



ВНЕВЕДОМСТВЕННЫЙ ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ
ПО ВОПРОСАМ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

ЛЕКЦИЯ № 5

«ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК СФЕРА ЗАЩИТЫ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ»

Москва

Учебные вопросы:

- 1. Воздушно-космическая сфера как фактор взаимной безопасности.**
- 2. Проблема очищения околоземного космического пространства от орбитального космического мусора.**
- 3. Астероидная опасность.**

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ

Введение

Учебные вопросы:

- 1. Воздушно-космическая сфера как фактор взаимной безопасности.**
 - 1.1 Правовое регулирование международной космической деятельности.
 - 1.2 Соперничество космических держав в начале XXI века.
 - 1.3 Проблема милитаризации космического пространства.
 - 1.3.1 Основные подходы к использованию космического пространства в военных целях.
 - 1.3.2 Классификация военно-космических систем.
 - 1.4 Космическое пространство как потенциальная сфера военных действий.
 - 1.5 Перспективы сотрудничества в целях ограничения и запрещения космических вооружений.
 - 2. Проблема очищения околоземного космического пространства от орбитального космического мусора.**
 - 2.1 Орбитальные техногенные фрагменты и опасность столкновения в космосе.
 - 2.2 Программа возможных мероприятий по очищению околоземного космического пространства от орбитального космического мусора.
 - 2.3 Орбитальный космический мусор.
 - 2.4 Способы очищения околоземного космического пространства от орбитальных мусорных экскретов.
 - 3. Астероидная опасность.**
 - 3.1 Перспективная система защиты Земли от столкновений с опасными космическими объектами.
 - 3.2 Новый способ защиты Земли от астероидов.
 - 3.3 Российское решение задачи защиты Земли от астероидов.
- Заключение**

ВВЕДЕНИЕ

К концу первого десятилетия XXI века попытки кооперационного освоения космического пространства сменились новой «космической гонкой». Великие державы опять рассматривают деятельность в космосе как путь к созданию военных технологий и приобретению выгодных стратегических позиций. Второе рождение получают проекты милитаризации околоземного пространства и достижения победы в военных конфликтах посредством широкого использования аэрокосмических систем. Развитие этих тенденций угрожает подрывом норм космического права, повышением опасности возникновения военных столкновений в ближнем космосе и деградацией системы взаимно гарантированного уничтожения. Назревает пересмотр старых, относительно кооперационных, принципов использования космоса в пользу новых, более конкурентных, подходов, направленных на обеспечение космической безопасности.

В современной политической теории понятие «космическая безопасность» (space security) имеет несколько значений. В 1950-х годах этот термин обозначал способность предотвратить достижение оппонентом военного превосходства в космосе. Всплеск интереса к проблематике космической безопасности произошел в 1980-е, когда американская программа «стратегической оборонной инициативы» (СОИ) вызвала международное движение против милитаризации космоса. На официальном уровне данное понятие закрепились в 2004 году. Тогда в министерстве обороны США был создан Отдел национальной космической безопасности (National Security Space Office). Это событие породило волну публикаций о проблемах безопасности космического пространства.

В начале XXI века в официальном лексиконе понятие «космическая безопасность» обозначает:

- техническую и правовую защищенность космических активов;
- состояние космической инфраструктуры, которое считается «безопасным» с точки зрения интересов государства;
- способность вооруженных сил защищаться от нападения с использованием космических систем (аэрокосмическая безопасность);
- отсутствие угроз в космосе и из космоса для жизнедеятельности на планете Земля.

Каждое из этих определений подразумевает ситуацию, в которой возникает угроза (в той или иной мере) для планеты Земля. Источником опасности могут выступать действия враждебного субъекта, природные явления или столкновения с космическим мусором. В целом, космическая безопасность предстает как способность субъекта контролировать космическое пространство и осуществлять в нем деятельность по предотвращению угроз, как в космосе, так и из космоса.

На этой основе возник ряд исследовательских направлений, которые по-разному трактуют механизмы обеспечения космической безопасности.

В последней трети прошлого века космические державы строили политику на основе модели многостороннего диалога. Договор 1967 г. о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства (Договор о Луне) установил нормы межгосударственного взаимодействия в этой сфере. Важнейшими из них были исследование и использование космоса в интересах всего человечества, равенство всех стран при проведении космических исследований, ведение космической деятельности в соответствии с международным правом, а также запрет на присвоение космического пространства государствами. Особое место занимали положения об использовании небесных тел исключительно в мирных целях, о запрещении вывода в космос и установки на небесных телах объектов с оружием массового поражения (ОМП). Договор 1967 г. был позднее дополнен серией соглашений, которые уточняли правила проведения космических исследований — от принципов изучения небесных тел до проведения дистанционного зондирования Земли.

Вначале XXI в. положение изменилось. Государства и крупные коммерческие компании получили возможность осуществлять эффективный контроль над определенными сег-

ментами космического пространства. На первый план вышли незаметные прежде правовые лакуны договора 1967 г.

Во-первых, в международном праве отсутствует *определение космического пространства*. Большинство государств, включая Россию, вслед за Международной федерацией аэронавтики считают, что граница между воздушным и космическим пространством проходит на высоте 100-120 км над уровнем моря. США придерживаются иного — функционального подхода. В соответствии с ним нет необходимости устанавливать границу между двумя пространствами. Лучше различать авиационную и космическую деятельность в зависимости от типа используемого аппарата. Это открывает возможности для провозглашения государствами суверенитета над пограничными слоями космоса под предлогом их принадлежности к «верхним слоям атмосферы».

Во-вторых, проблему представляют *спорные сегменты космического пространства*. Еще в 1976 г. экваториальные страны заявили, что рассматривают геостационарную орбиту как продолжение геомагнитного поля Земли и требуют распространить на нее свой суверенитет. С такими претензиями не согласны космические державы, рассматривающие эту орбиту как часть космоса. Не прояснённой остается ситуация вокруг статуса небесных тел. Соглашение о Луне 1979 г. распространило нормы международного права на все небесные тела (кроме Земли), включая их орбиты. Но этот документ ратифицировали лишь несколько государств, среди которых нет постоянных членов Совета Безопасности ООН. Теоретически здесь заложены правовые коллизии с Договором о Луне 1967 г., который фиксировал нейтральный статус небесных тел, но не объявлял об их принадлежности какому бы то ни было субъекту, включая «человечество».

В-третьих, сложный комплекс проблем порождает *коммерциализация космической деятельности*. Основные проекты изучения космоса традиционно реализовывали государства. С развитием телекоммуникационных технологий, метеорологии, спутниковой связи, систем дистанционного зондирования Земли и рынка коммерческих запусков орбитальных аппаратов все более весомую роль приобретает космический бизнес. Коммерческие компании выводят свои спутники или покупают у государства услуги, предоставляемые его орбитальной группировкой. Новый ракурс эта проблема получила в связи с появлением проектов космического туризма на основе частных суборбитальных аппаратов и космодромов. Однако международных правил ведения коммерческой деятельности в космосе нет. Применимы ли нормы Договора о Луне к транснациональным компаниям, если они не являются его участниками?

В-четвертых, большую опасность представляет *проблема вывода в космос ударных боевых платформ и/или развития противоспутниковых технологий*. Договор о Луне запрещал выводить в космическое пространство все виды ОМП. Но в документе не говорилось о запрете на размещение в космосе обычных вооружений или оружия на новых физических принципах. Между тем, в соответствии с функциональным подходом к определению космоса, боевые платформы можно выводить в ближний космос, выдавая их за системы «высоковооздушного» перехвата. Возникает тенденция к милитаризации космического пространства без формального нарушения условий Договора 1967 г.

Под воздействием этих процессов в политической науке растет интерес к изучению альтернатив старой системе обеспечения космической безопасности. Выдвигаемые в начале 2010-х гг. теории космической безопасности выглядят, как попытки проработать варианты поведения космических держав на случай пересмотра принципов использования космического пространства.

1. ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКАЯ СФЕРА КАК ФАКТОР ВЗАИМНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1 Правовое регулирование международной космической деятельности

Правовая база сотрудничества в космической области определяется пятью крупными международными документами.

Слайд 3



ПРАВОВАЯ БАЗА СОТРУДНИЧЕСТВА В КОСМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ:

3

1967 г. Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (**Договор по космосу**).

1968 г. Соглашение о спасении космонавтов, возвращении космонавтов и возвращении объектов, запущенных в космическое пространство (**Соглашение о спасении**).

1972 г. Конвенция о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами (**Конвенция об ответственности**).

1976 г. Конвенция о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство (**Конвенция о регистрации**).

1984 г. Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах (**Соглашение о Луне**).



Первый — подписанный в 1967 г. Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (Договор по космосу). Этот документ по состоянию на 1 января 2011 г. подписали и ратифицировали 99 стран. Еще 26 государств его подписали, но не ратифицировали.

Договор по космосу устанавливает общую правовую основу использования космического пространства в мирных целях и создает рамки для развития космического права. Статьи этого документа определяют необходимость исследования и использования космического пространства в интересах всего человечества на основе равенства государств. Договор предусматривает свободу научных исследований в космосе и запрещение присвоения государствами космического пространства (включая Луну и другие небесные тела), ведение космической деятельности в соответствии с международным правом (включая Устав ООН), запрещение вывода на орбиту, размещения в космосе и установки на небесных телах объектов с ядерным оружием или другими видами оружия массового уничтожения, использование Луны и других небесных тел исключительно в мирных целях. Одновременно в Договоре 1967 г. содержатся и такие положения, как:

- признание космонавтов посланцами человечества в космос;
- международная ответственность государств за национальную космическую деятельность;
- международная ответственность государств за ущерб, причиненный космическими объектами;
- сотрудничество и взаимная помощь государств при исследовании и использовании космоса;
- сохранение запускающими государствами юрисдикции и контроля в космосе над космическими объектами;
- обязанность государств избегать вредного загрязнения космического пространства.

