенного засорения космоса будет возрастать вследствие разрушений существующих космических аппаратов и объектов из-за взрывов и столкновений с ненаблюдаемыми частицами космического мусора (с поперечным размером менее 10 см).

При моделировании предполагается, что КА имеет сферическую форму и движется по заданной орбите. Концентрация частиц космического мусора разных размеров в любой точке ОКП считается известной. Величина скорости частиц на заданной высоте орбиты с достаточной точностью может быть рассчитана по простейшей формуле эллиптической теории. Статистическое распределение возможных направлений скорости КО в любой точке ОКП также считается известным. Такое описание скоростей предполагает, что поток частиц является плоским. Правомерность этого допущения обусловлена близостью большей части орбит к круговым. Таким образом, имеется полная статистическая информация о КО – их концентраций и поля скоростей. Принимается, что размеры КА существенно больше размеров сталкивающихся с ними фрагментов. Очевидно, что в конечном счете задача сводится к оценке среднего числа КО, которые пересекают поверхность задаваемого КА за единицу времени (год).

Обоснование методики оценки среднего ожидаемого числа столкновений КА с «космическим мусором» подробно изложено в [17]. Методика, основанная на статистическом описании всего множества КО искусственного происхождения, позволяет детально учитывать переменность потока КО как функцию элементов орбит рассматриваемого КА и его положения в ОКП. В таблице 4.18 приведены результаты применения изложенной методики для оценки потока «космического мусора» относительно орбиты высотой 400 и 600 км и наклоном, наиболее близким к наклонению орбиты КА 14Ф133 [18]. Рассмотрены все 8 диапазонов размеров КО. При этом средняя относительная скорость на высоте орбиты 400 и 600 км составляет 10,8 км/сек.

Таблица 4.18 - Удельный поток КО разного размера относительно КА с орбитой высотой 400 и 600 км и наклоном 65°

Показатели	Значения для диапазонов размеров							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Средние размеры, см	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	4,0-8,0	8,0-20	> 20
Удельный поток КО для орбиты 400 км, м ⁻² год ⁻¹	0,30E-2	0,32E-3	0,88E-4	0,13E-4	0,63E-5	0,29E-5	0,17E-5	0,45E-6
Удельный поток КО для орбиты 600 км, м ⁻² год ⁻¹	0,81E-2	0,87E-3	0,24E-3	0,36E-4	0,17E-4	0,75E-5	0,44E-5	0,14E-5

Вероятность столкновения КА должна быть определена для двух вариантов частиц «космического мусора»: мелких (характерный размер 1 см) и крупных (характерный размер 10 см и более). Наличие этих двух вариантов обусловлено различным характером повреждения КА при возможном столкновении с частицами. Если при столкновении с мелкими частицами можно говорить о частных повреждениях КА или бортовых систем, то при столкновении с крупными фрагментами наиболее вероятным исходом будет полное разрушение конструкции. Кроме того, пространственное распределение крупных фрагментов хорошо изучено в связи с возможностью их регистрации радиолокационными средствами. Поэтому столкновение с крупными частицами «космического мусора» прогнозируемо и его можно избежать путем выполнения маневра уклонения. Прецеденты таких маневров уже есть [19, 20]. Мелкие частицы в настоящее время практически не могут быть зарегистрированы, а потому их распределение получают с теоретическими методами. С учетом отмеченных выше особенностей были выполнены оценки вероятности столкновения КА с частицами «космического мусора» различного размера.

С целью оценки воздействия КА 14Ф133 на засорение ОКП в ходе функционирования и после окончания активного срока существования были

выполнены расчеты вероятности столкновения КА 14Ф133 с частицами «космического мусора» различного размера (от 0,1 см до более 20 см). Результаты, полученные при расчетах на высоте рабочей орбиты, являются максимально неблагоприятными. Это обусловлено тем, что в перигее орбиты МКА концентрация частиц «космического мусора» различного назначения по сравнению с другими точками орбиты максимальна. Более того, скорость столкновения КА с частицами «космического мусора» в данной точке орбиты является максимальной и составляет 13,2 км/с. В таблице 4.20 представлены значения вероятности столкновения КА с частицами «космического мусора» различного размера на высоте перигея целевой орбиты функционирования КА (500 км) за весь период активного существования.

Таблица 4.19 - Вероятность столкновения КА 14Ф133 с частицами «космического мусора» различного размера

Характерные размеры частиц космического мусора	Удельный поток частиц космического мусора на высоте рабочей орбиты МКА, $\text{м}^{-2}\cdot\text{год}^{-1}$	Вероятность столкновения МКА с частицами космического мусора
0,10 – 0,25 см	0,012	$1,37\cdot 10^{-6}$
0,25 – 0,50 см	0,0013	$1,49\cdot 10^{-5}$
0,5 – 1,0 см	0,00037	$1,90\cdot 10^{-8}$
1 – 2 см	0,000054	$5,89\cdot 10^{-7}$
2 – 4 см	0,000026	$2,05\cdot 10^{-6}$
4 – 8 см	0,000011	$2,10\cdot 10^{-6}$
8 – 20 см	0,0000067	$2,85\cdot 10^{-6}$
более 20 см	0,0000021	$2,61\cdot 10^{-6}$
Итого:		$2,65\cdot 10^{-5}$

Анализ данных, представленных в таблице 4.20, показывает, что вероятность столкновения КА с частицами «космического мусора» различного размера не превышает величину $2,65\cdot 10^{-5}$.

В процессе функционирования МКА на орбите и после окончания функционирования изменяется состояние засоренности ОКП. Такое изменение сказывается на безопасности функционирования аппарата в облаке частиц «космического мусора». В общем случае принято полагать традиционный, считающийся наиболее неблагоприятным, случай ежегодного увеличения засоренности ОКП объектами искусственного происхождения, равного 5%, в том числе 2,5% объектами размером более 20 см. Ежегодный прирост числа частиц «космического мусора» размером более 20 см составляет 330, в том числе КА - 52, РН – 61 [21].

Методика прогнозирования техногенного загрязнения ОКП основана на интегрировании уравнений в частных производных, которые описывают эволюцию распределения числа КО по высоте [22]. При расчете эволюции распределения числа КО по высоте учитываются следующие факторы:

торможение КО в атмосфере на высотах до 2000 км; разбиение всех КО на группы, отличающиеся размером, значениями эксцентриситета и баллистического коэффициента; исходное распределение КО различных типов по высоте; ожидаемая интенсивность образования новых КО различных типов в результате запусков и взрывов; нестационарность учитываемых факторов, а именно плотности атмосферы в связи с изменением солнечной активности в 11-летнем цикле и интенсивности новых запусков.

Данные о принятых номинальных распределениях ежегодного прироста числа объектов различных размеров для высоты 450 и 550 км приведены в таблице 4.20 [18].

Таблица 4.20 - Номинальные высотные распределения прироста КО для орбиты высотой 450 и 550 км

Показатели	Значения для диапазонов размеров							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Средние размеры, см	0,1-0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	4,0-8,0	8,0-20	> 20
Число КО в 100-км слое орбиты 450 км	956844	95960	22044	2828	1129	438	217	68
Число КО в 100-км слое орбиты 550 км	767947	76961	17081	2146	839	315	154	60

Для прогноза увеличения техногенного загрязнения ОКП возьмем за основу данные о номинальном ежегодном приросте числа различных КО [3]:

КА	52
РН	61
Сопутствующие технологические КО размером более 20 см	100
Номинальное ежегодное число взрывов	3
Среднее число каталогизированных КО на 1 взрыв	39
Отношение числа КО размером более 1 см к номинальному приросту числа каталогизированных КО	54,5

Моделирование техногенного загрязнения выполнено на предшествующем интервале до 2000 года. При этом на интервале до 1990г. интенсивность образования новых объектов принята номинальной, а после 1990 г. – уменьшена на 20 %. Данные о числе объектов разных типов в 2000г. приведены в таблице 4.21. Общее число объектов размером более 1 см составило 282000 (2,8 объектов на 100 тыс. км³).

Далее приведены результаты прогнозов [18] техногенного загрязнения ОКП от загрязнения ОКП объектами более 1 см на 50 лет: с 2000г. по 2050г. При прогнозировании обстановки рассмотрены 5 сценариев, характеризующих влияние различных способов предотвращения катастрофического загрязнения ОКП:

- интенсивность загрязнения такая же, как в течение последних 10 лет;
- сценарий 1 + полное исключение образования сопутствующих фрагментов;
- сценарий 1 + полное исключение взрывов;
- уменьшение в 2 раза числа запусков и связанных с ними сопутствующих деталей и фрагментов разрушений.

Таблица 4.21- Число объектов КМ различных типоразмеров

Некаталогизированные КО разных размеров, см				Каталогизированные объекты (размером более 20 см)				
1-2	2-4	4-8	8-20	КА	РБ и ступени РН	технологические осколки	осколки взрывов	всего
174113	66451	26254	8985	1416	808	2079	2427	6730

Сформулированные цели прогнозов позволяют не учитывать столкновение крупных КА размером более 10 см (каскадный эффект) в качестве источника загрязнения. В настоящее время этот источник не является существенным. Среди объектов размером более 10 см столкновение происходит в среднем 1 раз за несколько десятков лет. Если будут приняты меры по существенному снижению текущей интенсивности загрязнения, то несущественное влияние столкновений крупных КА на общий уровень загрязнения сохранится.

Полученные результаты прогнозов свидетельствуют о следующем. При сохранении текущей технической политики (сценарий 1) основной закономерностью изменения численности космического мусора является ее монотонный рост. Через 50 лет число частиц размером более 1 см увеличится в 1,8 раза и достигнет примерно 500 тыс. (5 объектов на 100 тыс. км³). Относительно небольшая периодическая составляющая вызвана 11-летним циклом солнечной активности и не имеет принципиального значения.

Рассмотренные способы ограничения интенсивности образования «космического мусора» (сценарии 2,3,4) приводят к существенному снижению темпов загрязнения ОКП. Наибольший эффект достигается при предотвращении взрывов КА (сценарий 3). Наименьшую эффективность имеет предотвращение образования сопутствующих технологических фрагментов (сценарий 2). Рассмотренные меры в отдельности не предотвращают монотонный рост техногенного загрязнения ОКП. Только совместное применение различных способов снижения интенсивности образования «космического мусора» (сценарий 5) приводит к общему уменьшению его численности (на 25-30 %).

Полученные оценки являются весьма знаменательными и свидетельствуют о сложности проблемы предотвращения монотонного загрязнения ОКП. Они показывают, что необходим комплексный подход к ее решению, основанный на применении всех возможных способов

уменьшения интенсивности образования «космического мусора».

Определенный интерес имеет анализ эволюции высотного распределения КО, позволяющий определить области, где применение мер по ослаблению техногенного загрязнения наиболее актуально. Результаты анализа относятся к объектам размером 1-2 см и более 20 см. Для каждого из этих размеров рассмотрено по 3 высотных распределения: исходное в 2000г. и для 2050г., соответствующие текущие интенсивности загрязнения (сценарий 1) и применению комплексных мер по ослаблению загрязнения (сценарий 5). Из этих данных можно сделать следующие выводы:

- по сравнению с высотным распределением при текущей интенсивности загрязнения применение комплексных мер по ослаблению загрязнения приведет к снижению численности «космического мусора» на всех высотах, в особенности на высотах менее 1000 км;
- одновременное применение рассмотренных способов уменьшения интенсивности образования «космического мусора» (сценарий 5) не приводит к существенному уменьшению техногенного загрязнения на высотах более 900-1100 км. В этом районе будет продолжаться монотонное загрязнение объектами размером более 10 см.

Последний вывод весьма важен [23]. Он свидетельствует о необходимости принятия дополнительных мер, направленных на ослабление техногенного загрязнения ОКП на высотах более 1000 км. К сожалению вывод о необходимости принятия дополнительных мер по предотвращению монотонного загрязнения ОКП на высотах более 1000 км не нашел отражения в известных официальных документах [24], посвященных проблеме предотвращения техногенного загрязнения ОКП. По-видимому, одна из причин такого положения заключается в нежелании ведущих космических агентств принимать такого рода дополнительные меры.

Результаты выполненных расчетов показывают, что вероятность столкновения с частицами, хотя и возрастает почти примерно на порядок за 50 лет, но все-таки остается несущественной. Иными словами, только когда будет достигнута надежность РКТ порядка «пяти девяток после нуля» интенсивность столкновений с частицами «космического мусора» будет примерно такой же, как интенсивность технологических отказов.

Учитывая активный срок существования КА 14Ф33, его вклад в общее загрязнение ОКП составит менее 0,1%. Причем очевидно, что с каждым годом после окончания функционирования величина вклада КА в загрязнение ОКП будет уменьшаться. В частности, через 8 лет (спустя 3 года после окончания функционирования КА) доля вклада при сохранившемся номинальном приросте объектов «космического мусора» размером более 20 см будет оцениваться величиной порядка 0,06%. Максимальное время, в течение которого может происходить снижение КА и его последующее сгорание в плотных слоях атмосферы, составляет около 3 лет. Таким образом, максимальное время нахождения КА в ОКП составляет 8 лет.

Вероятность возникновения орбитального взрыва КА в течение этого времени от возможного столкновения КА с объектами космического мусора различных размеров оценивается величиной менее 0,02. Учитывая, что ежегодно в ОКП от возникновения орбитальных взрывов образуется около 117 объектов от размером более 20 см [21], возможный вклад в загрязнение ОКП объектами космического мусора размером более 20 см при возникновении орбитального взрыва от КА в течение 8 лет составляет менее 0,1%. С учетом специфики функционирования и предназначения КА исключение орбитальных взрывов за счет повышения надежности функционирования КА, и, тем более, полное исключение преднамеренных орбитальных взрывов остается приоритетным направлением при ограничении механического засорения ОКП.

4.3.3. Оценка воздействия связки АПБ-КГЧ на ОКП

Анализ результатов расчета вероятности столкновения связки АПБ-КГЧ с наиболее опасными частицами «космического мусора» с характерным размером от 0,1 см до 1 см показал, что вероятность столкновения орбитального блока с опасными частицами КМ при выведении КА на целевую орбиту находится в диапазоне $1,14 \cdot 10^{-12} \dots 1,01 \cdot 10^{-8}$.

С учетом специфики функционирования и предназначения связки АПБ-КГЧ исключение орбитальных взрывов за счет повышения надежности функционирования составных частей орбитального блока (АПБ, ОИА), и, тем более, полное исключение преднамеренных орбитальных взрывов остается приоритетным направлением при ограничении механического засорения ОКП. Более того, важной составляющей при ограничении засорения ОКП является увод конструкции АПБ-ОИА после отделения КА с рабочей орбиты.

В результате увода конструкция АПБ-ОИА снижается на более низкие орбиты, и в итоге при входе в плотные слои атмосферы сгорает. Следует отметить, что снижение конструкции АПБ-ОИА с рабочей орбиты происходит в течение длительного времени (как правило, несколько месяцев).

Большая часть оставшихся на орбите элементов конструкции АПБ-ОИА изготовлена из алюминиевых и магниевых сплавов типа АМГ. Отдельные узлы и агрегаты конструкции (менее 10% от общей массы) выполнены из конструкционных неметаллических материалов (полимеров, углепластиков и т.д.).

При входе в плотные слои атмосферы (порядка 70 км) конструкция АПБ-ОИА обладает достаточно высокой начальной скоростью (около 6 км/с). При этом конструкция подвергается аэродинамическому нагреву до температур свыше 3000°C , в то время, как температура плавления

алюминиевых сплавов, из которых изготовлены основные элементы связки АПБ-ОИА, составляет порядка 650-700°C. Кроме того, конструкция испытывает огромные ударные нагрузки взрывного характера, вследствие чего конструкция разлетается на отдельные части. Помимо разрушения конструкции, происходит интенсивный эрозионный унос и сублимация материала конструкции РБ с поверхности. Таким образом, на высотах порядка 70-40 км происходит разрушение и полное сгорание конструкции связки АПБ-ОИА.

4.3.4. Прогноз загрязнения верхней атмосферы при сходе КА 14Ф133 с орбиты

При достижении космическим аппаратом после окончания активного существования высот верхней атмосферы происходит его торможение с последующим входом в верхние слои атмосферы. При этом конструкция КА разогревается, а затем полностью (почти полностью) сгорает. Окончание процесса горения происходит на высотах не ниже 45-50 км, поэтому продукты сгорания нижних слоев атмосферы не достигают.

Снижение КА с рабочей орбиты без тормозного импульса (или пассивных средств торможения) происходит в течение длительного времени (как правило несколько лет). В качестве основного материала КА используется алюминиевые и магниевые сплавы типа АМГ. Отдельные узлы и агрегаты конструкции КА (менее 10% от общей массы КА) выполнены из конструкционных неметаллических материалов (полимеров, углепластиков и т.д.).

При входе в плотные слои атмосферы (порядка 70 км) КА обладает достаточно высокой начальной скоростью (около 6 км/с). При этом конструкция КА подвергается аэродинамическому нагреву до температур свыше 3000°C (для справки: температура плавления алюминиевых сплавов, из которых изготовлен КА, составляет порядка 650-700°C). Кроме того, КА испытывает огромные ударные нагрузки взрывного характера, вследствие чего конструкция разлетается на отдельные части. Помимо разрушения конструкции КА, происходит интенсивный эрозионный унос и сублимация материала конструкции КА с поверхности. Таким образом, на высотах порядка 70-40 км происходит разрушение и полное сгорание конструкции КА.

В общем случае, в результате физико-химических процессов, происходящих при падении КА, происходит загрязнение атмосферы на высотах порядка от 70 до 50 км следующими токсичными соединениями: оксидами алюминия, магния, железа, а также окисью углерода и окисью азота. При этом, общая масса токсичных соединений, образованных в результате сгорания конструкции КА, может составлять несколько сот килограммов, основными из которых являются окислы азота (до 95%) и

окислы магния (до 3%), оставшуюся часть составляют окись углерода, окислы азота, окислы железа. При этом, общая масса токсичных соединений, образованных в результате сгорания конструкции КА, составляет: окись алюминия – 1100 кг; оксид магния – 27 кг; оксид железа – 8 кг; оксид углерода – 23 кг; окись азота – 7 кг. Следует заметить, что данные токсичные продукты сгорания КА образуются и распределяются на высотах 70-50 км, приземных слоев атмосферы не достигают, в связи с чем, можно сделать вывод о незначительности воздействия на ОС при падении КА 14Ф133.

С точки зрения воздействия на окружающую природную среду наиболее опасными является воздействие на озоновый слой на высотах от 50 до 40 км таких продуктов сгорания конструкции КА как окись азота и окись алюминия. С учетом того, что большая часть токсичных соединений (до 85%) образуется на высотах выше 50 км, следует ожидать, что в слое атмосферы 50-40 км в результате сгорания конструкции частей КА происходит образование около 200 кг окиси алюминия и 1 кг окиси азота (при полете РН «РС-18» в этом слое выбрасывается около 50 кг окиси азота). Исследования, проведенные ЦНИИ машиностроения показывают, что разрушение озонового слоя от частиц окиси алюминия на 3-4 порядка ниже, чем при разрушении озона в каталитическом цикле азота.

Результаты моделирования разрушения озона в результате схода с орбиты КА и его сгорания в плотных слоях атмосферы показали следующее:

- при сгорании КА в плотных слоях атмосферы следует ожидать локального разрушения озона, как вследствие термической диссоциации озона в головной ударной волне, образующейся при падении КА, так и в результате воздействия образованных при сгорании КА озonoактивных соединений;
- максимальный радиус зоны с содержанием озона менее 90% от фонового значения на высотах порядка 50-40 км не превышает 230 м. При этом зона заполняется окружающим озоном за 40-60 мин. Концентрация озона восстанавливается до исходной в течение суток;
- локальное уменьшение общего содержания озона в вертикальном столбе атмосферы при сгорании КА в плотных слоях составит не более 3%, вызванные этим всплески потока УФ-излучения не обнаружимы на фоне естественных вариаций;
- максимальная оценка относительного уменьшения озона при сгорании КА с учетом глобальных процессов в атмосфере составляет не более 1 тыс. тонн озона ($3,3 \cdot 10^{-5}\%$ от общего содержания озона в атмосфере).

С учетом вышеизложенного следует говорить о незначительном воздействии падения КА на окружающую среду. Следует также отметить, что подобное по сущности и масштабам воздействие на ОС оказывают все КА данного класса, то есть все КА, запускаемые с помощью РН «РС-18» и ее аналогов.

Литература по разделу 4

- 1 «Оценка воздействия на ОС комплекса РН «РС-18» с МКА при эксплуатации на космодроме Свободный». – М.: НПО Машиностроения, ЦП СЯС, 2000.
- 2 «Проектные материалы по оценке воздействия на ОС комплекса «РС-18» с МКА». – М.: НПО Машиностроения, НЦ «Геофизик», 2002.
- 3 «Исходные данные для разработки книги ОВОС МКА 14Ф133 с КГЧ 14С135 при запусках конверсионной РН РС-18 с космодрома Байконур». – М.: ОАО ВПК «НПО Машиностроения», 2009.
- 4 Проект нормативов предельно-допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу ЦИ-2 ФГУП «КБ ОМ» - Москва: ЗАО «ЭКА», 2000.
- 5 Реконструкция сооружений на 2 гик мо для размещения комплекса «РС-18». Технико - экономическое обоснование. Том 3. ОП. Охрана окружающей среды. – М.:20 ЦПИ МО РФ, 1999. – 87 с.
- 6 Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни / Отв. ред. Лосев К.С. - М.: 1995. - 470 с.
- 7 Нечаева Е.Г., Давыдова Н.Д. Устойчивость геосистем и нормирование антропогенных нагрузок. - Иркутск: Институт географии СО РАН, 1996. - 48 с., препринт № 466-В96.
- 8 Хованов Н. В. Стохастические модели теории квалиметрических шкал, Л.: Ленинградский ун-т им. А.А. Жданова, 1986 г..
- 9 Хованов Н. В. Математические основы теории шкал измерения качества, Л.: Ленинградский ун-т им. А.А. Жданова, 1982 г..
- 10 Экологическая безопасность транспортных потоков – М.:Транспорт, 1989.
- 11 Справочник взрывника /Под редакцией проф. Б. Н. Кутузова - М.:Недра, 1988.
- 12 Маршалл В. Основные опасности химических производств – М.:Мир, 1989.
- 13 Hedin A.E. A revised thermospheric model based on mass-spectrometer and incoherent scatter data. MSIS-83. // J.Geophys.Res. 1983. V.88. P.10170.
- 14 Иванов В.Л., Меньшиков В.А., Пчелинцев Л.А., Лебедев В.В. Космический мусор. – В 3-х томах. – Том 1: Проблема и пути её решения. – М.: Патриот, 1996. – 360 с.
- 15 Предложения в/ч 73790 по вопросам исследования проблемы засорения околоземного космического пространства. // Пакет документов для слушания в Государственной думе 18 июля 1995 г. – М.: ВКС МО РФ, 1995.
- 16 Лебедев В.В. Методы теоретического расчёта характеристик состояния и эволюции космических объектов искусственного происхождения. Диссертация доктора технических наук. – 4 ЦНИИ Минобороны России, 1997. – 419 с.
- 17 Nazarenko A.I. Evaluation of the Collision Probability of Space Objects of Artificial Origin // Orbital Debris Monitor. 1994. Vol. 15. № 1.
- 18 Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие под общ. ред. Адушкина В.В., Козлова С.И., Петрова А.В. – М.: Издательство «Анкил». 2000. стр. 86-88, 411-416, 424-429.
- 19 А.Владимиров. Уклонение МКС от космического мусора//Новости космонавтики, 2000, № 1, с.64.
- 20 Письма читателей//Новости космонавтики, 2000, № 1, с.66-67.
- 21 Ключников В.Ю., Овсянников Д.А., Попов В.В. и др. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие / Под общей ред. В.В.Адушкина, С.И.Козлова, А.В.Петрова -

М.:Изд-во «Анкил», 2000. 640 с.

- 22 Назаренко А.И. Моделирование эволюции распределения техногенных частиц и объектов // Проблемы загрязнения космоса (космический мусор). Институт астрономии РАН. Космосформ, 1993, с.114.
- 23 Чернявский Г.М., Назаренко А.И. Моделирование загрязнения околоземного пространства // Столкновение в космическом пространстве (космический мусор). Институт астрономии РАН. Космосформ, 1995, с.104.
- 24 Draft technical report of space debris of the scientific and Technical Subcommittee // UNCOPOUS. Vienna. A/AC. 105/707. 1998. 41p.

5 Прогноз возможных экологических последствий возникновения аварийных и нештатных ситуаций при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

Несмотря на общий рост надежности РКТ в целом, полностью исключить возникновение аварийных (АС) и нештатных (НШС) ситуаций при ее эксплуатации в обозримом будущем, по-видимому, не удастся. Об этом свидетельствует как предыдущая, так и настоящая практика эксплуатации РКТ. Проведенный анализ [1] статистики пусков отечественных РН по состоянию на март 1996г. (при этом учитывались только случаи, в которых зафиксирован отрыв РН от пусковой установки – ПУ) показывает, что общее количество неудачных запусков (частично успешные плюс аварийные) из общего числа 2691 составило величину 192 (7%), что представляется не такой уж малой величиной, если принять во внимание, что в статистику не вошли аварии в процессе транспортировки и предстартовой подготовки РН и все другие случаи до момента отрыва РН от ПУ. При анализе все пуски были разделены на три категории:

- успешные (КА отделился от последней ступени РН или РБ и выведен на заданную траекторию полета),
- частично успешные (КА не выведен на расчетную орбиту; КА не отделился от РН или РБ; КА был поврежден при выведении или не был сброшен ГО),
- аварийные (произошло разрушение РН на участке выведения; отказы в работе ступеней РН, в результате которых КА не был выведен на околоземную орбиту).

Одним из показателей надежности любых РН является количество успешных пусков на одну аварию. Такие показатели за период 1957-1997 по РН США и СССР (России) представлены в таблице 5.1. Статистика аварийных пусков по типам российских РКН за 20 лет (1978-1998г.) представлена в таблице 5.2 [2].

Таблица 5.1 - Количество успешных пусков на одну аварию

Годы эксплуатации РН	СССР (Россия)		США	
	по указанным годам	за период с 1957г.	по указанным годам	за период с 1957г.
1957-1960	2,4	2,4	1,9	1,9
1961-1970	7,5	6,2	9,8	6,8
1971-1980	20,9	11,0	14,6	8,1
1981-1990	28,4	14,4	17,4	8,9
1991-1997	30,1	15,2	28,1	10,0

Анализ представленных в таблицах 5.1 и 5.2 данных свидетельствует о том, что в настоящее время аварийность отечественных РН находится на

уровне аварийности основных конкурирующих зарубежных РН. Итоги пусков РН и результатов выведения КА всеми космическими державами за период с 1998г. по 2003г. представлены в таблицах 5.3 и 5.4 [3].

Таблица 5.2 - Статистика аварийных пусков российских РКН за период 1978-1998г.г.

Тип РКН	1978-1982г.г.	1983-1987г.г.	1988-1992г.г.	1993-1998г.г.
«Протон» РБ	5	1	2	1
	-	2	1	3
«Союз»	5	3	5	2
«Молния» РБ	-	-	-	-
	4	1	1	-
«Космос»	4	2	1	1
«Зенит»	-	3	3	2
«Циклон»	1	2	1	1
Кол-во аварий	19	14	14	10
% от общего количества аварий	33,3	24,6	24,6	17,5

Таблица 5.3 - Итоги пусков РН в 1998-2003гг.

Годы	Всего	Успешные	С отклонениями	Аварийное окончание полета	Аварийный
1998	82	75	1	5	1
1999	78	70	-	5	3
2000	85	80	1	3	1
2001	59	55	1	1	2
2002	65	61	-	3	1
2003	63	61	-	2	-

Таблица 5.4 - Результаты выведения КА в 1998-2003гг.

Годы	Всего	Успешные	С отклонениями	Аварийное окончание полета	Аварийный
1998	172	149	6	16	1
1999	133	125	-	5	3
2000	127	116	2	8	1
2001	85	79	1	2	3
2002	94	89	-	4	1
2003	92	89	-	3	-

Из представленных данных следует, что количество успешных пусков РН колебалось от 89,7 % (1999г.) до 96,8 % (2003г.), а успешных выведений КА – от 86,6 % (1998г.) до 96,7 % (2003г.). Успешность запуска РН зависит от сроков ее эксплуатации. Для примера в таблице 5.5 приведены данные о результатах пусков РН «Ариан-5» с начала ее летных испытаний [4]. Как видно из таблицы, доля аварийных пусков составляет 12 % от общего числа.

Таблица 5.5 - Статистика пусков РН «Ариан-5»

Годы	Всего	Успешные	Аварийные
1996	1	0	1
1997	1	1	-
1998	1	1	-
1999	1	1	-
2000	4	4	-
2001	2	1	1
2002	4	3	1
2003	3	3	-
2004	3	3	-
2005	5	5	-
Всего:	25	22	3

Учитывая то, что КА 14Ф133 и средства его подготовки на космодроме Байконур при штатной эксплуатации практически не оказывают воздействия на ОС, основу обеспечения экологической безопасности запуска составляет высокая надежность РН «РС-18». Применение же высоконадежной РН в качестве средства запуска КА 14Ф133 позволяет практически исключить из возможных воздействующих на ОС факторов аварии РН на участке выведения.

Возможные негативные последствия аварийных и нештатных ситуаций (АС и НШС), возникающих при подготовке и эксплуатации КГЧ 14С135 с КА 14Ф133, а также АПБ РН «РС-18» обусловлены, в первую очередь, запасами входящих в их состав химически активных и пожароопасных КРТ (таблица 5.6).

Таблица 5.6 - Масса токсичных веществ, используемых в составе КГЧ 14С135 с КА 14Ф133 и АПБ

Наименование веществ	ОИА	АПБ	КА
Окислитель (амилин-ОСЧ)	9,1	293,9	38,3
Горючее (НДМГ)	4,9	166,4	21,0

С этой точки зрения важно выделить основные этапы эксплуатации, на которых наиболее возможно возникновение АС и НШС. К таким этапам следует отнести:

- транспортировку заправленных КА и ОИА в составе КГЧ;
- подготовку и пуск РН с КГЧ, в том числе установку АПБ на РН, стыковку КГЧ к АПБ РН, заправку ступеней РН;
- полет РН с КГЧ на активном участке траектории;
- автономный полет АПБ и КГЧ;
- автономный полет КА.

В перечисленных случаях возникновение АС и НШС, как правило, влечет за собой интенсивное воздействие на различные средообразующие компоненты: загрязнение атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод токсичными химическими веществами, разрушение атмосферного озона, механическое загрязнение поверхности земли и т.д. В общем случае, к АС и НШС, приводящим к серьезным экологическим последствиям при эксплуатации РКН «РС-18» с КГЧ, можно отнести следующие:

- разгерметизация заправленных ДУ КА и ОИА КГЧ;
- разгерметизация заправленных баков АПБ и ускорителей 1 и 2 ступеней РН на СК и в процессе полета;
- нештатное (аварийное) падение ОЧ РН как в РП, так и вне его;
- взрыв КА на орбите.

