



ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАБОТЫ ИПГ

В. В. Алпатов, И. Ф. Крестников

В статье приводятся краткие сведения по научно-техническому заданию и работам по направлению экологического сопровождения ракетно-космической деятельности, выполненным и выполняемым сотрудниками ИПГ им. академика Е.К.Федорова.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА, РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ, РАЗГОННЫЙ БЛОК, КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ.

ВВЕДЕНИЕ

За последние пятьдесят лет деятельность космического комплекса и поддерживающей ее усилиями космической группировки, а также реализация целевых исследовательских программ превратились в важный фактор формирования мировой социальной и социально-политической ситуации. Сегодня космический комплекс непосредственно определяет уровень национальной безопасности и качество жизни граждан промышленно развитых стран. С ним непосредственно связана трудовая деятельность и жизненные перспективы миллионов квалифицированных специалистов, принадлежащих к элите производительных сил планеты.

Однако, в сознании современного человека научно-технический прогресс, обороноспособность, космонавтика с одной стороны, и экология — с другой, как правило, рассматриваются как противостоящие, взаимоисключающие понятия. Причем природа, согласно господствующим в массовом сознании представлениям, получает серьезный удар не от экономического роста как такового, а от преобразований в результате научно-технического прогресса. Часто в образе местного, регионального символа технического прогресса выступает конкретный объект космического комплекса. Особо негативную реакцию населения вызывают новые объекты, поскольку, кроме прочего, многолетний опыт существования в условиях тоталитарной системы сформировал у советского человека стойкое негативное отношение почти к любым переменам, которые воспринимались как угроза стабильности его жизнедеятельности [1].

Результаты целевых социологических исследований показывают, что этой точки зрения стабильно придерживаются примерно 2/3 участников массовых опросов [3]. Весьма существенно, что данная тенденция проявляется на фоне глубокой обеспокоенности населения экологической ситуацией. Практически во всех регионах страны состояние окружающей среды является третьей по значимости причиной обеспокоенности населения. При этом доля респондентов, оценивающих экологическую ситуацию в стране как неблагоприятную и крайне неблагоприятную, обычно близка к 80.

1 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сейчас ни у кого не вызывает сомнения, что техника и технология должны быть экологизированы. Это требует коренной перестройки всей индустрии в целом, а не только отдельных ее частей, и создание такого производства, которое было бы основано на безотходной технологии,

использовании рециркулярных циклов и минимальном вмешательстве в малоизученные биопроцессы. Необходимо более полное овладение процессом научно-технического развития, установления системы мониторинга и создания механизма управления этим процессом со стороны общества для целенаправленного воздействия на рост производства материальных благ. Все сказанное полностью относится к космической деятельности, как отдельной специфичной отрасли производства.

Космическая деятельность является необходимым условием достижения жизненно важных для Российской Федерации результатов, как глобального, так и локального характера практически во всех сферах жизнедеятельности общества. Вместе с тем она должна быть экологически безопасной.

Экологическая безопасность — одна из стратегических задач любого государства. Усиливающееся в последнее время техногенное воздействие на окружающую природную среду ставит вопросы экологической безопасности по их важности в один ряд с вопросами политической и экономической стабильности.

С середины 80-х годов проблеме обеспечения экологической безопасности космической деятельности стало уделяться достаточно серьезное внимание. В России наиболее систематическое и целенаправленное изучение экологических последствий космической деятельности началось после Постановления Верховного Совета СССР «О неотложных мерах экологического оздоровления страны» № 829-1 от 27.11.89 г. Была разработана комплексная программа «ЭКОС» по снижению негативного воздействия ракетной техники и боевой ракетной техники на окружающую среду, утвержденная решением Государственной военно-промышленной комиссии, реализация которой началась с 1991 г. Данная программа охватывает все аспекты, связанные с обеспечением экологической безопасности космической деятельности. В настоящее время эта программа трансформировалась в проект Федеральной целевой программы «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности» (программа «Экос-РФ»).

В тактико-технические задания на модернизацию существующих и создание любых новых образцов космической техники с начала 90-х годов включаются требования по оценке их воздействия на окружающую среду, разработке Программы обеспечения экологической безопасности и о необходимости проведения Государственной экологической экспертизы разрабатываемого (модернизируемого) изделия космической техники.