Другой важный документ, подписанный уже в 1968 г., — Соглашение о спасении космонавтов, возвращении космонавтов и возвращении объектов, запущенных в космическое пространство (Соглашение о спасении). Оно ратифицировано 90 странами. Еще 24 государства подписали этот документ, но не ратифицировали его. Этот документ представляет собой развитие статьи 5 Договора по космосу, которая предусматривает обязанность помогать космонавтам в случае аварии, бедствия или вынужденной посадки, а также возвращать космонавтов и объекты, запущенные в космическое пространство.

Если экипаж потерпевшего аварию космического корабля окажется в открытом море или на территории, не принадлежащей ни одному из государств, то в соответствии с Соглашением помощь в проведении спасательных операций должны оказать государства, которые в состоянии это сделать. Соглашение предусматривает, что в случае проведения спасательной операции силами других государств руководство ею возлагается на страну, на территории которой такая операция происходит. Соглашение обязывает государства информировать власти, осуществившие запуск, и Генерального секретаря ООН об обнаружении на своей территории или территории, не находящейся под юрисдикцией какого-либо государства, иностранного космического объекта или его составных частей.

В 1972 г. была подписана Конвенция о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами (Конвенция об ответственности). Этот документ впервые регламентировал ответственность за ущерб, нанесенный в результате незапрещенной международным правом деятельности. Имеются в виду: лишение жизни, телесное повреждение или иное повреждение здоровья, уничтожение или повреждение имущества государств, физических и юридических лиц или межправительственных организаций. Объем компенсации определяется в соответствии с международным правом и принципами справедливости — с тем, чтобы обеспечить возмещение ущерба, восстанавливающее положение, которое существовало бы, если бы ущерб не был причинен.

В 1976 г. была заключена Конвенция о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство (Конвенция о регистрации). До ее принятия государства направляли сведения о своих космических объектах в ООН добровольно, руководствуясь призывом резолюции Генеральной Ассамблеи ООН № 1721 (В) от 20 декабря 1961 г. После принятия конвенции представление подобной информации стало обязательным. Данное новшество преследовало цель упростить процесс идентификации космических объектов. Государства-участники обязались регистрировать все запускаемые с их территории космические объекты, а также учреждения, занимающиеся подобной деятельностью.

В 1984 г. вступило в силу подписанное в 1979 г. Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах (Соглашение о Луне). Его подписали и ратифицировали 13 стран (еще четыре государства подписали, но не ратифицировали). После высадки американских астронавтов на Луну в 1969 г. Польша и Аргентина предложили свои проекты пра-

вил, относящихся к деятельности человека на Луне и других небесных телах. В 1972 г. проект Договора о Луне в Комитет ООН по космосу представил и Советский Союз. Сложности в принятии этого документа и узость круга присоединившихся к нему стран связаны с несогласием многих государств считать Луну «общим наследием человечества». Соответственно, есть разные мнения по поводу самой идеи установить международный режим эксплуатации и распределения потенциальных благ между государствами.

Реальных проектов работ на Луне и эксплуатации ее ресурсов нет. До их появления вопрос о создании общепризнанного правового режима деятельности по разведке и разработке лунных ресурсов вряд ли будет решен.

Источниками регламентаций космической деятельности могут считаться, кроме того, пять резолюций, в разные годы принимавшиеся Генеральной Ассамблеей ООН. Некоторые из них послужили «отправной базой» для ряда вышеназванных документов.

Процессы в сфере исследования и использования космического пространства требуют усовершенствования старых и принятия новых норм международного космического права. Решением может стать принятие всеобъемлющей Конвенции по космическому праву. В рамках ее можно было бы добиться многого: подтверждения ранее принятых договоренностей по космосу, придания юридически обязывающего характера принципам, на сегодня имеющим статус рекомендательных, ликвидации пробелов в правовом регулировании.

Российская Федерация в марте 2000 г. на сессии Юридического подкомитета Комитета ООН по космосу предложила начать обсуждение вопроса о принятии универсальной конвенции по космическому праву. Делегации Болгарии, Китая, Колумбии, Греции и Ирана поддержали эту инициативу. В апреле 2001 г. Китай, Колумбия и Российская Федерация предложили создать рабочую группу для рассмотрения этого вопроса. Однако делегация США выступила против данной идеи. Формально Вашингтон мотивирует свое несогласие с заключением конвенции тем, что принятие нового документа может якобы подорвать действенность ряда старых принципов, уже доказавших свою эффективность. Фактически же Соединенные Штаты стремятся сохранить относительную свободу действий в космическом пространстве, в том числе и по разворачиванию систем ПРО. Из-за отсутствия консенсуса комитет не принял соответствующего решения.

Сторонники конвенции утверждают, что основные действующие принципы космической деятельности могут быть перенесены и в новый документ. Гарантией этому может служить существующий в комитете принцип консенсуса при принятии решения, а также «пакетный метод», при котором принятие решения по одному вопросу увязывается с решением по другим. Прецеденты создания МАГАТЭ или Международной организации по эксплуатации морского дна доказывают, что подписание универсальной «космической» конвенции в перспективе могло бы привести к созданию международной организации по космосу.

Пока же в рамках Евросоюза действует Европейское космическое агентство, региональная организация, занимающаяся вопросами исследования и использования космического пространства в мирных целях. В мае 2002 г. на конференции американских государств по космосу в городе Картахена (Колумбия) было предложено создать региональное космическое агентство стран Латинской Америки. Наконец, в 1992 г. Таиланд, Пакистан и Китай выдвинули идею создания Организации космического сотрудничества стран АТР. 28 октября 2005 г. в Пекине представители Китая, Индонезии, Пакистана, Перу, Бангладеш, Монголии, Ирана и Таиланда подписали соответствующий документ, открытый для присоединения других государств региона. Организация начала действовать с декабря 2008 г.

1.2 Соперничество космических держав в начале XXI века

Датой начала новой космической гонки в начале нынешнего тысячелетия считается рубеж 2003-2004 гг. Толчком к ее началу послужили успехи Китая¹. Еще в 1992 г. КНР запустила трехэтапную программу пилотируемой космонавтики. Для ее реализации в 1993 г. было создано Национальное управление по исследованию космического пространства КНР (China National Space Administration) или Китайское космическое агентство (ККА)². КНР оказалась единственной космической державой, которая не присоединилась к проекту МКС и разработала альтернативную программу проведения космических исследований.

Особую роль в космических успехах КНР сыграло российско-китайское партнерство³. На базе российского ракетно-космического ресурса в феврале 2003 г. состоялся орбитальный полет автоматического корабля «Шеньчжоу-3». В октябре 2003 г. Китай стал третьей страной мира, совершившей пилотируемый орбитальный полет с помощью корабля «Шеньчжоу-4». Пилотируемый орбитальный полет доказал наличие у Пекина технических возможностей доставить ядерный боезаряд в любую точку Земли.

На фоне успехов КНР возникла группа стран, претендовавших на присоединение к «космическому клубу». Индия запустила в 2001 г. трехступенчатую ракету-носитель «GSLV» и разместила семь спутников на полярных орбитах Земли. ЕКА интенсифицировало действующую с 1979 г. программу развития ракет-носителей «Ариан». Бразилия 23 октября 2004 г. вывела модель двухступенчатой ракеты «VSB-30»⁴) на границу атмосферы и космоса. Иран с помощью России вывел на орбиту первый исследовательский спутник «Синах-1» (2005) и объявил об испытании ракеты-носителя «Посланник надежды» (2008). Новая Зеландия испытала 30 ноября 2009 г. модель суборбитальной ракеты-носителя «Atea-2». Интерес к развитию непилотируемой космонавтики проявили Австралия и Аргентина, Британия и Германия, Венгрия и Израиль, Индонезия и Испания, Южная Корея и Малайзия, Таиланд и Пакистан.

Эти события вызвали болезненную реакцию Соединенных Штатов⁵. 14 января 2004 г. президент Дж. Буш заявил о начале второй космической гонки и необходимости запуска новой программы американских космических исследований. Приоритетными программами НАСА были объявлены изучение Луны и Марса (включая организацию к ним пилотируемых полетов), а также наблюдение за объектами Солнечной системы. Эти решения были закреплены в «Национальной космической политике США» 2006 г. Космические инициативы Соединенных Штатов вынудили Россию, ЕКА и КНР запустить альтернативные программы, которые в целом дублировали приоритеты НАСА.

Ключевым направлением второй космической гонки стал возвратный (после 1960-х гг.) интерес к проектам освоения Луны. В 1990-е гг. автоматические станции НАСА *Clementine* (1994) и *Lunar Prospector* (1998) составили карту элементарного состава Луны и обнаружили лед на ее южном полюсе. Запущенная в 2004 г. программа «Созвездие» (*Constellation*)

¹) Macdonald B. W. China, Space Weapons, and U. S. Security. Washington: Council on Foreign Relations Press (October 2008).

В российской литературе Национальное управление по исследованию космического пространства КНР принято также называть Китайским национальным космическим агентством — КНКА. Далее по тексту мы используем эту аббревиатуру.

³) По условиям межправительственного соглашения от 25 апреля 1996 г. Пекин получил право закупать российские ракетно-космические технологии. С конца 2006 г. представители Роскосмоса стали заявлять о возможности расширения взаимодействия в ракетно-космической сфере. Межправительственное соглашение от 28 марта 2007 г. предусматривало организацию совместных российско-китайских проектов по изучению дальнего космоса, включая изучение Луны.

⁴) VSB — экспериментальная ракета бразильского производства.

⁵) Samson V. Could U. S. Missile Defense Policy Restrict Access to ISS? October 1, 2008 // CDI Center for Defense Information. [Электронный ресурс] <http://www.cdi.org>

предусматривала строительство космических кораблей⁶⁾, предназначенных для возобновления пилотируемых полетов на Луну. НАСА запустило 18 июня 2009 г. лунные зонды LRO и «LCROSS» для изучения лунной поверхности. Аппарат «LCROSS» и разгонный блок «Центавр» совершили 9 октября 2009 г. падение в кратер Кабеус, расположенный примерно в 100 км от южного полюса Луны. НАСА 13 ноября 2009 г. сообщило, что с помощью эксперимента на спутнике Земли была обнаружена вода.