При возникновении данных АС и НШС возможны 4 сценария:

- отдельные проливы КРТ;
- совместные проливы КРТ и, как следствие, пожары;
- взрыв заправленной РН (на старте, в процессе полета, а также при падении аварийной РН на поверхность Земли);
- аварийный выброс в атмосферу токсичных КРТ при полете РН «РС-18»;
- дополнительное загрязнение ОКП фрагментами КА.

Очевидно, что основное воздействие на ОС будет происходить в результате возникновения аварийных ситуаций при подготовке КА 14Ф133, а также при подготовке и полете РН «РС-18» с КГЧ 14С135.

Основные ситуационные схемы развития АС, возникающих при эксплуатации КГЧ, РН «РС-18» и последствия их воздействия на ОС и человека представлены в таблицах 5.7-5.10.

Однако следует отметить, что опыт эксплуатации и конструктивно-технические мероприятия позволяют практически свести к нулю риск возникновения АС при наземной подготовке КГЧ и РН «РС-18». При заправке РН «РС-18» осуществляется полная эвакуация людей в радиусе 8 км, заправка осуществляется дистанционно, техническое руководство, командный состав и лица, задействованные при подготовке к пуску, находятся в заглубленных бетонных бункерах.

Рассматриваемые случаи возникновения различного рода аварийных ситуаций являются чисто гипотетическими, так как за весь период эксплуатации «РС-18», используемой для запуска КА не было ни одного подобного случая.

Таблица 5.7 - Аварийные ситуации, возникающие при наземной подготовке КГЧ 14С135

Аварийная ситуация	Отказ элементов КГЧ или внешнее воздействие		
	Взрыв на поверхности Земли	Раздельный пролив КРТ на поверхности Земли	Пожар на поверхности Земли
Развитие аварийной ситуации			
Поражающие факторы	- ударная волна; - тепловое излучение; - токсичные продукты взрыва	- токсичные КРТ	- тепловое излучение; - токсичные продукты горения
Негативное (отрицательное) воздействие на ОС	- химическое загрязнение атмосферы, почв, поверхностных и грунтовых вод; - механическое загрязнение поверхности Земли элементами конструкции КА и КГЧ; - механическое нарушение почвенных покровов; - травмирование (гибель) обслуживающего персонала; - разрушение зданий и сооружений		

Таблица 5.8 - Аварийные ситуации, возникающие при подготовке РН «РС-18» на СК

Аварийная ситуация	Отказ элементов РН «РС-18»	
	Взрыв на поверхности Земли	Пожар на поверхности Земли
Развитие аварийной ситуации		
Поражающие факторы	- ударная волна; - тепловое излучение; - токсичные продукты взрыва	- тепловое излучение; - токсичные продукты горения
Негативное (отрицательное) воздействие на ОС	- химическое загрязнение атмосферы, почв, поверхностных и грунтовых вод; - механическое загрязнение поверхности Земли элементами конструкции РН, КА и КГЧ ; - механическое нарушение почвенных покровов; - гибель (травмирование) обслуживающего персонала; - разрушение зданий и сооружений	

При летных испытаниях РН «РС-18» была подтверждена ее высокая надежность (3 аварийных пуска из 150). Все случаи невыполнения задания при пусках, приведшие к падению РН, происходили на начальном этапе летных испытаний в момент разделения либо 1 и 2 ступеней либо 2 ступени и агрегатно-приборного блока (АПБ). Место падения находилось каждый раз недалеко от выделенных РП фрагментов соответствующей ступени. Падения ракеты на других участках трассы полета не зафиксированы. Причины всех случаев невыполнения задания при пусках ракеты были установлены и устранены. Кроме того в настоящем разделе приводятся данные по оценке воздействия на ОС АС, которые могут возникнуть (также гипотетически, как и для КА и ОИА КГЧ); указанные данные приводятся для сравнения с возможными последствиями аварий КА и КГЧ.

Таблица 5.9 - Аварийные ситуации, возникающие при полете РН «РС-18» с КГЧ

Аварийная ситуация	Отказ элементов РН «РС-18»	
	Взрыв РН на активном участке полета	Падение аварийной РН на поверхность Земли с последующим взрывом
Поражающие факторы	<ul style="list-style-type: none"> - ударная волна; - тепловое излучение; - химически активные продукты взрыва; - элементы конструкции РН, КА и КГЧ 	<ul style="list-style-type: none"> - ударная волна; - тепловое излучение; - токсичные продукты взрыва
Негативное (отрицательное) воздействие на ОС	<ul style="list-style-type: none"> - разрушение озона (на высотах $h < 60$ км); - химическое загрязнение атмосферы токсичными продуктами взрыва; - изменение электронной плотности ионосферы 	<ul style="list-style-type: none"> - химическое загрязнение атмосферы, почв, поверхностных и грунтовых вод; - механическое загрязнение поверхности Земли элементами конструкции РН и КГЧ; - механическое нарушение почвенных покровов; - гибель (травмирование) населения; - разрушение зданий и сооружений

Таблица 5.10 - Аварийные ситуации, возникающие при автономном полете КА

Аварийная ситуация	Отказ элементов КА или внешнее воздействие	
	Взрыв КА на орбите	Аварийный сход КА с орбиты
Поражающие факторы	<ul style="list-style-type: none"> - ударная волна; - тепловое излучение; - химически активные продукты взрыва; - элементы конструкции КА 	<ul style="list-style-type: none"> - тепловое излучение; - продукты горения конструкции КА
Негативное (отрицательное) воздействие на ОС	<ul style="list-style-type: none"> - механическое загрязнение ОКП - химическое загрязнение ОКП токсичными продуктами взрыва; - изменение электронной плотности ионосферы 	<ul style="list-style-type: none"> - химическое загрязнение верхней атмосферы; - механическое загрязнение поверхности Земли элементами конструкции КА; - механическое нарушение почвенных покровов; - гибель (травмирование) населения; - разрушение зданий и сооружений

5.1 Воздействие на ОС аварийных ситуаций, возникающих при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

С точки зрения воздействия на ОС и человека АС, происходящие при наземной подготовке КГЧ с КА 14Ф133, могут быть разделены на следующие группы:

- АС, приводящие к отдельным проливам КРТ;
- АС, приводящие к совместным проливам КРТ (и, как следствие, к пожарам);
- АС, приводящие к взрыву КРТ, находящихся на борту заправленных КА и ОИА КГЧ.

5.1.1 Анализ последствий аварийных ситуаций, приводящих к отдельным проливам КРТ

Наибольшую экологическую опасность представляют ситуации, связанные с аварийными большими проливами (АБП) компонентов токсичных ракетных топлив. За АБП токсичных КРТ в густонаселенных местах, рабочих помещениях и т.д. принято считать пролив гидразиновых горючих или азотных окислителей в количестве 50-100 кг. За АБП на открытой местности, железнодорожных перегонах вдали от населенных мест принимается пролив КРТ, превышающий 1 т.

Основные потенциальные источники несанкционированных (аварийных) больших проливов:

- аварии на железнодорожном транспорте при транспортировке КРТ;
- аварии автозаправщиков с КРТ;
- падение заправленного изделия РКТ на поверхность земли при транспортировке, погрузке, пуске;
- разгерметизация заправленного изделия РКТ вследствие механического воздействия (удара, сотрясения);
- нарушения герметичности оболочек, резервуаров, средств доставки КРТ при транспортировке морским транспортом и т.д.

Ракеты на жидком топливе с компонентами НДМГ и АТ (АТИН) успешно эксплуатируются около 40 лет на объектах Минобороны и промышленности. В течение этого времени накоплен большой материал по токсичности этих компонентов, разработаны нормативные документы, регламентирующие порядок обращения с ними, методы по предотвращению и нейтрализации токсичных выбросов, имеющих место при эксплуатации ракет в штатных условиях, а также методы ликвидации АС, сопровождающихся АБП указанных компонентов. Опыт длительной эксплуатации показал, что большие проливы КРТ происходят крайне редко. За весь период эксплуатации имел место один случай большого пролива НДМГ (около 20 т) при железнодорожной катастрофе и совместный большой

пролив АТ (АТИН) и НДМГ при учебном пуске ракеты.

В общем случае, конструктивное исполнение заправочно-сливного оборудования всех объектов космодрома Байконур при правильной их эксплуатации обеспечивает высокую степень защиты ОС от проливов КРТ при наземной подготовке КГЧ 14С135.

АС при подготовке КГЧ, приводящие к возникновению отдельных проливов КРТ, теоретически возможны в случаях падения заправленной КГЧ при транспортировке, а также при разгерметизации топливных баков ДУ ОИА и КА в результате возникновения неисправностей различных систем и вследствие несанкционированных механических воздействий (ударов, сотрясений) и т.п. Однако следует учесть, что при транспортировке даже незаправленные изделия РКТ прочно фиксируются с помощью специальных технологических приспособлений на агрегатах транспортировки, скорость транспортировки строго ограничена, поэтому несанкционированное падение изделия РКТ исключено. Топливные баки ДУ изделий РКТ типа КА 14Ф133 и ОИА КГЧ имеют высокую прочность и заправляются методом вакуумирования. Утечки КРТ из ДУ КА и ОИА возможны только при наличии наддува. Двигательная установка секционирована с помощью агрегатов типа клапанов. Так как наддув ДУ КА и ОИА задействуется только после отделения от РН, то в наземных условиях в случае нарушения герметичности ДУ возможна только незначительная утечка КРТ в ОС. Исходя из этого образование АБП при наземной подготовке даже гипотетически невозможно. Однако положение об ОВОС требует рассмотрения и такой ситуации.

В случае отдельного пролива КРТ на грунт происходит испарение их с поверхности грунта, миграция по профилю грунта, сорбция КРТ составными частями грунта и взаимодействие с кислородом, водой и химическими элементами грунта. На рисунках 5.1-5.2 представлены зависимости удельной скорости испарения КРТ от температуры окружающей среды и от скорости ветра (расчет проведен по формуле Мацака). В результате попадания в почву гидразиновых горючих, в т.ч. НДМГ, разлагаются и окисляются с образованием воды, углекислого газа, молекулярного азота, а также ряда токсичных продуктов: диметиламина (ДМА), нитрозодиметиламина (НДМА), метилендиметилгидразина (МДМГ), тетрометилтеразена (ТМТ), формальдегида (ФА), синильной кислоты.

Миграционная способность КРТ в почве и глубина их проникновения в почву зависят не только от физико-химических свойств компонентов, но и от сорбционной способности почвы, ее типа, химического состава, водного режима и т.д. При попадании на грунт КРТ могут длительное время (месяцы, годы) сохраняться в почве, создавая своего рода «депо», которое может быть источником загрязнения атмосферы, причиной заражения воды рек и открытых водоемов (озер, прудов) вследствие поступления КРТ с талыми и ливневыми стоками, а также источником загрязнения трав, культурных

растений, которые являются продуктами питания домашних животных и человека. При этом отрицательное воздействие на ОС в данном случае заключается в токсичном заражении атмосферы, грунта и водоемов.

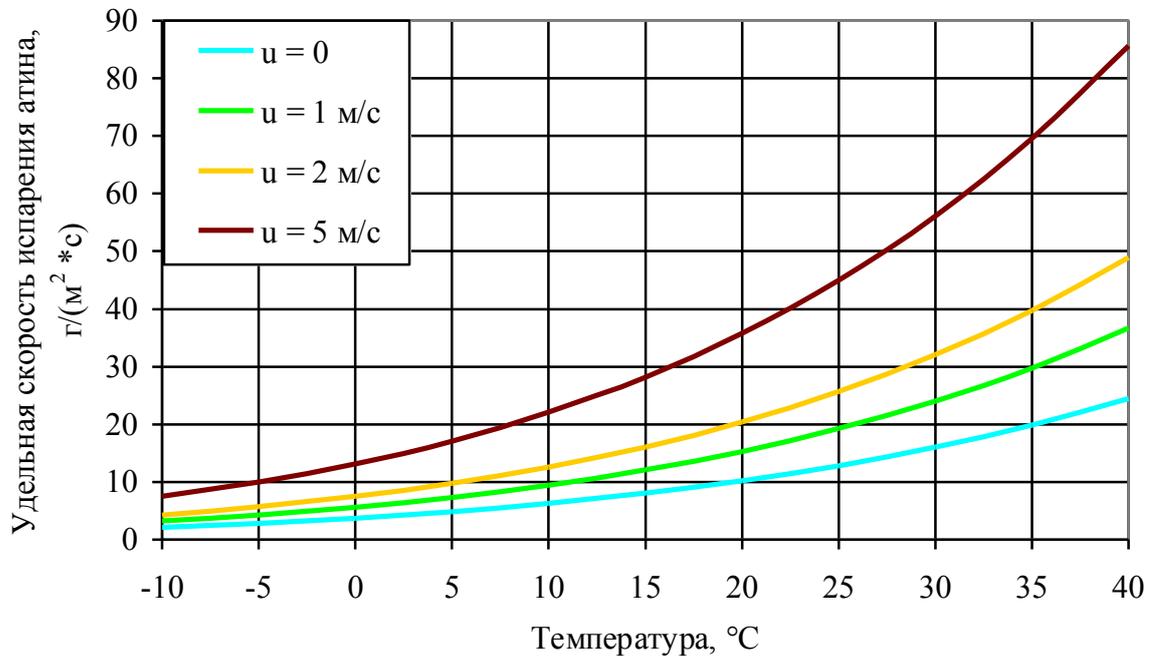


Рисунок 5.1 - Зависимость удельной скорости испарения АТ (АТИНА) от температуры окружающей среды и скорости ветра (u)

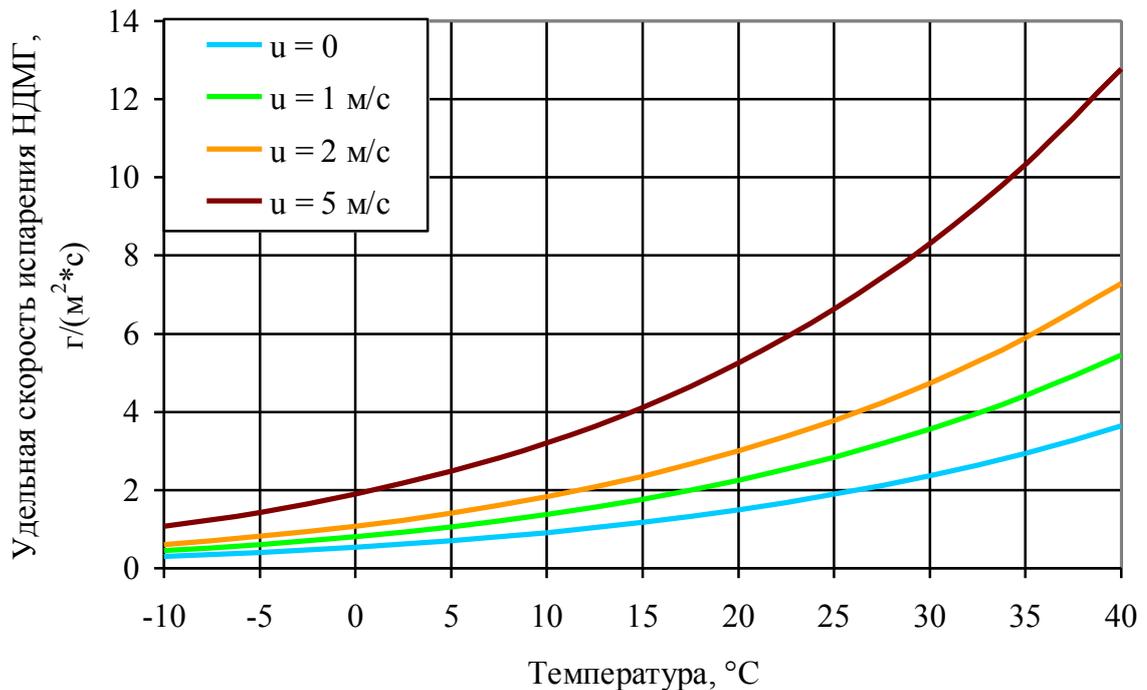


Рисунок 5.2 - Зависимость удельной скорости испарения НДМГ от температуры окружающей среды и скорости ветра (u)

Анализ исследований поведения КРТ в почве показал, что деструкция НДМГ в почве интенсивно происходит первые трое суток. Затем процесс стабилизируется. Степень окисления НДМГ существенно зависит от органо-минерального состава почвы. Но даже в наиболее химически активных почвах (с высоким содержанием органических веществ) степень деструкции гептила через 250 суток не превышает 95%, что говорит об образовании НДМГ с компонентами почв прочных комплексов, стойких к внешним воздействиям (аэрация, колебания температуры и влажности, биохимическое воздействие в микробах и т.п.). Среди продуктов окисления НДМГ в почве основными являются НДМА, ДМА, ФА, нитрат-ион (NO_3^+), ион аммония (NH_4^+). Экспериментально установлено, что скорость окисления КРТ обратно пропорциональна исходной концентрации компонента, в значительной степени зависит от состава воды и грунта.

Гидразиновые горючие (углерод- и азотсодержащие соединения) оказывают в умеренных дозах стимулирующее воздействие на микробиоту почвенно-растительной системы. При умеренном содержании в почвенной среде увеличивается средний объем клеток и биомасса микроорганизмов в единице объема. При достаточно высоком уровне загрязненности почвы гидразиновыми производными происходит деградация клеток микроорганизмов и ингибирование их жизнедеятельности [5].

Концентрации до 1,1 г/кг почвы оказывают стимулирующий эффект на рост развитие продуктивность растений; от 1,0 до 10 г/кг почвы вызывает снижение отдельных показателей роста и продуктивности, а также увеличение сроков развития. При содержании в почве поллютанта от 10 до 50 г/кг наблюдается заметное ухудшение состояния растений, при 100 г/кг они погибают. Стимуляция роста, развития, продуктивности растений под действием гидразиновых горючих и их продуктов деструкции связана с изменениями на трофическом, гормональном, ферментативном уровнях регуляции растительного организма [6].

НДМГ менее стабилен в озерной воде, имеющей сложный органо-минеральный состав. Окисление НДМГ в воде протекает более интенсивно в первые пять суток. Через 15-20 суток процесс стабилизируется. Концентрация НДМГ снижается в воде за первые сутки на 30-50%, за пять суток - на 60-70%. Через 60 суток полной деструкции НДМГ не наблюдается, что позволяет говорить о значительной стабильности в воде.

Часть КРТ, пролитого на грунт, сорбируется элементами среды. Данные по сорбции НДМГ в различных средах приведена в таблице 5.11.

При возникновении аварийных ситуаций в период подготовки КГЧ к запуску наиболее опасной ситуацией является пролив высокотоксичных КРТ – АТ (АТИН) и НДМГ. Гипотетически такие ситуации возможны при транспортировке заправленной КГЧ, стыковке КГЧ с РН «РС-18». Вместе с тем, подобных ситуаций на аналогичных образцах РКТ за весь период их эксплуатации не было.

Таблица 5.11 - Сорбция НДМГ различными типами грунта

Тип грунта	Количество поглощаемого 1 кг грунта НДМГ, мг/кг
песок	8,00
супесь	15,1
глина	9,5
торф	20,5

В районах возникновения проливов происходит испарение КРТ, при котором они перемешиваются с воздухом, частично разлагаются под действием температуры и в процессе протекания окислительно-восстановительных реакций, и образуют зараженное облако, которое распространяется по направлению ветра, образуя на своем пути очаг заражения КРТ. Объем токсичного паровоздушного облака зависит от объема пролитого КРТ и может достигать размеров десятков и сотен тысяч кубометров. Дальнейшее развитие событий существенно зависит от погодных условий в зоне аварии. Как правило, значительная часть зараженного облака оседает в непосредственной близости от его образования, оставшаяся часть достаточно быстро рассеивается под действием турбулентной диффузии и атмосферных ветров (преобладающий фактор).

При проведении исследований воздействия аварийных отдельных проливов высокотоксичных КРТ на человека используют ряд показателей, характеризующих глубины возможного токсичного поражения человека, при этом выделяют 6 зон опасного поражения человека в результате токсичного действия проливов КРТ (таблица 5.12) [7].

Таблица 5.12 - Характерные зоны опасного поражения человека АТ (АТИН) и НДМГ

№ зоны	Характеристика опасного поражения	Пороговая токсодоза, мг/м ³	
		АТ (АТИН)	НДМГ
1	Смерть человека с вероятностью 0,5 при времени экспозиции 5 мин.	1600	490
2	Тяжелое поражение с вероятностью 0,5 при времени экспозиции 5 мин.	1120	330
3	Поражение средней тяжести с вероятностью 0,5 при времени экспозиции 5 мин.	813	216
4	Поражение легкой степени с вероятностью 0,5 при времени экспозиции 5 мин.	290	42
5	Поражение человека легкой степени с вероятностью 0,01 при времени экспозиции 5 мин.	53	7,7
6	Пороговая токсодоза при времени экспозиции 4 часа	6,2	0,9

Для расчетов радиусов зон опасного поражения человека необходимо учитывать такие внешние условия, как степень вертикальной устойчивости атмосферы, скорость ветра, тип местности и т.д. Расчет зон опасного поражения человека при отдельных проливах НДМГ и АТ осуществляется в соответствии с методическими рекомендациями приложения 1 (обязательное) СНиП 2.01.51-90 и РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» при наиболее неблагоприятных условиях состояния атмосферного воздуха - инверсия, скорость ветра 1 м/с, летнее время года (температура воздуха 20°C).

При заблаговременном прогнозировании масштабов заражения в качестве исходных данных принимаются:

- величина выброса аварийного химически опасного вещества (АХОВ) (Q_0)
- количественное содержание АХОВ в максимальной по объему единичной емкости (технологической, складской, транспортной и т.д.);
- метеорологические условия - инверсия, скорость ветра - 1 м/с.

Количественные характеристики выброса АХОВ для расчетов масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям.

Эквивалентное количество вещества по первичному облаку АХОВ (в тоннах) определяется по формуле:

$$Q_{\text{Э1}} = K_1 \times K_3 \times K_5 \times K_7 \times Q_0 \quad (5.1)$$

где: K_1 - коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ; K_3 - коэффициент, равный отношению пороговой токсической дозы хлора к пороговой токсической дозе другого АХОВ; K_5 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха; K_7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха; Q_0 - количество выброшенного (разлившегося) при аварии АХОВ, тонн.

Первичное облако - облако АХОВ, образующееся в результате мгновенного (1-3 минуты) перехода в атмосферу части содержимого емкости с АХОВ при ее разрушении. Пороговая токсическая доза - ингаляционная токсическая доза, вызывающая начальные симптомы поражения.

Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку АХОВ (в тоннах) определяется по формуле:

$$Q_{\text{Э2}} = (1+K_1) \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times Q_0/h \times d \quad (5.2)$$

где: K_2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ; K_4 - коэффициент, учитывающий скорость ветра; K_6 - коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии; h - толщина слоя АХОВ, м; d - плотность АХОВ, т/м³.

Вторичное облако - облако АХОВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

Расчет глубины зоны возможного заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ при авариях на технических емкостях, хранилищах и на транспорте производится с помощью табличных данных Методики.

Время подхода облака АХОВ к заданному объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле:

$$T=X/V \quad (5.3)$$

где: T - время подхода, час; X - расстояние от источника заражения до зараженного объекта, км; V - скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч.

Для АХОВ (ядовитых жидкостей), кипящих выше температуры окружающей среды, к каковым относятся АТ (АТИН) и НДМГ, масштабы заражения рассчитываются только по вторичному облаку.

Для исследования процессов токсичного заражения территории при проливах моделировались ситуации аварийных проливов КРТ на бетонную площадку. С целью получения максимальных оценок расчеты проведены при наиболее неблагоприятных условиях состояния атмосферного воздуха - инверсия, скорость ветра 1 м/с, летнее время года (температура воздуха 30°C), а также ситуации возникновения пролива КРТ (пролива полной массы заправки одного из КРТ, используемых в КГЧ с КА). Кроме того, рассматривается также возможность АБП составной части РН – заправленного АПБ. Значения радиусов зон опасного поражения человека различной степени тяжести при проливе КРТ на бетонную площадку представлены на рисунках 5.3-5.4.

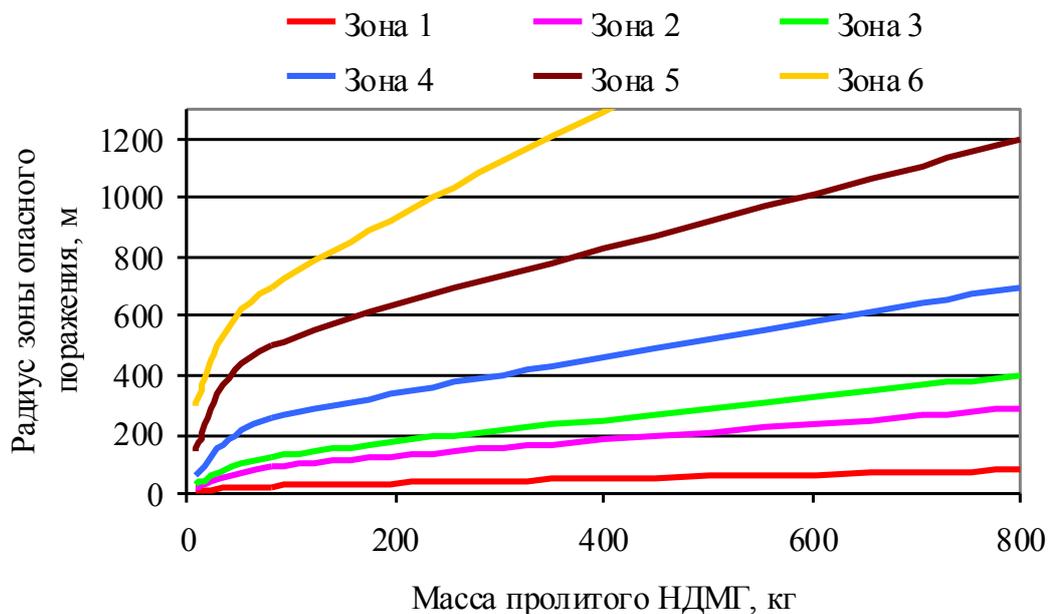


Рисунок 5.3 - Зависимость радиусов зон опасного поражения человека от массы аварийного пролива НДМГ на бетонную площадку

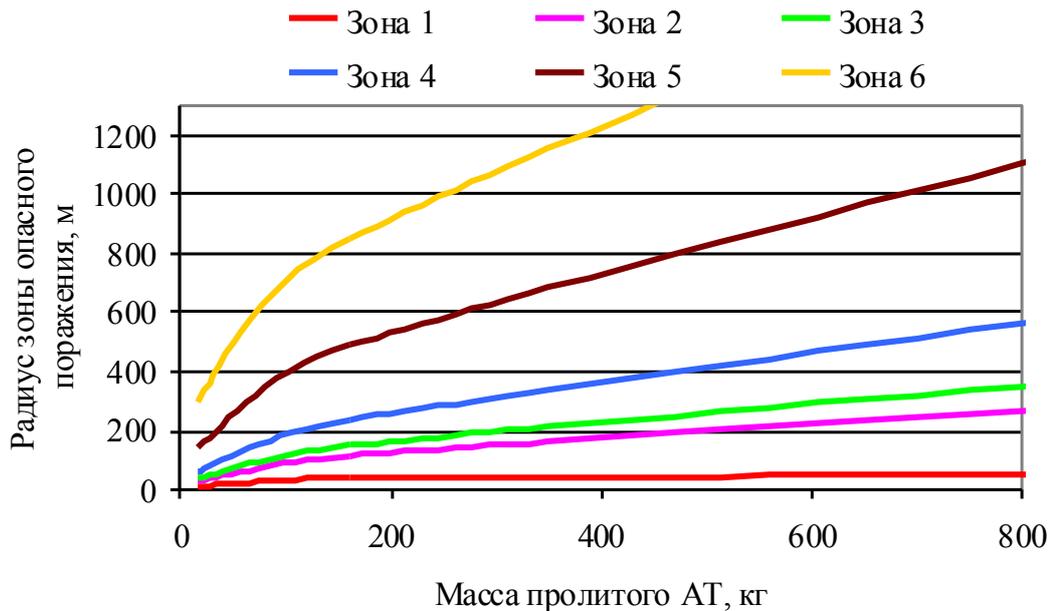


Рисунок 5.4 - Зависимость радиусов зон опасного поражения человека от массы аварийного пролива АТ (АТИНа) на бетонную площадку

Расчеты показывают, что при проливе НДМГ массой 192 кг (полная масса заправки КГЧ с КА и АПБ РН) на торф площадь пролива составит величину порядка $6,1 \text{ м}^2$. При удельной скорости испарения $0,74 \text{ г}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$ с учетом впитывания в грунт время существования пролива составит около 1,7 часов. За это время испарится чуть более 20 кг (11%) НДМГ, остальная масса НДМГ впитается. В случае пролива НДМГ на бетонную площадку площадь пролива составит около 62 м^2 . С учетом впитывания время испарения составит 1,1 часа. За это время испарится 153,6 кг (80%).

В случае пролива амилина массой 341,3 кг (полная масса заправки КГЧ с КА и АПБ РН) на торф площадь пролива составит величину порядка $7,2 \text{ м}^2$. При удельной скорости испарения $5,1 \text{ г}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$ с учетом впитывания в грунт время существования пролива составит около 0,9 часа. За это время испарится чуть около 100 кг (29%) амилина. В случае пролива амилина на бетонную площадку площадь пролива составит 55 м^2 , а время существования пролива - 20 минут. За это время испарится порядка 300 кг (88%).

Значения расстояний от эпицентра пролива до внешней границы с концентрацией КРТ, приводящей человека к поражению различной степени тяжести, для случая пролива одного из КРТ приведены в таблицах 5.13, 5.14). Следует отметить, что расчеты проведены на гипотетических моделях, дающих максимально неблагоприятные последствия. Использование отработанной конструкции блоков ускорителей РН «РС-18», а также длительный этап эксплуатации объектов инфраструктуры космодрома Байконур сводит вероятность возникновения таких ситуаций к ничтожно малым величинам.

Таблица 5.13 - Радиус зон опасного поражения человека при раздельном проливе окислителя, используемого в ДУ ОИА КГЧ, КА и АПБ РН

Номер зоны поражения	Радиус зон поражения человека, м			
	ОИА	АПБ	КА	КГЧ с АПБ
1	21	121	44	131
2	23	132	48	142
3	25	140	51	151
4	33	189	68	203
5	51	289	104	312
6	87	494	178	532

Таблица 5.14 - Радиус зон опасного поражения человека при раздельном проливе горючего, используемого в ДУ ОИА КГЧ, КА и АПБ РН

Номер зоны поражения	Радиус зон поражения человека, м			
	ОИА	АПБ	КА	КГЧ с АПБ
1	16	91	32	98
2	17	99	35	107
3	18	106	38	114
4	24	142	50	153
5	37	218	77	234
6	64	372	132	400

Как показывают результаты расчетов, аварийные проливы КРТ даже в небольших масштабах оказывают опасное воздействие на человека (от поражения легкой степени до летального исхода) на значительных расстояниях от места пролива. Следует отметить, что расчеты проведены на моделях, дающих максимально неблагоприятные последствия. Однако конструкция ДУ КА, ОИА и технологического оборудования, использование отработанной технологии подготовки образцов РКТ на космодроме Байконур сводит вероятность возникновения таких ситуаций к ничтожно малым величинам.