С общих позиций проблема воздействий космической деятельности на природную среду неоднократно рассматривалась на заседаниях Межведомственной комиссии по экологической безопасности при Совете безопасности РФ, а также на специальных слушаниях в Государственной Думе РФ. Основные выводы вышеперечисленных исследований и результатов работы комиссий:

- проблема воздействия космической техники на окружающую среду действительно существует и требует к себе постоянного пристального внимания, чтобы негативные последствия не вышли за разумные рамки и не приобрели недопустимого характера;
- некоторые из наблюдаемых последствий ракетно-космической деятельности уже сейчас вызывают серьезное беспокойство на региональном и даже глобальном уровнях (механическое и химическое загрязнение районов падения отделяющихся частей, эффекты взрывов космической техники, загрязнение космодромов, механическое загрязнение околоземного космического пространства — «космический мусор»).

Комплексному анализу воздействий космической деятельности на природную среду большое внимание уделяет ООН. Исследования ведутся Комитетом по космическим исследованиям, Международным советом научных союзов и Международной астронавтической федерацией.

При научно-техническом совете Федерального космического агентства активно работает Проблемный совет по экологической безопасности космической деятельности, в который вошли ведущие ученые и специалисты научных и проектных организаций отрасли, Минобороны, Минздрава, Минпромнауки, Росгидромета и др. Реализуются совместная и межгосударственная российско-казахстанские программы по обеспечению экологической безопасности деятельности космодрома Байконур. С 1998г. при Совете Федерации работает Временная комиссия по защите интересов субъектов РФ, юридических лиц и граждан от неблагоприятных последствий космической деятельности. При этом, в условиях крайне ограниченного финансирования, работы ведутся по всем направлениям, сформулированным указанными программами:

- разработка методического и программного аппаратов по оценке воздействия космической техники на природные среды и по нормативно-правовому регулированию вопросов космической деятельности на региональном, национальном и международном уровнях;

- разработка конструктивно-технических решений, методов и средств снижения негативного воздействия космической техники на природную среду;
- экологическая паспортизация территорий и объектов космической деятельности, разработка эффективных методов и технических средств их очистки в случае загрязнения;
- разработка системы экологического мониторинга и контроля при осуществлении космической деятельности, в т. ч. с использованием перспективных методов и средств;
- очистка районов падения от отделяющихся частей средств выведения и их фрагментов;
- формирование баз данных по всем вопросам экологии космической деятельности: методическим, нормативным, справочно-информационным и т. п.

По всем этим направлениям получены существенные результаты, которые являются базовой основой для решения различных задач, обеспечивающих экологическую безопасность космической деятельности.

Анализ опыта эксплуатации космической техники показывает, что проблема обеспечения экологической безопасности космической деятельности чрезвычайно сложна. Это определяется как большим разнообразием загрязнителей, воздействием космической деятельности практически на все геосферы, многочисленностью источников загрязнений, так и недостаточной изученностью их воздействий на природную среду и человека.

2 ВОЗДЕЙСТВИЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Несомненно, ракетно-космическая деятельность (РКД), как любая иная хозяйственная деятельность оказывает воздействие на окружающую среду. Занимая одно из последних мест по количеству вредных выбросов в общей массе техногенного загрязнения окружающей среды, тем не менее, по количеству публикаций проблема негативного влияния РКД на природу значительно опережает автотранспорт и авиацию. Как космическая деятельность влияет на окружающую среду показано в таблице 1.

Таблица 1. Влияние космической деятельности на окружающую среду

Составляющие космической деятельности	Источники загрязнения	Результат воздействия
1	2	3
Общая инфраструктура космодромов	ТЭЦ, автотранспорт, тепловозы	химическое загрязнение окружающей среды выбросами
	Обслуживающий персонал	образование бытовых отходов
Ракетно-космическая техника	Агрегаты нейтрализации паров и промстоков технических и стартовых комплексов	химическое загрязнение окружающей среды при нейтрализации
	Радиоизлучающая аппаратура наземных комплексов управления	электромагнитное излучение
	Двигательные установки ракет-носителей	акустическое воздействие при старте
		тепловое воздействие при старте
		химическое загрязнение окружающей среды продуктами сгорания
		воздействие на озоновый слой продуктов сгорания двигательных установок
	Отделяющиеся части ракет-носителей	химическое загрязнение окружающей среды остатками компонентов ракетного топлива в районах падения
механическое загрязнение окружающей среды в районах падения		

Продолжение таблицы 1.