Россия не оставалась в стороне от новой лунной гонки. С 2006 г. НПО им. Лавочкина начало реализовывать проект «Луна-Глоб»: изучение спутника Земли и окололунного пространства с помощью автоматических беспилотных аппаратов. Целью проекта был объявлен запуск в 2015 г. автоматического зонда, который должен будет осуществить облет Луны и выбор подходящих площадок для последующих спускаемых аппаратов. Для реализации этой цели РКК «Энергия» разрабатывала проекты многоразового корабля «Клипер» и межорбитального буксира «Паром».

Другие космические державы шли в фарватере лунных программ США и России. В 2003-2006 гг. частичное картографирование лунной поверхности провела станция ЕКА «SMART-1»⁷⁾. В 2007 г. ККА запустило автоматический аппарат «Чанъэ-1» для аэрофото съемки Луны. Япония запустила осенью 2007 г. автоматический аппарат «Кагуйя» для картографирования лунной поверхности. 22 октября 2008 г. Индия отправила более совершенный спутник «Чандраян-1» для дистанционного зондирования спутника Земли в поисках минералов, воды и гелия-3. О намерении создать на Луне беспилотную научно-исследовательскую базу заявила в декабре 2008 г. Британия. Детали этого проекта остались, однако, неизвестными: возможно, речь шла о проекте в рамках ЕКА или совместном американо-британском варианте освоения лунной поверхности.

Жесткое соперничество разворачивается вокруг исследования Марса. С 1964 г. НАСА запустило серию аппаратов *Mariner* для изучения марсианской поверхности. В 1976-1982 гг. НАСА исследовало Марс с помощью автоматических аппаратов «Викинг» и «Викинг-2». 4 июля 1997 г. НАСА высадило на его поверхность непилотируемый аппарат *Mars Pathfinder* и марсоход *Sojourner*, однако связь с ними вскоре была потеряна. В 1996 г. был апробирован марсоход *Mars Pathfinder*. В 1999 г. Вашингтон попытался доставить на Марс три аппарата, но они потерпели крушение.

Новый импульс к изучению Марса придало выступление президента Дж. Буша 14 января 2004 г. На марсианскую поверхность зимой 2004 г. были доставлены управляемые марсоходы *Spirit* и *Opportunity*. На марсианские орбиты были выведены космические аппараты *Mars-Odyssey* (2001) и *Mars Reconnaissance Orbiter* (2005). 25 мая 2008 г. НАСА доставило на Марс автоматическую станцию «Феникс» для изучения состава марсианской воды. Но 2 ноября 2008 г. связь с ней была потеряна. Это событие пошатнуло лидирующую роль США в изучении Красной планеты.

Интерес к изучению Марса проявила и Россия. В 1971-1974 гг. СССР получил фотографии Красной планеты с помощью аппаратов типа «Марс». 16 ноября 1996 г. Роскосмос осуществил неудачный запуск автоматической межпланетной станции «Марс-96». 9 ноября 2011 г. Россия осуществила неудачный запуск непилотируемого аппарата «Фобос-Грунт» для изучения марсианской поверхности и спутника Марса Фобоса. Но аппарат потерпел

⁶⁾ Программа «Созвездие» включала в себя разработку: (1) пилотируемого исследовательского корабля «Орион» (*Crew Exploration Vehicle — CEV*); (2) ракеты-носителя «Арес-1» (*Crew Launch Vehicle — CLV*) для вывода на орбиту вокруг Земли пилотируемого исследовательского корабля; (3) ракеты-носителя «Арес-5» (*Cargo Launch Vehicle — CaLV*) для вывода в космос полезных грузов; (4) лунного модуля «Альтаир» (*Lunar Surface Access Module — LSAM*), предназначенного для посадки на Луну и взлета с ее поверхности.

⁷⁾ SMART-1 (*Small Missions for Advanced Research in Technology*) — экспериментальная межпланетная станция для отработки перспективных технологий, в первую очередь — электрореактивной двигательной установки.

крушение, и в январе 2012 г. его обломки упали на Землю. Единственным успехом Роскосмоса стал проведенный в ноябре 2007 г. совместный с ЕКА эксперимент «Марс-500» по моделированию пилотируемого полета на Марс.

Еще менее удачными были попытки исследования Марса другими странами. Япония в 1998 г. не сумела доставить на планету зонд «Нодзоми». В 2003 г. потерпел крушение модуль ЕКА «Бигль-2». Европейское космическое агентство в 2003 г. отправило с помощью российской ракеты-носителя «Союз-ФГ» космический аппарат «Марс-экспресс». Но по объему выполняемых задач аппарат ЕКА уступает американским марсоходам. Для восполнения лакун ЕКА подписало 19 июня 2009 г. соглашение с НАСА о запуске совместной программы исследования Марса *ExoMars*. Но в декабре 2009 г. ЕКА свернуло марсианские исследования в рамках программы «Аврора».

Похожее соперничество складывается вокруг Венеры. На венерианской поверхности работали аппараты НАСА «Пионер Венера-1» (1978-1992) и «Пионер Венера-2» (1978). В конце 1980-х гг. НАСА разработало проект картографирования этой планеты. 4 мая 1989 г. к Венере была запущена американская межпланетная станция «Магеллан». В 1990-1994 гг. она исследовала поверхность Венеры, включая эксперименты по изучению гравитационного поля и апробацию технологии атмосферного торможения. Но 12 октября 1994 г. контакт с «Магелланом»⁸ был утерян. С этого времени НАСА не осуществляло крупных венерианских проектов.

В 1961-1983 гг. СССР запустил 16 автоматических станций типа «Венера». В 1970 г. станция «Венера-7» впервые совершила посадку на этой планете. В 1984-1986 гг. советские зонды «Вега-1» и «Вега-2» изучали атмосферу Венеры и комету Галлея. Во второй половине 1980-х крупные венерианские проекты СССР были свернуты. Только в 2016 г. Роскосмос планирует отправить автоматическую станцию «Венера-Д», миссия которой будет аналогичной миссии «Магеллана». После 2020 г. Роскосмос планирует запустить также автоматическую станцию «Венера-глоб» для всестороннего изучения планеты.

Более успешными оказались совместные проекты Роскосмоса и ЕКА. В июне 2003 г. ЕКА и компания «Старсем» заключили соглашение о совместной отправке аппарата «Венера-экспресс» для изучения венерианской поверхности. 9 ноября 2005 г. он был запущен с космодрома Байконур российской ракетой-носителем «Союз-ФГ». В 2006-2008 гг. «Венера-экспресс» проводила детальное картографирование поверхности планеты, передавая полученные данные в Европейский центр управления космическими аппаратами (Оберфафенхофен, Германия). На этой основе Институт геохимии и аналитической химии РАН составил в феврале 2008 г. геологическую карту Венеры.

Неудачи на Венере Соединенные Штаты пытаются наверстать изучением Меркурия. Еще в 1973 г. аппарат НАСА «Маринер-10» провел фотосъемку меркурианской поверхности. Интерес к изучению этой планеты усилился в начале 2000-х гг. из-за появившихся сведений о существовании на Меркурии ледяных полюсов и большого количества солнечной энергии («пиков вечного света»). Для проверки этих сведений НАСА запустило 3 августа 2004 г. к Меркурию аппарат «Мессенджер»⁹. 14 января 2008 г. он совершил первый пролет

⁸) Осенью 1994 г. «Магеллан» проводил эксперимент по исследованию поведения молекул в верхних слоях атмосферы Венеры. 11 октября 1994 г. орбита станции была снижена в последний раз. 12 октября 1994 г. контакт с аппаратом, приближавшимся к Венере по спирали, был потерян.

Заявления НАСА носили сбивчивый характер: только 14 октября 1994 г. агентство признало гибель «Магеллана». Такая неопределенность породила в СМИ многочисленные инсинуации о том, что США в действительности осуществляли более масштабные исследования Венеры, которые закончились неудачей. Официальных доказательств эти версии не получили. Подробнее о миссии «Магеллана» см.: *Magellan Mission to Venus // National Aeronautics and Space Administration. Official web-site. Special Project.* [Электронный ресурс] <http://www2.jpl.nasa.gov/magellan>

⁹) Мессенджер (MESSENGER) — *MErcury Surface, Space ENvironment, GEochem-istry and Ranging*.

мимо планеты и передал полученные фотографии на Землю. 18 марта 2011 г. «Мессенджер» вышел на орбиту Меркурия. На основе полученных данных астрономы Бостонского университета (США) объявили в 2008 г. об открытии у Меркурия кометоподобного хвоста длиной более 2,5 млн км.

Ответом американским исследованиям призван стать совместный проект ЕКА и Японского космического агентства «БепиКоломбо». Соглашение о его запуске было подписано 2 марта 2008 г. Проект предусматривает запуск к Меркурию в 2013-2014 г. двух межпланетных аппаратов: *Mercury Planetary Orbiter (MPO)* и *Mercury Magnetospheric Orbiter (ММО)*. Первый должен будет исследовать поверхность Меркурия и его глубины; второй — наблюдать за магнитным полем планеты.

Объектом новой космической гонки стали даже планеты-гиганты. Еще в 1970-х гг. НАСА разработало серии автоматических станций «Пионер» и «Вояджер» для исследования дальнего космоса. В 1973-1974 гг. Юпитер облетели станции НАСА «Пионер-10» и «Пионер-11». В 1979 г. аппараты серии «Вояджер» обнаружили кольца Юпитера. В 1989-2003 гг. на орбите Юпитера работал аппарат НАСА «Галилео». В 1997-2008 гг. подобную миссию осуществлял совместный аппарат НАСА и ЕКА «Улисс». 5 августа 2011 г. НАСА запустило автоматическую станцию «Юнона», призванную проверить гипотезу о наличии у Юпитера твердого ядра.