Таким образом, вероятность возникновения небольших проливов на СК, ТК (а, следовательно, токсичного заражения местности и воздействия на человека и ОС) крайне мала, не говоря уже о вероятности возникновения АБП.

5.1.2. Анализ последствий аварийных ситуаций, приводящих к пожару

Возможными причинами возникновения пожаров на объектах комплекса «РС-18» с КГЧ 14С135 могут служить: АБП НДМГ, совместный пролив КРТ (под совместным проливом КРТ будем понимать такой пролив, в

результате которого происходит смешение пролитых окислителя и горючего и их паров).

Источниками возникновения АБП НДМГ и совместных проливов КРТ могут служить:

- падение заправленной РН на поверхность Земли при пуске,
- механическое разрушение баков и заправочных магистралей в результате возникновения неисправностей различных систем, (например, системы дренажа при подаче КРТ в баки РН), прогара стенок топливного отсека под действием высокотемпературной струи пламени;
- разгерметизация заправленной РН вследствие механических воздействий (ударов, сотрясений) и т.п.

Очевидно, что на размеры и последствия такой аварии, как совместный пролив и горение КРТ (пожар), оказывают влияние такие факторы как характер и степень смешения компонентов, кинетические параметры компонентов и внешние условия (давление и температура).

По мере смешения КРТ образуется зона пожара. Обычно образование зоны пожара начинается с воспламенения небольшого количества топлива, сопровождающейся выделением соответствующей энергии. В результате расширения продуктов сгорания давление в течении нескольких миллисекунд понижается, однако топливо продолжает поступать в зону воспламенения и сгорать там при давлении окружающей среды или близком к нему. Вначале зона пожара имеет полусферическую форму, однако, по мере того как на горячие газы начинают действовать выталкивающие силы, зона пожара начинает подниматься и ее форма приближается к сферической. После того как основная часть топлива прореагирует, скорость радиального расширения уменьшается, основную роль начинают играть выталкивающие силы, причем они могут вызвать отрыв зоны пожара от поверхности земли. После этого под воздействием конвективных токов и сил сопротивления зона пожара может принять знакомую грибовидную форму.

Пожар АТ+НДМГ часто сопровождается (в результате неполного горения) выделением токсичных веществ (окислами азота, окисью углерода). Воздействия от таких поражающих факторов пожара как искры, продукты горения, недостаток кислорода и т.д. – по сравнению с воздействием теплового излучения несоизмеримо малы, поэтому при оценке воздействия пожаров КРТ на ОС будем рассматривать тепловое излучение в качестве основного поражающего фактора пожара КРТ. При температуре окружающего воздуха более 25°С из-за значительного испарения образовавшегося горящего разлива и вовлечения в этот процесс большей части топлива (порядка 60% от пролитой массы топлива) наиболее вероятно образование «огневой полусферы», которая быстро трансформируется в «огневой шар». В динамике «огневой шар» можно представить как сферическое «тепловое» образование, состоящее из горючих газов в верхней его части и вовлеченного воздуха в нижней. Тепловое излучение «огненных

шаров» при проливах жидких ракетных топлив может достигать значений более 260 кВт/м^2 .

Наиболее вероятным сценарием аварийного пролива КРТ при температурах окружающего воздуха ниже 5°C является «пожар разлития». В качестве показателя воздействия тепловых потоков на людей принято их количество, получивших различные степени воздействия. При этом определенной степени воздействия тепловых потоков на людей соответствует определенный индекс дозы теплового излучения. В связи с этим при воздействии тепловых потоков от «огневого шара» и «пожара разлития» различают 6 зон опасности (таблица 5.15).

Таблица 5.15 - Зоны опасности при воздействии тепловых потоков от «огневого шара» и «пожара разлития»

Номер зоны поражения, i	0	1	2	3	4	5
последствия для людей	100% погибших	99% погибших	50% погибших	1% погибших	ожоги III степени	ожоги II степени
индекс дозы теплового излучения от «огневого шара», J_i	более $6,7 \cdot 10^7$	$6,5 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	$5,5 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$
индекс дозы теплового излучения от «пожара разлития», J_i^*	более $6,7 \cdot 10^7$	$6,5 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	$9,5 \cdot 10^5$	$6,5 \cdot 10^5$

Оценка параметров «огневого шара» и «пожара разлития», возникающих при совместных проливах АТ и НДМГ, проводится в соответствии с рекомендациями методики [8].

Масштабы поражения от воздействия «огневого шара» при проливе топлива «АТ+НДМГ» для КГЧ 14С135, полученные в результате моделирования совместных проливов КРТ, приведены в таблице 5.16.

При температуре окружающего воздуха ниже 5°C наиболее вероятным сценарием развития подобной аварии будет образование «пожара разлития». Однако, в процессе подготовки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 достижение этой температуры при штатной технологии работ невозможно. Как показывают расчеты возможным и наиболее неблагоприятным исходом развития рассматриваемой аварийной ситуации является возникновение «огневого

шара» (площадь поражения от «огневого шара» почти в 65 раз больше, чем зона поражения от «пожара разлития»).

Таблица 5.16 - Масштабы поражения от воздействия «огневого шара» при проливе КРТ, содержащихся в КА и КГЧ

Номер зоны	Диаметр зоны поражения, м	Расстояние от поверхности факела, м	Процент погибших на данном расстоянии
0	34,9	12,9	100
1	35,1	13,1	99
2	43,0	21,0	50
3	50,2	27,8	1
4	81,2	59,2	Ожоги 3 степени
5	89,0	67,0	Ожоги 2 степени

Примечание: диаметр очага «огневого шара» 22 м

Возникновение пожара при эксплуатации КРК «РС-18» с КГЧ возможно при возгорании НДМГ в атмосфере окружающего воздуха при его проливе, утечках и других случаях, когда предпосылкой к пожару может быть и пролив окислителя, что повышает возможность горения окружающих горючих материалов. При контакте жидкого НДМГ или его паров с воздухом основными условиями возникновения пожара являются достаточная концентрация паров горючего в смеси с воздухом и достаточно мощный тепловой импульс для поджигания смеси. В связи с этим основными показателями пожарной опасности НДМГ являются:

- возможность образования в условиях эксплуатационных температур смесей его паров с воздухом с достаточной концентрацией НДМГ;
- минимальная необходимая энергия поджигания (как характеристика очага поджигания).

Наибольшей определенностью отличается первая характеристика по принципу: нет нужной концентрации не может быть и пожара. Анализ закономерностей горения газов [9] позволяет объяснить наличие концентрационных пределов горючести парогазовых смесей. Как показывает опыт, воспламенение и самораспространяющееся горение газовых и парогазовых смесей происходит лишь при определенных процентных соотношениях между горючим и окислителем (окислителем можно считать и воздушную среду, так как в воздухе содержится порядка 21% кислорода). При разбавлении реакционноспособной смеси каким-либо компонентов (в данном случае НДМГ) можно достигнуть такого состава, когда

самоподдерживающийся процесс горения становится невозможным. В этом смысле различают верхний и нижний пределы горючести.

Верхний концентрационный предел (ВКП) - это такое предельное процентное содержание горючего в системе, выше которого горение невозможно. Нижний концентрационный предел (НКП) - это такое предельное процентное содержание горючего в системе, ниже которого горение невозможно. Концентрационные пределы НДМГ (в объемных долях) в воздухе при нормальных условиях составляют: НКП - 2,5%; ВКП - 84%.

Для практики наиболее важным является НКП, так как можно четко утверждать, что ниже этого предела возгорание невозможно, в тоже время запредельная «верхняя» концентрация в районе разлива горючего всегда может уменьшиться до опасной на некотором удалении от места пролива. На положение концентрационных пределов сказываются такие внешние параметры среды как давление и температура. С практической точки зрения, важно определить диапазон наиболее опасных в пожарном отношении эксплуатационных температур горючего. Этот диапазон для НДМГ составляет $-28...+57^{\circ}\text{C}$.

Косвенной мерой температурного диапазона горючести НДМГ является его температура вспышки, которая составляет -18°C (по данному показателю НДМГ относится к легковоспламеняющейся особо опасной жидкости [10]). Следует отметить, что если температура воздуха меньше температуры вспышки, то пожар маловероятен.

С АТ НДМГ взаимодействует очень активно, с самовоспламенением, с периодом задержки 0,004 с. (при 20°C). Пары этих компонентов, при достаточной их концентрации, также могут самовоспламеняться уже при обычных температурах (выше 15°C). Горящий НДМГ удобнее всего тушить водой, поскольку он хорошо растворяется ею, но количество воды должно быть большим, примерно двух-трехкратным по отношению к горючему, так как даже 50%-ный раствор еще способен гореть [11].

Моделирование аварийных ситуаций, связанных с возникновением пожара в результате АБП НДМГ, показало, что при самых неблагоприятных условиях, характерных району размещения космодрома Байконур, АБП НДМГ на открытой площадке не может послужить источником возникновения пожара. В данном случае будет происходить токсичное заражение поверхности земли и токсичное заражение атмосферного воздуха. Связано это с тем, что пожар КРТ сопровождается выделением токсичных веществ. Во многом, это обусловлено неполнотой сгорания КРТ. Состав и количество токсичных веществ, поступающих в атмосферу, во многом определяются характером и степенью смешения КРТ, а также кинетическими параметрами компонентов и внешними условиями (давлением и температурой окружающего воздуха).

Например, при пожаре топливной пары «амилин + НДМГ» в атмосферу поступают такие токсичные вещества как окислы азота, окись углерода,

синильная кислота и т.д. При сгорании 100 кг топлива «АТ + НДМГ» в атмосферу (при самых неблагоприятных условиях) может выбрасываться до 25 кг токсичных соединений, основными из которых являются сажа и окись углерода (до 75% по массе), а также окислы азота (до 15% по массе).

В случае возникновения АС, связанной с разгерметизацией топливных баков КГЧ с МКА и АПБ и последующим пожаром в атмосферу также поступает большое количество токсичных соединений. Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми при пожаре КРТ, являются окись углерода, сажа, окислы азота, синильная кислота, формальдегид и т.д. В случае возникновения подобной аварии происходит загрязнение токсичными веществами (на уровне максимально разовых ПДК) до 4 млн. м³ атмосферы (для сравнения: объем шара радиусом порядка 100 м).

Возникающие пожары опасны не только для человека, но и для флоры и фауны района (если таковые имеются). При пожаре происходит полное (или частичное, в зависимости от условий) уничтожение растительности (если она есть) на расстояниях, равных приблизительно радиусу 5 зоны поражения человека. Однако, в силу специфики района размещения объектов, задействованных при подготовке КА и КГЧ, распространения пожаров, возникающих при АС, не происходит, а само воздействие пожаров носит локальный характер. Следует также отметить, что сложившаяся на космодроме Байконур система мероприятий по обеспечению пожарной безопасности достаточно эффективна и отработана, что снижает вероятность возникновения пожаров при наземной подготовке КА и КГЧ до минимума.

5.1.3. Анализ последствий аварийных ситуаций, приводящих к взрыву

Взрыв КГЧ с МКА и АПБ, с точки зрения воздействия на окружающую природную среду, является наиболее неблагоприятным событием. Несмотря на то, что возникновение взрывов при подготовке КГЧ с МКА и АПБ весьма маловероятное событие, но все же отнюдь не невозможное.

Основными поражающими факторами в случае возникновения взрыва являются:

- воздушная ударная волна (ВУВ);
- тепловое излучение от «огневого шара»;
- токсичные продукты взрыва;
- разлетающиеся с большими скоростями (до нескольких км/с) элементы конструкции РН (КА).

По оценкам [12], при взрыве, мощность которого эквивалентна взрыву 1 кг тротила, в результате воздействия ударной волны и разлетающихся осколков экосистеме наносится существенный ущерб в среднем на площади около 10 м². Люди в такой зоне почти наверняка погибнут, а вся древовидная растительность будет уничтожена. При образовании воронки от взрыва, эквивалентного взрыву 250 кг тротила, перемещается в среднем около 70 м³

почвы. Но эта величина способна изменяться в широких пределах в зависимости от типа почвы и особенностей протекания АС изделия РКТ.

Показателем ВУВ является избыточное давление во фронте ударной волны Δp_{ϕ} . Распространение ВУВ во многом определяется мощностью взрыва (тротиловым эквивалентом взрыва).

ВУВ при взрыве оказывает наиболее интенсивное воздействие на наземные экосистемы. Ее действие распространяется радиально во всех направлениях от точки взрыва. Однако интенсивность и, следовательно, поражающее действие взрыва резко уменьшаются с расстоянием, а характерные особенности рельефа окружающей местности могут создавать защитный эффект. Почва является жизненно важным связующим звеном между биотическими и абиотическими компонентами экосистемы. Поэтому наиболее опасно для экосистемы разрушение именно почвы. Выделяют два основных типа нарушения почвы в результате взрыва: перемещение грунта и изменение структуры и состава почвы.

Степени воздействия различных уровней избыточного давления во фронте ВУВ на человека и на строительные сооружения приведены в таблицах 5.17, 5.18. [13]. В случае возникновения взрыва РН образование и распространение ВУВ является наиболее опасным фактором (по сравнению с тепловым излучением от «огневого шара», либо от пожара разлития КРТ).

В общем случае при взрыве образуется мощный «огневой шар», являющийся мощным источником теплового излучения. В данном случае тепловое излучение представляет опасность в связи с возможностью гибели человека, разрушения сооружений и возникновения крупномасштабных пожаров. Расчеты параметров «огневого шара», возникающего при наземном взрыве, аналогичны расчетам параметров «огненного шара», возникающего при пожаре КРТ.

Состав продуктов взрыва во многом определяется внешними и внутренними параметрами взрыва. К внешним параметрам можно отнести природно-климатические характеристики (температура воздуха, влажность, наличие осадков и т.д.), к внутренним - условия возникновения взрыва, мощность взрыва и т.д. Основными токсичными продуктами взрыва являются - окись углерода, сажа и окислы азота. Расчеты показали, что при самых неблагоприятных условиях в случае детонации топливной пары «амилин + НДМГ» при неблагоприятных условиях в составе продуктов детонации могут находиться до 15% (по массе) окиси углерода, до 5% (по массе) сажи и до 5% (по массе) окислов азота, остальные продукты взрыва - молекулярный азот, углекислый газ и вода.

Геометрия конструкций КГЧ с МКА и АПБ очень сложна и весьма своеобразна. Прямое численное моделирование разрушения данных элементов, учитывая неоднозначности в описании самого процесса гипотетического взрыва, крайне затруднено.

Таблица 5.17 - Уровни воздействия ВУВ на человека

Уровень Δp_{ϕ} , МПа	Степень воздействия на человека
0,02-0,03	легкие травмы (ушибы, вывихи, контузии)
0,03-0,05	средние травмы (потеря слуха, кровотечения)
0,05-0,08	тяжелые травмы (переломы, сильные кровотечения)
0,2	100% выживания
0,3	99% выживания
0,4	1% выживания

Таблица 5.18 - Уровни воздействия ВУВ на строительные сооружения

Уровни	Степень разрушения			
	слабая	средняя	сильная	полная
Δp_{ϕ} , МПа	<i>Стекло</i>			
	0,001-0,0015	0,0015-0,002	0,002-0,003	0,0035-0,007
	<i>Кирпичная стена (толщиной в 2 кирпича)</i>			
	0,025	0,025-0,03	0,03-0,04	свыше 0,04
	<i>Железобетонная стена (толщина 25 см)</i>			
	0,3	0,3-0,5	0,5-0,6	свыше 0,6

ВУВ является наиболее опасным фактором для человека и ОС по сравнению с другими факторами воздействия взрыва. Расчетное значение тротилового эквивалента взрыва заправленных КГЧ с КА и АПБ составляет величину порядка 88 кг. Следует отметить, что реальные значения тротилового эквивалента взрыва КГЧ с КА и АПБ, оценка которых проведена на основе имеющих место взрывов при эксплуатации ракетно-космической техники подобного класса, составляют 30-50% от расчетных значений. Это обусловлено тем, что во взрывных процессах участвуют не вся масса КРТ, а лишь некоторая их часть, оставшаяся же часть КРТ разбрасывается ударной волной и сгорает. Однако, в нашем случае будем использовать максимальные (расчетные) значения тротилового эквивалента взрыва заправленной КГЧ с

КА и АПБ для получения максимально неблагоприятных оценок последствий подобных аварий.

При взрыве любого изделия РКТ на Земле параметры ударных волн рассчитываются в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах». Результаты расчета воздействия взрыва КГЧ с КА и АПБ при подготовке на космодроме Байконур на человека и строительные сооружения представлены в таблицах 5.19, 5.20.

Таблица 5.19 - Радиус воздействия ударной волны при взрыве КГЧ с КА и АПБ на здоровье человека

Радиус, м	Степень воздействия на человека
21	Легкие травмы (ушибы, вывихи, контузии)
13	Средние травмы (потеря слуха, кровотечения)
8	Тяжелые травмы (переломы, сильные кровотечения)
1	Вероятность выживания составляет 1%

Таблица 5.20 - Радиусы зон воздействия ударной волны при взрыве КГЧ с КА и АПБ на строительные объекты

Зона	Степень разрушения			
	слабая	средняя	сильная	полная
Радиус, м	<i>Стекло</i>			
	382	322	241	138
	<i>Кирпичная стена (толщиной в 2 кирпича)</i>			
	18	15	12	10
	<i>Железобетонная стена (толщина 25 см)</i>			
	1	1	-	-

Как показывают результаты расчетов, зоны опасного воздействия на человека и строительные сооружения при взрыве КГЧ с КА и АПБ при транспортировке и подготовке на космодроме Байконур являются небольшими, что позволит в случае реализации такого рода АС обеспечить минимум негативных последствий.

Помимо того, что взрывы на поверхности Земли несут опасность гибели (нарушения здоровья) человеку и опасность разрушения зданий и сооружений как инфраструктуры космодрома, так и народнохозяйственных объектов, взрывы оказывают негативное воздействие на экосистемы. При взрыве наиболее интенсивное воздействие на наземные экосистемы оказывает ВУВ. Ее действие распространяется радиально во всех направлениях от точки взрыва. Однако интенсивность и, следовательно, поражающее действие взрыва резко уменьшаются с расстоянием, а характерные особенности рельефа окружающей местности могут создавать защитный эффект.

Почва является жизненно важным связующим звеном между биотическими и абиотическими компонентами экосистемы. Поэтому наиболее опасно для экосистемы разрушение именно почвы. Выделяют два основных типа нарушения почвы в результате взрыва: перемещение грунта и изменение структуры и состава почвы.

Перемещение грунта может быть прямым следствием взрыва аварийного изделия РКТ или же - опосредованно вызываться уничтожением растительного покрова, предохраняющего почву от эрозионного воздействия воды и ветра. Почва всегда находится в состоянии равновесия между процессами поверхностной эрозии и почвообразования. Поэтому, если последствия взрыва, вызывающего перемещение грунта, замедлят естественные процессы почвообразования, то это может привести к усилению эрозии верхних слоев почвы, что является классическим механизмом опустынивания. Экологические последствия перемещения грунта не ограничиваются только разрушением верхнего почвенного слоя. При определенных условиях из-за образования воронок могут произойти нарушения горизонта грунтовых вод и местной системы водостока. Если в плотном подпочвенном грунте появляются отверстия, грунтовая вода может уйти из прежнего горизонта.

Другой вид ущерба, наносимого почве, включает целый ряд неблагоприятных изменений в структуре и составе почвы. Поддержание устойчивости почвенно-растительной системы происходит в результате четко сбалансированных обменных биохимических процессов. Поэтому даже небольшие изменения в сорбирующих свойствах почвы или ее кислотности могут нарушить равновесие и воспрепятствовать обмену веществ. Ущерб подобного рода является скорее опосредованным, чем прямым следствием взрыва: он может быть нанесен, например, усиленным выветриванием или другими подобными химическими и физико-химическими изменениями, происходящими в результате увеличения обнаженности почвы из-за образования воронок или сведения растительного покрова.

Характер экосистемы во многом определяется растительностью, и ее нарушение при взрыве (или пожаре) имеет большое влияние на экосистему в целом. Даже частичное уничтожение растительного покрова может повлечь за собой неблагоприятные последствия. Разреженная растительность снижает способность почвы отражать солнечную радиацию. Изменение альбедо поверхности повлечет за собой изменение микроклимата.

Вместе с тем, необходимо отметить, что экологические последствия взрывов вследствие аварий РН имеют локальный характер, редки во времени и, как правило, не повторяются в одном и том же районе. В подавляющем большинстве случаев потенциал самовосстановления экосистем позволяет нейтрализовать последствия воздействия взрыва на ОС. Что же касается возможности взрыва КГЧ (КА), то он невозможен на ТК даже гипотетически, т.к. для его возникновения необходима одновременная полная

разгерметизация емкостей хранения амилина и НДМГ, а также смещения КРТ. При взрыве РН на активном участке такая возможность имеется, однако доля ущерба от взрыва КГЧ в этом случае не превысит 1%.

К сожалению, приходится констатировать, что взрывы РКТ и их влияние на ОС наименее изучены в общих исследованиях воздействий РКТ на различные геосферы Земли. Это объясняется двумя причинами. Во-первых, отсутствием в достаточном объеме экспериментальных данных, поскольку взрывы РКТ на поверхности Земли, в процессе полета на участке выведения КА или функционирования КА на орбитах носят ярко выраженный случайный характер. Это приводит, естественно, к невозможности организации диагностики характеристик самого взрыва и его последствий для ОС заранее. Во-вторых, большими трудностями «физического» описания этого явления – процесс взрыва (в отличие от классического его определения) заметно растянут во времени, развитие взрыва и его воздействие на ОС существенно зависят от высоты. Одновременно со взрывом происходит горение различных веществ (топливо, кабели, обмазки и т.п.), а также разлет твердых элементов и обломков конструкции и распространение газообразных и аэрозольных частиц.

Оценка воздействий взрывов РКТ на ОС заметно отличается от аналогичных оценок при нормальном функционировании техники. В данном случае появляется необходимость учета целого ряда новых моментов. К ним относится рассмотрение взрыва РКТ как явления, непосредственно воздействующего (поражающего) на население, различные объекты, технические системы и средства наземного и космического базирования. Другой важный момент связан с существенно большими пространственно-временными масштабами возникающих возмущений в ОС и отличиями в физических процессах, развивающихся в этих возмущениях. Последние обстоятельства требуют использования новых, нетрадиционных подходов и методов при рассмотрении проблемы.

Экологические последствия взрывов вследствие аварий изделий РКТ обычно имеют локальный характер, редки во времени и, как правило, не повторяются в одном и том же районе. В подавляющем большинстве случаев потенциал самовосстановления экосистем позволяет нейтрализовать последствия воздействий взрыва на ОС.

5.2 Падение аварийной РН «РС-18» с КГЧ 14С135

Как показывает опыт эксплуатации ракетно-космической техники, АС и НШС с РН могут иметь место как на объектах комплекса (в частности СК), так и на практически любом участке выведения. Такая ситуация представляет опасность для ОС и для населения. Приведенные расчеты показывают, что аварийное падение РН может быть не только источником взрыва, но и источником пожара, токсичного загрязнения местности КРТ и продуктами их

горения, загрязнения ОС обломками металлоконструкций, а также возможной гибели людей.

В случае, если авария с РН происходит на высотах до 10 км, ракета падает на расстоянии 5-7 км от места старта. Скорость падения не превышает 400 м/с. До высоты 10 км вырабатывается около 1/3 первоначально заправленного топлива 1 ступени. В результате удара о Землю аварийной ракеты и разрушения баков до 70-80% АТ и НДМГ смешиваются и, будучи легко воспламеняющимися, реагируют между собой. Другая часть НДМГ сгорает в воздухе, и лишь незначительная доля попадает в поверхностные слои грунта (на глубину в пределах до 1,5 м) в зоне горения на площади 60 на 20 м, подвергаясь при этом действию высоких температур, что является одним из наиболее эффективных факторов детоксикации грунта. КГЧ при этом также разрушается и КРТ, находящиеся в ее ДУ, также сгорают. Доля КГЧ, исходя из соотношения масс конструкции и запасов КРТ КГЧ и собственно РН, является незначительной (1-2%), поэтому существенного вклада в последствия аварии не вносит.

5.3 Аварийные выбросы КРТ по траектории полета РКН «РС-18»

Загрязнение грунта и биоты возможно при аварийной разгерметизации топливных баков РН на начальном участке полета, приводящей к попаданию горючего и окислителя в ОС в жидком и в газообразном состояниях. Однако, загрязнение почвы и биоты КРТ, выброшенными в жидком и газообразном состоянии может иметь место только при авариях на высотах не более 5-7 км. Это объясняется тем, что капли топлива, падающие с больших высот, не достигают поверхности земли в результате дробления и испарения, а газообразное облако токсичных веществ достаточно быстро будет рассеиваться под действием турбулентной диффузии и атмосферных ветров. На этом участке аварийные выбросы КРТ из ДУ ОИА и КА невозможны, и, поэтому, в настоящих материалах ОВОС не рассматриваются.

5.4 Оценка экологических последствий аварийных ситуаций с КГЧ, КА и АПБ, возникающих при полете в составе РН «РС-18»

В случае отказа элементов РН «РС-18», приведшего в аварийному падению или взрыву ракеты, возможна ситуация, когда КГЧ с КА и АПБ будет падать отдельно от конструкции ракеты. В этом случае, учитывая, что падение КГЧ с КА и АПБ на поверхность Земли является точечным, трассы полета выбраны из условия слабой заселенности и минимума объектов инфраструктуры подтрассовых участков полета, нанесение ущерба жизни и здоровью людей, а также промышленным и жилым объектам незначительно - риск нанесения ущерба жизни и здоровью человека в случае возникновения аварийной ситуации оценивается величиной 10^{-15} , риск попадания в объекты наземной инфраструктуры (линии электропередач и т.д.) - 10^{-11} . Данный

уровень риска понижается на несколько порядков, если учесть, что РН «РС-18» - очень надежная ракета.

Следует отметить, что в случае возникновения аварии на РН «РС-18» на высотах более 70-80 км, вероятнее всего, КГЧ с КА и АПБ при падении сгорит при входе в плотные слои атмосферы на высотах порядка 30-20 км. В случае возникновения подобной аварии на ракете на высотах менее 70 км вероятнее всего, что КГЧ с КА и АПБ упадет на поверхность Земли.

В случае аварийного падения КГЧ с КА и АПБ на поверхность Земли наиболее вероятными сценариями возникновения такого рода аварии является взрыв и пожар, вследствие смещения КРТ, находящихся на борту КГЧ с КА и АПБ. Часть КРТ может в результате разбрызгивания попасть в окружающую природную среду.

Одним из негативных последствий для ОПС, связанных с аварийным падением КГЧ с КА и АПБ на поверхность Земли, является сейсмическое воздействие на почво-грунты. В данном случае сейсмическое воздействие будет связано с распространением в грунте ударных волн, образованных в результате падения конструкции КГЧ с КА и АПБ. Критерием оценки сейсмического воздействия, принятым на территории РФ, является допустимая скорость колебаний грунта, т. е. скорость, при которой сохранение зданий и сооружений полностью гарантировано, а возможные локальные деформации не превысят прогнозируемые. Оценка проводится с использованием принятой в РФ шкалы оценки сейсмических воздействий (таблица 5.19).

Падение КГЧ с КА и АПБ на поверхность Земли по уровню воздействия на грунт эквивалентно взрыву в грунте 5 кг тротила. Данная оценка получена при условии полного перехода кинетической энергии падения аппарата в энергию удара и является максимально возможной. Результаты расчетов зависимости скорости колебания грунта от расстояния при падении ОЧ на поверхность Земли представлены в таблице 5.20.

Как следует из проведенных расчетов, сейсмическое воздействие при аварийном падении КГЧ с КА и АПБ проявляется на незначительном расстоянии от места падения - расстояние, на котором колебания грунта не обнаруживаются даже приборами, составляют 13 м.

Одним из аспектов устойчивости природной среды к механическому воздействию является прочность грунтов на одноосное сжатие (кг/см^2). Возможность образования воронок напрямую зависит от типа грунтов, на которые происходит падение. Прочностные свойства почво-грунтов территорий расположенных на подтрассовых участках полета РН «РС-18» соизмеримы с силой механического воздействия удара, возникающего при падении КГЧ с КА и АПБ (10 кг/см^2), что уже обеспечивает устойчивость грунтов от удара во время падения КГЧ с КА и АПБ, более того, повышенная обводненность почво-грунтов рассматриваемых территорий еще больше нивелирует возможные негативные последствия такого воздействия. Следует

отметить, что максимальное значение объема поврежденного грунта в случае падения на поверхность Земли КГЧ с КА и АПБ может составлять до 1,5 м³ от места падения, глубина образовавшейся воронки – до 50 см.

Таблица 5.19 - Шкала оценки сейсмических воздействий на промышленные здания и сооружения

Балл	Характеристика колебаний и вызываемых ими нарушений	Допустимая скорость, см/с	Предельная скорость, см/с
I	Колебания отмечаются только приборами	0,1	0,2
II	Колебания ощущаются в отдельных случаях при тишине	0,2	0,4
III	Колебания ощущаются некоторыми людьми или знающими о взрыве	0,4	0,8
IV	Колебания отмечаются многими людьми, дребезжание стекол	0,8	1,5
V	Осыпание побелки, повреждение штукатурки и отдельных ветхих зданий	1,5	3,0
VI	Тонкие трещины в штукатурке, повреждение зданий, имеющих деформацию	3,0	6,0
VII	Повреждение зданий, находящихся в удовлетворительном состоянии, трещины в штукатурке, падение кусков штукатурки, тонкие трещины в сочленениях стенок и перекрытий, трещины в печах трубах	6,0	12,0
VIII	Значительные повреждения зданий, трещины в несущих конструкциях и стенах, большие трещины в перегородках, падение печных труб, обвалы штукатурки	12,0	24,0
IX	Разрушение зданий, большие трещины в стенках, расслоение кладки, падение некоторых участков стен	24,0	48,0
X–XII	Большие разрушения и обвалы зданий	> 24,0	> 48,0

Таблица 5.20 - Радиусы зон сейсмического воздействия при аварийном падении КГЧ с МКА и АПБ (в метрах)

Балл									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X – XII
13	9	7	5	4	3	2	1	-	-

5.5 Анализ экологических последствий возможных орбитальных взрывов КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

Первой среди возможных негативных последствий освоения ОКП была выявлена опасность столкновения КА с находящимися в космосе техногенными частицами. Диапазон их размеров оказался очень широким – от нескольких микрон до нескольких метров, причем число мелких частиц перевалило за несколько миллионов. Широкий спектр имеют и последствия столкновения КА с этими частицами – от медленной эрозии поверхности (оптических приборов, датчиков, панелей солнечных батарей) до взрыва и полного разрушения. Достоверно установлено, что основную опасность представляют мелкие частицы, число которых резко увеличивается по мере уменьшения размеров. В настоящее время опасность столкновения крупного КА с частицами размером более 1 см стала вполне реальной.