1	2	3
Ракетно-космическая техника	Разгонные блоки	химическое загрязнение околоземного пространства продуктами сгорания двигательных установок
	Разгонные блоки Космические аппараты	механическое загрязнение околоземного пространства
		химическое загрязнение околоземного пространства продуктами сгорания двигательных установок
	Космические аппараты	механическое загрязнение околоземного пространства
		химическое загрязнение верхней атмосферы продуктами сгорания конструкции при сходе с орбиты

В качестве объекта экологической опасности космическая деятельность может оказывать на природную среду как специфическое воздействие, характерное только для нее, так и неспецифическое, сходное с общепромышленным.

К *неспецифическим воздействиям* космической деятельности на природную среду относят:

- химическое загрязнение почвы и водных объектов углеводородами, в т. ч. нефтепродуктами и углеводородными горючими, используемыми в ракетно-космической технике;
- химическое загрязнение атмосферы газовыми выбросами, характерными для объектов тепло- и энергоснабжения, транспорта, предприятий бытового обслуживания, строительной индустрии, местной промышленности;
- нарушения природных ландшафтов (вырубки лесов и т. д.), особенно при строительстве объектов космодрома и развитии наземной инфраструктуры;
- электромагнитное излучение при работе наземной радиоэлектронной аппаратуры;
- тепловое воздействие на атмосферу в результате работы теплоэлектроцентралей.

К *специфическим* воздействиям относятся:

- химическое загрязнение проливами и выбросами компонентов ракетных топлив, продуктами их сгорания и трансформации при функционировании наземных объектов космической техники (стендово-экспериментальной и испытательной базы, средств транспортировки и хранилищ ракетного топлива, стартовых комплексов, районов падения отработавших ступеней и аварийных изделий), атмосферы в районе расположения наземных объектов космической техники и по траекториям полета средств выведения, околоземного космического пространства;
- механическое загрязнение отработавшими объектами и их фрагментами районов падения и околоземного космического пространства;
- акустическое воздействие на природную среду в местах расположения испытательной базы ракетных двигателей, стартовых комплексов, районов падения отделяющихся частей;
- электромагнитное излучение при работе бортовой радиоэлектронной аппаратуры.

Основную часть проблем в этой области составляет обеспечение экологической безопасности в районах космодромов и районов падения отделяющихся частей ракет-носителей.

Космические аппараты, даже использующие в двигательных установках токсичные компоненты топлива, оказывают на окружающую среду воздействие, на несколько порядков меньшее, чем средства их запуска – ракеты-носители и разгонные блоки. В то же время космические аппараты вносят существенный вклад в засорение околоземного космического пространства. Засорение околоземного пространства пока не вызывает такой реакции общественного мнения, как загрязнение районов падения отделяющихся частей ракет остатками компонентов топлива. Поэтому и материалов СМИ по воздействию на окружающую среду космических аппаратов на порядок меньше, чем материалов по воздействию на окружающую среду средств запуска.

ВКЛАД РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ракетно-космическая деятельность влияет на все без исключения геосферы Земли. Пожалуй более всего она оказывает воздействие на атмосферу, а самой чувствительной к воздействию составляющей верхней атмосферы является озоновый слой. Рассмотрим вклад ракетно-космической деятельности в общее воздействие на окружающую среду на примере озонового слоя.

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 % [3].

Как видно из таблицы 2, в которой приведены данные [4] 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 2. 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 приведены данные о ежегодных выбросах в стратосферу хлора и других озоноразрушающих компонентов всеми источниками, как естественными, так и антропогенными, в т.ч. и ракетами [4].

Таблица 3. 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 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 имеющимся оценкам [5] 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 [6].

Другим компонентом твердых и жидких РКТ, 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 [7]. По имеющимся прогнозам рост интенсивности выброса N_2O в атмосферу составит в период 1985 – 2015 гг. 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 распространенных дозвуковых самолетов в крейсерском режиме образуется около 6 г двуокси 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 [8] 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 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. таблицу 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. [10]. 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 4 [4,10] 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 4. 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 [11] показывают десятикратное увеличение содержания частиц Al_2O_3 в нижней стратосфере (17 – 19 км) за 1976 – 1984 гг., 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 [10] 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 [12].

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.