Другой целью НАСА стал Сатурн. Пролет возле этой планеты впервые совершила в 1979 г. автоматическая станция НАСА «Пионер-11». В 1980-1981 гг. последовал пролет станций «Вояджер-1» и «Вояджер-2». В 1997 г. для изучения Сатурна и его спутников стартовал аппарат НАСА и ЕКА «Кассини-Гюйгенс». 1 июля 2004 г. он достиг системы Сатурна. С их помощью ученые получили информацию о наличии следов воды и гейзеров на спутнике Сатурна — Энцеладе. К 2009 г. были открыты восемь новых спутников Сатурна. На 2020 г. намечен запуск новой автоматической станции ЕКА и НАСА *Titan Saturn System Mission*. НАСА также планирует отправку двух автоматических аппаратов: (1) *Titan Mare Explorer* для изучения метановых морей спутника Сатурна — Титана; (2) *Kronos* для исследования поверхности Сатурна и его спутников.

Наиболее значимым событием эксперты НАСА считали запущенный 19 января 2006 г. аппарат «Новые горизонты». Аппарат прошел возле Юпитера (2007), Сатурна (2008) и Урана (2011). «Новые горизонты» также успешно опробовал на Нептуне и его спутнике Тритоне камеру «LORRI». До 2020 г. аппарат должен пересечь орбиту Нептуна, изучить Плутон и его спутник Харон. «Новые горизонты» станет, таким образом, вторым после «Веги» космическим аппаратом, покинувшим пределы Солнечной системы.

Попытки других держав организовать миссии по изучению Юпитера пока закончились неудачей. СССР в конце 1980-х гг. разработал проект автоматической станции «Циолковский» для изучения Юпитера, но этот проект остался нереализованным. ЕКА предпочитает действовать совместно с НАСА. В феврале 2009 г. Роскосмос и ЕКА подписали соглашение о запуске в 2017 г. автоматической станции «Лаплас-Европа II» для изучения спутника Юпитера — Европы. Но в 2020 г. НАСА и ЕКА также планируют запустить аппарат по изучению спутников Юпитера *Europa Jupiter System Mission (EJSM)*. Неудача российской миссии «Фобос-Грунт» может побудить ЕКА сделать однозначный выбор в пользу совместного проекта с США, а не с Россией.

Особым направлением второй космической гонки стало соперничество вокруг Солнца. Исследования в этой сфере СССР и США проводили с конца 1950-х гг. Но попытки НАСА организовать масштабные проекты по изучению Солнца — обсерватория *Apollo Telescope Mount* (1973), зонд «Solar Maximum Mission» (1984), зонд «Уиллис» (1990) — были неудач-

ными. Частичных успехов удалось достичь японскому зонду *Yohkoh* (1991-2005) и совместному аппарату НАСА и ЕКА «СОНО»⁴²⁾ (1995-2009).

Прорывным проектом стала программа солнечных исследований НАСА «STEREO». Для ее реализации 26 октября 2006 г. США запустили на орбиту Земли два космических аппарата, один из которых постепенно отстает от Земли, а другой, напротив, обгоняет ее. Это дало возможность использовать стереоскопический эффект для наблюдения за Солнцем. Развитием успеха стал осуществленный НАСА запуск 11 февраля 2010 г. непилотируемого аппарата «Обсерватория солнечной динамики» (*Solar Dynamics Observatory*) со сроком работы пять лет. На 2015 г. НАСА запланирован пуск более совершенного автоматического аппарата «Солнечная лаборатория».

Менее удачным был российский проект «Коронас—Фотон»¹⁰⁾. 30 января 2009 г. спутник был выведен на орбиту с космодрома Плесецк и в течение 2009 г. исследовал комплекс процессов на Солнце. Но 1 декабря 2009 г. связь с «Коронас—Фотон» была утрачена. (Хотя срок работы аппарата был заявлен приблизительно как три-пять лет.) В апреле 2010 г. визуальное наблюдение установило дезориентацию аппарата и разворот его панелями солнечных батарей к Земле. Лаборатория рентгеновской астрономии Солнца РАН констатировала 18 апреля 2010 г. гибель спутника с высокой степенью вероятности.

Напряженное соперничество космических держав складывается и в ближнем космосе. Основным его направлением выступает развертывание систем спутниковой навигации и связи. С 1995 г. единственной подобной системой остается вступившая в действие в 1995 г. американская «Navstar-GPS» (*Global Positioning System*). К концу 2000-х гг. ряд государств заявили о намерении развернуть альтернативные системы¹¹⁾.

Наибольших успехов на этом пути достигла Россия. Проект создания Глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС) был начат СССР в 1982 г. 24 сентября 1993 г. ГЛОНАСС был официально принят в эксплуатацию с орбитальной группировкой из 12 спутников. В 1995 г. спутниковая группировка была развернута до штатного состава 24 спутника «Ураган». Но к 2001 г. число работающих спутников сократилось — по разным оценкам от 6 до 10 аппаратов¹²⁾.

Работы над ГЛОНАСС возобновились в начале XXI в. Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» (август 2001 г.) предусматривала, что ГЛОНАСС к 2008 г. обеспечит полное покрытие территории России. 27 декабря 2007 г. в продажу поступили спутниковые навигаторы *GloSPACE*, рассчитанные на ГЛОНАСС. В тот же день последовало сообщение Роскосмоса о пробном вводе в действие ГЛОНАСС. Но 31 марта 2008 г. Роскосмос заявил, что группировка ГЛОНАСС включает в себя 16 работающих аппаратов, то есть не достигла штатного расписания 1995 г. С начала 2008 г. российская сторона предпочитала совместное использование систем ГЛОНАСС и GPS.

15 декабря 2009 г. на встрече премьер-министра России Владимира Путина с главой Роскосмоса Анатолием Перминовым было объявлено, что развертывание ГЛОНАСС будет закончено к концу 2010 г. Эта задача не была реализована: при старте ракеты-носителя «Протон-М» 5 декабря 2010 г. погибли три спутника ГЛОНАСС. О вступлении в действие ГЛОНАСС Роскосмос объявил после успешного вывода серии спутников в ноябре 2011 г. Но вывод на штатное расписание 1995 г. не означает, что ГЛОНАСС находится в состоянии

¹⁰⁾ КОРОНАС — Комплексные Орбитальные Околоземные Наблюдения Активности Солнца.

¹¹⁾ Глобальная безопасность: инновационные методы анализа конфликтов / Под общ. ред. А. И. Смирнова. М.: Общество «Знание» России, 2011. С. 118-125.

¹²⁾ Детали см.: ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования / Ред. А. И. Петров, В. Н. Харисов. 3-е изд., перераб. М.: Радиотехника, 2005. Официально это было вызвано необходимостью вывода из строя спутниковых систем первой половины 1980-х гг. Эксперты выдвигали иную причину: неспособность российской (то есть бывшей советской) группировки обеспечить полное покрытие поверхности Земли.

полной готовности. У системы сохраняются проблемы, из-за которых она пока не стала аналогом американской «Navstar-GPS». В их числе:

- превышение ошибок ГЛОНАСС над ошибками GPS¹³;
- отсутствие сроков отказа от совместного использования ГЛОНАСС/GPS;
- недостижение системами ГЛОНАСС полного покрытия поверхности Земли;
- окончание срока службы ряда спутников ГЛОНАСС¹⁴.

В свою очередь, ЕКА создает систему «Галилео». Участие в реализации примут также КНР, Израиль, Южная Корея, Украина, Индия. Ведутся переговоры с представителями Аргентины, Австралии, Бразилии, Чили, Индии, Малайзии. В настоящее время эта система зависима от России и США: ее компоненты доставляются на орбиту российскими ракетами-носителями, а сигналы будут обрабатывать усовершенствованные приемники GPS. С 2012 г. ведущую роль в создании «Галилео» должны играть «Thales Alenia Space» (Италия), «ОНВ-System AEG» (Германия), «SSTL» (Британия). К 2017 г. на орбиту планируется вывести 30 запланированных спутников: 27 операционных и 3 резервных.

КНР создает систему спутниковой навигации и связи «Бэйдоу» («Компас»). Еще в 2000 г. на геостационарную орбиту были выведены три спутника. Однако решение о развертывании системы было принято в 2003 г. Процесс создания системы начался с 2007 г. К 2011 г. КНКА вывело на орбиту шесть спутников. После 2020 г. система «Бэйдоу» должна состоять из 30-35 спутников.

Япония в 2002 г. разработала проект навигационной системы *Quazi-Zenith* (QZSS). Первоначально она задумывалась как региональная система для Юго-Восточной Азии. Но в 2006 г. Японское космическое агентство решило ограничиться запуском опытных космических аппаратов. В декабре 2010 г. первый спутник для «QZSS» был успешно выведен на орбиту. В дальнейшем предполагается вывод еще трех спутников, которые должны взаимодействовать с американской системой GPS.

Менее понятны перспективы Индии. 9 мая 2006 г. правительство Индии одобрило проект развертывания Индийской спутников региональной системы навигации (Indian Regional Navigation Satellite System — IRNSS). Группировка должна будет состоять из 7 аппаратов на геосинхронных орбитах. К 2012 г. IRNSS находится в стадии проекта.

К началу 2010-х гг. появились, однако, тенденции к ослаблению второй космической гонки. США пошли по пути сокращения приоритетов. 1 июня 2009 г. администрация Б. Обамы создала Комиссию по изучению состояния пилотируемой космонавтики (*Human Space Might Plans Committee*) во главе с экс-директором компании «Локхид Мартин» Норманном Огустином. Осенью 2009 г. «комиссия Огустина» представила отчет, в котором содержались два принципиальных вывода. Первый: совершение полетов дальше орбит Земли потребует расширения финансирования. Второй: временной разрыв между завершением программы «Спейс-Шаттл» и началом запуска кораблей типа «Ориона» составит минимум семь лет. К похожим выводам пришла в январе 2010 г. и созданная Конгрессом США Консультативная группа по безопасности космических полетов (Aerospace Safety Advisory Panel, ASAP). На базе этих рекомендаций администрация Б. Обамы в 2011 г. окончательно закрыла программу «Спейс-Шаттл» и заморозила программу «Созвездие».