Например, для орбитальной станции «Мир» (средняя высота орбиты – 400 км, время эксплуатации – 10 лет) расчетная вероятность столкновения с частицами размером более 1 см составляет несколько процентов [14, 15]. При средней относительной скорости около 12 км/сек такое столкновение может привести к катастрофическим последствиям. Вероятность столкновения с течением времени растет, и уже сейчас возникла проблема разработки способов защиты проектируемых КА.

В настоящее время имеется возможность предсказания опасных сближений КА с крупными каталогизированными объектами [16]. Однако при существующей точности ведения каталогов КО надежное предсказание столкновения оказывается практически невозможным. Расчетная вероятность столкновения не превышает нескольких процентов.

Вторым очень серьезным отрицательным последствием нарастающего загрязнения ОКП является возможность регулярного столкновения объектов друг с другом, что чревато возникновением лавинообразного процесса загрязнения, которые приведет к невозможности дальнейшей космической деятельности. Современная ориентировочная оценка столкновений каталогизированных КО равна 1 за несколько десятков лет. Некоторые специалисты считают, что этот лавинообразный процесс уже начался; его интенсивность дует нарастать, и через 50 лет число столкновений увеличится в 10-20 раз [16].

Орбитальные взрывы являются мощным источником частиц и фрагментов «космического мусора». Особенностью орбитального взрыва является образование множества частиц и фрагментов «космического мусора», которые первоначально концентрируются в эллипсоидальной области, движущейся по орбите взорвавшегося объекта. Затем происходит распределение объектов вдоль всей орбиты взорвавшегося КА. Наконец, через 1-4 года облако взрывных фрагментов распределяется практически равномерно по географической долготе в диапазоне географических широт,

которые по величине не превосходят наклона плоскости орбиты взорвавшегося КА к плоскости экватора Земли [17].

В результате взрыва образовавшиеся фрагменты получают некоторое приращение скорости, которое изменяет величину наклона плоскостей их орбит к плоскости экватора Земли. При взрыве объектов приращения скорости, как правило, редко превышают 0.5-1.0 км/с, причем ориентация этих приращений случайна, что также уменьшает вероятность большого изменения величины наклона плоскостей орбит взрывных фрагментов в их совокупности. Следовательно, при оценке результатов возможных орбитальных взрывов КА вполне можно предполагать, что сохраняется величина наклона плоскостей орбит образовавшихся фрагментов. Орбитальные взрывы на приполярных орбитах особенно неблагоприятно сказываются на общем состоянии засоренности ОКП.

Результаты моделирования единичного взрыва для различных наклонов плоскостей орбиты (рисунки 5.5-5.8) показывают, что сразу же после взрыва резко изменяется средняя концентрация космического мусора в общей картине.

При этом общая закономерность едина для всех вариантов взрыва: количество объектов резко возрастает на определенной широте. Это возрастание особенно критическое, если оно совпадает с приполярными плоскостями. Со временем, в результате тормозящего воздействия верхних слоев атмосферы, картина распределения космического мусора сглаживается. Однако, факт существования определенных сверхзасоренных областей некоторое время после взрыва, до года и даже более, является подтвержденным не только разработанной газомеханической теорией, но и результатами наблюдений за имевшими уже место взрывами космических средств.

Исходя из конструкции самопроизвольный взрыв КА и ОИА невозможен:

- перегрев и взрыв баков ДУ КА и ОИА по результатам оценки исключен, так как баки с топливом имеют небольшой объем, изготовлены из нержавеющей стали и имеют большой запас прочности;
- ДУ секционирована с помощью пироклапанов, электропневмоклапанов и электрогидроклапанов.

При столкновении КА с «космическим мусором» размером около 1 см орбитальный взрыв также невозможен. Даже при пробое бака ДУ возможно только образование сквозного отверстия с последующим истечением остатков одного из компонентов топлива в ОКП.

Теоретически возможен взрыв КА при столкновении с крупным космическим объектом (пассивные КА или их крупные фрагменты). Проведенный анализ показал, что вероятность возникновения взрыва в данной ситуации крайне мала, а уровень воздействия на ОС характеризуется как локальный и незначительный. Орбитальный взрыв возможен только при

столкновении с «космическим мусором» размером более 10 см, что еще менее вероятно.

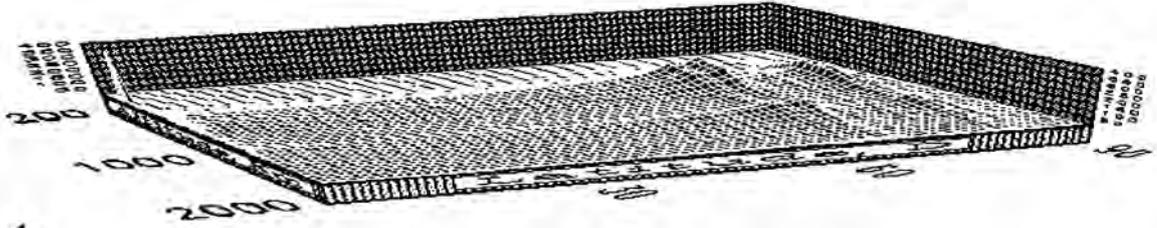


Рисунок 5.5 - Моделирование единичного взрыва для наклона плоскости исходного объекта 0°

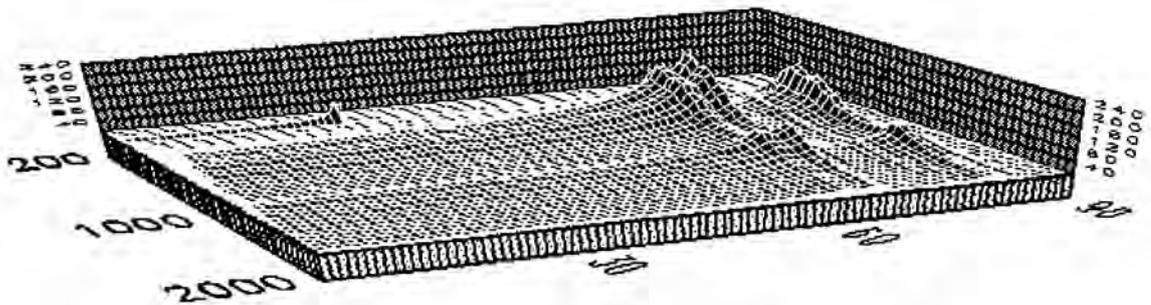


Рисунок 5.6 - Моделирование единичного взрыва для наклона плоскости исходного объекта 28°

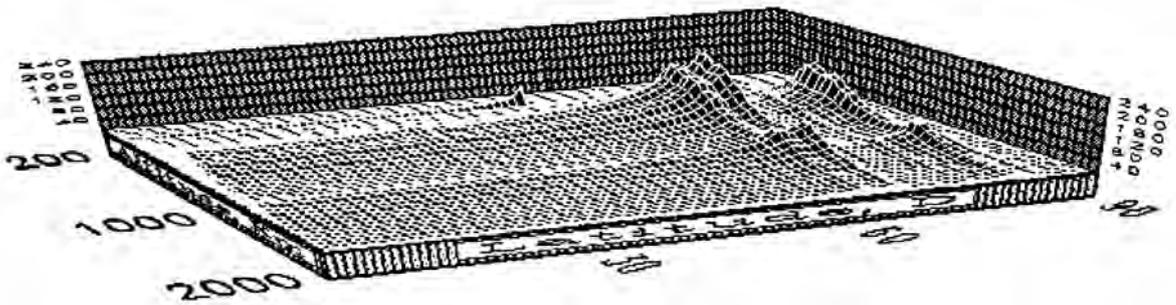


Рисунок 5.7 - Моделирование единичного взрыва для наклона плоскости исходного объекта 51°

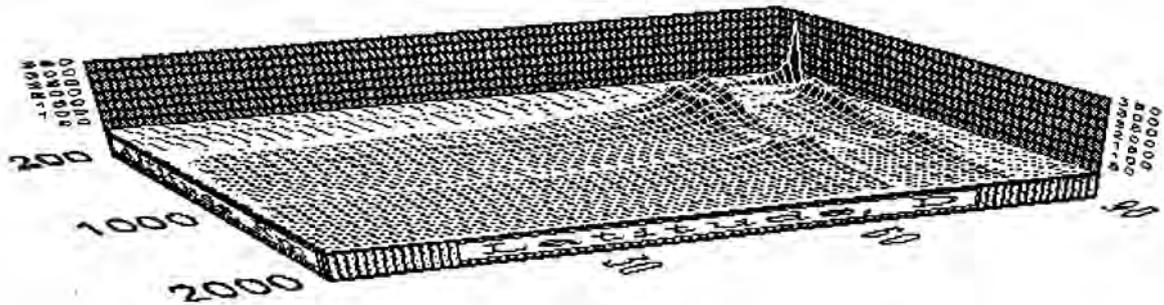


Рисунок 5.8 - Моделирование единичного взрыва для наклона плоскости исходного объекта 90°

Таким образом, исключение орбитальных взрывов за счет повышения надежности функционирования КА, и тем более полное исключение преднамеренных орбитальных взрывов, остается приоритетным направлением при ограничении механического засорения околоземного космического пространства.

Реализация в конструкции КА и КГЧ всего предусмотренного ПОЭБ комплекса мероприятий, в т.ч. выполнение требований ОСТ 134-1023-2000 по снижению засоренности ОКП, позволяет сделать вывод о допустимости эксплуатации КГЧ с КА 14Ф133.

Литература по разделу 5

- 1 Пудовкин О.А., Агапов В.М., Балденков А.Н., Жандаров Ю.А. Статистика пусков РКН и запусков КА с отечественных космодромов // Новости космонавтики. 1996. № 6. с.30.
- 2 Ширшов В.Е. Предложения в проект концепции создания Единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций космического характера. // Двойные технологии. – 2000. – №3 – с.8-14.
- 3 И.Лисов. Сводная таблица космических запусков, осуществленных в 2003г. // Новости космонавтики. 2004г. № 3. с.44-46.
- 4 Ю. Журавин. INSAT нового поколения и европейский метеоролог в придачу // Новости космонавтики. 2006. № 2. с.28-30.
- 5 Ермаков Е.И., Панова Г.Г., Петрова З.М. и др. Влияние несимметричного диметилгидразина на состояние почвенно-растительной системы // В сб.: Экологические аспекты воздействия компонентов жидких ракетных топлив на окружающую среду. Материалы научно-практической конференции 19-22 сентября 1995г. СПб.: РНЦ «Прикладная химия», 1996, с.15.
- 6 Панова Г.Г. Влияние компонентов ракетного топлива на почвенно-растительную систему. Автореферат дисс. на соискание уч. степ. канд. биол. наук. СПб.: Агрофизический НИИ, 1997, 16с.
- 7 Руководящий материал по ликвидации аварийных больших проливов окислителя АТ (АК) и горючего НДМГ - Л.:ГИПХ, 1981, 172 с.
- 8 Методика оценки последствий аварий на пожаро-взрывоопасных объектах. – М.:ВНИИ ГОЧС, 1994.
- 9 Чельшев В.П., Шехтер Б.И., Шушко Л.А. Теория горения и взрыва / Под ред. Б.И.Шехтера.- М.:МО СССР, 1970.- 521 с.
- 10 Долин П.А. Справочник по технике безопасности. - М.:Энергоатомиздат, 1985.
- 11 Химмотология ракетных и реактивных топлив /Под ред. А.А. Братчикова. - М.:Химия, 1987.
- 12 Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные схемы газовой динамики. – М.: Наука, 1985. 304с.
- 13 Юткин В.Н. Алгоритм расчета параметров детонации взрывоопасных газовых смесей /в сб. Системы автоматизированного проектирования технологического оборудования - М.:МАДИ, 1998, 94-102 с.
- 14 Nazarenko A.I., Romanchenkov V.P., Sokolov V.G., Gorbenko A.V. Anelysis of the Characteristics of Orbatal Debris and the Vulnerability of an Orbatal Station`s Structural Elements to Puncture // Space Forum. 1996. Vol. 1. P. 285.
- 15 Christiansen E., Hide J. and Lear D. Meteoroid/Orbital Debris Impact Damage

- Predictions for Russian Space Station MIR // Proceedings of the Second Conference on Space Debris. ESOC. Darmstadt. Germany. 1997. P.503.
- 16 Alby E., Lansard E., Michal T. Collision of Serise with Space Debris // Proceedings of the Second Conference on Space Debris. ESOC. Darmstadt. Germany. 1997. P.589.
- 17 Kessler D. J. Reynolds R.S., Anz – Meador P.D. Orbital debris environment for spacecraft designet to operate in low Earth orbit. – NASA. – TM – 100 – 471. – 1988.

6 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

Под обеспечением экологической безопасности КА 14Ф133 понимается совокупность организационных мер, а также технических решений, технологических процессов, заложенных в КА 14Ф133 и средства его наземной подготовки, в эксплуатационную документацию на них и направленных на исключение или минимизацию негативного воздействия на окружающую среду до заданного техническим заданием уровня.

Под экологической безопасностью КГЧ 14С135, включая КА 14Ф133, понимается:

- отсутствие угрозы для здоровья и жизни обслуживающего персонала на всех этапах подготовки КГЧ с КА к пуску;
- сохранность КГЧ и КА, оборудования космодрома, технологического оборудования на всех этапах подготовки и проведения пуска, а также сохранность КГЧ и КА в полете;
- отсутствие (минимизация) ущерба для окружающей природной среды на всех этапах эксплуатации.

Перечень предусмотренных мероприятий и работ по обеспечению требований по экологической безопасности КА 14Ф133 приведен ниже.

6.1 Мероприятия на стадии разработки проектной документации

На этапе эскизного проектирования в части обеспечения экологической безопасности разработчиком предусмотрены и выполняются следующие работы:

- Разработка требований по обеспечению экологической безопасности в ТТЗ на КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и их составные части.
- Включение в ТЗ составных частей КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, систем и агрегатов требований по обеспечению экологической безопасности.
- Разработка проекта ПОЭБ КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Разработка программы обеспечения экологической безопасности КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Реализация в материалах эскизного проекта проектных решений, обеспечивающих выполнение требований ТТЗ по исключению (максимальному снижению) воздействия на ОС КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и их составных частей на всех этапах жизненного цикла:
 - применение средств выведения, оказывающих минимальное воздействие на ОС или прошедших ГЭЭ;
 - исключение из конструкции КА, КГЧ, их систем и агрегатов радиоактивных материалов;
 - использование в ДУ КА и ОИА КГЧ наименее токсичных КРТ;

- применение в конструкции МКА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и при наземной подготовке отработанных технологий, обеспечивающих минимальный риск возникновения нештатных ситуаций;
- реализация мероприятий по снижению засоренности ОКП при запуске КА, при полете КА и после окончания штатной работы;
- Выпуск исходных данных для проведения ОВОС КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Разработка материалов «Оценка воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на окружающую среду».
- Ведомственная экспертиза проектных материалов КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Согласование материалов ОВОС КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 с уполномоченными органами госконтроля и госнадзора.
- Доработка ПОЭБ КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Организация и проведение общественных обсуждений проектных материалов ОВОС КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Доработка материалов ОВОС по результатам согласований и общественных обсуждений (при необходимости).
- Подготовка комплекта документов по проекту разработки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 для представления на ГЭЭ.
- Представление материалов КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на ГЭЭ.

6.2 Мероприятия на стадии разработки конструкторской документации

На этапе разработки конструкторской документации (КД) в части обеспечения экологической безопасности разработчиком выполняются следующие работы:

- Реализация в КД и эксплуатационной документации (ЭД) мероприятий ПОЭБ КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Включение в технические условия составных частей КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, систем и агрегатов требований по обеспечению экологической безопасности.
- Выпуск технических решений и разработка мероприятий по замечаниям экспертной комиссии ГЭЭ (при необходимости).

6.3 Мероприятия на стадии наземных комплексных и межведомственных испытаний

На этапе наземных комплексных и межведомственных испытаний разработчиком запланированы и выполняются следующие работы:

- Выполнение требований по обеспечению экологической безопасности при наземных комплексных и межведомственных испытаниях составных частей КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Разработка программы и методик экспериментальных исследований воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на ОС при летных испытаниях.
- Разработка программы и методики оценки экологической безопасности КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 при Государственных испытаниях.
- Разработка методики оценки соответствия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 требованиям ТТЗ по экологической безопасности.

6.4 Мероприятия на стадии государственных испытаний

На этапе государственных испытаний разработчиком планируются и будут выполняться следующие работы:

- Представление заключения ГЭЭ Государственной комиссии по проведению Государственных испытаний КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Проведение исследований по оценке воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на окружающую природную среду при летных испытаниях.
- Проведение оценки соответствия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 требованиям ТТЗ по экологической безопасности на этапе Государственных испытаний.
- Анализ результатов оценки соответствия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 требованиям ТТЗ по экологической безопасности на этапе Государственных испытаний.
- Разработка программы мониторинга воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на ОС при эксплуатации.
- Разработка методики оценки соответствия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 требованиям ТТЗ по экологической безопасности на этапе штатной эксплуатации.

6.5 Мероприятия на стадии штатной эксплуатации

На стадии штатной эксплуатации разработчиком планируются и будут выполняться следующие работы:

- Анализ опыта эксплуатации на этапе летных испытаний и выполнение мероприятий по обеспечению экологической безопасности.
- Проведение оценки соответствия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 требованиям ТТЗ по экологической безопасности на этапе штатной эксплуатации.

6.6 Мероприятия на стадии утилизации

На стадии утилизации разработчиком планируется выполнение следующих работ:

- Определение перечня составных частей КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, подлежащих утилизации.
- Выдача ТТЗ (ТЗ) на разработку технологии утилизации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Разработка материалов ОВОС КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на этапе утилизации.
- Согласование материалов ОВОС и представление комплекта документации на ГЭЭ.
- Разработка технологии, проектной и конструкторской документации по утилизации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.
- Утилизация КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 по разработанной технологии.

Таким образом в процессе создания КА 14Ф133 реализуются следующие основные мероприятия по обеспечению экологической безопасности:

- разработка программы обеспечения экологической безопасности (ПОЭБ) КА 14Ф133 [1, 2];
- реализация мероприятий ПОЭБ в процессе создания КА 14Ф133, в т.ч.:
 - учет требований нормативной документации по обеспечению экологической безопасности при проектировании КА 14Ф133;
 - проведение процедуры ОВОС КА 14Ф133 (разработка материалов ОВОС; проведение ведомственной экспертизы материалов эскизного проекта КА 14Ф133, в т.ч. материалов ОВОС; согласование материалов ОВОС с органами госнадзора и госконтроля; организация и проведение общественных слушаний по материалам ОВОС КА 14Ф133; доработка материалов ОВОС по результатам согласования с органами федерального надзора и контроля;
 - представление комплекта проектной документации КА 14Ф133 на ГЭЭ РФ.

На стадии проектирования проводится оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) КА 14Ф133 по следующим направлениям:

- определение характеристик намечаемой деятельности;
- анализ состояния территории, на которую может оказать влияние намечаемая деятельность;
- выявление возможных воздействий намечаемой деятельности;
- оценка воздействий на окружающую среду, вызываемых намечаемой деятельностью;
- определение мероприятий, уменьшающих, смягчающих или предотвращающих негативные воздействия, оценка их эффективности и возможность реализации;
- оценка значимости остаточных воздействий на окружающую среду и их

последствий;

- разработка предложений по программе экологического мониторинга и контроля на всех этапах реализации намечаемой деятельности.

Мероприятия и работы, предусмотренные ПОЭБ, выполняются при создании и эксплуатации КА 14Ф133 и средств его подготовки на ТК и СК, за исключением производства КА 14Ф133 и его составных частей на заводе изготовителе. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности на этапе изготовления регламентированы планами предприятий изготовителей КА 14Ф133.

Запланированные мероприятия ПОЭБ КА 14Ф133 показывают, что:

- задачи и требования к обеспечению экологической безопасности соответствуют требованиям законодательных актов и НТД по охране окружающей среды;
- используемые методики аттестованы в установленном порядке;
- все установленные негативные воздействия (риски) контролируются и находятся на приемлемом уровне в соответствии с требованиями НТД;
- все виды опасности и опасные ситуации, которые невозможно устранить, должны сводиться к минимуму путем выбора таких проектных решений и характеристик, которые позволяют минимизировать тяжесть потенциально опасных событий и их последствий.

Оценка экологической безопасности КА, его наземного оборудования на стадии создания и эксплуатации будет проводиться на соответствие требованиям, заданным в техническом задании на разработку КА 14Ф133. Подтверждение экологической безопасности КА 14Ф133 планируется осуществлять в процессе прохождения комплексом ГЭЭ, а также в ходе летных испытаний (ЛИ) КА 14Ф133 по частным, специальным, межведомственным программам и методикам [3-6] в соответствии с методическими подходами, изложенными в приложении К.

По результатам летных испытаний Государственная комиссия по испытаниям планирует выдачу заключения по экологической безопасности КА 14Ф133.

Оценка состояния экологической безопасности КА 14Ф133 в ходе эксплуатации будет проводиться по результатам контроля фактического состояния экологической безопасности с выпуском отчетной документации.

Литература по разделу 6

1. Малый космический аппарат 14Ф133, космическая головная часть 14С135. Программа обеспечения экологической безопасности. (Проект). – М.: НЦ «Геофизик», 2002.
2. Малый космический аппарат 14Ф133, космическая головная часть 14С135. Программа обеспечения экологической безопасности. – М.: НПО Машиностроения, 2002.

3. Методика оценки экологической безопасности малого космического аппарата 14Ф133. – М.: НЦ «Геофизик», 2003.
4. Программа инструментального контроля воздействия МКА 14Ф133 на окружающую среду при летных испытаниях.– М.: НЦ «Геофизик», 2003.
5. Методика оценки соответствия МКА 14Ф133 требованиям ТТЗ.– М.: НЦ «Геофизик», 2004.
6. Программа оценки соответствия МКА 14Ф133 требованиям ТТЗ.– М.: НЦ «Геофизик», 2004.

7 Анализ эффективности принимаемых и предлагаемых мер по охране окружающей среды при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

Экологическая безопасность при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и РН «РС-18», полете РКН «РС-18» с КГЧ 14С135 и автономном полете КА 14Ф133 обеспечивается выполнением целого комплекса мероприятий, которые могут быть классифицированы на следующие группы:

- технические решения по снижению негативного воздействия КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на ОС;
- мероприятия по обеспечению экологической безопасности при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и РН «РС-18» на космодроме Байконур;
- мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и РН «РС-18» на космодроме Байконур;
- мероприятия по обеспечению защиты объектов наземной инфраструктуры космодрома Байконур от возможных аварийных ситуаций при подготовке и запуске КА 14Ф133 и КГЧ 14С135;
- мероприятия по защите обслуживающего персонала от неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения;
- мероприятия по обеспечению экологической безопасности в процессе полета КА 14Ф133 в ОКП.

Мероприятия по обеспечению экологической безопасности КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 предусмотрены «Программой обеспечения экологической безопасности (ПОЭБ) КА 14Ф133 и КГЧ 14С135» [1] и последовательно реализуются на этапах разработки, летных испытаний и этапе штатной эксплуатации. Основными мероприятиями по обеспечению экологической безопасности при создании и эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, являются подготовка и представление проектных материалов по проекту КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на Государственную экологическую экспертизу (ГЭЭ) Российской Федерации и организация экологического мониторинга территорий космодрома. Предложения по экологическому контролю эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 изложены в 8-ом разделе ОВОС.

7.1 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на космодроме Байконур

18 ноября 1999г. между РФ и РК были подписаны следующие документы:

- соглашение между правительствами РФ и РК «О порядке взаимодействия в случае возникновения аварий при пусках РН с космодрома Байконур»;

- соглашение между правительствами РФ и РК «О порядке предоставления и согласования планов запусков КА и испытательных пусков РН с космодрома Байконур»;
- план реализации «Соглашения между правительствами РФ и РК по экологии и природопользованию на территории комплекса Байконур в условиях его аренды РФ».

В первом соглашении определено, что в случае аварийного запуска РН российская сторона приостанавливает запуски РН данного типа. Возобновление эксплуатации разрешается после выяснения причин аварии и реализации мероприятий для предотвращения аварий в дальнейшем. Кроме того, соглашение определяет перечень сил и средств, привлекаемых сторонами для ликвидации последствий возможных аварий. Одна из статей соглашения обязывает российскую сторону давать информацию о типах РН и траекториях их выведения. Кроме того Россия обязалась обучить казахстанских специалистов методам ликвидации последствий аварий. Другие статьи соглашения предусматривают оповещение Казахстана о планируемых запусках и регламентируют порядок предупреждения в случае переноса пуска, а также обязывает обе стороны за 8 часов до пуска привести в готовность аварийно-спасательные подразделения и определяет порядок оповещения в случае аварий.

В случае аварии Россия обязана в течение 12 часов сформировать оперативную группу специалистов для оценки последствий и, при необходимости, их ликвидации. Кроме того, в статье предусмотрено создание правительственных комиссий. Соглашение определяет также действия поисковых и аварийно-спасательных подразделений сторон и закрепляет положение о том, что «определение величины материального ущерба в результате аварии производится сторонами совместно».

Россия несет расходы, связанные с мероприятиями по ликвидации последствий аварий и компенсирует ущерб. Казахстан обеспечивает беспрепятственный доступ российских специалистов к местам падения, возврат России всех частей РН, определение места их сбора. Еще одна статья определяет упрощенный порядок пересечения государственной границы и обязывает Казахстан приоритетно предоставлять воздушные коридоры для самолетов. Кроме того Казахстан должен обеспечить российских специалистов транспортом, связью, жильем, питанием, но затраты на это должны быть компенсированы Россией [2].

Экологическая безопасность при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на космодроме Байконур обеспечивается конструктивными, технологическими и техническими решениями, а также комплексом организационно-технических мероприятий.

К основным конструктивным и технологическим мероприятиям по обеспечению экологической безопасности подготовки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135:

- использование в КА 14Ф133 и ОИА КГЧ 14С135 специальной конструкции баков, сводящих к минимуму возможность их внешнего разрушения;
- использование в ДУ КА 14Ф133 и ОИА КГЧ 14С135 максимального количества сварных соединений и минимального количества разъемных соединений, обеспечение их герметичности за счет нескольких барьеров уплотнения;
- использование предохранительных мембран, фильтров и автоматически закрывающихся заглушек;
- использование системы блокировок для исключения проливов КРТ при проведении операций заправки и отстыковки от заправочных горловин ДУ комплекта стыковочных устройств;
- применение предохранительных клапанов, отключающих подачу газов и КРТ в неисправные магистрали.

К основным техническим мероприятиям по обеспечению экологической безопасности при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135:

- оснащение помещений и сооружений объектов космодрома Байконур, задействованных при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, приборами газового анализа воздушной среды;
- использование приточно-вытяжной вентиляции;
- использование в составе объектов космодрома Байконур, задействованных при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, систем и агрегатов сбора и нейтрализации паров и промстоков КРТ.

К основным организационно-техническим мероприятиям относятся контроль за состоянием основных технологических агрегатов и систем. В соответствии с правилами Ростехнадзора осуществляется периодическое освидетельствование полуторкротным рабочим давлением всех элементов, работающих под избыточным давлением. Кроме того, во избежание серьезных аварийных ситуаций, емкости оборудованы дренажными и предохранительными клапанами.

Все емкости системы также снабжены местными и дистанционными (вынесенными на пульт управления) манометрами давления и указателями уровня, а также дистанционными указателями срабатывания дренажных клапанов. Все элементы систем выполнены из коррозионно-стойких материалов. Кроме того, при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и РН «РС-18» предусмотрены следующие мероприятия организационно-технического характера:

- металлорукава при штатных работах используются однократно после обязательной проверки на прочность и герметичность;
- при сборке коммуникаций осуществляется обязательная опрессовка каждого стыка;
- после сборки трубопроводов для проведения операции заправки по технологическому процессу предусматривается обмыливание стыков и

- сварных швов при опрессовке системы избыточным давлением;
- перед включением насосной группы предусматривается опрессовка трубопроводов закольцовки с обмыливанием стыков и сварных швов:
 - при проведении операций осуществляется постоянный дистанционный контроль давления в емкостях, работы насосов, срабатывания клапанов и других исполнительных элементов.

Технология подготовки МКА 14Ф13 и КГЧ 14С135 в целом с точки зрения обеспечения экологической безопасности принципиально отличается от технологии подготовки РН «РС-18», поскольку в данном случае заправка компонентами топлива НДМГ и АТ (амилином) осуществляется на заводе-изготовителе. Количество заправляемых компонентов топлива приведено в таблице 7.1. Заправка указанных изделий на заводе-изготовителе предопределяет характер всех дальнейших технологических операций по их доставке на космодром, перегрузке, доставке в зал подготовки, перегрузке и стыковочным операциям, электрическим испытаниям перед стыковкой с РН «РС-18».

Таблица 7.1 - Количество КРТ, заправляемое в двигательные установки КА 14Ф133, ОИА КГЧ 14С135, а также (для справки) РН «РС-18»

Наименование изделия	Количество КРТ, кг		Принадлежность
	АТ (амилин)	НДМГ	
ОИА	9,1	4,9	КГЧ 14С135
КА 14Ф133	38,9	21,0	КГЧ 14С135
АПБ РН	293,9	166,4	РН «РС-18»
БУ 1 и 2 ст. РН	67090,0	25957,0	РН «РС-18»

7.1.1. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности при транспортировке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 с завода-изготовителя на космодром

В настоящее время накоплен большой отечественный опыт железнодорожной транспортировки различных видов ракетной и ракетно-космической техники, заправленных КРТ (КА, РН, разгонные блоки, блоки разведения и т.д.). Имеющийся опыт полностью реализован при разработке технологии железнодорожной перевозки КГЧ 14С135, КА 14Ф133 и АПБ. Для этих целей предусматривается использование специализированного железнодорожного вагона. Вагон снабжен системой термостатирования, обеспечивающей поддержание температуры внутри вагона в пределах 5-25°С в диапазоне температур наружного воздуха от –50 до +50°С. Вагон снабжен средствами поддержания заданной температуры и средствами пожаротушения. Внутри вагона размещается выкатная рама, на которой закрепляются специальные герметичные контейнеры с КГЧ 14С135 и КА

14Ф133. Контейнеры снабжены системами газового контроля, позволяющими периодически измерять состояние газовой среды внутри контейнеров. Транспортировка указанных изделий осуществляется под постоянным контролем службы эксплуатации, размещаемые в вагоне сопровождения.

Обслуживающий персонал осуществляет периодический осмотр состояния транспортируемых контейнеров, производит контроль температуры внутри вагона и состояния газовой среды внутри контейнера.

Анализ предложенной технологии транспортировки позволяет сделать вывод о том, что при проектировании железнодорожных средств для доставки КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 реализованы все требования, предъявляемые к подобного рода технологическим операциям. Следует отметить, что по существующим правилам транспортирования разрядных грузов процесс проектирования специальных транспортных средств заканчивается согласованием необходимой документации с управлением специальных перевозок Министерства путей сообщения РФ.

Все эти технические и организационные мероприятия гарантируют обеспечение экологической безопасности при железнодорожной транспортировке изделий КГЧ 14С135, МКА 14Ф133 и АПБ РН «РС-18».