Объективным подтверждением же незначительного влияния ракетно-космической деятельности на ухудшение экологической ситуации в целом может служить то, что в специальном докладе Уполномоченного по правам человека в Российской Федерации «Экология и нарушение прав человека» (Юриспруденция. — М., 2002), состоящем из 64-х страниц, экологическим проблемам космической деятельности посвящен только один абзац (и то в связи с хранением токсичных компонентов топлива).

3 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАДЕЛ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В 1992 г. по инициативе ряда сотрудников ИПГ с целью выполнения НИР и ОКР в области наук о Земле и экологии, разработки аппаратно-программных комплексов для автоматизации научных исследований, проведения исследований влияния РКТ на окружающую среду, разработки экспериментальных образцов аппаратуры для научных и прикладных исследований был образован Научный центр «Геофизик». Одним из его соучредителей являлся ИПГ им. академика Е.К.Федорова. При этом основу трудовых коллективов (помимо сотрудников организаций РАН, НИИ Минобороны и др.) составляли научные сотрудники и инженеры ИПГ. Одним из основных направлений работ Научного центра в соответствии с Уставом являлись теоретические и экспериментальные (инструментальный контроль) работы по проблеме экологической безопасности ракетно-космической техники (РКТ).

В период с 1992 по 2010 год Научным центром «Геофизик» было выполнено более 170 НИОКР, из них более сорока - по проблемам экологической безопасности ракетно-космической деятельности, в том числе:

- разработка материалов по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) космического ракетного комплекса (КРК) «Ангара», разгонного блока (РБ) «Бриз-М», кислородно-водородного разгонного блока (КВРБ), космического комплекса (КК) «KazSat», КК дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Монитор-Э», малого космического аппарата (МКА) «Кондор-Э», КА «Барс», КРК «Стрела» с МКА, КК «KazSat-2», КА «Экспресс-МД1», многоцелевого лабораторного модуля (МЛМ) для Международной космической станции (МКС), РБ КВТК, МКА «Кондор»;
- разработка программ инструментального контроля эксплуатации КРК «Рокот», КРК «Протон-М» с РБ «Бриз-М», МКА «Кондор-Э», КРК «Стрела» с МКА, МКА «Кондор»;
- подготовка и участие в комплексных экспериментах по инструментальному контролю воздействия запусков РН «Тополь-М» на окружающую среду;
- организация и проведение общественных слушаний по материалам ОВОС КРК «Протон-М» с РБ «Бриз-М» (г. Москва), КК «KazSat» (г. Москва), КК ДЗЗ «Монитор-Э» (г. Москва), КРК «Стрела» с МКА (г. Москва), КК «KazSat-2» (Байконур), КА «Экспресс-МД1» (Байконур), МКА 14Ф133 (Байконур), модуля МЛМ (Байконур);
- подготовка документации и участие в Государственной экологической экспертизе (ГЭЭ) проектов КК «KazSat», КК ДЗЗ «Монитор-Э», КК «KazSat-2», КА «Экспресс-МД1», модуля МЛМ для МКС, МКА «Кондор»;

- участие в экспертных комиссиях ГЭЭ проектов КРК Рокот», КА «Ресурс-ДК1», КК «Фотон-М», Федеральной целевой программы «Развитие космодромов России».

При этом ИПГ вместе с НЦ «Геофизик» участвовал (1995, 1996, 1998 гг.) в проведении комплексных геофизических экспериментов при запусках РН «Тополь». В 2010 году НЦ «Геофизик» был закрыт, однако перед этим весь научно-технический задел (в т. ч. результаты 42 НИОКР по экологической безопасности ракетно-космической деятельности) по согласованному решению был передан ИПГ. С 2011 года работы по экологической безопасности ракетно-космической деятельности ИПГ выполняет полностью собственными силами, в том числе:

- Доработка материалов по оценке воздействия РБ КВТК на окружающую среду с учётом замечаний и предложений к эскизному проекту РБ КВТК.
- Разработка методики и проведение оценки экологической безопасности многоцелевого лабораторного модуля МКС.
- Разработка методики экологического контроля воздействия объектов эксплуатации РБ КВТК на окружающую среду.

4 ПЛАНИРУЕМЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В ближайшее время в целях освещения существующих экологических проблем РКД и работ ИПГ по экологическому сопровождению РКД планируется публикация следующих статей:

- Экологическое сопровождение ракетно-космической деятельности как одно из направлений работы ИПГ.
- Воздействие ракетно-космической техники на геосферы Земли (в 5 частях).
- Нормативно-правовая база обеспечения экологической безопасности ракетно-космической деятельности (в 2 частях).
- Нормативное регулирование экологического сопровождения ракетно-космической деятельности.
- Космический экологический мониторинг как важная составляющая в обеспечении безопасности государства.
- Недостаточность нормативно-правовой базы - основная проблема экологического сопровождения ракетно-космической деятельности.
- Оценка воздействия планируемой ракетно-космической деятельности на окружающую среду – основа всех дальнейших работ по экологическому сопровождению.
- Анализ общей экологической ситуации в регионах интенсивной ракетно-космической деятельности и потенциальной устойчивости природных комплексов при определении величины фоновых загрязнений в районах планируемой эксплуатации изделий (комплексов) РКТ.
- Общественное мнение по проблеме экологической безопасности ракетно-космической деятельности (в 4 частях).
- Участие общественности в принятии экологически значимых решений (в 3 частях).
- Проблемные вопросы подготовки и проведения Государственной экологической экспертизы проектов изделий (комплексов) РКТ (в 2-х частях).
- Инструментальный контроль фактического воздействия изделий и комплексов РКТ на окружающую среду при наземной подготовке, запуске и полёте.
- Контроль техногенного загрязнения околоземного космического пространства в настоящее время и в перспективе.
- Контроль параметров околообъектовой среды (собственной атмосферы) космических аппаратов как предпосылка увеличения срока их эксплуатации.
- Особенности собственной атмосферы космических аппаратов с высококипящими компонентами топлива двигательных установок (на примере орбитального комплекса «Мир» и Международной космической станции).
- Основные мероприятия по снижению последствий эксплуатации ракетно-космической техники на окружающую среду (в 3-х частях).
- Проблемные вопросы обеспечения экологической безопасности ракетно-космической деятельности.

- Новые подходы к обеспечению экологической безопасности ракетно-космической деятельности.
- Модернизированный извещатель пожароопасной ситуации обитаемых модулей Международной космической станции.
- Газоанализатор водорода и кислорода для изделий ракетно-космической техники на криогенных компонентах топлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Не смотря на общий незначительный вклад РКД в ухудшение экологической ситуации на планете, действующее законодательство и др. нормативно-правовые акты требуют проведения всего комплекса работ по обеспечению экологической безопасности вновь разрабатываемой (модернизируемой) ракетно-космической техники, в том числе по экологическому сопровождению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яницкий О.Н. Россия: экологический вызов. Новосибирск, 2002.
2. Сосунова И.А. Методология и методика социально-экологических исследований. М.: 1999.
3. Деминов И.Г., Еланский Н.Ф., Озолин Ю.Э., Петухов В.К. Оценка воздействия регулярных пусков ракет «Энергия» и «Шаттл» на озоновый слой и климат Земли: Препринт № 1. – М.: ИФА РАН, 1992г.
4. McDonald 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.
5. Pollack J.B., Toon O.B., Summers A. et. al. Estimatonс 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.
6. Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.Л., Хргиан А.Х. Озоновый щит Земли и его изменения. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 288с.
7. Кароль И.Л. О возможных антропогенных изменениях газового состава и температуры атмосферы до 2000г. // Метеорология и гидрология. 1986. № 4 с.115.
8. Ehhalt D.H., Rohrer F., Wahner A. Sources and distribution of NOx in the upper troposphere at northern mid-latitudes // J.Geophys. Res. 1992. V.97. P.3725.
9. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду: Справочное пособие. Под ред. В. В. Адушкина, С. И. Козлова и А.В. Петрова. -М.: Анкил, 2000. - 640 с.
10. 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.
11. 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.

ECOLOGICAL SUPPORT OF ROCKET-SPACE ACTIVITY AS ONE OF THE DIRECTIONS OF IAG WORK

V. V. Alpatov, I. F. Krestnikov

The paper presents short information on scientific and technological back-log and current work on ecological support of rocket-space activity carried out by the IAG staff.

KEYWORDS: ENVIRONMENTAL SAFETY, ROCKET-SPACE ACTIVITY, MANAGEMENT OF NATURAL RESOURCES, THE ENVIRONMENT, ROCKET AND SPACE ENGINEERING, ENVIRONMENTAL ASSESSMENT, BOOSTER, ACCELERATION BLOCK, A SPACECRAFT, ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT, ENVIRONMENTAL CONTROL.