¹³) «Мы в разы увеличили точность сигнала. За последние пять лет она улучшена на порядок — с 35 метров до 2,8 метра. У GPS пока чуть получше, но уже сопоставимые параметры — у нас 2,8 метра, а там 1,8 метра», — заявил 9 февраля 2012 г. Президент России В. В. Путин. См.: В. В. Путин: «Точность ГЛОНАСС надо довести до показателей не хуже GPS». [Электронный ресурс] <http://ria.ru/science/20120209/561463930.html>

¹⁴) Роскосмос в декабре 2009 г. объявил о намерении заменить (предположительно с 2014 г.) действующие спутники «Глонасс-К» на «Глонасс-К2» и «Бюнасс-КМ». Срок службы спутников «Глонасс-К» составляет три-четыре года. Значит, к 2013-2014 гг. должен начаться вывод из строя спутников, построенных до 2009 г. Для их замены необходим ввод в действие адекватного количества новых спутников «Глонасс-К» или «Глонасс-К2».

Принципиальное решение закрыть программу «Спейс-Шаттл» приняла первая администрация Дж. Буша-мл. после катастрофы шаттла «Колумбия» 1 февраля 2003 г. Это решение означало, что в течение 10 лет программа будет закрыта, если не будут найдены аргументы в пользу ее продолжения. Сразу после этого весной 2003 г. в Конгрессе начались дискуссии о будущем космической программы США, в ходе которых появились три подхода:

инерционный — продолжение текущей космической программы на ближайшие два десятилетия;

поступательный — замена «челноков» более совершенными транспортными системами;

прогрессивный — формирование приоритетов космической программы США после завершения программы «Спейс-Шаттл» к 2013 г. и, возможно, завершения проекта МКС после 2018 г.

14 января 2004 г. администрация Дж. Буша сделала выбор в пользу третьего варианта. Но это не означало, что дискуссии по первым двум подходам были закрыты. Были попытки начать дискуссии в Конгрессе о целесообразности продолжения программы шаттлов в 2006 г. Были попытки возобновить дискуссии в Конгрессе о возвращении к шаттлам в 2008-м (накануне ухода администрации Дж. Буша-мл.) и в 2009-м (сразу после прихода к власти администрации Барака Обамы). Примерно до рубежа 2009-2010 гг. вопрос о шаттлах не был окончательно закрыт.

«Комиссия Огустина» проводила общую переоценку космических проектов НАСА (прежде всего обозначенных в выступлении президента Дж. Буша-мл. 14 января 2004 г.). Но она сделала два важных вывода. Первый — большинство перспективных проектов в области пилотируемой космонавтики, включая возможную модернизацию шаттлов, потребует больших бюджетных расходов. Второй — даже в случае резкого увеличения финансирования первые результаты могут быть получены только примерно к 2020 г. Оба эти аргументы были использованы президентом Бараком Обамой в выступлении в Космическом центре имени Кеннеди (Флорида) 15 апреля 2010 г. В ходе этого визита президент Б. Обама подтвердил принципиальное решение 2003 г. о закрытии программы «Спейс-Шаттл». Официально решение было подтверждено при утверждении бюджета НАСА на 2011 г. С этого времени принципиальное решение 2003 г. стало носить обязательный характер.

Роскосмос в 2010-2011 гг. пережил серию неудач. 24 августа 2011 г. произошла авария при запуске транспортного корабля «Прогресс М-12М». Ситуация усугубилась после гибели 9 ноября 2011 г. автоматической марсианской станции «Фобос-Грунт». В декабре 2011 г. президент России Д.А.Медведев поручил вице-премьеру Д.О. Рогозину провести ревизию работы Роскосмоса. На неопределенный срок сдвинута реализация проектов создания многокорпусного корабля «Клипер» и буксира «Паром». После аварии «Фобос-Грунт» замороженными оказались проекты «Луна-Глоб» и «Венера-Д».

Лидеры ракетно-космической деятельности — Соединенные Штаты и Россия — сокращают космические программы. Другие космические державы страны (ЕКА, КНР, Индия, Япония) пока не достигли уровня лидеров. Масштабные космические проекты откладываются на туманное будущее «после 2040 г.». Существующий уровень развития ракетно-космической техники по-прежнему не способен дать необходимое технологическое обеспечение разработкам 1960-х и 1970-х гг. (Или такое обеспечение по-прежнему не рентабельно с точки зрения ожидаемых результатов.) Пределом практического использования ближнего космоса остается развертывание телекоммуникационных систем в околоземном пространстве.

1.3 Проблема милитаризации космического пространства

1.3.1 Основные подходы к использованию космического пространства в военных целях

К настоящему времени существует четыре подхода к рассмотрению военной роли космоса, которые можно условно обозначить как «роль часового», «школа уязвимости», «контрольная роль», «космос как господствующая высота».

Слайд 4



Приверженцы рассмотрения роли космоса в качестве «часового» связывают ценность военных космических систем с их способностью наблюдать за событиями, происходящими внутри границ суверенных государств. Они считают, что ограничения, связанные с суверенитетом, обходятся космическими средствами верификации договоров об ограничении вооружений, которые в иных условиях просто не могли бы существовать.

Аналитики, относящиеся к «школе уязвимости», исходят из того, что космические системы более уязвимы, чем наземные. Системы вооружений имеют больший радиус действия, будучи размещенными в космическом пространстве. В связи с этим возникает большая вероятность использования в космосе ядерных вооружений. При этом космические системы не могут использовать подобно наземным силам маневр или естественные преграды для увеличения выживаемости в боевых условиях. В связи со всем этим приверженцы этой школы военной мысли достаточно скептически оценивают возможности использования военно-космических сил.

Военные теоретики, обращающие особое внимание на «*контрольную роль*» космического пространства, полагают, что существуют космические линии коммуникации, которые должны контролироваться для победы на наземных театрах военных действий.

Приверженцы рассмотрения космоса как *господствующей высоты* считают, что подобно наземным боевым действиям контроль над господствующей высотой дает доминирование в низлежащих зонах. Именно поэтому они выступают сторонниками развертывания систем ПРО в космосе.

При этом многие опасаются, что проведение наступательных операций в космосе или из него способно дестабилизировать глобальный баланс сил и создать новые и абсолютно непредсказуемые дилеммы безопасности. Подобные опасения регулярно высказываются на Конференции ООН по разоружению¹⁵.

1.3.2 Классификация военно-космических систем

По характеру выполняемых функций космические системы военного назначения условно подразделяются на три основные группы: боевые, разведывательные и вспомогательные (связь, навигация, метеорология и т.д.).

Боевые системы предназначены непосредственно для поражения целей в космосе или на земле. Именно эти системы имеются в виду, когда речь идет о космическом оружии. К ним относятся:

- средства космической обороны (защита военных систем космического базирования),
- системы ПРО,
- ударные космические вооружения.

Разведывательные системы обеспечивают наблюдение за военной или военно-политической деятельностью противостоящей стороны, позволяя отслеживать как постепенные изменения общего стратегического потенциала, так и оперативные локальные перегруппировки сил, а также выполнение договоренностей в военной сфере. К ним относятся:

- собственно разведывательные спутники,
- наблюдение за космосом и средства раннего предупреждения о пуске ракет.

Вспомогательные системы предназначены для обеспечения связи, навигации и тому подобных функций, не являющихся специфически военными, но тем не менее жизненно важных для выполнения вооруженными силами своих боевых задач. К вспомогательным системам можно отнести:

- связь,
- навигацию,
- геодезию и картографию,
- метеорологию и океанографию,
- средства наблюдения,
- пусковые системы.

По мнению многих военных аналитиков, растущее значение информации и сенсоров ведет к тому, что «первая и наиболее важная битва в любом военном конфликте — битва за информационное превосходство»¹⁶.

С первых дней существования военной авиации военачальники полагались на ВВС в выполнении двух функций: сбор информации о расположении вражеских сил и завоевание

¹⁵) Pericles Gasparini Alves. *Prevention of an Arms Race in Outer Space: A Guide to the Discussions in the Conference on Disarmament, UNDIR/91/79, Annex A. N. Y.: United Nations Institute for Disarmament Research, 1991. P. 2.*

¹⁶) *Strategic Appraisal: US Air and Space Power in the 21st Century / Ed. By Z. Khalizad and J. Shapiro. Rand. 2006.*

господства в воздухе. В принципе эти две функции (или их аналоги) являются важнейшими и для космических сил.

Говоря о боевых космических системах, можно выделить следующие виды их использования:

- поражение ракет противника на траектории подлета к цели (противоракетная оборона),
- подавление радиосвязи на обширных территориях («радиоглушение» и электромагнитный импульс),
- вывод из строя радиоэлектронного оборудования противника,
- уничтожение космических орбитальных баз и спутников противника,
- бомбардировка территории противника из космоса (превентивные удары ядерными и высокоточными неядерными бомбами с лазерным и радионаведением),
- поражение удаленных целей в космическом пространстве (лучевое и ракетное поражение удаленных станций и др.).

К основным видам космического оружия можно отнести:

- ракеты-носители с ядерной боеголовкой: орбитальное размещение (базирование), суборбитальное (вывод на высокую траекторию с дальнейшей доставкой к точке поражения на Земле);
- орбитальные ядерные заряды для бомбардировки поверхности Земли;
- лучевое оружие — оружие направленного действия:
 - лазерное — химические (фтороводородные и др.), эксимерные и лазеры на свободных электронах или рентгеновские (с ядерной накачкой) лазеры для поражения спутников связи и ракет на траектории подлета к цели или старта;
 - пучковое — электронные или протонные пучки высокой энергии для поражения различных наземных и космических целей;
- электронное оружие:
 - импульсные генераторы радиоволн — электромагнитные импульсы большой мощности для нарушения радиосвязи и вывода из строя электронных устройств противника;
 - ядерные заряды для вывода из строя радиоэлектронного оборудования;
 - магнито-кумулятивные импульсные заряды;
 - импульсные заряды со сжатием плазмы йодистого цезия;
- тактическое оружие:
 - «ядерная шрапнель»;
 - шрапнель (выброс частиц для зачистки орбит от спутников).
- вспомогательные вооружения:
 - навигационные спутники связи, спутники — генераторы радиопомех;
 - активные спутники с переменной орбитой.