7.1.2. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности при транспортировке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на территории космодрома

Транспортировка КГЧ 14С135, КА 14Ф133 по территории космодрома осуществляется после перегрузки контейнеров с этими изделиями из железнодорожного вагона на грунтовое транспортное средство – специальный агрегат СО-722. Перегрузка осуществляется с помощью автокрана. Скорость транспортирования не более 40 км/ч.

При выполнении этих операций, также как и при железнодорожной перевозке, экологическая безопасность обеспечивается за счет реализации по существу тех же самых мероприятий: внутри контейнеров поддерживается необходимый температурно-влажностный режим, контролируется состав газовой среды. Все операции по транспортированию осуществляются под непрерывным контролем представителей космодрома и промышленности.

7.1.3. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности при монтажно-стыковочных работах и электрических испытаниях КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на технической позиции

В качестве технической позиции для работ с КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 на космодроме Байконур предполагается использование МИК (соор. 60) на площадке 2А. Внутри сооружения, предназначенного для работ с КГЧ и КА реализован комплекс организационных и технических мероприятий по обеспечению как экологической безопасности, так и безопасности

проведения работ в целом. К числу этих мероприятий относятся:

- обязательное освидетельствование средствами технадзора всех грузоподъемных и грузозахватных средств в соответствии с действующей документацией;
- оснащение рабочих помещений средствами пожаротушения и газового контроля;
- выделение в помещениях, где проводятся электрические испытания заправленных компонентами топлива ОИА КГЧ 14С135 и КА 14Ф133, условно пожаро- и взрывобезопасных зон с соблюдением в них всех требований, определенных правилами установки электрооборудования (ПУЭ);
- соблюдение необходимых организационно-технических мер, минимизирующих количество обслуживающего персонала во время проведения особо опасных операций; проведение аттестации этого персонала и т.д.

В целом необходимо отметить, что весь комплекс технологических операций по подготовке изделий РКТ типа КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 в настоящее время достаточно отработан в отечественной ракетно-космической отрасли, что в наибольшей степени гарантирует экологическую безопасность при их практической реализации. За весь период подготовки к запуску всех российских КА не было зафиксировано ни одного случая утечек КРТ из заправленного изделия. Это обусловлено в первую очередь тем, что заправка КА (в отличие от заправки РБ и РН) осуществляется методом вакуумирования. Поэтому в случае разгерметизации магистрали ДУ утечка может быть только при наличии наддува. Так как наддув при наземной подготовке КА не задействуется, то утечки из ДУ КА могут исчисляться только граммами.

Таким образом, безопасность наземной эксплуатации (в т.ч. экологическая безопасность) КГЧ 14С135 и КА 14Ф133 обеспечивается реализацией следующих мероприятий «ПОЭБ КА 14Ф133 и КГЧ 14С135»:

- использованием в конструкции КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 (в первую очередь – в конструкции ДУ) технических решений, сводящих к минимуму риск возникновения нештатных ситуаций (например, максимальная доля сварных соединений, а в разъемных соединениях – многобарьерные уплотнения; рентгеноконтроль сварных соединений при изготовлении и проверка на герметичность разъемных соединений гелиевыми смесями);
- подтверждением принятых конструкторских решений при многочисленных наземных испытаниях стендовых изделий, имитирующих штатные условия эксплуатации;
- применением при работах с КРТ отработанных технологий (включая заправку ДУ и транспортирование заправленных изделий).

7.1.4. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности на ТК КА и КГЧ

Проведенный анализ материалов, примененных в оборудовании комплексов в сооружении 60 площадки 2А, а также многолетний опыт его эксплуатации показывает, что технический комплекс не оказывает вредного воздействия на окружающую среду. Дополнительных мероприятий по обеспечению экологической безопасности окружающей среды не требуется. При этом:

- материалы, применяемые в оборудовании, выбраны в соответствии с действующей нормативно-технической документацией;
- лакокрасочные покрытия являются стойкими к внешним воздействиям и в процессе эксплуатации не выделяют вредных веществ в окружающую среду;
- смазки, клеи, герметики, трубки ПВХ, резины и другие неметаллические материалы находятся, в основном, в закрытых объемах и не выделяют при эксплуатации вредных веществ в окружающую среду;
- инертные газы (аргон, гелий), а также азот используются в герметичных контурах оборудования и не оказывают вредного влияния на окружающую среду.

7.1.5. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности на ЗС 11Г12

Дооборудование ЗС 11Г12 для заправки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 не проводится, лив КРТ и повторная заправка (при необходимости, в случае обнаружения негерметичности ДУ КА или ДУ ОИА) осуществляется по существующей на ЗС технологии, используемой в течение нескольких десятков лет. Технологические процессы, осуществляемые на ЗС, связанные с приемом КРТ в емкости хранилищ, подготовкой КРТ к штатным работам, выдачей КРТ потребителю, нейтрализацией оборудования ЗС и изделия РКТ осуществляются по замкнутой схеме, без контакта с атмосферой (с закрытыми дренажами). В этом случае строгое соблюдение технологического процесса гарантированно исключает попадание дренажных паров и промстоков с примесями вредных токсичных веществ во внешнюю среду.

7.1.6. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности на СК РН «РС-18» (площадка 175/2) при запусках КА 14Ф133

На стартовом комплексе РН «РС-18» предусмотрены специальные технологические и технические системы, предотвращающие вредное влияние паров и проливов компонентов топлива при заправке ускорителей 1 и 2 ступеней РН на обслуживающий персонал и окружающую среду. К таким

системам относятся:

- система сжигания паров компонентов топлива;
- система сбора и выдачи на нейтрализацию промстоков компонентов топлива;
- система контроля загазованности;
- системы вентиляции помещений стартового комплекса.

Управление всеми технологическими операциями производится дистанционно из командных пунктов, имеющих системы, обеспечивающие в сооружениях командных пунктов (КП) при необходимости герметизацию помещений или полную вентиляцию с обеспечением подпора воздухом.

Существующая на СК технология работ с компонентами топлива, при безаварийной эксплуатации оборудования, исключает проникновение в окружающую среду паров и проливов компонентов топлива при заправке БУ 1 и 2 ступеней РН «РС-18». Двигательные установки КА 14Ф133 и ОИА КГЧ 14С135, а также АПБ РН на СК не заправляются.

Дооборудование СК для запуска РН «РС-18» с КА 14Ф133 не потребовало дополнительных мероприятий для охраны окружающей среды. Многолетняя эксплуатация СК (пл. 175/2) показала высокую надежность используемых систем нейтрализации, обеспечивающих защиту ОС от негативного воздействия КРТ в случае аварии.

7.1.7. Средства газового контроля помещений и сооружений объектов космодрома Байконур, задействованных при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

В целях выявления изменений газовой среды из-за возможных аварийных утечек КРТ и азота при работах с КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на ЗС 11Г12, в сооружении 60 на площадке 2А и на СК с РН «РС-18» (в составе которой находится КГЧ с КА 14Ф133) и предупреждения обслуживающего персонала о появлении опасных концентраций (1 и 10 ПДК), а также в целях выдачи сигнала на включение вентиляции на объектах космодрома Байконур, задействованных при подготовке КА 14Ф133 и РН «РС-18», предусмотрены следующие средства газового контроля:

- автоматические приборы газового анализа АПГА-Б,
- переносные газоанализаторы «Яуза-МГО»,
- система контроля содержания кислорода.

7.1.8. Системы сбора и нейтрализации паров и промстоков КРТ на объектах космодрома Байконур, задействованных при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

Для сбора и нейтрализации паров и промстоков КРТ на объектах космодрома Байконур, задействованных при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ

14С135 для запусков с помощью РН «РС-18», используются следующие существующие стационарные и подвижные системы нейтрализации паров и промстоков КРТ:

- подвижные агрегаты нейтрализации промстоков окислителя (агрегат 11Г426) и промстоков горючего (агрегат 11Г427) – площадка 175/2 (СК РН), площадка 31 (ЗС);
- подвижные агрегаты нейтрализации паров окислителя (агрегат 15Г93) и паров горючего (агрегат 15Г94) – площадка 2А.

Принцип работы данных систем и агрегатов основан на термическом обезвреживании (ликвидации) токсичных паров и промстоков КРТ. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали достаточность данного метода нейтрализации. Выбросы из труб камер сгорания подвижных агрегатов не создают превышение ПДК в зоне проведения работ и тем более за ее пределами.

7.1.9. Мероприятия по обеспечению тепловой безопасности

Тепловая безопасность на объектах наземной инфраструктуры, используемой при подготовке КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и РН «РС-18», реализуется выполнением следующих мероприятий:

- обеспечением в контроле допустимых значений температуры и влажности в рабочей зоне;
- исключением контакта персонала с жидким и газообразным кислородом и переохлажденными поверхностями оборудования путем обеспечения теплоизоляции оборудования, герметичности системы, расположения дренажных стояков на значительных расстояниях от площадок обслуживания, автоматического дистанционного управления при проведении операций во время работы с КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и РН;
- предотвращением опасного воздействия солнечных лучей;
- точным соблюдением правил эксплуатации, изложенных в эксплуатационной документации.

7.1.10. Мероприятия по обеспечению механической безопасности

Мероприятия по обеспечению механической безопасности включают:

- применение технологического оборудования, имеющего высокие количественные показатели надежности (в том числе вероятность неразрушения), подтвержденные многолетним опытом эксплуатации;
- наличие перил, ограждений и т.п. для предотвращения падения человека с высоты;
- наличие специальных приспособлений, исключающих падение деталей, инструмента;
- отсутствие острых углов, кромок и поверхностей с неровностями, покатыми

- и скользких полов, представляющих опасность, а также отсутствие углублений в полу и выступающих элементов, препятствующих свободному перемещению обслуживающего персонала;
- конструктивное исполнение и размещение агрегатов и систем, исключающее возможность контакта обслуживающего персонала с движущимися и вращающимися частями;
 - конструкция болтовых, шпоночных и выполнение клеевых соединений, предотвращающая возможность их произвольного развинчивания или разъединения;
 - обеспечение крепления съемных частей невыпадающими винтами или болтами;
 - ограничение предельно допустимых значений давлений струй жидкости и сжатых газов;
 - обеспечение достаточной освещенности в рабочей зоне;
 - ограничение предельно допустимых значений акустического воздействия от работающего оборудования;
 - наличие сигнализации (световой, звуковой) при проведении грузоподъемных и транспортных работ.

7.1.11. Меры безопасности при работе обслуживающего персонала с КРТ

При работе с *горючим* НДМГ необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты: специальный защитный комплект, изолирующий противогаз. ПДК НДМГ в воздухе рабочей зоны составляет 0,1 мг/м³ (в США – 1 г/м³). Допустима кратковременная (10-30 минут) работа без защитных средств в атмосфере с повышенной в 10-20 раз по сравнению с ПДК. В случае аварии проливы НДМГ обезвреживаются с помощью специальных передвижных агрегатов нейтрализации по штатной технологии. Нейтрализация проливов НДМГ и промстоков, содержащих НДМГ, производится хлорсодержащими нейтрализациями – хлорной известью или ДТС-ГК (2/3-основной солью гипохлорита кальция).

ПДК АТИНа в воздухе рабочей зоны составляет 2 мг/м³. При работе с *окислителем* АТИНом необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты: специальный защитный комплект, изолирующий противогаз. В случае аварии проливы АТИНа обезвреживаются с помощью специальных передвижных агрегатов нейтрализации по штатной технологии. Нейтрализация азотных окислителей производится щелочными средами – водными растворами каустической NaOH или кальцинированной Na₂CO₃ соды; может использоваться гашеная известь Ca(OH)₂. Широко применяются водные растворы аммиака с концентрацией 5-20 %. При концентрации 20 % температура замерзания раствора равна -25°C, при этом нейтрализующим агентом является гидрат окиси аммония NH₄OH.

7.1.12. Мероприятия по защите обслуживающего персонала от неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения

Мероприятия по защите обслуживающего персонала от неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 к указанным изделиям РКТ отношения не имеют. Поэтому их реализация осуществляется в рамках работ по подготовке и запуску РН «РС-18».

7.2 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при подготовке КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и РН «РС-18» на космодроме Байконур

Гидразиновые горючие, в т.ч. НДМГ, опасны в пожарном отношении в условиях хранения и транспортировки, поскольку их смеси с воздухом способны гореть почти при любом содержании горючего. Горящий продукт удобнее всего тушить водой, так как все гидразиновые горючие хорошо растворяются ею. Количество воды должно быть достаточно большим, примерно двукратным по отношению к горючему, так как даже 50-%ный раствор еще способен гореть.

7.2.1. Общие положения

Пожарная безопасность зданий, сооружений и помещений, предназначенных для размещения технологического и технического оборудования, и систем, расположенных на площадках 2А, 31, 175/2 космодрома Байконур и задействованных при подготовке КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и РН «РС-18», обеспечивается выполнением требований следующих нормативных документов:

- ВСН 106-83 МО;
- ВСН 43-88 МО;
- ВСН 44-88 МО;
- ВСН 58-87 МО;
- ОТТ – 11.1.11-86 «Сооружения. Общие технические требования»;
- ОТТ – 11.1.12-86 «Технические системы. Общие технические требования»;
- СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы»;
- СНиП 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий»;
- СНиП 2.04.02-84* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;

- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;
- НПБ 88-01 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования»;
- СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания»;
- СНиП II-89-80 «Генеральные планы промышленных предприятий»;
- СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»;
- СНиП 31-04-2001 «Складские здания»;
- СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»;
- ПУЭ 2000 «Правила устройства электроустановок»;
- СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»;
- НПБ 104-03 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях»;
- НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;
- НПБ 110-03 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации»;
- НПБ 88-01 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования»;
- ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации».

7.2.2. Средства противопожарной защиты

Для своевременного обнаружения и тушения пожаров здания и используемые при подготовке КА и КГЧ сооружения оборудованы:

- пожарной сигнализацией;
- установками автоматического пожаротушения;
- установками дистанционного пожаротушения;
- первичными средствами пожаротушения;
- внутренним противопожарным водопроводом;
- наружным противопожарным водоснабжением (пожарные гидранты и водоемы).

Пожарной сигнализацией оборудованы все помещения зданий и сооружений, кроме помещений, связанных с «мокрыми» процессами и относящихся к категориям В4, Д по взрывопожарной и пожарной опасности. Пожарная сигнализация предусмотрена в соответствии с требованиями ВСН 43-88 МО, НПБ 110-03, ВСН 106-83 МО, НПБ 88-01. В качестве извещателей пожарной сигнализации используются автоматические пожарные извещатели ДИП-3М, реагирующие на появление дыма, автоматические извещатели ИП-105, срабатывающие при повышении температуры, и извещатели ручного

действия ИПР. В помещениях со взрывоопасными зонами (В-Ia, В-Iб по ПУЭ) предусматриваются пожарные извещатели ИП 106-2, формирующие сигнал при повышении температуры и ИП 329-2, срабатывающие на ультрафиолетовое излучение (при появлении пламени).

В помещениях, оборудованных установками автоматического пожаротушения, системами противодымной вентиляции (защиты), предусматривается две группы пожарных извещателей, соединенных двумя шлейфами, для обеспечения надежности включения систем и исключения ее пуска при ложном срабатывании извещателя. В качестве стационарной аппаратуры предусматривается использовать пульта приемно-контрольные ППК-2. Вывод сигналов о возникновении пожара в помещениях зданий и сооружений производится дежурными службами объекта: руководителям работ; дежурному по объекту; в пожарное депо.

В качестве огнетушащих средств применены экологически чистые вещества – вода и порошок. Для тушения используемого в КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 горючего (НДМГ) предусматривается вода. Интенсивность подачи - не менее $0,3 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$. Для тушения кабельной продукции, электрооборудования, дизельного топлива используется порошок. Проектирование установок выполнено в соответствии с требованиями НПБ 88-01, НПБ 67-98.

Все помещения, здания и сооружения оборудованы первичными средствами пожаротушения с учетом требований ВСН 106-83, ВСН 43-88, НПБ 01-03. В качестве первичных средств применяются ручные и передвижные огнетушители пенного, порошкового и углекислотного тушения. Противопожарное водоснабжение зданий и сооружений обеспечивается проектными решениями, принятыми в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85*, СНиП 2.04.02-84, СНиП 2.01.51-90, ВСН 106-83 МО, ВСН 43-88 МО, ВСН 44-88 МО.

Наружное пожаротушение зданий и сооружений предусматривается пожарными автомобилями от пожарных гидрантов и водоемов (резервуаров). Максимальные расчетные расходы воды на наружное пожаротушение на пл. 2А, 31, 175/2 космодрома Байконур составляют 15 л/с. Потребный объем воды для целей наружного пожаротушения составляет 162 м^3 .

Внутренним противопожарным водопроводом оборудуются все основные здания и сооружения, задействованные при подготовке КА 14Ф133 и РН «РС-18», с расчетным расходом воды 10 л/с (2 струи по 5 л/с). В качестве пожарных стволов в сооружениях с наличием КРТ предусматриваются пожарные стволы типа РСП-70, обеспечивающие расход воды 7,4 л/с при сплошной (компактной) струе и 7,0 л/с при распыленной струе, при давлении на стволе 0,4 - 0,6 МПа. Интенсивность распыления струи - $0,2 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$, что позволяет тушить пожары нефтепродуктов без применения воздушно-механической пены. Потребный объем воды для целей

внутреннего пожаротушения составляет 108 м^3 .

Неприкосновенный запас для внутреннего пожаротушения по сооружениям площадки 200 хранится в существующих резервуарах емкостью $2 \times 250 \text{ м}^3$, а для наружного пожаротушения площадки 200 - в резервуаре емкостью 250 м^3 . Насосные станции пожаротушения, подающие воду на площадки, обеспечены необходимым запасом воды для целей пожаротушения в течение 3 часов. Максимальный срок восстановления противопожарного запаса - 24 часа.

7.2.3. Теплоснабжение, отопление и вентиляция

Для обеспечения безопасной эвакуации людей из зданий и сооружений предусматривается система противодымной вентиляции в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003.

В коммуникационных комбинированных и кабельных тоннелях предусмотрено удаление дыма после тушения пожара вытяжными вентиляторными установками, установленными на поверхности, предназначенными для вентиляции каналов. Транзитные воздуховоды и коллекторы выполнены с огнестойкостью не ниже требований, изложенных в СНиП 41-01-2003.

7.2.4. Электрооборудование

Молниезащита зданий и сооружений выполнена в соответствии с требованиями СО 153-34.21.122-2003, ВСН 106-83 МО, ВСН 58-87 МО по I, II, III категориям. Молниезащита I категории выполняется отдельными стоящими стержневыми молниеотводами. Молниезащита зданий и сооружений II и III категорий выполняется посредством наложения молниеприемной сетки на кровлю. Сетка выполняется из стальной проволоки диаметром 6 мм с шагом $6 \times 6 \text{ м}$ (для II категории) и с шагом $12 \times 12 \text{ м}$ (для III категории) и присоединяется в двух местах с противоположных сторон зданий к контуру заземления. Все электрооборудование обеспечено защитным заземлением в соответствии с требованиями ПУЭ 2000, ВСН 58-87 МО, СО 153-34.21.122-2003, СН 102-76.

7.2.5. Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

На площадках, задействованных при подготовке КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и РН «РС-18», имеются подразделения противопожарной защиты и

спасательных работ. На площадках 2А и 31 расположены специальные пожарные части (СПЧ) специального управления Федеральной противопожарной службы № 70 МЧС России. СПЧ находятся на расстоянии 500 м от сооружения 60 на площадке 2А, в 1 км от ЗС на площадке 31 и в 2 км от СК на площадке 92А-50. При транспортировке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на ЗС, при работах с КГЧ 14С135 на СК РН «РС-18» (площадка 175/2) осуществляется дежурство автомобильной пожарной техники с боевыми расчетами, входящими в состав аварийно-спасательной группы (АСГ). При заправке РН «РС-18» осуществляется дежурство 6 пожарных машин. При транспортировке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 обязательным является сопровождение пожарной машиной, машиной скорой помощи и аварийно-спасательной группой. Привлечение пожарных сил и средств осуществляется на договорной основе с СУ ФПС №70 МЧС России.

7.3 Инженерно-технические мероприятия по обеспечению защиты объектов наземной инфраструктуры космодрома Байконур от возможных аварийных ситуаций при подготовке и пуске РКН «РС-18» с КГЧ 14С135

На различных этапах при проведении работ по подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, а также РН «РС-18» возможно возникновение нештатных и аварийных ситуаций, связанных с проливами КРТ. Процесс заправки осуществляется с использованием взаимосвязанного оборудования, которое обеспечивает не только основные операции, но и те, которые направлены на предупреждение аварийных ситуаций. К ним относятся:

- вакуумирование заправочных магистралей;
- продувка, сброс давления из оборудования;
- продувка и промывка водой оборудования;
- дистанционный автоматический контроль загазованности парами КРТ помещений;
- удаление и сбор промстоков КРТ;
- нейтрализация (уничтожение) паров КРТ;
- нейтрализацию из емкостей сбора промстоков;
- дистанционное автоматическое управление процессами выдачи КРТ (слива) из изделия;
- контроль пожароопасного состояния и тушение пожара в пожароопасных помещениях.

Конструкторской документацией предусматриваются технологические системы для сбора и нейтрализации промстоков и паров КРТ, система газового контроля и пожарная сигнализация. Предусмотрены сооружения для их размещения.

Работы по заправке (повторной, в случае необходимости) ДУ КА

14Ф133 и ДУ ОИА КГЧ 14С135 компонентами ракетного топлива на ЗС 11Г12 на площадке 31 проводятся поочередно. Сначала происходит заправка окислителем, затем горючим. При подготовке к работам собираются заправочные коммуникации, проверяется их герметичность и вакуумная плотность. Для предупреждения и локализации проливов КРТ разработаны следующие мероприятия:

- зоны работ имеют твердое покрытие, препятствующее проникновению проливов в грунт;
- в местах возможного пролива КРТ (в местах размещения емкостей, запорно-разделительной и контрольной арматуры, разъемных соединений) предусматриваются поддоны, уклоны полов и площадок, приямки и трапы, обеспечивающие удаление проливов в систему сбора и нейтрализации промстоков;
- химическая отделка полов и стен помещений сооружений и коммуникационных каналов.

Для смыва проливов КРТ в систему сбора и нейтрализации промстоков предусматриваются поливочные краны системы технического водоснабжения.

Технический комплекс КА и КГЧ, заправочная станция и стартовый комплекс РКН «РС-18» с КГЧ 14С135 размещаются вне жилых зон, имеющих фоновые загрязнения. В общем случае комплекс мероприятий по охране окружающей среды при создании и эксплуатации КА 14Ф133 включает в себя организационно-технологические, санитарно - технические и архитектурно-планировочные мероприятия (таблица 7.2).

Охрана атмосферного воздуха. Безопасный для атмосферного воздуха цикл технологических операций по заправке (сливу) компонентов ракетного топлива, их транспортировка обеспечивается использованием подвижных штатных агрегатов, в т.ч. дожигателей, принятых на вооружение и выполнением требований инструкций штатной эксплуатационной документации ракетного комплекса.

Работа подвижных дизель-электрических станций используемых в комплексе, кратковременна - несколько десятков часов в год (при устранении аварий системы электроснабжения, при подготовке КГЧ и РН). Учитывая эти условия и характер работы ДЭС, мер по защите атмосферного воздуха не предусматривается.

В результате рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, максимальные приземные концентрации вредных веществ при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ) не превышает значений ПДК для жилой зоны - 0,74 ПДК. Ввиду того, что выбросы загрязняющих веществ не превышают значений ПДК жилой зоны, план мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ в периоды НМУ не предусматривается.

Таблица 7.2 - Комплекс мероприятий по охране окружающей среды при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

Организационно-технологические мероприятия	Санитарно – технические мероприятия	Архитектурно-планировочные мероприятия
<i>по охране атмосферного воздуха</i>		
Заправочное оборудование КРТ снабжено герметичной арматурой исключающей выбросы паров вредных веществ. Дренажные пары КРТ дожигаются в подвижных установках. Резервуары ГСМ снабжены дыхательными клапанами	В хранилищах подвижных агрегатов имеются системы механической вытяжной вентиляции	Устройство санитарно-защитных зон
<i>по охране и рациональному использованию земельных и лесных ресурсов</i>		
Технологическое оборудование размещается на отведенной территории без дополнительного землеотвода	Применение табельных технологических комплектов для слива и транспортировки КРТ, исключающих аварийные проливы. На открытых площадках зоны КРТ предусмотрены трапы, сборники и трубопроводы для отвода вод на станцию нейтрализации. Заправка емкостей ГСМ с использованием приемных колонок и табельных поддонов	Предусмотрены дороги и необходимые подъезды к сооружениям. Технологические и противопожарные разрывы, обеспечивающие сохранность лесных ресурсов
<i>по охране и рациональному использованию водных ресурсов</i>		
Технологические системы с использованием оборотного водоснабжения. Нейтрализация остатков КРТ	Подключение проектируемых сооружений к существующим сетям водоснабжения и канализации	Вертикальная планировка территории, устройство канав и кюветов для отвода ливневых стоков

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96 объекты СК на площадке 175/2 не классифицируются по ширине санитарно-защитной зоны (СЗЗ). По нормам ВСН 106-83 Минобороны, минимальное расстояние от площадок объекта до жилой застройки составляет 1000 м. Как показали расчеты максимальные значения приземных концентраций вредных веществ, соответствующие нормативам для жилой зоны по всем ингредиентам на этом расстоянии обеспечивается. СЗЗ территории объекта принята 1000 м. Величины выбросов загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при эксплуатации объекта, предлагаются использовать в качестве предельно-допустимых (ПДВ).

Основные мероприятия по охране атмосферного воздуха сводятся к следующему:

- площадки объекта размещены более, чем в 1000 метров от ближайшей жилой застройки;
- установлены санитарно-защитные зоны площадки 175/2;
- все подвижные агрегаты проходят проверку на токсичность выхлопных газов и соответствия их установленным нормам.

Таким образом объект, используемый для запуска КА 14Ф133, по уровню загрязнения атмосферы не превышает допустимых значений для близлежащей жилой зоны, и одновременно не превышает допустимый уровень загрязнения для рабочей зоны во всех точках расчетной площади. За соблюдением ПДВ после начала запусков КА 14Ф133 конверсионной РН «РС-18» организуется контроль в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78. "Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями".

Охрана поверхностных и подземных вод. Размещение комплекса подготовки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на площадках 2А, 31 и 175/2 предусматривается с использованием существующих, функционирующих в настоящее время в интересах всего космодрома инженерных систем, в том числе, водоснабжения и канализации.

Источниками водоснабжения площадок 2А и 31 служат подземные воды, забираемые существующими скважинами, расположенными на благоустроенной территории с зелеными насаждениями и ограждением зоны санитарной охраны. Водоснабжение стартового комплекса площадки 175/2 - на привозной воде.

Бытовые стоки караульного помещения на площадке 175/2 поступают в выгреб (периодически опорожняемый ассенизационной машиной) и вывозятся на очистные сооружения. Канализование стоков площадки 2А осуществляется в самостоятельную сеть с дальнейшим поступлением стоков на очистные сооружения, состоящие из двухкамерных септиков с хлораторной и обеспечивающие степень очистки: по БПК₂₀ - 15мг/л, по ВВ - 15 мг/л. Существующая система канализации площадки 2А отводит сточные воды на местные очистные сооружения, состоящие из механической очистки и биофильтров .

При функционировании технических систем и агрегатов комплекса, обслуживающего подготовку КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 каких-либо сбросов загрязняющих веществ в канализацию не предусматривается. Предусматривается только водоотведение от санитарно-бытовых помещений в сооружениях пребывания личного состава.

К основным предусмотренным мероприятиям относятся:

- подключение проектируемых сооружений к существующим сетям водопровода;
- применение технологических систем с оборотными системами водоснабжения;
- устройство поддонов под резервуарами хранения КРТ;

- использование существующих технологических систем хранения и выдачи КРТ с закрытыми системами и с утилизацией промстоков;
- вертикальная планировка территории в районе проектируемых дозаторных станций КРТ с устройством и кюветов для отвода ливневых стоков.

Защита от вредного воздействия шума. Источниками шума периодического воздействия являются работающие двигатели подвижных агрегатов транспортирования и обслуживания КА 14Ф133 и КГЧ.

Расчет эквивалентного уровня шума в точках 1 (жилая площадка №113, удаление от рабочей зоны площадки 2А – 1 км) и 2 (жилая площадка №95, удаление от СК на площадке 175/2 – 3 км) проведенный в соответствии с приложением 4 пособия к СНиП 1.02.01-85 по составлению раздела «Охрана окружающей природной среды», показал, что ожидаемый уровень звука в жилом городке на площадке 113, ближайшей к сооружению 60, составит 12 дБА, а уровень звука в зоне площадки 95 (3 км от площадки 175/2) составит около 15 дБА. Согласно СНиП II-12-77 нормативный уровень звука в жилых помещениях не должен превышать 30 дБА. Расчет производился без учета акустического воздействия оборудования, используемого при подготовке РН «РС-18», и акустического воздействия непосредственно ДУ РН при запуске.

Восстановление (рекультивация) земельных участков. При подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 к запуску земляные работы не требуются, воздействие на почвенные покровы не производится и, поэтому, восстановление (рекультивация) земельных участков не требуется.

7.4 Организационно-технические мероприятия по обеспечению защиты объектов наземной инфраструктуры космодрома Байконур от возможных аварийных ситуаций и ликвидации их последствий при подготовке КА 14Ф133, КГЧ 14С135 и РН «РС-18» (справочно)

К организационно-техническим мероприятиям по обеспечению защиты объектов наземной инфраструктуры космодрома Байконур от возможных аварийных ситуаций при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 относятся:

- соблюдение правил техники безопасности, изложенных в инструкциях по технике безопасности, действующих на месте эксплуатации, и выполнение мероприятий по их предупреждению;
- допуск к выполнению работ только лиц, изучивших устройство систем и правил их эксплуатации, сдавших зачеты и имеющих необходимую квалификацию;
- выполнение всех видов работ, проводимых на технологических агрегатах, строго по командам руководителя работ;
- контроль за выполнением штатных работ эксплуатирующей организацией,

представителями промышленности;

- постоянный контроль за исправностью технологического оборудования.

Кроме того, одним из важнейших мероприятий организационного характера является обязательное назначение на объектах космодрома Байконур, задействованных при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 с помощью конверсионной РН «РС-18», аварийно-спасательных групп (АСГ) при проведении любого вида работ повышенной опасности. К таким работам можно отнести следующие:

- газо-взрыво-пожароопасные работы 1 и 2 степеней опасности;
- автономные и комплексные испытания систем, агрегатов КА 14Ф133 и КГЧ 14С135;
- заправка (повторная при необходимости) КА 14Ф133 и КГЧ 14С135;
- транспортировка заправленного КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 для стыковки с РН.

В целом на АСГ возлагаются задачи по выполнению аварийно-спасательных работ на объектах космодрома Байконур в случае возникновения аварийной ситуации. К таким задачам относятся:

- эвакуация пострадавших из зоны аварии и оказание им первой медицинской помощи;
- тушение пожаров, откачка воды и промстоков из аварийных помещений и сооружений комплекса;
- расчистка входов, переходов, выходов, ликвидация завалов, открытие дверей, люков в аварийных помещениях и сооружениях;
- определение концентрации вредных веществ или содержания кислорода в атмосферном воздухе помещений, сооружений носимыми приборами;
- нейтрализация и дегазация оборудования и помещений;
- выполнение отдельных видов ремонтно-восстановительных работ при ликвидации последствий аварий и катастроф, в первую очередь, приведения аварийных систем, агрегатов в безопасное состояние;
- выполнение предусмотренных мероприятий в начальной стадии возникновения аварии.

Успешное выполнение аварийно-спасательных и восстановительных работ АСГ обеспечивается выполнением следующих мероприятий:

- укомплектованием сооружений систем, агрегатов противопожарными средствами, созданием резерва огнетушителей, поддержания запасов воды в пожарных резервуарах и водоемах;
- созданием запасов нейтрализующих средств и обезвреживающих веществ для нейтрализации пролитых и обезвреживания вредных веществ;
- поддержанием в постоянном режиме штатной эксплуатации специальных систем комплекса: пожаро-взрывопреждения, контроля воздушной среды в зонах газо-взрывоопасных помещений и сооружениях и технических (обеспечивающих) систем в них;
- периодической проверкой состояния основных, запасных и аварийных

- выходов, аварийного освещения, герметичности кабельных вводов, дверей, люков газо-взрывоопасных сооружений и помещений;
- обеспечением номеров боевого расчета средствами защиты и созданием резерва средств защиты в газо-взрывоопасных сооружениях и помещениях;
 - обеспечением аварийно-спасательными комплексами (защитные и технические средства) газо-взрывоопасных сооружений и помещений;
 - разработкой планов ликвидации аварий для каждой системы, агрегата КА 14Ф133 и КГЧ 14С135;
 - заблаговременной разработкой для каждого рабочего места (номера расчета) перечня аварийных ситуаций и порядка действий по их локализации и ликвидации;
 - определением конкретных видов работ, на время проведения которых назначается АСГ;
 - комплектованием и подготовкой АСГ;
 - периодической проверкой готовности АСГ к выполнению возложенных на нее задач.

7.5 Порядок обращения с отходами при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 на космодроме Байконур

Обращение с бытовыми и производственными отходами при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 производится в соответствии с правилами, приведенными в приложении Л. Производственные отходы при наземной подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 не образуются. Демонтируемые с борта КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 неисправные приборы и кабели возвращаются на заводы-изготовители для исследования и установления причин дефектов.

В соответствии с принятой технологией в процессе подготовки КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 осуществляются следующие технологические операции: стыковка-расстыковка электрических разъемов, стыковка-расстыковка пневмогидравлических магистралей. При этом используется незначительное (единицы кг) количество специальных бязевых салфеток и этиловый спирт. Временное накопление таких отходов и сдача их на переработку предусматривается совместно с аналогичными отходами от других производственных источников космодрома.

Бытовые отходы образуются в непроизводственной сфере деятельности персонала, а также при уборке помещений цехов и территории. Норма образования бытовых отходов определяется с учетом удельных санитарных норм образования бытовых отходов на промышленных предприятиях Согласно рекомендациям СНиП 2.07.01-89 (приложение 11 «Нормы накопления бытовых отходов»), расчетное ежегодное количество твердых

бытовых отходов (ТБО) на человека составляет 289 кг/(чел.·год).

Твердые бытовые и возможные производственные отходы, образующиеся при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, складываются в контейнеры и по мере накопления вывозятся на свалки и полигон захоронения твердых бытовых отходов (ПЗТБО). Хозяйственно-бытовые стоки от объектов наземной инфраструктуры, используемой при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, собираются в канализационные насосные станции и подаются на очистные сооружения биологической очистки. Производственные сточные воды, содержащие КРТ, собираются в систему сбора промстоков и сжигаются на агрегатах 11Г426, 11Г427.

Контроль соблюдения требований Закона Российской Федерации «Об отходах производства и потребления» и «Временными правилами охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации» на космодроме Байконур осуществляют Центр Госсанэпиднадзора комплекса Байконур, который контролирует:

- выполнение законодательства РФ и других нормативных актов по санитарно-эпидемиологическим вопросам;
- соблюдение санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемиологических правил и норм при: строительстве и реконструкции объектов и сооружений, а также при приеме их в эксплуатацию; транспортировке, хранении, применении и захоронении радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений, компонентов ракетного топлива, ядовитых и сильнодействующих веществ, а также при работах с генераторами электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот, оптическими и квантовыми генераторами.

Кроме того, Центр Госсанэпиднадзора выполняет задачи укрепления здоровья и профилактики заболеваний населения г. Байконур, оздоровления среды города, улучшения условий труда и отдыха людей, проведения гигиенических и противоэпидемиологических мероприятий, контроля за соблюдением санитарных правил, норм и технических нормативов.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- Проведение специального производственного экологического контроля за безопасным обращением с отходами в процессе наземной подготовки КА 14Ф133 И КГЧ 14С135 к запуску на космодроме Байконур не требуется.
- При наземной подготовке КА 14Ф133 И КГЧ 14С135, в соответствии с требованиями Закона Российской Федерации «Об отходах производства и потребления» и «Временными правилами охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации», реализуются следующие необходимые мероприятия:
 - контроль за соблюдением установленных нормативов образования и размещения отходов;
 - соблюдение условий временного хранения отходов в местах складирования;
 - периодичность вывоза отходов с территории предприятия;

- соблюдение условий передачи на другие объекты для переработки или для захоронения на полигонах;
- соблюдение санитарных требований к транспортировке отходов.

7.6 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности при полете КА 14Ф133 и КГЧ 14С135

Озабоченные опасными последствиями человеческой деятельности в космосе, специалисты ищут пути предотвращения критического уровня его загрязнения. Основными являются следующие направления:

- уменьшение количества техногенных объектов, образующихся при запуске и эксплуатации КА;
- повышение надежности и, следовательно, увеличение времени активного существования КА, снижение вероятности разрушения КА;
- полное исключение преднамеренных взрывов КА;
- разработка способов очистки ОКП от нефункционирующих КА и обломков;
- совершенствование средств контроля за загрязнением ОКП;
- совершенствование методов оценки последствий загрязнения в направлении повышения достоверности результатов анализа и прогноза обстановки в ОКП;
- разработка способов защиты КА от техногенных частиц.

Наиболее эффективными и безусловно необходимыми являются меры, направленные на уменьшение интенсивности загрязнения ОКП. Их действенность должна быть обеспечена такими международными правовыми и экономическими мерами, которые бы сделали продолжение загрязнения ОКП невыгодным. При этом должна повыситься роль контроля и анализа обстановки, обеспечивающих мировую общественность оперативной и достоверной информацией о состоянии и перспективах изменения обстановки в космосе.

Разработка мер по снижению уровня загрязнения ОКП – это отдельная самостоятельная проблема. Наряду с разработкой и реализацией комплекса технических мер по существенному снижению уровня загрязнения важное значение будет иметь принятие международных соглашений, регламентирующих деятельность разных стран в этой области. Весьма своевременным является введение ограничений на запуски КА на высоты более 800-1000 км, а также принятие штрафных санкций в отношении тех стран и организаций, которые будут нарушать введенные ограничения и, в частности, будут допускать аварии и взрывы своих КА [3].

7.6.1. Мероприятия по ограничению механического загрязнения ОКП при полете КА 14Ф133 и составных частей КГЧ 14С135

Важность вопроса засоренности ОКП обусловлена также еще и тем, что в настоящее время не существует технических средств (и даже теоретических методов) его очистки. Вопрос очистки космического пространства искусственными методами сейчас ни теоретически, ни тем более практически не исследован. Более того, даже косвенный метод уменьшения засоренности орбит путем регламентации процесса освоения космоса различными нормативно-техническими документами сейчас только разрабатывается.

Исследования проблемы засорения ОКП показали, что естественный механизм очистки космоса (за счет аэродинамического торможения) эффективен только в пределах высот до 600-700 км, а искусственные способы очистки настолько дороги, что данная проблема может быть решена только в международном масштабе.

Кроме того, было обнаружено, что снижение темпов запусков не является решением этой проблемы, так как по ряду оценок отечественных и зарубежных ученых даже после полного прекращения запусков в настоящее время, уровень техногенного засорения космоса будет возрастать вследствие разрушений существующих космических аппаратов и объектов из-за взрывов и столкновений с ненаблюдаемыми частицами космического мусора (с поперечным размером менее 10 см). В настоящее время реально возможны только следующие методы снижения техногенного засорения ОКП:

- исключение запланированных взрывов космической техники в космическом пространстве;
- увод космической техники (ступеней ракет, разгонных блоков, космических аппаратов) из космического пространства сразу после выполнения ею своей задачи. Причем увод может быть осуществлен или в плотные слои атмосферы или на высокие орбиты захоронения и отлетные траектории;
- снижение количества отделяемых частей РКТ;
- установка защиты (защитных экранов), снижающей риск разрушения КА при столкновении в космосе с техногенной частицей.

Все перечисленные меры сводятся практически к техническому совершенствованию космической техники или изменению путей ее эксплуатации. На космическом аппарате КА 14Ф133 в процессе разработки реализованы все вышеуказанные мероприятия, в т.ч.:

- сведено к минимуму количество операционных элементов при отделении КА 14Ф133 от связки ОИА КГЧ 14С135 с АПБ;
- топливо заправляется в специальный высокопрочный бак, значительно превышающий по прочности баки других изделий РКТ (РБ, РН, АПБ).
- после завершения активной работы КА 14Ф133 предусмотрены запасы

топлива на снижение орбиты для сокращения времени нахождения пассивного КА в ОКП. В случае отказа СУ снижение орбиты не производится и нахождение пассивного КА на орбите увеличивается до 3-5 лет.

Анализ инженерно-технических мероприятий, предусмотренных при разработке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 и реализуемых в полете, показывает достаточность и эффективность существующих и предлагаемых решений для минимального засорения ОКП.

7.6.2. Мероприятия по уменьшению вероятности столкновения КА 14Ф133 с опасными космическими объектами

Проблема «космического мусора» постоянно находится в зоне внимания государств, осуществляющих запуски КА. Дело в том, что современными средствами контроля космического пространства (как радиолокационными, так и оптическими) удастся обеспечить регулярное сопровождение не более 9500 наиболее крупных объектов (более 15-20 см в поперечнике). Количество же объектов размеров 1-10 см оценивается величиной от 100000 до 150000. Эти объекты представляют собой наибольшую опасность для функционирующих КА, поскольку в настоящее время не существует эффективных мер защиты от столкновения с ними.

Для избежания столкновения с объектами размером более 20-25 см, находящимися на постоянном сопровождении, возможно проведение специальных маневров уклонения. Однако защиты от столкновения с объектами размером 2-20 см не имеется [4].

Если расчеты показывают, что подобный пролет возможен, то за потенциально опасным объектом усиливается наблюдение с целью получения более точных параметров его орбитального движения. При этом уточнение параметров орбиты проводится не по штатной, а по более точной методике [5].

Если полученный результат указывает на возможность прохождения траектории КА 14Ф133 и сближающегося с ней объекта в области пространства размером 5x2x2 км, то формируется оперативное оповещение, выдаваемое в Центр управления космической группировки КА. Данные российской СККП используются в качестве независимого источника для проверки полученных данных. Если принимается решение об уклонении от космического мусора, то разрабатываются исходные данные, которые используются для расчета полетного задания, закладываемого на борт. Величина импульса при проведении маневра принята фиксированной и равной 1 м/сек.

Маневрирование на орбите с целью уклонения от столкновений создает целый ряд осложнений для эксплуатации любого КА. Это дополнительный расход топлива, вынужденные перерывы в передаче данных и работе целевой

аппаратуры, временная потеря точности, знание параметров орбитального движения и др. Именно поэтому количество маневров стараются свести к минимуму в контексте обеспечения безопасности и выполнения задач полета.

Эффективность стратегии избежания столкновений путем маневрирования определяется, в первую очередь, точностью прогнозирования дистанции сближения. В свою очередь, точное прогнозирование этой дистанции обеспечивается за счет точного определения и прогнозирования параметров движения центра масс КА 14Ф133 и сближающегося с ней объекта. И если с определением параметров движения по полученным измерениям проблем, как правило, не возникает, то прогнозирование представляет собой достаточно сложную проблему.

Полет КА 14Ф133 проходит на высотах, где одним из основных естественных факторов, оказывающих влияние на движение станции, является тормозящее действие атмосферы. Учет этого воздействия осуществляется с помощью современных моделей ее плотности. Атмосфера Земли не является чем-то постоянным и неизменным. Она постоянно испытывает внешнее воздействие со стороны различных физических полей, потоков заряженных частиц и теплового излучения, идущего со стороны Солнца. При удалении Земли от Солнца плотность атмосферы падает, при приближении – растет. Она меньше на ночной стороне и больше – на освещенной Солнцем. На локальные всплески солнечной и геомагнитной активности атмосфера Земли тоже реагирует изменением плотности.

Учесть все эти факторы очень сложно. Поэтому самые современные модели плотности земной атмосферы позволяют определить ее значение с погрешностью не лучше 10%. Но это еще не все проблемы. Величина тормозящего эффекта атмосферы зависит и от свойств самого КА. Для маленьких по размеру и тяжелых КА эффект торможения очень мал, а для больших и легких является весьма существенным.

Что касается прочих объектов, то, как показали совместные российско-американские исследования, повышение точности определения параметров орбит может быть достигнуто за счет объединения возможностей СККП двух стран. С этой целью возможна организация оперативного обмена орбитальной и измерительной информацией по опасным КО между центрами ее обработки в горе Шайенн (шт. Колорадо) и в Подмоскovie. В конечном итоге это позволит сократить количество необходимых маневров уклонения от опасных сближений до 6-8 в год [5].

Проведенный в разделе анализ показал достаточность и эффективность мероприятий и технических решений по обеспечению экологической безопасности при подготовке КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, запуске КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 в составе РКН «РС-18» и при автономном полете КА 14Ф133 и КГЧ 14С135.

Таким образом, существующие и предлагаемые к реализации на космодроме Байконур инженерно-технические мероприятия гражданской

обороны, мероприятия по предупреждению чрезвычайных и аварийных ситуаций, мероприятий по обеспечению безопасности эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135, мероприятия по охране окружающей среды позволяют обеспечить безопасность персонала, населения, объектов наземной инфраструктуры и объектов окружающей среды при создании и эксплуатации КА 14Ф133 на космодроме Байконур и в полете.

Литература по разделу 7

1. Малый космический аппарат 14Ф133, космическая головная часть 14С135. Программа обеспечения экологической безопасности. – М.: НПО Машиностроения, 2002.
2. И. Маринин. переговоры в Астане завершились успешно // Новости космонавтики. 2000. № 1. с.46-47.
3. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие под общ. ред. Адушкина В.В., Козлова С.И., Петрова А.В. – М.: Издательство «Анкил». 2000. стр. 386-387.
4. В. Агапов. Проблема космического мусора приобретает все большее значение // «Новости космонавтики», 2000г., № 1, стр. 45.
5. А. Владимиров. Уклонение МКС от «космического мусора» // Новости космонавтики. 2000г. № 1. с.64.

8 Предложения по контролю воздействия КА 14Ф133 на состояние окружающей среды при эксплуатации и план слепопроектного экологического анализа

Анализ и оценка основных видов воздействия КА 14Ф133 на ОС показали, что вклад в загрязнение ОС при подготовке и функционировании КА 14Ф133, а также других составных частей КГЧ 14С135 значительно меньше воздействия на ОС средств его запуска. Это обусловлено отсутствием в составе КА 14Ф133 радиоактивных веществ, а также значительно меньших по сравнению со средством выведения запасов токсичных КРТ.

Применительно к КА 14Ф133, целью проведения экологического контроля и экологического мониторинга является наблюдение за состоянием окружающей среды и ее изменением под влиянием эксплуатации, а также проверка выполнения планов и мероприятий по охране природы, рациональному использованию природных ресурсов, оздоровлению окружающей среды, соблюдению требований природоохранного законодательства и нормативов качества ОС в районах эксплуатации.

8.1 Основные положения

В соответствии с Федеральным Законом «Об охране окружающей среды» под *экологическим контролем* понимается система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды; под *экологическим мониторингом* понимается комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

В представленных материалах ОВОС разработаны предложения по экологическому контролю воздействия подготовки КА 14Ф133 на космодроме Байконур на этапе летных (Государственных) испытаний (ЛИ). Результаты проведения контроля на этапе ЛИ используются для подтверждения (корректировки) характеристик, заявленных данных в материалах ОВОС. По результатам проведения ЛИ с учетом рекомендаций ГЭЭ как правило разрабатывается Программа долгосрочного экологического мониторинга.

В общем случае «Программа...мониторинга» разрабатывается головным разработчиком комплекса и Генеральным Заказчиком и согласовывается с организациями, задействованными в проведении предусмотренных мероприятий. К разработке этой «Программы...»

привлекаются различные организации, в том числе регионального уровня. «Программа...» в ходе ее выполнения может уточняться, дополняться и конкретизироваться главным разработчиком комплекса и Генеральным Заказчиком. Результаты, полученные в ходе исследований по «Программе...» служат основанием для разработки частных программ контроля воздействия на окружающую среду и население при эксплуатации изделия РКТ.

В соответствии со ст. 64 Федерального Закона «Об охране окружающей среды» *целью экологического контроля* является обеспечение органами государственной власти Российской Федерации, ... субъектов Российской Федерации, ... местного самоуправления, юридическими и физическими лицами исполнения законодательства в области охраны окружающей среды, соблюдения требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, а также обеспечения экологической безопасности.

В соответствии с той же статьей Федерального Закона «Об охране окружающей среды» *задачами экологического контроля* являются:

- наблюдение за состоянием окружающей среды и ее изменением под влиянием эксплуатации РКТ;
- проверка выполнения планов и мероприятий по охране природы, рациональному использованию природных ресурсов, оздоровлению окружающей природной среды, соблюдению требований природоохранительного законодательства и нормативов качества ОС в районах эксплуатации РКТ.

Объектами контроля являются: почво-грунты; атмосферный воздух; воздух рабочей зоны (при проведении работ на ТК и СК); вода открытых водоемов; промстоки (при проведении работ на ТК и СК); озоновый слой.

В соответствии с Законом Республики Казахстан «Об охране окружающей природной среды» охране подлежат атмосферный воздух и озоновый слой.

Оценка экологического воздействия любого изделия РКТ на этапе летных испытаний и экологический мониторинг в районах эксплуатации должны осуществляться в соответствии с требованиями следующих законодательных и нормативных документов:

- Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ;
- Закон Российской Федерации «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ;
- Закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ;
- Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 137-ФЗ;
- Водный кодекс Российской Федерации от 16 ноября 1995 г. № 167-ФЗ;
- Положение РК-98.

Исходя из содержания операций технологического процесса подготовки КА 14Ф133 к пуску, сопровождающихся воздействием на ОС, **задачами** контроля воздействия КА 14Ф133 на ОС должны быть:

- контроль загрязнения ОС в районе расположения ТК КА и КГЧ;
- контроль рабочих помещений ТК КА и КГЧ;
- контроль загрязнения рабочих помещений ЗС 11Г12 в случае повторной заправки ДУ КА и ДУ ОИА КГЧ;
- контроль загрязнения ОС в районе расположения СК РКН с КГЧ 14С135;
- контроль рабочих помещений СК РН «РС-18».

Контроль загрязнения окружающей среды в районе расположения ТК КА и КГЧ обусловлен тем, что при работах объектом загрязнения являются сточные воды. Воздействие вспомогательного оборудования (автотранспорт) незначительно и может рассчитываться в соответствии с ОНД-86.

Контроль рабочих помещений ТК КА и КГЧ обусловлен тем, что в нем осуществляются работы с заправленным КА и ОИА КГЧ. Контроль проводится с целью определения нештатных утечек из изделия компонентов топлива с применением течеискателей, приборов химической разведки (ПХР) и стационарных постов наблюдения.

Контроль загрязнения рабочих помещений ЗС 11Г12 обусловлен тем, что в условиях заправки КА 14Ф133 наиболее реальными источниками поступления паров КРТ в воздух (рабочей зоны и, как следствие – в воздух атмосферный) следует считать процессы стыковки заправочной системы к борту КА, заправку баков ДУ, выдавливание остатков горючего из схемы, продувку системы заправки горячим азотом, отстыковку схемы и другие операции, связанные с возможным нарушением герметичности системы. В целях предупреждения поступления паров КРТ в ходе подготовки и заправки КА 14Ф133 предусмотрены системы вакуумирования схемы герметизации стыковочных узлов на всех этапах работ. Кроме того, в процессе заправки используются системы дожигания газов 11Г426 и 11Г427. Количество и состав продуктов сгорания из этих могут быть рассчитаны с помощью ОНД-86.

Анализ результатов проведенных исследований по оценке воздействия на окружающую среду КА 14Ф133 и других составных частей КГЧ 14С135 показал, что такие виды воздействия, как тепловое, акустическое и др. при подготовке указанных изделий РКТ кратковременны, локальны и уровень их незначителен. В то же время, основное экологическое воздействие при подготовке КА 14Ф133 может быть обусловлено токсическим (химическим) воздействием на окружающую среду. Это обусловлено использованием (хотя и в незначительном по сравнению с АПБ и БУ РН количестве) в составе КГЧ высокотоксичных компонентов ракетного топлива (КРТ):

- вещества 1-го класса опасности – несимметричного диметилгидразина (НДМГ) по ГОСТ В 17803-72 (25974 кг в РН «РС-18»; 166,4 – в ДУ АПБ РН; 21 кг в ДУ КА; 4,9 кг в ДУ ОИА);

- вещества 2-го класса опасности – азотного тетраоксида (АТ) по ГОСТ В 17803-72 (67090 кг в РН «РС-18»);
- вещества 2-го класса опасности – ингибированного азотного тетраоксида (АТИН) по ОСТ 113-03-503-85 (293,9 кг – в ДУ АПБ РН; 38,3 кг в КА; 9,1 кг в ДУ ОИА КГЧ).

Таким образом к **объектам** экологического контроля (мониторинга) применительно к подготовке КА 14Ф133 на космодроме Байконур к эксплуатации можно отнести: почво-грунты, растительный покров, атмосферный воздух, воздух рабочей зоны, вода сточная, природная (таблица 8.1).

Таблица 8.1 - Контролируемые объекты окружающей среды на этапе летных испытаний КА 14Ф133

Объекты испытаний	Место проведения работ	Объекты контроля окружающей среды
КА и КГЧ	ТК КА и КГЧ (пл. 2А)	Почва, снег*, вода природная, вода сточная, атмосферный воздух, воздух рабочей зоны
РКН с КГЧ	СК РН «РС-18» (пл. 175/2);	Почва, снег*, вода природная, вода сточная, атмосферный воздух, воздух рабочей зоны
Примечание: * - для зимнего периода времени; ЗС на площадке 31 является постоянно действующим объектом, на котором осуществляется заправка ДУ различных КА и РБ. При этом экологический контроль и мониторинг состояния ОС в районе ЗС проводится постоянно.		

В таблице 8.2. приведен перечень исследуемых показателей контролируемых объектов окружающей среды, учитывающий следующие загрязняющие вещества при запуске КА 14Ф133 конверсионной РН «РС-18»:

- токсичные вещества и соединения, использующиеся в составе РН и составных частей КГЧ;
- токсичные вещества и соединения, выбрасываемые (сбрасываемые) в объекты ОС при подготовке составных частей РН к запуску КА и пуске РКН;
- вещества и соединения, образовавшиеся в результате естественного разложения или взаимодействия токсичных веществ между собой (например, взаимодействия невыработанных остатков окислителя и горючего).

Экологический контроль почвенного покрова следует осуществлять по данным химического анализа снежного покрова перед началом снеготаяния. Все поступающие загрязнители в течение месяцев устойчивого снежного покрова будут накапливаться и дадут отчётливую картину распределения поступления загрязнителей в пределах ТК КА и СК РН «РС-18». Отбор проб

производится в тех же точках, где производится контроль состояния атмосферного воздуха.

Таблица 8.2 - Перечень контролируемых показателей в объектах окружающей среды

Место проведения работ (период проведения работ)	Контролируемые вещества и показатели	Объекты контроля окружающей среды				
		атмосферный воздух	воздух рабочей зоны	вода природная	вода сточная	Почва (снег**)
ТК КА и КГЧ	НДМГ	+	+	+	+	+
	Аммиак	+	+	-	-	-
	Ион аммония	-	-	+	+	+
	Диметиламин	+	+	+	+	+
	НДМА	-	-	+	+	+
	Тетраметилтетразен	-	-	+	+	+
	Формальдегид*	+	+	+	+	+
	рН	-	-	+	+	+
	Нитраты	-	-	+	+	+
	Нитриты	-	-	+	+	+
	Сажа*	+	-	-	-	-
	Сернистый ангидрид*	+	-	-	-	-
	Окись углерода*	+	-	-	-	-
	Диоксид азота*	+	+	-	-	-
	Окись азота*	+	+	-	-	-
	Синильная кислота*	+	-	-	-	-
	рН	-	-	+	+	+
	Нитраты	-	-	+	+	+
	Нитриты	-	-	+	+	+
	Сажа*	+	-	-	-	-
Сернистый ангидрид*	+	-	-	-	-	
Окись углерода*	+	-	-	-	-	
Диоксид азота*	+	+	-	-	-	
Окись азота*	+	+	-	-	-	
Синильная кислота*	+	-	-	-	-	

Примечание: * - загрязняющие вещества, образующиеся при работе агрегата нейтрализации паров и промстоков;
** - для зимнего периода времени.

Растительный покров обладает аккумулятивным свойством по отношению к загрязнителям. Особенно тенденция накопления вредных веществ в растениях прослеживается на примере НДМГ и продуктов его прямого распада (НДМА, ТМТ, ДМА, формальдегид). Как показывают практические исследования, кратковременное воздействие загрязнителей не

оказывает резкого изменения их химического состава. Исходя из этого контроль за загрязнением растительного покрова предлагается проводить в рамках полномасштабного экологического мониторинга. В качестве индикаторов активного мониторинга выступают растительные сообщества, отдельные виды высших растений, грибов и лишайников, популяции редких видов растений.

В ходе обследования следует осуществлять внешний осмотр состояния растений с выявлением признаков угнетения или неестественного омертвления растений. При визуальном осмотре следует оценивать такие явления, как пожухлость, пятнистость и хлороз листьев, а также ослабление роста. Индикация аккумулятивным мониторингом проводится на уровне особей высших растений, лишайников, грибов и почвы.

Схема мониторинга состоит в обследовании растительного покрова на пяти пробных площадках два раза в год (в мае и июле), включая взятие на химический анализ проб почвы и биомассы (в июле).

Контроль за загрязнением атмосферного воздуха при запусках КА 14Ф133 в целях определения возможного воздействия конверсионной РН «РС-18» представляется целесообразным проводить в позиционном районе космодрома, а также по следу в ближней зоне при старте РН «РС-18». Контроль осуществляется в соответствии с ГОСТ «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» и ОНД-90. Пробы отбираются аппаратурой мобильного экологического комплекса, размещенного на автомобиле, маршрут движения которого определяется задачей определения необходимой плотности опробования в 1-й и 2-й зонах.

Первая зона характеризуется максимальной концентрацией загрязнителей. Вторая зона исследования передвижной лаборатории определяется размером санитарно-защитной зоны комплекса (ТК или СК). Отбор проб воздуха производится на высоте 1,5 - 3,5 м от поверхности земли, в соответствии с РД.52.04.186-89 и ОНД-90. Расположение пунктов опробования проб в пределах факела выброса с подветренной стороны от СК при каждом цикле отбора определяется направлением ветра. За пределами СК проводится отбор проб воздуха на организованных стационарных пунктах наблюдения. Отбор проб воздуха, как на подвижных, так и на стационарных пунктах наблюдения сопровождается метеорологическими наблюдениями.

Экспресс-анализ воздуха рабочей зоны желательно проводить с использованием портативной системы детекции газа (например, «Gastec»). Возможно также применение приборов «Яуза», а также использование располагаемых в спец.помещениях (хранилищах) приборов с самописцами. Последние особенно удобны, если один из каналов записывает изменение микроклимата помещения (температура, влажность).

Технология подготовки КА 14Ф133 на ТК и СК предусматривает

полное использование очищенных сточных вод в технологическом процессе. Загрязнение подземных вод возможно только в случае аварийных проливов КРТ или промстоков. Поэтому мониторинг состояния подземных вод целесообразно проводить в рамках планового контроля в независимости от проведения работ на ТК и СК. Плановый контроль направлен на обеспечение контроля за параметрами, отражающими загрязнение веществами, содержащимися в бытовых стоках. Систематические гидрогеохимические исследования в охранной зоне объекта проводятся на протяжении всего периода его эксплуатации. Рекомендуемый перечень показателей состава и свойств воды, которые целесообразно контролировать, с учетом профиля воздействующих на поверхностные и подземные воды предприятий, определяется на основании ГОСТ 17.1.3.06-82.

Все эти необходимые мероприятия укладываются в запланированные и реализуемые при подготовке и запусках РН «РС-18» мероприятия экологического контроля и мониторинга. В процессе проведения экологического контроля воздействия РН «РС-18» на ОС запланированы и решаются следующие задачи, в том числе касающиеся контроля воздействия КА 14Ф133 и составных частей КГЧ 14С135:

1. Контроль загрязнения окружающей среды в районе расположения ТК КА и КГЧ, СК РН «РС-18» с КГЧ на этапе подготовки РН к пуску:

- контроль загрязнения воздуха в районе расположения ТК КА и КГЧ;
- контроль загрязнения почвы в районе расположения ТК КА и КГЧ;
- контроль загрязнения воздуха в районе расположения СК РН;
- контроль загрязнения почвы, воды и растений в районе расположения СК РН.

2. Контроль загрязнения атмосферы при пуске РН:

- контроль загрязнения приземного слоя атмосферы на начальном участке траектории;
- контроль уровня загрязнения почвы на начальном участке траектории.

Контроль воздействия запусков КА 14Ф133 с помощью РН «РС-18» на ОС должен проводиться в соответствии с «Методикой контроля воздействия РН «РС-18» на окружающую среду» и Программой работ. Результаты инструментального (химико-аналитического) экологического контроля юридически правомочны лишь в том случае, если получены юридическим или физическим лицом, имеющим лицензию на данный вид деятельности. При этом измерительные приборы должны быть включены в Реестр Госстандарта, а методики обработки результатов измерений – гостированы, либо сертифицированы Госстандартом в установленном порядке. Мероприятия, предусмотренные для контроля воздействия РН «РС-18» являются избыточными для решения задач экологического контроля и мониторинга по КА 14Ф133.

8.2 Возможный порядок проведения работ по РН «РС-18» (справочно)

Работы по оценке экологического воздействия РН «РС-18» на этапе летных испытаний с новыми полезными нагрузками проводятся в пять этапов:

1 этап: Подготовка персонала, оборудования, технических и транспортных средств к проведению работ.