1.4 Космическое пространство как потенциальная сфера военных действий

Особым направлением космической деятельности выступает возвратный интерес к милитаризации космического пространства. Во всех ядерных державах, обладающих стратегическим ядерным оружием (США, СССР/Россия, КНР), ракетно-ядерная программа осуществлялась изначально параллельно с ракетно-космической.

Во-первых, баллистические ракеты межконтинентального радиуса действия (по факту и дострагического радиуса, кроме оперативно-тактических ракет) до настоящего времени имеют единственную рациональную схему применения: быть носителям ядерного боезаряда. Использовать их для других целей теоретически можно. Но дешевле и эффективнее решить эти задачи с помощью других видов вооружений.

Во-вторых, задача стратегического ядерного оружия — гарантированно поразить стратегические объекты противника. Сделать это можно только с помощью ракетных средств доставки ядерных боезарядов. Опыт Корейской войны (1950-1953) доказал, что авиационные средства доставки высоко уязвимы для ПВО и истребительной авиации.

В-третьих, цель ракетно-космических программ СССР, США и КНР был облет систем ПВО и гипотетической ПРО потенциального противника. СССР отставал от США в области стратегической авиации. Американцы с начала 1950-х гг. сомневались в способности стратегических бомбардировщиков прорвать советскую систему ПВО. Возник запрос на создание оружия, гарантированно доставляющего ядерные боезаряды к американской или советской территории. Таким оружием стали МБР, а позднее частично-орбитальные ракеты. Пилотируемые полеты в космос были призваны продемонстрировать способность СССР и США доставить ядерное оружие в любую точку Земли.

Военную направленность изначально имели и пилотируемые полеты в космос. Испытания первых МБР не позволяли получить точный ответ на три вопроса:

- какой полезный груз МБР могут доставить к цели в реальных боевых условиях;
- удастся ли направить полет МБР по заданной траектории в реальных (а не заранее смоделированных) боевых условиях;
- как будет вести себя МБР с полезным грузом (в данном случае — ядерным боезарядом) на активном участке траектории полета, проходящим через ближний космос.

Создающийся парк МБР гипотетически также уязвим для контрсилевого удара противника. Необходимо доказательство способности одиночных МБР, переживших разоружающий удар, гарантированно доставить ЯО к территории противника. Отсюда — потребность в более крупной демонстрации, чем простое испытание МБР. Такой демонстрацией стали первые пилотируемые полеты в «ближний космос».

Параллельно шло развитие перспективных военно-космических проектов.

Слайд 5

5

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОЕННО-КОСМИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ СЕРЕДИНЫ XX ВЕКА

В 1960-1970-х гг. Москва и Вашингтон развернули в ближнем космосе спутники военной разведки, связи и наблюдения.

В 1960-х гг. СССР и США создали системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН), включавшие в себя спутники наблюдения за районами базирования баллистических ракет и стратегической авиации.

Еще в 1940-х гг. были разработаны проекты использования орбитальных систем в разведывательных и коммуникационных целях. В 1960-1970-х гг. Москва и Вашингтон развернули в ближнем космосе спутники военной разведки, связи и наблюдения. Обе державы создали в 1960-х гг. системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН), включавшие в себя спутники наблюдения за районами базирования баллистических ракет и стратегической авиации.

В 1960-х гг. СССР и США пытались создать системы стратегической ПРО, связанные с орбитальными аппаратами¹⁷. Частичные ограничения на ведение военно-космической деятельности ввели многосторонний Договор о Луне (1967) советско-американский Договор по ПРО (1972). Последний запрещал развертывание перехватчиков космического базирования и строительство РЛС СПРН в глубине советской и американской территории.

Но в каждом из этих случаев космическое пространство использовалось для обеспечения действия обычных вооружений и/или стратегических ядерных сил. Проекты создания «космического оружия» не получили реального воплощения¹⁸. В 1960-х гг. концепции «боевых космических кораблей» обсуждались в рамках «Лунной программы» США. В начале 1970-х гг. советские ученые разработали проекты использования орбитальных станций типа «Салют» в военных целях. Однако по итогам заседания многочисленных экспертных комиссий подобные проекты были признаны технически неосуществимыми. Военное использование космоса ограничивалось системами военной навигации и связи, включая действие космического обеспечения для СПРН.

Более успешно проходило создание противоспутникового оружия — баллистических ракет, предназначенных для уничтожения космических аппаратов. Советский Союз в 1970 г. успешно испытал противоспутниковую систему «ИС-М» и в 1979 г. поставил ее первый комплекс на боевое дежурство. США создали в 1977-1985 гг. систему противоспутникового оружия «ASAT» (Anti-Satellite System), в состав которой входил модернизированный истребитель F-15 и двухступенчатая ракета «ASAT». В тот период обе стороны осознали опасность этой тенденции. В августе 1983 г. генеральный секретарь ЦК КПСС Ю.В. Андропов (1982-1984) объявил мораторий на испытания противоспутникового оружия. Соединенные Штаты 13 сентября 1985 г. успешно испытали комплекс «ASAT». Вашингтон не взял на себя аналогичных обязательств, однако до 2008 г. не проводил подобных испытаний.

В 1980-х гг. ситуация стала меняться. 23 марта 1983 г. администрация Р. Рейгана (1981-1988) объявила программу Стратегической оборонной инициативы (Strategic Defense Initiative — SDI/СОИ). Она предусматривала создание стратегической ПРО космического базирования посредством вывода в ближний космос орбитальных лазерных станций и автономных перехватчиков. В отличие от программ ПРО 1960-х гг. СОИ делал упор на космический эшелон противоракетной обороны и «экзотические» средства поражения — различные типы лазеров, электродинамические ускорители массы, ускорители частиц¹⁹. Особую роль предполагалось уделить созданию «лазерного оружия».

Действия США побудили советское руководство предпринять ответные меры в рамках военно-космической деятельности. В 1983 г. по инициативе Ю.В. Андропова была создана экспертно-консультативная группа по проблемам противодействия СОИ. К 1986 г. она разработала программу «асимметричного ответа». Речь не шла о запуске советского аналога

¹⁷) СССР создал в 1970-е гг. систему стратегической ПРО вокруг Москвы А-135, которая работает в связке с космическим компонентом СПРН. США не смогли создать систему стратегической ПРО около баз Гран-Форкс в штате Северная Дакота. Однако американцы в 1969 г. добились успеха в разработке системы тактической ПРО «Иджис» (AEGIS), которая опиралась на данные орбитальных систем навигации и связи.

¹⁸) Подробнее см.: Арбатов А. Г. Военно-стратегический паритет и политика США. М.: Политиздат, 1984; Дворкин В. З. Ответ СССР на программу «звездных войн». М.: ФМП-МГУ - ИИМБ РАН, 2008.

¹⁹) Кокошин А. А. Обеспечение стратегической стабильности в прошлом и настоящем. М.: КРАСАНД/URSS, 2009. С. 104.

программы СОИ. (Хотя в 1987 г. прошли испытания советского макета боевой лазерной станции «Полюс»/«Скиф-ДМ».)

Слайд 6

6

КОСМИЧЕСКОЕ СОПЕРНИЧЕСТВО

23 марта 1983 г. администрация Р. Рейгана (1981-1988г.г.) объявила программу Стратегической оборонной инициативы (**Strategic Defense Initiative — SDI/СОИ**).

1986 г. – в СССР разработана программа «**асимметричного ответа**»

Советский асимметричный ответ предусматривал:

- повышение уровня боевой устойчивости СЯС;
- повышение способности наступательных средств СЯС по преодолению системы ПРО;
- разработку специальных мер по поражению (нейтрализации) космических боевых станций или размещенных в космосе на околоземных орбитах ретрансляционных зеркал мощных наземных лазерных установок.

Советский асимметричный ответ предусматривал:

- (1) повышение уровня боевой устойчивости СЯС;
- (2) повышение способности наступательных средств СЯС по преодолению системы ПРО;
- (3) разработку специальных мер по поражению (нейтрализации) космических боевых станций или размещенных в космосе на околоземных орбитах ретрансляционных зеркал мощных наземных лазерных установок.

Реализация этих мер позволила СССР повысить способность советских СЯС преодолевать системы ПРО без втягивания в дорогостоящую гонку ракетно-космических вооружений. (Последнее, судя по ряду публикаций, было одной из приоритетных целей администрации Р. Рейгана.)

Под влиянием этих тенденций вопрос об ограничении военно-космической деятельности был включен в советско-американский стратегический диалог. В 1981 г. проблема ограничения ударных космических вооружений (УКВ) была выделена в специальный переговорный пакет на Женевских переговорах по ограничению и сокращению стратегических вооружений. В 1983 г. Ген.сек. ЦК КПСС Ю.В. Андропов пошел на «блокировку пакета», заявив, что СССР будет вести переговоры по РСМД только в пакете с переговорами по УКВ. На фоне конфликта вокруг размещения в Европе американских ракет средней дальности «Першинг-2» (осень 1983 г.) это привело к срыву Женевских переговоров. Только на саммите в Рейкьявике 12 октября 1986 г. Ген.сек. ЦК КПСС М.С. Горбачев (1985-1991) согласился разблокировать переговорный пакет. 5 ноября 1986 г. Москва и Вашингтон достигли со-

глашения, что УКВ будут исключены из советско-американских переговоров по стратегическим наступательным вооружениям.

Однако к концу 1980-х гг. эксперты пришли к выводу, что существующий технологический уровень не позволяет создать боевые системы космического базирования. Немалую роль в свертывании СОИ сыграла эффективность советских мер в рамках стратегии «асимметричного ответа»²⁰. В 1991 г. Конгресс США принял «Закон о противоракетной обороне» (*Missile Defense Act*). По его условиям Вашингтон сворачивал работы по СОИ, смещая акцент на создание ПРО ТВД, Советский Союз во второй половине 1980-х гг. также демонтировал Красноярскую РЛС, которую администрация Р. Рейгана воспринимала как нарушение СССР условий Договора по ПРО.