2 этап: Анализ фонового состояния контролируемых объектов окружающей среды в районах эксплуатации до проведения работ по подготовке к запуску КА.

3 этап: Анализ состояния контролируемых объектов окружающей среды в районах эксплуатации РН «РС-18» с полезной нагрузкой после проведения работ по подготовке к запуску КА и запуску КА.

4 этап: Оценка экологической безопасности составных частей комплекса РН «РС-18» и комплекса в целом.

5 этап: Анализ результатов. Разработка предложений по организации и проведению экологического мониторинга при эксплуатации комплекса конверсионной РН «РС-18» с полезными нагрузками.

В соответствии с программой подготовка к проведению работ по оценке химического воздействия на объектах наземной инфраструктуры комплекса РН «РС-18» и КА на космодроме Байконур, подстилающей трассе и в РП ОЧ включает следующие мероприятия:

- подготовку оборудования к проведению работ;
- подготовку персонала (проведение соответствующих инструктажей, в том числе по правилам и мерам безопасности);
- метеорологическое обеспечение;
- подготовку транспортных средств;
- выбор контрольных точек на объектах проведения работ;
- определение контролируемых показателей при условии различных способов проведения анализа (экспресс-анализа и химического анализа в стационарной лаборатории).

Работы по фоновому обследованию состояния окружающей среды в районе размещения объектов наземной инфраструктуры комплекса РН «РС-18» и в РП ОЧ проводятся за 1-2 дня до проведения работ с объектами испытаний, работы по оценке уровня загрязнения окружающей среды проводятся непосредственно после проведения работ с объектами испытаний (как правило, в тот же день).

8.3 Методы и средства исследования химического загрязнения объектов окружающей среды

Для проведения исследований по оценке уровня загрязнения ОС при летных испытаниях РН «РС-18» с КА 14Ф133 используются:

- средства экспресс-анализа объектов окружающей среды;
- средства отбора проб;
- химико-аналитическое оборудование стационарной лаборатории;
- лабораторная измерительная посуда.

Отбор проб *атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны* осуществляется в соответствии с «Руководством по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89» [1] и «Руководством по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД-90» [2].

Отбор проб *почвы* для анализа загрязнения необходимо осуществлять в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»;
- ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб»;
- ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»;
- «Методических рекомендаций по организации санитарно-гигиенического контроля почвы при работах с компонентами ракетных топлив».

Отбор проб *снега* необходимо осуществлять в соответствии с РД 52.24.186-89 [1]. Хранение отобранных проб снега осуществляется при пониженных температурах (не более 5°C) в стеклянных емкостях, соответствующих требованиям ГОСТ Р 51592-2000.

Отбор проб *сточных вод* (на ТК и СК) производится перед местами сброса в объекты ОС в стеклянную тару с герметичной пробкой или специальную химическую посуду объемом не менее 0,5 литра. Отбор проб проводится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».

Отбор проб *воды открытых водоемов* проводится на разных глубинах: на поверхности; на глубине 0,5 метра; у дна водоема. При этом для отбора проб используется система отбора проб на разной глубине Ocean Scientific (или подобная). Количество отбираемой воды определено устройством прибора и составляет не менее 0,5 литра.

Для отбора проб поверхностных вод рекомендуется использование систем, отвечающих требованиям ГОСТ Р 51592-2000 (например, система типа Ocean Scientific).

8.4 Методы и аппаратура экологического контроля

Средства анализа делятся на: *портативные* средства экспресс-контроля непосредственно в контролируемых местах и *стационарные* средства контроля. Портативные средства экспресс-контроля, средства

пробоотбора и пробоподготовки, а также средства для консервации и транспортировки (инкубаторы) проб включены в мобильный экологический комплекс. В качестве портативных средств контроля используются приборы, жестко не связанные со спецификой контролируемого объекта, или одного конкретного показателя. По возможности это должны быть универсальные приборы, предназначенные для реализации большого числа методик анализа, охватывающих разнотипные объекты и достаточно широкий спектр контролируемых параметров.

8.4.1. Методы исследования загрязнения атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны

Экспресс-анализ воздуха проводится с использованием портативной системы детекции газа «Gastec» (или подобный прибор химической разведки) в соответствии с «Методикой проведения экспресс-анализа воздуха». Анализ подготовленных проб проводится в стационарной лаборатории с использованием метода жидкостной (ионной) хроматографии (ЖХ с электрохимическим детектором).

Определение содержания НДМГ в атмосферном воздухе рекомендуется проводить по «Методике выполнения измерений массовой концентрации гидразина в воздухе на комплексе ИКАТ-02», разработанной ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. Также возможно использование более совершенных методик, в которых определение и идентификация НДМГ производится ГХ/МС-методом (или ГХ-методом с другим детектором, например азотно-фосфорным). При этом рекомендуется использовать современные приборы, позволяющие проводить процесс экстракции (в том числе твердофазной экстракции) и концентрирования в автоматическом режиме непосредственно перед вводом в колонку для устранения риска потери вещества. Примером такого комплекса может служить специализированные аппаратные комплексы таких производителей как Varian, Chrompack, Hewlett Packard и др., использующих «Purge and trap» системы экстракции, концентрирования и ввода проб [3]. Некоторые отечественные производители аналитического оборудования также уже начали выпуск подобного оборудования.

Определение содержания диметиламина в атмосферном воздухе рекомендуется производить согласно РД 52.24.186-89 «Лабораторный анализ атмосферного воздуха для определения уровня загрязнения. Диметиламин»

Содержание формальдегида в атмосферном воздухе рекомендуется производить по РД 52.04.186-89 «Лабораторный анализ атмосферного воздуха для определения уровня загрязнения. Формальдегид» и содержание формальдегида в воздухе рабочей зоны согласно фотометрической методике М 301-02-271-22-92 «Определение содержания формальдегида в воздухе

рабочей зоны», разработанной НЦ «Прикладная химия» (ГИПХ) и аттестованной в системе ГОСТ Р.

Аммиак определяется в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны по РД 52.04.186-89 «Лабораторный анализ атмосферного воздуха для определения уровня загрязнения. Аммиак: отбор проб на пленочный сорбент» или ПНД Ф 13.1:2:3.19-98 «Методика выполнения измерений массовых концентраций диоксида азота, азотной кислоты, оксида азота, триоксида серы, серной кислоты, диоксида серы, хлороводорода, фтороводорода, ортофосфорной кислоты и аммиака в пробах промышленных выбросов, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны методом ионной хроматографии».

Азотный тетраоксид, используемый в качестве окислителя, при испарении в воздухе присутствует в виде диоксида азота. В стационарных условиях определение содержания диоксида азота и сернистого ангидрида в воздухе проводится в соответствии с фотометрическими методиками РД 52.04.186-89 «Лабораторный анализ атмосферного воздуха для определения уровня загрязнения» или ионохроматографической методикой ПНД Ф 13.1:2:3.19-98 «Методика выполнения измерений массовых концентраций диоксида азота, азотной кислоты, оксида азота, триоксида серы, серной кислоты, диоксида серы, хлороводорода, фтороводорода, ортофосфорной кислоты и аммиака в пробах промышленных выбросов, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны методом ионной хроматографии».

Определение содержания оксида углерода (II) производится в соответствии с ПНД Ф 13.1.5-97 «Методика выполнения измерений концентраций оксида углерода от источников сжигания органического топлива газохроматографическим методом».

В стационарных условиях определение содержания сажи производится согласно РД 52.04.186.89 «Методика определения сажи в атмосферном воздухе», которая используется для измерения разовых концентраций.

Синильную кислоту, образующуюся при работе агрегата нейтрализации паров и промстоков горючего НДМГ, рекомендуется определять по РД 52.04.186-89 «Лабораторный анализ атмосферного воздуха для определения уровня загрязнения. Цианид водорода: отбор проб на пленочный сорбент».

Определение содержания аминов в стационарной лаборатории проводится в соответствии с РД 52.24.186-89. Определение содержания аминов (суммарно), экспресс-методом рекомендуется выполнять только в воздухе рабочей зоны с помощью индикаторных трубок. Это объясняется тем, что образование аминов из гидразина возможно только при определенных условиях и длительностью процесса образования.

В силу специфики воздействия объектов РН «РС-18», КА 14Ф133 и задействованных для обеспечения пуска агрегатов и систем на атмосферный воздух и воздух рабочей зоны исследования по уровню загрязнения данных

объектов окружающей среды может быть ограничено анализом атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны в районах проведения работ экспресс-методами.

8.4.2. Методы и аппаратура исследования загрязнения почв и растительности

Для измерения рН почвы применяется почвенный рН-метр Sentron-3001. Измерение рН производится непосредственно в местах отбора проб. Для экспресс определения концентрации нитратов и нитритов в почвах применяется полевая химическая лаборатория ELE модели EL 513-024, укомплектованная необходимыми реактивами и фотометром. Измерение концентрации нитратов и нитритов производится в местах отбора проб.

Определение содержания НДМГ и продуктов неполного разложения (НДМА, ДМА, ТМТ, МДМГ, ФА, нитратов и нитритов) в пробах почвы выполняется в условиях стационарной лаборатории с использованием фотометрического и хроматографического (жидкостная хроматография) (реже хромато-масс-спектрометрического) методов анализа и методик. Определение содержания НДМГ и продуктов неполного разложения в пробах растений определяется по хромато-масс-спектрометрической и фотоколориметрической методикам.

Исследование уровня загрязнения почв проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.04-85 по аттестованным методикам.

Определение содержания НДМГ предлагается выполнять в условиях стационарной лаборатории согласно «Методики выполнения измерений массовой доли гидразина в почве и растительных материалах на комплексе ИКАТ-02», разработанной Информационным центром Департамента Госсанэпиднадзора Минздрава России. Также возможно использование более совершенной методики, в которой определение и идентификация гидразина производится ГХ/МС-методом.

Определение содержания формальдегида, тетраметилтетразена, диметиламина и нитрозодиметиламина в пробах почвы в стационарных условиях выполняется с использованием следующих фотометрических методик, разработанных НЦ «Прикладная химия» (ГИПХ) и аттестованных в системе ГОСТ Р:

- М 301-02-21-88 «Определение содержания формальдегида в почве»;
- М 301-02-30-88 «Определение содержания тетраметилтетразена в почве»;
- М 301-02-85-89 «Определение содержания диметиламина в почве»;
- СМ 301-02-29-88 «Определение содержания нитрозодиметиламина в почве».

Возможно применение методик для определения данных веществ, разработанных на основе газовой (с пламенно-ионизационным детектором или масс-спектрометрическим детектором) и ионной хроматографии.

Для более точного химического анализа в стационарной лаборатории и уточнения результатов определения содержания нитратов, нитритов и иона аммония проводятся исследования в соответствии с ПНД Ф 16.1.8-98 «Методика выполнения измерений массовых концентраций анионов азотистой, азотной, соляной, фтористоводородной, серной и фосфорной кислот в пробах почв (в водорастворимой форме) методом ионной хроматографии» и ГОСТ 26489-85 «Определение обменного аммония по методу ЦИНАО».

8.4.3. Методы исследования загрязнения снега

Определение содержания НДМГ в пробах снега выполняется в условиях стационарной лаборатории с использованием хромато-масс-спектрометрической методики согласно РД 52.18.МУ либо с использованием фотометрической методики М 6-02-2-1522-86.

Определение содержания формальдегида в пробах снега выполняется в условиях стационарной лаборатории с использованием фотометрической методики ПНД Ф 14.1:2.84-96 «Методика выполнения измерений массовой концентрации формальдегида в природных и сточных водах фотометрическим методом».

Определение содержания в снеге (в виде талой воды) таких продуктов разложения НДМГ, как НДМА, ДМА и ТМТ, предлагается выполнять по следующим методикам, разработанным НЦ «Прикладная химия» (ГИПХ) и аттестованным в системе ГОСТ Р:

- СМ 301-02-29-88 «Определение содержания НДМА в сточных водах и воде водоемов»;
- М 301-02-84-89 «Определение содержание диметиламина в водах»;
- М 301-02-21-88 «Определение содержания формальдегида в водах»;
- М 301-02-30-88 «Определение содержания тетраметилтетразена в водах».

Возможно применение методик для определения данных веществ, разработанных на основе газовой (с пламенно-ионизационным детектором или масс-спектрометрическим детектором) и ионной хроматографии.

Определение рН снега производится в стационарной лаборатории с применением стационарного рН-метра типа «Metrohm 714» или аналогичного.

Для определения содержания иона аммония в снеге в условиях стационарной лаборатории используется ПНД Ф 14.1:2:4.131-98 «Методика выполнения измерений массовых концентраций натрия, калия, магния, кальция, бария и аммония методом ионной хроматографии».

Определение содержания нитратов и нитритов в пробах снега в условиях стационарной лаборатории выполняется методом ионной хроматографии в соответствии с ПНД Ф 14.1:2:4.132-98 «Методика выполнения измерений массовых концентраций анионов азотистой, азотной,

соляной, фтористоводородной, серной и фосфорной кислот в пробах природной, питьевой и сточной воды методом ионной хроматографии».

8.4.4. Методы и аппаратура исследования загрязнения сточных и поверхностных вод

Экспресс-анализ воды проводится непосредственно в контролируемых местах с применением портативных систем «HoriBa-U10», МРМ-3000 и «Биотокс-7». При этом определяются следующие показатели: температура; рН; соленость; растворенный кислород; мутность; проводимость; интегральная токсичность; содержание НДМГ, ДМА и ТМТ (требует уточнения в стационарной лаборатории).

Определение содержания НДМГ и продуктов неполного разложения в пробах воды выполняется в условиях стационарной лаборатории с использованием фотометрического, хроматографического (в основном – жидкостная хроматография) и, реже, хромато-масс-спектрометрического методов анализа и методик.

Определение содержания НДМГ выполняется в условиях стационарной лаборатории в два этапа. На первом этапе по фотометрической методике определяется диапазона ориентировочных концентраций НДМГ, находящегося в пробе. После чего, на втором этапе с использованием ГХ/МС-метода согласно РД 52.18.МУ определяется точное содержание НДМГ.

Определение содержания НДМА, диметиламина, формальдегида и тетраметилтетразена в пробах воды выполняется в условиях стационарной лаборатории с использованием следующих фотометрических методик, разработанных НИЦ «Прикладная химия» (ГИПХ) и аттестованных в системе ГОСТ Р:

- СМ 301-02-29-88 «Определение содержания НДМА в сточных водах и воде водоемов»;
 - М 301-02-84-89 «Определение содержание диметиламина в водах»;
 - М 301-02-21-88 «Определение содержания формальдегида в водах»;
 - М 301-02-30-88 «Определение содержания тетраметилтетразена в водах».
- Возможно применение методик для определения данных веществ, разработанных на основе газовой (с пламенно-ионизационным детектором или масс-спектрометрическим детектором) и ионной хроматографии.

Для определения содержания иона аммония в условиях стационарной лаборатории используется ПНД Ф 14.1:2:4.131-98 «Методика выполнения измерений массовых концентраций натрия, калия, магния, кальция, бария и аммония методом ионной хроматографии».

В стационарных условиях определение содержания нитратов и нитритов производится в соответствии с ПНД Ф 14.1:2:4.132-98 «Методика выполнения измерений массовых концентраций анионов азотистой, азотной,

соляной, фтористоводородной, серной и фосфорной кислот в пробах природной, питьевой и сточной воды методом ионной хроматографии».

8.5 Экологический мониторинг при эксплуатации КА 14Ф133

Экологический мониторинг осуществляется для подтверждения обоснованности принятых решений по обеспечению экологической безопасности при эксплуатации КА 14Ф133.

По окончании летных испытаний Разработчиком комплекса – НПО Машиностроения разрабатывается Программа экологического мониторинга.

Выполнение работ по данной Программе осуществляется представителями НПО Машиностроения, местных органов надзора в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и охраны окружающей среды, 4 ЦНИИ Минобороны России, Экологической службы космодрома Байконур, а также специализированных организаций, имеющих соответствующий опыт и оборудование для проведения работ. Для повышения достоверности аналитического контроля при решении задач экологического мониторинга должны привлекаться специализированные организации, имеющие право на проведение работ (например, химические лаборатории, аккредитованные в системе ГОСТ Р).

Программа экологического мониторинга должна учитывать действующие нормативные и руководящие документы по обеспечению экологической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также результаты, полученные в ходе проведения ЛИ.

При разработке предложений в Программу экологического мониторинга должны быть учтены следующие нормативные и руководящие документы:

- Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ;
- Федеральный закон Российской Федерации «Об охране атмосферного воздуха» от 04.09.1999 г. № 96-ФЗ;
- Федеральный закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ;
- Федеральный закон Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 07.08.2000 г. № 122-ФЗ;
- Федеральный закон Российской Федерации «Водный кодекс Российской Федерации» от 16.11.1995 г. № 167-ФЗ;
- Федеральный закон Российской Федерации «О недрах» от 21.02.1992 г. № 2395-1;
- Федеральный закон Российской Федерации «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ;

- Санитарные правила «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения». СП 2.1.5.1059-01;
- Санитарные правила «Гигиенические требования по охране поверхностных вод». СП 2.1.5.980-00;
- Санитарные правила и нормы «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».
- СанПиН 2.1.4.1110-02;
- Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест». СанПиН 2.1.6.1032-01;
- Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест». СанПиН 2.1.6.983-00;
- Методические указания «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест». МУ 2.1.7.730-99;
- Государственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. ГОСТ 17.4.3.03-85;
- Государственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. ГОСТ 14.4.3.04-85;
- Государственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора проб и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. ГОСТ 17.4.4.02-84;

Программой экологического мониторинга устанавливаются:

- виды мониторинга (инженерно-геологический, гидрогеологический и гидрологический, мониторинг атмосферного воздуха, почвенно-геохимический, фитомониторинг, мониторинг обитателей наземной и водной среды и т.п.);
- перечень наблюдаемых параметров (общие показатели и показатели, связанные с воздействием КА 14Ф133 на ОС);
- расположение пунктов наблюдения в пространстве;
- методика проведения всех видов наблюдений;
- частота, временной режим и продолжительность наблюдений;
- нормативно-техническое и метрологическое обеспечение наблюдений.

Виды мониторинга и перечень наблюдаемых параметров определяются в соответствии с механизмом техногенного воздействия (физическое, химическое, биологическое) и компонентами окружающей среды, на которые распространяется воздействие (атмосферный воздух, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, растительность, животный мир, наземные и водные экосистемы в целом и т. п.). Обоснование видов мониторинговых обследований, их задач и объема проводится так же с учетом результатов проведения анализа, полученных на этапе летных испытаний.

Расположение пунктов наблюдения стационарной сети определяется содержанием решаемых задач, особенностями природной обстановки, контролирующими пути миграции, аккумуляции и выноса загрязнений.

Частота, временной режим и длительность наблюдений должны устанавливаться в соответствии с характером, интенсивностью и длительностью воздействий, условиями функционирования и сроком эксплуатации производственных объектов, особенностями природной обстановки, определяющими скорость распространения неблагоприятных воздействий и их возможные последствия.

Экологический контроль позиционного района космодрома Байконур проводится при помощи мобильного экологического комплекса, размещаемого на шасси наземного транспортного средства. Также используются стационарные лабораторные приборы. В позиционном районе космодрома Байконур контроль проводится при работах на: ТК; СК; прилегающих территориях, попадающих в зону их влияния. Задачи контроля в позиционном районе космодрома:

- контроль за загрязнением воздуха;
- контроль почвенного покрова;
- контроль сточных вод;
- биологический контроль.

В общем случае экологический мониторинг в районах эксплуатации КА 14Ф133 при запусках РН «РС-18» должен проводиться с целью решения следующих задач:

1 Мониторинг состояния окружающей среды на космодроме Байконур

- Оценка уровня загрязнения почвы (снега), поверхностных вод и растительности вблизи сооружений и систем ТК КА и СК РН «РС-18» в период между проведением работ по подготовке к пуску РКН.
- Оценка загрязнения сточных вод, используемых на ТК КА и СК РН «РС-18».
- Мониторинговые исследования растительности в районе расположения объектов наземной инфраструктуры КРК «РС-18», КА 14Ф133 и на прилегающих территориях.
- Мониторингование популяций животных и птиц, ареалов их обитания и размножения в районе расположения космодрома Байконур.

2 Мониторинг состояния окружающей среды в РП 1-й ступени РН «РС-18» при запусках КА 14Ф133.

- Изучение динамики загрязнений в мониторинговых точках в районах падения ОЧ РН «РС-18» при запусках КА 14Ф133.
- Комплексный прогноз воздействия падения отработавших ракетных блоков на ОС в РП ОЧ РН и на сопредельных территориях.
- Определение концентрации КРТ и продуктов их разложения в почвах (снеге), поверхностных водах и растениях в контрольных (мониторинговых) точках в РП.

3 Разработка предложений по мониторингу влияния малых КА типа 14Ф133 на ОКП и снижению этого влияния.

8.6 Мониторинг и контроль воздействия КА 14Ф133 на ОКП

8.6.1. Контроль степени загрязнения ОКП

Наиболее полные достоверные оценки степени загрязнения ОКП опасными объектами получены Системами контроля космического пространства (СККП) России и США [4, 5]. По результатам анализа полученных данных о количестве каталогизированных объектов [6] установлено, что в начальный период среди более мелких (некаталогизированных) КО основную роль играли объекты естественного происхождения – микрометеориты. Сейчас положение в корне изменилось. В соответствии с проведенными экспериментами и имеющимися моделями отношение потока искусственных КО к потоку естественных объектов зависит от размеров объектов. Равенство потоков находится в окрестности среднего размера примерно 1 мм. Для меньших размеров преобладает поток метеоров, для больших – поток искусственных КО. Отношение потоков меняется в широких пределах: для размера 1 см оно составляет приблизительно 40, для размера 10 см – приблизительно 10000.

Данные о потоке искусственных объектов размером менее 10-30 см не являются достаточно полными. Они получены в результате единичных экспериментов. В 1989г. измерения с помощью «Goldstone Radar» позволили оценить поток «космического мусора» размером 0,1-0,4 см на высотах 580-620 км. С помощью экспериментов на «Haystack Radar» в 1991-1996гг. измерен поток частиц размером 0,6-1,5 см на высотах 750-1050 км [7]. Данные о плотности более мелких частиц получены на основе анализа экспонированных образцов поверхности КА, в частности возвращенного на Землю спутника LDEF (1984-1991гг., высоты 330-470 км) [8].

Для оценки степени достаточности данных о мелких КО важно сформулировать реалистичный критерий достаточности. Это имеет принципиальное значение. Большое число мелких опасных фрагментов и опыт каталогизации крупных КО свидетельствуют о том, что в ближайшие 20-30 лет рассчитывать на каталогизацию фрагментов размером менее 5-10 см не приходится. С учетом отмеченного выше факта, что точность определения каталогизированных КО недостаточна для надежного предсказания столкновений, ставить задачу каталогизации всех опасных фрагментов нецелесообразно. В этих условиях наиболее актуальным, по видимому, является построение достоверной статистической модели опасных мелких фрагментов «космического мусора». Известные данные экспериментов по мелким фрагментам, являясь сами по себе очень ценными, недостаточны для построения адекватной модели по следующим соображениям: они привязаны к конкретным коротким временным интервалам, тогда как процесс загрязнения ими ОКП является существенно нестационарным; экспериментальные данные относятся к узкому выстному

диапазону, тогда как для каталогизированных объектов установлена сильная зависимость плотности КО от высоты; отсутствуют данные о баллистических коэффициентах мелких фрагментов, необходимые для корректного предсказания эволюции обстановки в ОКП; отсутствуют достоверные модели образования мелких фрагментов.

В связи с изложенным актуальным является проведение дополнительных экспериментов и уточнение модели распределения опасных мелких частиц «космического мусора».

8.6.2. Моделирование состояния техногенного загрязнения ОКП

Процесс загрязнения ОКП мелкими фрагментами в настоящее время наименее изучен. Количественное описание степени загрязнения ОКП такими фрагментами существенно затруднено по сравнению с каталогизированными КО. Это связано с рядом обстоятельств. Во-первых, с ограниченными возможностями наземных средств измерения (малое отношение сигнал/шум). В связи с этим перспективным является создание измерительных систем космического базирования, которые, однако, сами не должны вносить существенный вклад в засорение ОКП. Во-вторых, с большим числом мелких фрагментов, поэтому возможность индивидуальной каталогизации, как это делается для более крупных КО, является весьма проблематичной и ближайшие десятилетия практически нереализуемой. Для фрагментов данного типа вполне реалистичным и достаточно эффективным направлением работ является создание статистических моделей засоренности, которые должны максимально использовать всю имеющуюся информацию.

Сложившееся в России состояние работ по анализу и прогнозу обстановки в ОКП отражает общие особенности развития науки и техники в России. В частности, в области применения вычислительной техники характерной особенностью является достижение высокой эффективности решения широкого круга задач на основе использования достижений математики, физики, механики при определенном отставании самой вычислительной техники. Эта особенность ярко проявилась и при решении рассматриваемой проблемы.

Начав заниматься проблемой загрязнения ОКП позже специалистов США и Западной Европы, российские ученые создали более эффективные методики решения комплекса задач анализа и прогноза обстановки. Например, на Западе для оценки концентрации КО и расчета вероятности их столкновения широко применяется численный подход, основанный на поштучном анализе каталогизированных КО. Задача решается с использованием достаточно простых алгоритмов и мощной современной вычислительной техники. Затраты машинного времени составляют при этом десятки и сотни часов. В России на основе развития нового направления

механики – статистической механики ансамбля спутников – созданы методы решения комплекса задач анализа и прогноза обстановки в ОКП, которые, будучи реализованы в виде модели на обычном персональном компьютере, решают широкий круг задач за 5-10 минут.

8.6.3. Возможность контроля техногенного загрязнения ОКП

Контроль загрязнения ОКП в процессе эксплуатации космической техники в настоящее время является достаточно трудновыполнимой задачей. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 08.09.94г. №1035 на Федеральную службу России по гидрометеорологии и мониторингу природной среды (Росгидромет) возложен также и контроль техногенного загрязнения ОКП. В соответствии с этим постановлением в Российской Федерации планируется создать *систему мониторинга* техногенного загрязнения ОКП.

Технические характеристики [9] и объем разработок, связанных с созданием этой системы, определяются особенностями искусственной модификации околоземной среды при техногенном загрязнении и требованиями к перечню и значениям параметров, которые необходимы для выдачи заключений об уровне и опасности техногенного загрязнения. Это в значительной степени зависит от типа загрязнения, значений и представлений об уровне загрязнений и их возможных неблагоприятных последствиях.

Назначение системы мониторинга техногенного загрязнения ОКП состоит в регулярном обеспечении органов управления, научных и производственных организаций диагностической и прогностической информацией об антропогенных воздействиях на околоземную среду с целью предотвращения или снижения возможного ущерба, связанного с техногенной модификацией ОКП. Основные задачи мониторинга, вытекающие из назначения системы, состоят в следующем (рисунок 8.1):

- контроль текущего состояния различных типов техногенного загрязнения ОКП;
- определение основных источников техногенного загрязнения ОКП;
- прогноз неблагоприятных последствий и возможного ущерба от техногенного загрязнения ОКП;
- подготовка баз и банков данных, необходимых для разработки нормативов и стандартов загрязнений и экологической сертификации источников загрязнений;
- подготовка материалов для дополнения и усовершенствования национальной и международной нормативно-правовых баз в области техногенного загрязнения ОКП.

Степень изученности различных типов техногенного загрязнения, которые в значительной степени зависят от наличия соответствующих

технических средств наблюдений и измерений загрязнений ОКП, представлена в таблице 8.3.

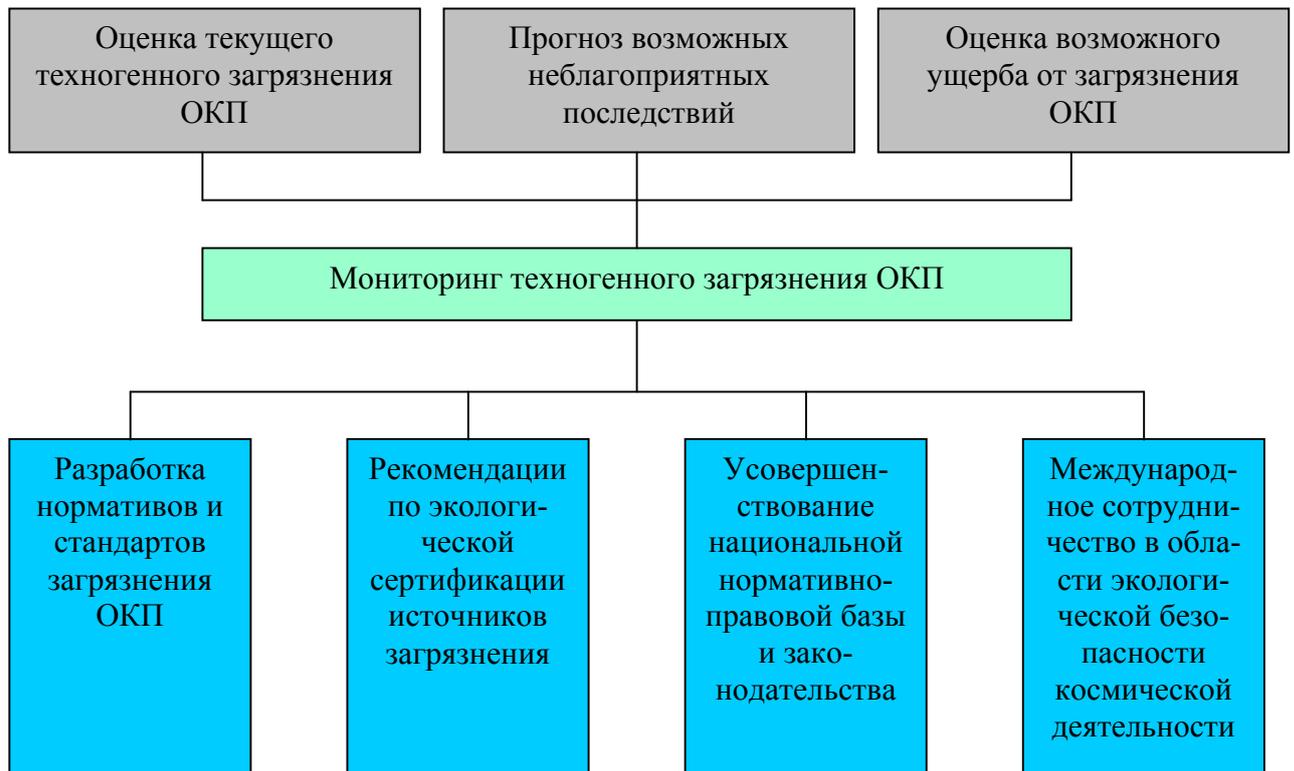


Рисунок 8.1 - Роль мониторинга в проблеме техногенного загрязнения ОКП

Таблица 8.3 - Степень изученности различных типов техногенного загрязнения ОКП

Типы загрязнений	Исследования и мониторинг			Экспертное заключение	
	Модели	Эксперименты	Мониторинг	Исследования	Мониторинг
<i>механическое:</i>					
- наблюдаемый мусор	+	+	+	удовлетв.	достаточен
- ненаблюдаемый мусор	+	+	-	дополнит.	отсутствует
<i>химическое:</i>					
- озоносфера	+	+	-	дополнит.	отсутствует
- ионосфера	+	+	-	дополнит.	отсутствует
- магнитосфера	+	-	-	необходимы	отсутствует
<i>электромагнитное:</i>					
- ионосфера	+	+	-	дополнит.	отсутствует
- магнитосфера	+	+	-	дополнит.	отсутствует
<i>радиоактивное:</i>					
- радиац. загрязнение	+	-	+	дополнит.	достаточен
- радиоактивный мусор	+	-	-	дополнит	отсутствует

Следует отметить высокую степень изученности загрязнения ОКП «космическим мусором» по сравнению с другими типами техногенного

загрязнения. Это объясняется прежде всего наличием в структуре Минобороны РФ системы контроля космического пространства, обеспечивающей регулярный контроль объектов различного типа в ОКП. Для этой же цели могут привлекаться и радиотехнические комплексы системы предупреждения о ракетном нападении Минобороны РФ.

Ненаблюдаемый «космический мусор», т.е. фрагменты с размерами менее 1 см, исследованы в основном контактными методами непосредственно в космосе. Система мониторинга этой части «космического мусора» не создана. В основном в исследовательской стадии находятся наблюдения химического, электромагнитного и радиоактивного загрязнения. Это связано прежде всего с тем, что отсутствуют технические средства и системы для регулярных наблюдений. Используемые диагностические комплексы, принадлежащие различным ведомствам, применяются для решения исследовательских и методических задач. Как указано в таблице 8.4 объем исследований в основной части мониторинга загрязнений ОКП недостаточен. Требуется дополнительные наблюдения и измерения и наблюдения для создания научно-методической базы мониторинга техногенного загрязнения ОКП. Для мониторинга техногенного загрязнения ОКП в настоящее время в России могут использоваться (рисунок 8.2.):

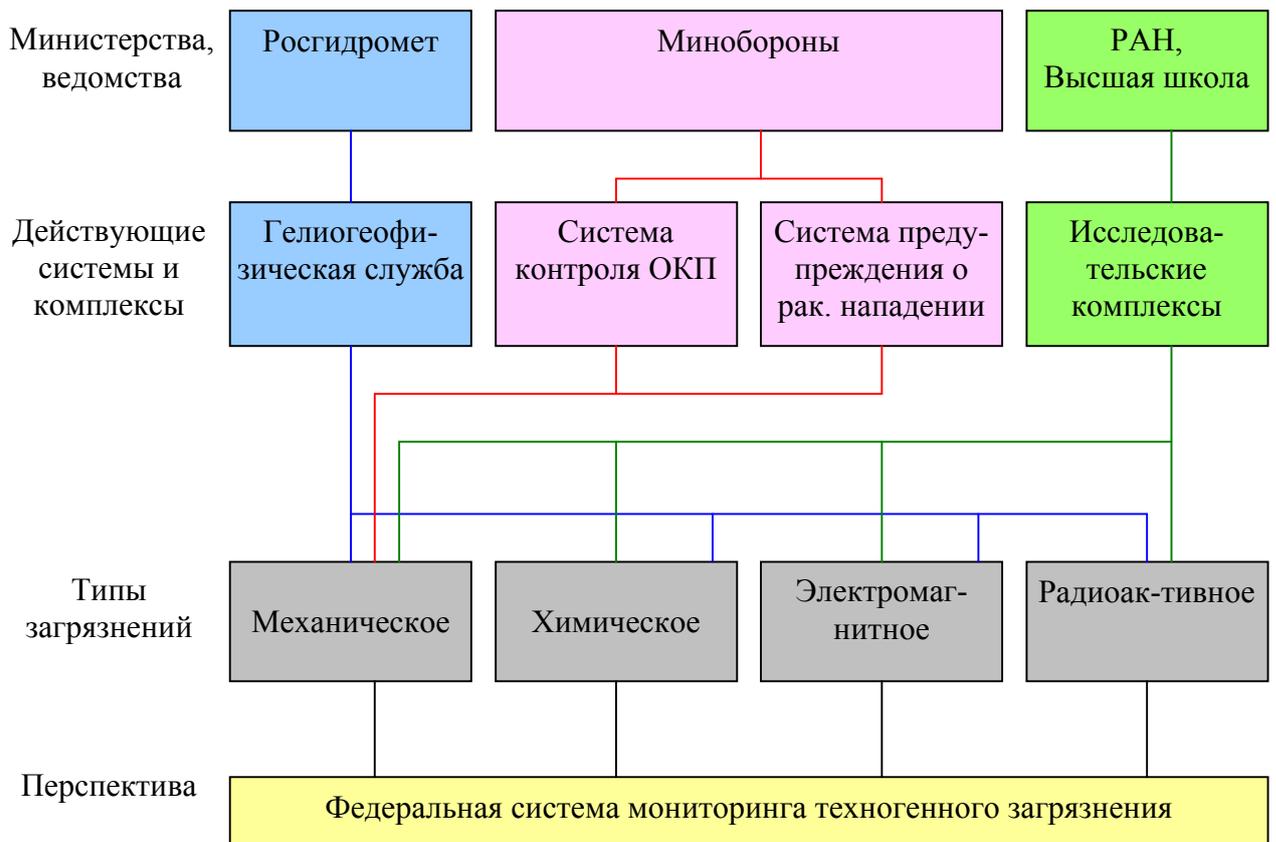


Рисунок 8.2 - Использование систем контроля ОКП для мониторинга загрязнения ОКП

- гелиогеофизическая служба Росгидромета, средства которой могут обеспечить контроль химического, электромагнитного, радиоактивного загрязнения, а в перспективе – ненаблюдаемого «космического мусора»;
- системы Минобороны, включая систему контроля космического пространства и систему предупреждения о ракетном нападении, которые могут обеспечить мониторинг фрагментов «космического мусора» с размерами более 10 см;
- диагностические комплексы организаций Академии Наук и Высшей школы, которые могут использоваться для разработок методик мониторинга технического загрязнения и проведения определенных типов мониторинга по согласованным программам.

Технические средства указанных систем при соответствующей координации в рамках согласованных программ могут составить методическую основу для регулярного мониторинга техногенного загрязнения ОКП, а пока, как следует из вышеизложенного, контроль и мониторинг воздействия КА (в т.ч. КА 14Ф133) на ОКП невозможен.

8.7 План послепроектного экологического анализа процессов эксплуатации КА 14Ф133

План послепроектного экологического анализа процессов эксплуатации любого изделия РКТ предназначен для уточнения результатов ОВОС в части экологических последствий предпусковых работ и пусков на основе данных экологического мониторинга и контроля.

Основные предложения по послепроектному экологическому анализу процессов эксплуатации КА 14Ф133 можно сформулировать как «Оценка экологических последствий эксплуатации КА 14Ф133 по данным системы экомониторинга космодрома», в т.ч.:

- оценка фоновых и экстремальных уровней загрязнения воздуха, почвы и сточных вод на ЗС и ТК КА и КГЧ;
- оценка экстремального уровня загрязнения воздуха, почвы и сточных вод вблизи сооружений в процессе подготовки КА 14Ф133;
- предложения по уточнению регламента отбора проб воздуха, почвы и воды в районах эксплуатации КА 14Ф133.

Учитывая, что КА 14Ф133 является малым космическим аппаратом и воздействие его на ОС значительно меньше, чем средств его запуска (1 и 2 ступени РН «РС-18» и АПБ), разработка отдельной программы экологического мониторинга и плана послепроектного анализа в части контроля за состоянием ОС представляется нецелесообразной. Для обеспечения экологической безопасности эксплуатации КА 14Ф133 вполне достаточно реализации мероприятий экологического контроля и

мониторинга, разработанных и реализуемых для РН «РС-18» и космодрома Байконур в целом.

Литература по разделу 8

1. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР, 1991- 693 с.
2. ОНД-90. «Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы». Санкт-Петербург, 1992.
3. <http://www.varianinc.ru>, <http://www.varianinc.com>
4. Batyr G., Viniaminov S., Diki V. et al. The current state of Russian Space Surveillance System and its capability in surveying space debris // Proceedings of the First European Conference on Space Debris. ESA SD-01. Darmstadt. Germany. 1993. P. 43.
5. Johnson N.U.S. Space Surveillance. World Space Congress. Washington, DC. 1992. Paper B.8-M.1.01. 39p.
6. Orbital Dbris Quarterly News. NASA JSC. 1999. Vol. 4. № 1. P. 12.
7. Settecerri T., Stansbery E. et al. Haystack Radar Measurements of Orbital Debris Environment; 1994-1996. JSC-27842. JSC Houston Texas. 1997. 41p.
8. Mulholland J., Singler S. et al. IDE Spatio-Temporal Impact Fluxes and High Time-Resolution Studies of Multi-Impact Events and Long-Lived Debris Clouds // LDEF-69 Months in Space, 1st Post-Retrieval Symposium. Florida. 1991. P.517.
9. Исследования и мониторинг техногенного загрязнения околоземного космического пространства. Экспертное заключение-доклад на парламентских слушаниях в Государственной Думе Федерального Собрания РФ. Москва, 18.07.95г. // Росгидромет, 1995.

9 Предложения по утилизации КА 14Ф133 и других составных частей КГЧ 14С135

Под понятиями: *ликвидация* (уничтожение) понимается комплексное целевое воздействие на объект (его преобразование), приводящее к необратимым изменениям в его структуре и свойствах и прекращению вследствие этого выполнения им целевого предназначения; *утилизация* это повторное полезное использование изделий РКТ, ее составных частей или материалов.

Ликвидация (уничтожение) – более широкое понятие, чем утилизация, поскольку может частично ее включать. Ликвидация изделия РКТ может осуществляться и как непосредственное уничтожение, и как ликвидация с последующей или параллельной частичной или полной его утилизацией. При этом продукты частичной или полной утилизации могут быть повторно использованы либо как сырьевые ингредиенты, либо как составная часть нового изделия РКТ при переработке их в другую полезную продукцию.

Проблема ликвидации и утилизации РКТ на основе жидких ракетных топлив, а также компонентов жидких ракетных топлив стоит не менее остро, чем для твердотопливных изделий. Опасность загрязнения ОС приобретает особую актуальность в условиях снятия с вооружения ракетных комплексов на жидких КРТ и передачи позиционных районов местным властям.

Сложность длительного хранения жидких КРТ в имеющихся резервуарах связана с их ограниченной емкостью и физическим старением. Строительство специальных хранилищ для высвобождающихся топлив – тяжелое бремя для экономики, а безальтернативное уничтожение сотен тысяч тонн ценных химических продуктов является нецелесообразным. Для утилизации топлив требуется решить экологические, технологические и организационные задачи, связанные со спецификой их токсичного воздействия на людей и природную среду, а также с их потенциальной взрывопожароопасностью [1].

В настоящее время, практически не загрязняя ОС, из окислителей на основе АТ получают азотную кислоту, которая затем используется при производстве азотных удобрений. Гидразинные горючие широко используются в качестве исходного сырья для получения полимеров, красок, добавок в рецептуры резиновых смесей для улучшения их механических и теплофизических свойств, для изготовления гербицидов, медицинских препаратов, поверхностно-активных веществ в нефтедобывающей отрасли и во многих других производствах.

Ликвидация жидких топлив оправдана только тогда, когда по каким-либо причинам невозможна их утилизация. Её цель – трансформация высокотоксичных топлив в слаботоксичные или экологически нейтральные вещества. К используемым для этого технологиям предъявляются требования

полноты обезвреживания КРТ и экономичность [2].

Нейтрализация дренажных газов и промстоков, содержащих КРТ, представляет самостоятельную проблему, решаемую методами каталитического и термического окисления, абсорбции, адсорбции и криогеники. В стадии разработки метод нейтрализации промстоков при использовании микроорганизмов; внедрен радиационно-химический метод, основанный на воздействии потока ускоренных электронов на водные системы.

Утилизация изделий РКТ обычно включает: сбор, вывоз, вторичное использование металлического лома из РП ОЧ РН; разборку и вторичное использование изделий РКТ, выслуживших установленные сроки эксплуатации, с просроченными сроками хранения и некондиционные и т.д.

Утилизация изделий РКТ с жидкими КРТ включает следующие виды работ: подготовка к нейтрализации; нейтрализация изделия РКТ и его разборка; подготовка к утилизации, разборка изделия РКТ и его элементов; утилизация основных элементов, утилизация материальной части; захоронение отходов.

Захоронение отходов утилизации (остатки химреагентов, продуктов разложения КРТ и др.) должно проводиться с учетом действующих санитарных норм, требований конструкторской и технологической документации. При захоронении отходов утилизации должны выполняться следующие требования:

- не допускается захоронение горючих отходов;
- жидкие отходы перед захоронением обезвоживаются;
- захоронение химически активных и высокотоксичных отходов (1 класс опасности) проводится в металлических контейнерах, железобетонных бункерах; отходы менее токсичные – в траншеях глубиной от 2 до 5 м (тип могильника и способ захоронения определяются классом опасности каждого вида отходов).

На этапе утилизации осуществляются те же мероприятия по обеспечению и контролю экологической безопасности, что и на этапе эксплуатации.

Для ликвидации изделий РКТ должны применяться технологии, безопасные для ОС, персонала и населения, проживающего на прилегающих к объектам по уничтожению изделий РКТ территориях. Технологии уничтожения должны быть практически безотходными, малоотходными, материало- и ресурсосберегающими и с минимальной нагрузкой на ОС. Выбор технологий уничтожения опасных изделий РКТ должен осуществляться межведомственными экспертными комиссиями на конкурсной основе. В районах уничтожения изделий РКТ, содержащих токсичные и радиоактивные вещества, должен быть организован мониторинг состояния ОС с целью контроля за ее возможными изменениями.

9.1 Предложения по утилизации КА 14Ф133 до его запуска

Теоретически трудно представить ситуацию, в которой необходимо утилизировать КА или ОИА КГЧ. Технология подготовки КГЧ к пуску предполагает замену отдельных элементов (КА, бортовые приборы КА и ОИА) непосредственно на ТК. Проблема утилизации на космодроме заправленных КРТ и ампулизованных изделий, какими являются КА 14Ф133 и ОИА КГЧ 14С135 может иметь место в 2-х случаях:

- выход из строя и невозможность дальнейшего использования этих изделий по назначению;
- разрушение (как результат падения на землю) при аварийном запуске РКН «РС-18». Последнее может иметь место либо на территории космодрома, либо по трассе полета РКН.

В первом варианте наиболее целесообразным является отправка некондиционных изделий на завод-изготовитель для проведения необходимых ремонтно-восстановительных работ по заводской технологии. Сегодня такая практика реально существует.

Во втором варианте необходимо на космодроме обеспечить утилизацию и, в первую очередь, нейтрализацию.

В случае принятия решения об отмене запуска КА 14Ф133, КА 14Ф133 в составе КГЧ 14С135 возвращается на площадку 2А для хранения. В случае обнаружения неисправности ДУ, по специальному решению осуществляются мероприятия по устранению дефекта: слив КРТ, нейтрализация возможных проливов, устранение неисправности, проверка герметичности, повторная заправка ДУ и дальнейшие работы с КА 14Ф133 по графику подготовки к запуску.

9.2 Утилизация головного обтекателя и промежуточного отсека КГЧ 14С135

Попадающие на земную поверхность при проведении запуска КА 14Ф133 фрагменты КГЧ (две створки головного обтекателя) могут быть отнесены к отходам производства. При этом может быть выделено два вида отходов:

- металлоконструкции (лом черных и цветных металлов);
- неметаллические материалы.

Теоретически утилизация ГО КГЧ 14С135 возможна, так как створки ГО после отделения падают по типу «кленового листа» и при приземлении не разрушаются. Однако, учитывая, что поиск створок ГО в РП с помощью вертолета, его доставка вертолетом (в РП ГО использование автотранспорта крайне затруднено) в настоящее время является экономически нецелесообразной, то, скорее всего, створки ГО (в случае их обнаружения

местным населением) будут использованы для хозяйственных нужд (тем более, что в конструкции ГО нет токсичных компонентов).

Тем не менее, в случае обнаружения створок ГО специализированными службами космодрома их утилизация производится по следующей технологии:

- поиск створок ГО;
- разделка створок ГО на транспортабельные элементы;
- транспортирование фрагментов ГО из мест падения в пункты временного складирования и окончательной переработки.

Конструкция створок ГО включает следующие материалы: сплав Д16, сплавы АМгб, АКб, нержавеющей стали 12Х18Н10Т-ВД, стали 09Х16Н4Б, 36НХТЮ, бронза БрАЖ9-4, БрАЖМц10-3-1, экранно-вакуумная изоляция, резино-технические изделия, клеи, герметики, смазки, лакокрасочные материалы.

Про КГЧ после отделения КА 14Ф133 остается со связкой ОИА-АПБ и вместе с ней через непродолжительное время сходит с орбиты и сгорает в верхних слоях атмосферы.

9.3 Предложения по утилизации КА 14Ф133 в случае аварии при запуске

Утилизация КА 14Ф133 (или ее фрагментов) возможна также в случае аварии на участке выведения. Технология утилизации КА 14Ф133 аналогична технологии утилизации ОЧ РН или аварийной РН «РС-18»: вначале осуществляется обследование места падения, затем нейтрализация остатков токсичных КРТ, разделка металлоконструкций и их транспортировка на базу утилизации.

В настоящее время существуют следующие методы нейтрализации металлоконструкций изделий РКТ и технологического оборудования от остатков КРТ: термические, сорбции, адсорбции, озонирование.

9.4 Предлагаемый метод утилизации фрагментов КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 в случае аварии

В последнее время в рамках опытно-конструкторской работы, выполнявшейся по техническому заданию ОАО ВПК «НПО машиностроения», прошел успешные испытания *ингибиторный* способ нейтрализации металлоконструкций. Кроме того проведено обоснование возможности создания на базе этого метода универсальной мобильной системы нейтрализации, позволяющей решить следующие задачи:

- нейтрализация баков ракет-носителей;
- нейтрализация отделяющихся частей РН в РП;

- нейтрализация стационарного и подвижного наземного оборудования, имевшего контакт с КРТ (АТ и НДМГ).

Положительные результаты проведенных работ позволяют сделать вывод о том, что создание такой системы нейтрализации позволит решить все проблемы, которые могут возникнуть на космодроме Байконур при проведении различных работ с КРТ АТ и НДМГ, включая нейтрализацию фрагментов КГЧ 14С135 и собственно КА 14Ф133.

Принцип работы такой системы состоит в том, что разделанное на фрагменты (не имеющие тупиковых зон, в которых могут остаться КРТ) изделия РКТ (КА, КГЧ, АПБ или ступени РН «РС-18») укладываются в специальный контейнер и заливаются на 6-10 часов ингибитором с последующей промывкой их водой.

9.5 Предложения по утилизации КА 14Ф133 после выполнения программы полета

Любое изделие РКТ имеет объективные сроки эксплуатации. Фактический срок эксплуатации как правило превышает первоначальный гарантийный срок, выданный разработчиком и изготовителем изделия. Тем не менее бесконечно продлять срок эксплуатации невозможно, поэтому рано или поздно встает вопрос, что делать с таким объектом после окончания программы полета. Программа полета КА 14Ф133 предусматривает управляемый спуск (затопление) КА 14Ф133.

Оценка воздействия КА 14Ф133 на верхнюю атмосферу при управляемом спуске приведена в 4-ом разделе ОВОС. В случае отказа систем, обеспечивающих управляемый спуск (СУ, СУБК, ДУ, система телеметрии), что крайне маловероятно в течение нескольких суток после запуска, КА 14Ф133 будет осуществлять неуправляемый полет, а затем затормозится верхними слоями атмосферы, после чего начнется разогрев конструкции КА 14Ф133 и его горение. В этом случае отдельные фрагменты КА 14Ф133 (шпангоуты, камеры сгорания двигателей и др.) могут достичь поверхности Земли. Оценка воздействия в данном варианте спуска КА 14Ф133 приведена в 5-ом разделе ОВОС.

Литература по разделу 9

1. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие под общ. ред. Адушкина В.В., Козлова С.И., Петрова А.В. – М.: Издательство «Анкил». 2000. стр. 113-114, 512-513, 519-520.
2. Мелешко В.Ю., Кирий Г.В. Ликвидация и утилизация ракетных топлив и зарядов. – М.: Военная академия Ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого, 1998. 113с.

Заключение

Космический аппарат 14Ф133, устанавливаемый в качестве полезной нагрузки в КГЧ 14С135 конверсионной РН «РС-18», предназначен для создания орбитального сегмента космической системы дистанционного получения информации о земной поверхности. Вобрав в себя новейшие научные достижения в области дистанционного зондирования, система КА будет обеспечивать сбор ценнейших данных. Работая в видимом и микроволновом диапазонах, не замечая влияния атмосферы, установленная на КА аппаратура даст возможность оперативно получать высококачественные изображения, необходимые для мониторинга земной поверхности, поверхности океанов, экологического мониторинга и эффективного управления ресурсами. Запуск конверсионной РН «РС-18» с КГЧ 14С135 планируется осуществлять с космодрома Байконур по штатной трассе запуска с использованием штатных РП ОЧ РН.

В настоящих материалах ОВОС проведена оценка воздействия на ОС непосредственно КА 14Ф133, используемой для его запуска на орбиту КГЧ 14С135, привлекаемого для их подготовки наземного оборудования, а также (опосредованно) обслуживающего персонала.

Основными факторами воздействия на ОС КГЧ 14С135 (включая МКА 14Ф133) в процессе его эксплуатации являются:

- химическое загрязнение ОС при наземной подготовке;
- механическое загрязнение РП головным обтекателем КГЧ;
- увеличение засоренности ОКП;
- химическое загрязнение ОКП продуктами сгорания КРТ и верхней атмосферы продуктами сгорания конструкции КА.

Радиационного воздействия на ОС КГЧ 14С135 и МКА 14Ф133 не оказывают в силу отсутствия в составе комплекса радиоактивных элементов и материалов.

Источниками загрязнения окружающей среды являются:

- работа агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ на заправочной станции (только в случае слива и повторной заправки ДУ КА и ОИА КГЧ);
- средства транспортировки КГЧ и обслуживающего персонала;
- работа ДЭС при подготовке КГЧ к пуску в составе РН «РС-18»;
- створки ГО КГЧ в РП;
- продукты сгорания КРТ при работе ДУ ОИА КГЧ и ДУ КА;
- непосредственно КА и ОИА КГЧ в качестве источников механического загрязнения ОКП;
- продукты сгорания конструкции КА при сходе с орбиты.

Выбросы токсичных веществ от соответствующих источников оказывают локальное, незначительное и непродолжительное воздействие на загрязнение окружающей среды даже при самых неблагоприятных метеорологических и климатических условиях. При этом оценка воздействия на ОС производилась с учетом слива и повторной заправки ДУ КА и ОИА КГЧ, что является штатной ситуацией. Также при некоторых расчетах учитывалось воздействие на ОС источников, не относящихся непосредственно к КА и КГЧ (например, АПБ РН «РС-18»; ДЭС на СК РН, обеспечивающая подготовку на СК не только КГЧ, но и РН).

Механическое нарушение почвенного покрова при эксплуатации КА и КГЧ на космодроме Байконур отсутствует. Незначительное механическое воздействие на почвогрунты происходит только в штатном РП при падении ГО КГЧ.

Источниками электромагнитного воздействия на ОС при запусках РН «РС-18» с КГЧ 14С135 в районе размещения космодрома Байконур и вдоль трасс полета РН «РС-18» являются РЛС «Кама» и «Вега». Ни одна из наземных РЛС исключительно для обслуживания КГЧ не используется. Все

наземные станции обеспечивают запуск РН «РС-18» (вне зависимости от установленной КГЧ) и их воздействие на ОС к совокупному воздействию КА и КГЧ отнесено быть не может.

Проведенная оценка воздействия КА и ОИА КГЧ на ОКП показывает, что дополнительное механическое загрязнение ОКП в процессе эксплуатации КА 14Ф133 будет незначительным и непродолжительным. Химическое же воздействие на ОКП нормативно оценено быть не может, однако является на один порядок меньшим, чем от основной массы эксплуатируемых КА и на два порядка меньшим, чем от эксплуатируемых РБ (например, РБ ДМ или «Бриз-М», используемые при запусках РН «Протон-М»; или все тот же АПБ, используемый в качестве РБ для выведения КА 14Ф133 на требуемую орбиту).

Негативные последствия аварийных и нештатных ситуаций, возникающих при эксплуатации КГЧ 14С135 и МКА 14Ф133, обусловлены, в первую очередь, запасами (хотя и небольшими) химически активных, токсичных и пожароопасных КРТ. В общем случае, к аварийным и нештатным ситуациям, приводящим к серьезным экологическим последствиям при эксплуатации КГЧ 14С135 и МКА 14Ф133, можно отнести разгерметизацию заправленных баков ДУ КА и ОИА КГЧ (что является практически невозможной ситуацией).

В результате возникновения данных гипотетических ситуаций возможны:

- отдельные проливы КРТ;
- совместные проливы КРТ и, как следствие, пожары.

При этом возникновение аварийных и нештатных ситуаций влечет за собой воздействие на средообразующие компоненты: загрязнение атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод токсичными веществами, термическое воздействие на почву, растительность. Однако, вследствие

высоких показателей надежности и особенностей конструкции ДУ КА и ОИА (по сравнению с ДУ РБ и РН) необходимо отметить крайне малую вероятность возникновения таких событий.

Мероприятия по обеспечению экологической безопасности КГЧ 14С135 и МКА 14Ф133 и порядок их реализации определены Программой обеспечения экологической безопасности КА 14Ф133 и КГЧ 14С135. Экологическая безопасность при эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 обеспечивается комплексом организационно-технологических, санитарно-технических и архитектурно-планировочных мероприятий по охране атмосферного воздуха, охране и рациональному использованию земельных, лесных и водных ресурсов.

Таким образом проведенная оценка воздействия КГЧ 14С135 и МКА 14Ф133 на приземную атмосферу, почву, водные объекты, биоту, человека и ОКП показывает, что воздействие при создании и эксплуатации КА 14Ф133 и КГЧ 14С135 не приведет к сколько-нибудь значительному ухудшению экологической обстановки в районах эксплуатации и является допустимым.

Приложение А**Список сокращений**

АБП	- аварийный большой пролив
АПБ	- агрегатно-приборный блок
АПК АО	- аппаратура предстартового контроля аппаратурного отсека
АС	- аварийная ситуация
АСГ	- аварийно-спасательная группа
АТ	- азотный тетраоксид
АФУ	- антенно-фидерное устройство
АХОВ	- аварийные химически опасные вещества
БКС	- бортовая кабельная сеть
БКУ	- бортовой комплекс управления
БО	- блок обтекания
БУ	- блок ускорителей
ВПК	- военно-промышленная компания
ВУВ	- воздушная ударная волна
ГО	- головной обтекатель
ГСМ	- горючесмазочные материалы
ГСО	- геостационарная орбита
ГЭЭ	- Государственная экологическая экспертиза
ДЗЗ	- дистанционное зондирование Земли
ДМА	- диметиламин
ДУ	- двигательная установка
ДЭС	- дизельная электростанция
ЗИП	- запасные части, инструмент и принадлежности
ЗС	- заправочная станция
ИВК	- информационно-вычислительный комплекс
ИК	- измерительный комплекс
ИП	- измерительный пункт
КА	- космический аппарат
КВ	- Космические войска
КГЧ	- космическая головная часть
КД	- конструкторская документация
КМ	- «космический мусор»
КНТО	- комплект наземного технологического оборудования
КО	- космический объект
КП	- командный пункт
КПА	- контрольно-проверочная аппаратура
КРК	- космический ракетный комплекс
КРТ	- компоненты ракетного топлива

КСИСО	- комплект средств измерения, сбора и обработки информации
КСр	- космические средства
ЛИ	- летные испытания
ЛКИ	- летно-конструкторские испытания
МБР	- межконтинентальная баллистическая ракета
МДМГ	- метилендиметилгидразин
МИК	- монтажно-испытательный корпус
МКА	- малый космический аппарат
МКС	- Международная космическая станция
МО	- Министерство обороны
МПН	- модуль полезной нагрузки
МПС	- Министерство путей сообщения
МСС	- монтажно-стыковочный стенд
НДМА	- нитрозодиметиламин
НДМГ	- несимметричный диметилгидразин
НКП	- нижний концентрационный предел
НКС	- наземная кабельная сеть
НПО	- научно-производственное объединение
НТД	- нормативно-техническая документация
НШС	- нештатные ситуации
ОАО	- открытое акционерное общество
ОБУВ	- ориентировочный безопасный уровень воздействия
ОВОС	- оценка воздействия на окружающую природную среду
ОИА	- отсек измерительной аппаратуры
ОИП	- объект искусственного происхождения
ОКП	- околоземное космическое пространство
ОПС	- окружающая природная среда
ОТТ	- общие технические требования
ОЧ	- отделяющаяся часть
ПДВ	- предельно-допустимый выброс
ПДК	- предельно-допустимая концентрация
ПДС	- предельно-допустимый сброс
ПДУ	- предельно допустимый уровень
ПЗТБО	- полигон захоронения твердых бытовых отходов
ПОЭБ	- программа обеспечения экологической безопасности
ПрО	- промежуточный отсек
ПТК	- природно-территориальный комплекс
ПУ	- пусковая установка
ПУЭ	- правила установки электрооборудования
РБ	- разгонный блок
РВСН	- Ракетные войска стратегического назначения
РК	- Республика Казахстан
РКД	- ракетно-космическая деятельность

РКН	- ракета космического назначения
РКТ	- ракетно-космическая техника
РН	- ракета-носитель
РП	- район падения
РСА	- радиолокатор с синтезированной апертурой
РСТИ	- радиотехническая система траекторных измерений
РФ	- Российская Федерация
СГЭ	- система генерирования электроэнергии
СЗБ	- сборочно-защитный блок
СЗЗ	- санитарно-защитная зона
СК	- стартовый комплекс
СККП	- система контроля космического пространства
СНВ	- стратегические наступательные вооружения
СНИ	- система наземных измерений
СнК	- синильная кислота
СНЭСТ	- система наземного электроснабжения спецтоками
СОТР	- средства обеспечения теплового режима
СП	- стартовая позиция
СУ	- система управления
ТБО	- твердые бытовые отходы
ТЗ	- техническое задание
ТК	- технический комплекс
ТМ	- телеметрия
ТМИ	- телеметрическая информация
ТМТ	- тетраметилтетразен
ТП	- техническая позиция
ТПК	- транспортно-пусковой контейнер
ТСА	- транспортно-стыковочный агрегат
ТТЗ	- тактико-техническое задание
ТЭО	- технико-экономическое обоснование
ТЭЦ	- тепловая электростанция
УКП	- универсальная космическая платформа
УСУ	- универсальное силовое устройство
ФА	- формальдегид
ФКА	- Федеральное космическое агентство
ФКП	- Федеральная космическая программа
ЦНИИ	- центральный научно-исследовательский институт
ЦУП	- центр управления полетом
ШБ	- шаробаллон
ШПУ	- шахтная пусковая установка
ЭД	- эксплуатационная документация