В 1990-х гг. лидером военной деятельности в космосе стали США. В распоряжении Вашингтона находилась самая крупная в мире спутниковая группировка. Развертывание GPS позволило Соединенным Штатам создать интегрированные орбитальные системы навигации и связи. Внедрение систем спутниковой навигации в вооруженные силы позволило получать голографические изображения местности и управлять военными действиями в режиме реального времени. Высокоточное оружие стало переводиться на космические средства навигации, что увеличило точность поражения целей. Параллельно Пентагон начал создание системы высоковоздушного перехвата «ТНAAD» (*Theater High Altitude Area Defense*), способной поражать цели на высоте в 120-150 км. В американском стратегическом планировании закрепились концепция «глобальных совместных операций» (*global joint operations*), осуществляемых через взаимодействие всех родов войск на базе единой телекоммуникационной системы²¹.

Действия США вызвали кризис в американо-китайских отношениях. 9 ноября 1994 г. США подписали с Японией соглашение о взаимодействии в области создания систем тактической ПРО. В декабре 1994 г. Вашингтон начал консультироваться с Тайванем о возможности развертывания на его территории системы «ТНAAD». Эти события, совпавшие с всплеском тайванского сепаратизма, вызвали негативное отношение КНР. 12 февраля 1995 г. Пекин заявил, что размещение комплексов «ТНAAD» на Тихом океане создает угрозу его стратегическим интересам.

Но, несмотря на этот протест, Пентагон 21 апреля 1995 г. приступил к испытаниям «ТНAAD». Такой шаг спровоцировал Китай на проведение летом 1995 г. двух крупных военных учений в Южно-Китайском море. Эксперты предполагают, что попытка США развернуть систему «заатмосферного перехвата» вблизи КНР стала одной из причин Тайванского ракетного кризиса в марте 1996 г. (Пекин демонстрировал готовность идти на жесткие меры в случае развертывания противоракетных систем вблизи разгонного участка траектории полета его баллистических ракет.) После этого события Вашингтон не ставил вопрос о развертывании комплекса «ТНAAD» в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Определенное беспокойство создание «ТНAAD» вызвал и в России. 26 сентября 1997 г. госсекретарь США М. Олбрайт и министр иностранных дел РФ Е.М. Примаков подписали протокол о разграничении систем тактической и стратегической ПРО. Этот документ входил в Нью-Йоркский пакет соглашений, призванных дополнить подписанный в 1993 г. российско-американский Договор СНВ-2. Сенат США отказался ратифицировать Нью-Йоркские договоренности, поскольку они ограничивали работы по созданию систем «заатмосферного перехвата». Россия, напротив, ратифицировала в 2000 г. СНВ-2 в пакете с Нью-Йоркскими

²⁰) Ознобищев С. К., Потапов В. Я., Скоков В. В. Как готовился «асимметричный ответ» на «Стратегическую оборонную инициативу» Р. Рейгана: Велихов, Кокошин и другие. М.: ЛЕНАНД/URSS, 2008. Рецензию на эту книгу см. журнале «Международные процессы», № 3(18), 2008. — Прим. ред.

²¹) См.: Joint Vision-2010; Joint Vision-2020 ([Электронный ресурс] <http://www.dtic.mil>).

соглашениями. Договор в действие не вступил, а проблема милитаризации космического пространства привела к возникновению новой паузы в российско-американских переговорах о контроле над вооружениями.

Опыт США в использовании космических систем навигации и связи спровоцировал в России дискуссии о необходимости реформы вооруженных сил. В СССР существовали два автономных друг от друга рода войск — Ракетные войска стратегического назначения (РВСН) и Военно-космические силы. В 1990-х гг. руководство РФ попробовало реформировать эту систему. В 1994 г. был создан Главный центр испытаний и применения космических средств (ГЦИП КС) Военно-космических сил. В 1997 г. Военно-космические силы РФ были включены в состав Ракетных войск стратегического назначения (РВСН). Однако эта реформа привела к сокращению финансирования военно-космических программ. Поэтому в 2001 г. Военно-космические силы были вновь выделены из состава РВСН. Задачей этого рода войск стала организация запуска военно-космических аппаратов и создания средств космической обороны.

Слайд 7

Март 1998 г. – принят «Стратегический план Космического командования США до 2020 г.», который определил четыре основных направления деятельности:

- ☐ развитие средств и методов осуществления всеобъемлющего контроля над космосом;
- ☐ определение новых форм и способов ведения глобальных боевых действий;
- ☐ достижение полного функционального объединения в боевых операциях космических сил и средств с сухопутными, воздушными и морскими силами;
- ☐ внедрение информационных технологий в перспективные средства вооруженной борьбы на всех уровнях ее ведения.

К концу 1990-х гг. Соединенные Штаты выдвинули более масштабные программы использования космоса в военных целях. Принятый в марте 1998 г. «Стратегический план космического командования США до 2020 г.»²²⁾ определял четыре основных направления деятельности:

- развитие средств и методов осуществления всеобъемлющего контроля над космосом;
- определение новых форм и способов ведения глобальных боевых действий;
- достижение полного функционального объединения в боевых операциях космических сил и средств с сухопутными, воздушными и морскими силами;

²²⁾ Long Range Plan (Executive Summary). Howell M. Estes III, General, USAF Commander in Chief. March 1998.

- внедрение информационных технологий в перспективные средства вооруженной борьбы на всех уровнях ее ведения.

Наработки администрации У. Клинтона стали основой для военно-космических программ администрации Дж. Буша-мл. 11 января 2001 г. комиссия Пентагона под руководством Д. Рамсфельда подготовила доклад о перспективах военно-космической политики США²³. Авторы сфокусировали внимание на росте зависимости американских вооруженных сил от информационно-космических систем навигации и связи. Эта зависимость повышала, по их мнению, опасность нанесения превентивного удара по американской спутниковой группировке. Возник запрос на разработку оборонительных операций по защите центров связи и региональных группировок американских вооруженных сил. В июне 2002 г. корпорация «РЭНД» представила доклад о возможности использования боевых лазеров воздушного базирования, бронебойных снарядов и авиационных транспортных средств для защиты космических аппаратов США.

В середине 2000-х гг. тенденция к милитаризации космоса усилилась. 17 февраля 2004 г. был утвержден доклад Военно-воздушных сил США «U. S. Air Forces Transformation Flight Plan-2004»²⁴. Он намечал новые приоритеты: создание противоспутникового оружия воздушного базирования, систем поражения телекоммуникационных космических аппаратов, лазеров воздушного и космического базирования, аппаратов изучения дальнего космоса, более мощных грузовых космических кораблей и СПРН нового поколения. На его основе администрация Дж. Буша запустила программы по увеличению числа спутников оптико-электронной и радиолокационной разведки, наблюдения за пусками баллистических ракет и ядерными взрывами, космической связи топогеодезической и метеорологической направленности. В Соединенных Штатах ускорились работы по созданию систем кинетического подрыва боеголовок, лазеров воздушного базирования и противоспутникового оружия. «Национальная космическая политика» 2006 г. предусматривала расширение космического компонента системы ПРО. Систему раннего обнаружения пусков баллистических ракет SBIRS предполагалось реализовать в двухэшелонном варианте:

(1) традиционные спутники SBIRS на нестационарной орбите;

(2) спутники нового поколения DSP на геосинхронных орбитах, составляющие систему нового поколения SEWS²⁵.

Но 11 января 2007 г. КНР испытала противоспутниковое оружие: уничтожила боеголовкой кинетического подрыва свой метеорологический спутник «FY-1C» на высоте 865 км над уровнем моря. Это побудило республиканцев ужесточить подходы в области военного использования космического пространства. 23 января 2007 г. администрация Дж. Буша одобрила документ «Космические операции» (*Space Operations*). Основными направлениями космической политики США были названы создание спутников защиты космических аппаратов, систем бесперебойной замены поврежденных космических аппаратов и противоспутниковых систем. 21 февраля 2008 г. Пентагон уничтожил с помощью противоракеты «SM-3» свой спутник «USA-193».

Демократическая администрация Барака Обамы скорректировала приоритеты. Еще в конце 2008 г. министр Обороны США Роберт Гейтс указал на опасность излишней зависимости американских вооруженных сил от информационно-космических систем. На базе его рекомендаций 28 июня 2010 г. была принята «Национальная космическая политика США».

²³) Report of the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization // Интернет-портал Globalsecurity.org. [Электронный ресурс] <http://www.globalsecurity.org>

²⁴) David Leonard. U. S. Air Force Plans for Future War in Space. [Электронный ресурс] <http://www.space.com>

²⁵) SBIRS — Space-Based Infrared System-, DSP — Defense Support Program; SEWS — Satellite Early Warning System.

Она предполагала усиление взаимодействия с другими странами (прежде всего — странами ЕС и Японией) в области освоения космического пространства²⁶. Основное внимание предполагалось уделить совершенствованию информационных и разведывательных возможностей спутниковой группировки.

Слайд 8

2011 г. – принята «НАЦИОНАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА», которая определяет будущую военно-космическую политику Соединенных Штатов Америки:

8

- ☐ усиление внимание к «технологическим вызовам», прежде всего — противодействию опасности со стороны «космического мусора»;
- ☐ расширение взаимодействия с союзниками, что означает расширение взаимодействия США по военно-космическим исследованиями с союзниками;
- ☐ фиксирование растущей опасности со стороны военно-космических программ других государств, особенно в области создания противоспутникового оружия;
- ☐ подтверждение готовности Соединенных Штатов применить силу в случае появления угрозы их космическим активам.

Эти положения развивала принятая в январе 2011 г. «Национальная стратегия в области безопасности космического пространства». Она сфокусировала внимание на необходимости обеспечения стабильности в ближнем космосе. Документ, в отличие от стратегий администрации Дж. Буша-мл., не определяет приоритеты в области военно-космических исследований. Однако в нем содержится ряд программных положений, призванных определить будущую военно-космическую политику Соединенных Штатов:

- усиление внимание к «технологическим вызовам», прежде всего — противодействию опасности со стороны «космического мусора»;
- расширение взаимодействия с союзниками, что означает расширение взаимодействия США по военно-космическим исследованиями с союзниками;
- фиксирование растущей опасности со стороны военно-космических программ других государств, особенно в области создания противоспутникового оружия;
- подтверждение готовности Соединенных Штатов применить силу в случае появления угрозы их космическим активам.

Американские проекты вызвали озабоченность других стран. Еще 6 сентября 2000 г. президент В.В. Путин призвал на «саммите тысячелетия» ООН помешать милитаризации

²⁶) The White House, «National Space Policy of the United States Of America». June 28, 2010. [Электронный ресурс] www.whitehouse.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf

космоса²⁷. На заседании ГА ООН 2005 г. российская сторона представила проект обеспечения «коллективной безопасности» в космосе с помощью запрета на вывод в космическое пространство обычных вооружений, а также проект документа «Меры по обеспечению транспарентности и укреплению доверия в космическом пространстве». В первоначальном виде он не был принят, но 6 декабря 2006 г. ГА ООН приняла резолюции «Предотвращение гонки вооружений в космическом пространстве» (A/RES/61/58) и «Меры по обеспечению транспарентности и укреплению доверия в космической деятельности» (A/RES/61/75). Эти декларации были близки российскому проекту усиления мер доверия в космосе, но не носили обязательного характера.

Россия и КНР попытались использовать эти заявления для разработки соглашения, дополняющего Договор о Луне 1967 г. Москва и Пекин представили 11 апреля 2007 г. юридическому подкомитету Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях проект Договора о предотвращении размещения оружия в космическом пространстве, применения силы или угрозы силы в отношении космических объектов. Проект предусматривал введение запретов на (1) размещение в космосе ударных боевых систем, (2) вывод в космическое пространство любых вооружений и (3) применение силы против космических объектов. 7 августа 2007 г. Комитет ООН одобрил этот проект. Договор предполагалось открыть для подписания на ежегодной Конференции ООН по разоружению, проходившей в Женеве 12-13 февраля 2008 г.

Вашингтон, однако, отказался от подписания договора, сославшись на необходимость защиты своих космических активов. 5 февраля 2008 г. Госдепартамент США представил серию поправок к проекту, но на Женевской конференции этот договор открыт для подписания не был. Формально причиной стала позиция Пакистана, заблокировавшего рассмотрение проекта договора. 23 мая 2007 г. Россия и КНР приняли совместную Декларацию о запрещении размещения в космосе ударных боевых систем. США и страны ЕС отказались присоединиться к ее положениям.

Новую попытку договориться по проблемам космической безопасности Россия приняла в рамках политики «Перезагрузки!». 20 апреля 2009 г. президент Д.А. Медведев назвал отказ от милитаризации космоса одним из условий ведения переговоров по договору СНВ-3²⁸). Это вызвало негативную реакцию администрации Барака Обамы: в Вашингтоне увидели в российском предложении попытку ревизии «Вайомингского компромисса» 1989 г.²⁹, который на протяжении двадцати лет выступал основой для ведения переговоров по проблемам контроля над стратегическими вооружениями. По итогам Женевских переговоров 2009 - начала 2010 гг. проблема демилитаризации космоса не была зафиксирована в тексте СНВ-3 (Пражский договор). Последнюю попытку вернуться к этой проблеме российская сторона предприняла в ходе Вашингтонского саммита президентов Б. Обамы и Д.А. Медведева 24 июня 2010 г. Достичь компромисса по ПРО, однако, не удалось. Стороны ограничились принятием совместного заявления о намерении укреплять стратегическую стабильность.

²⁷ Путин В. В. Выступление на пленарном заседании Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций («Саммите тысячелетия»). 6 сентября 2000. Нью-Йорк. [Электронный ресурс] <http://www.kremlin.ru>

²⁸ Выступление Президента РФ Д. А. Медведева в Университете Хельсинки и ответы на вопросы аудитории. Хельсинки, 20 апреля 2009 // Официальный сайт Президента РФ. [Электронный ресурс] <http://kremlin.ru/transcripts/3805>

²⁹ На встрече в Вайоминге 22 сентября 1989 г. госсекретарь США Джеймс Бейкер и министр иностранных дел СССР Э. А. Шеварднадзе согласовали следующие правила ведения переговоров по контролю над вооружениями: (1) разделение переговоров по ПРО и СНВ; (2) приоритетность сокращения тяжелых МБР; (3) допустимость наличия возвратного потенциала и (4) исключение крылатых ракет из стратегического баланса. Подробнее см. нашу статью: *Фененко А. В.* Кризис Вайомингского компромисса // Независимая газета. 9 декабря 2009.

Последнюю попытку вернуться к переговорам по космической безопасности Россия и США предприняли на рубеже 2010-2011 гг. В «Национальной космической политике» 2010 г. администрация Барака Обамы зафиксировала намерение усилить меры доверия в космосе. Зимой 2011 г. заместитель госсекретаря США по вопросам контроля над вооружениями Роз Гетемюллер уведомила Москву о готовности вернуться к переговорам по укреплению мер доверия в космосе. Но из-за критики республиканцев и ухудшения российско-американских отношений в 2011 г. переговоры не состоялись.

Неудача переговоров о демилитаризации космического пространства побудила Россию принять ответные меры военного характера. «Концепция воздушно-космической обороны Российской Федерации» (2006) предусматривала развитие систем ПВО и воссоздание единого радиолокационного поля страны за счет строительства метровых радиолокационных станций типа «Воронеж». Первая такая станция была введена в строй 30 января 2006 г. в местечке Лехтуси под Санкт-Петербургом. К началу 2012 г. были введены в строй более совершенные станции СПРН типа «Воронеж-ДМ» (Калининградская область) и «Воронеж-М» (Ленинградская область).

4 октября 2007 г. главнокомандующий Военно-космическими войсками России В.А. Поповкин заявил, что Москва предпримет адекватные меры в ответ на попытки Вашингтона развернуть систему ПРО с элементами космического базирования³⁰. У России, судя по заявлениям командования РВСН, есть перспективные проекты в области развития средств преодоления космического эшелона ПРО: (1) мобильный ракетный комплекс «Тополь-М» с боеголовкой, устойчивой к лазерному оружию; (2) межконтинентальная баллистическая ракета РС-24 с разделяющими головными частями индивидуального наведения; (3) воссоздание производства орбитальных баллистических ракет РС-36 орб. Эти меры по-своему возрождают концепцию «асимметричного ответа» СССР на программу СОИ 1980-х гг.

Слайд 9

9

1 декабря 2011 г. в соответствии с Указом Президента России
был создан отдельный род войск Вооруженных сил РФ —
Войска воздушно-космической обороны (ВКО).

Основная задача:

объединить силы и средства, отвечающие за обеспечение безопасности России в космосе и из космоса, с воинскими формированиями, решающими задачи ПВО Российской Федерации.

Неудача переговоров по ПРО 2010 г. подвигла Москву к более жестким мерам. 1 декабря 2011 г. в соответствии с Указом Президента России был создан отдельный род войск Во-

³⁰) Командующий Космическими войсками: Никакой стране мы не позволим хозяйничать в космосе // Интернет-портал Viperson.ru. [Электронный ресурс] <http://www.viperson.ru>

оруженных сил РФ — Войска воздушно-космической обороны (ВКО). В их составе были объединены Космические войска и войска оперативно-стратегического командования воздушно-космической обороны³¹. Официальным предлогом для создания ВКО стала потребность объединить силы и средства, отвечающие за обеспечение безопасности России в космосе и из космоса, с воинскими формированиями, решающими задачи противовоздушной обороны (ПВО) Российской Федерации. Объекты Войск ВКО расположены по всей территории России. На территории ряда стран СНГ (Азербайджана, Белоруссии, Казахстана и Таджикистана) дислоцированы объекты систем предупреждения о ракетном нападении и контроля космического пространства.

Меньше известна военно-космическая программа КНР. Официально Пекин, в отличие от Вашингтона и Москвы, не огласил своих приоритетов в данной сфере. Единственным шагом Китая в этом направлении остается испытание противоспутникового оружия 11 января 2007 г. Однако сам факт проведения такого испытания предполагает наличие у КНР долгосрочной военно-космической программы и проведения широкого комплекса НИОКР в данной сфере.

Наибольших успехов Пекин добился в области создания спутников военного назначения³². Еще 24 апреля 1970 г. был запущен первый китайский искусственный спутник Земли «DFH-1» («Дунь-фаньхон-1», в английском варианте — «China-1»).

В 1980-е гг. Китай развернул на геостационарной орбите два первых спутника связи DFH-2 («Дунь-фаньхон-2»), по характеристикам сравнимых с западными коммерческими аппаратами аналогичного назначения 1960-х гг. (например, с системой «Intelsat-3»). 12 мая 1997 г. КНКА вывело на орбиту более совершенный спутник «DFH-3» («Чжон Синь-6» или «China Sat-6»). В 1994 г. Китай заявил о намерении разместить в первом десятилетии XXI в. на геостационарной орбите новые спутники-ретрансляторы «DFH-4» («Дунь-фанхон-4»). Данные аппараты предназначены для прямой ретрансляции сигналов без промежуточных наземных станций. Предполагается, что «DFH-4» могут быть использованы для передачи данных о противнике одновременно нескольким сотням подразделений наземных войск, в том числе находящимся на театре военных действий.

В 2000 г. КНР также запустила навигационные искусственные спутники Земли серии «BD-1» («Бэйдоу-1»)³³. Они образовали на геостационарной орбите космический эшелон китайской системы навигации и определения местоположения подвижных объектов в Восточной Азии. Этот эшелон предположительно состоит из четырех ИСЗ BD-1 (два оперативных и два резервных). Но для осуществления глобальной навигации необходимо дополнительное число подобных космических аппаратов на орбитах с большим наклоном. 26 мая 2012 г. ККНА запустило телекоммуникационный спутник «Чжунсин-2А». Возможно, он станет основой китайских спутников нового поколения.

В области связи Китай использует запущенный 26 января 2000 г. спутник связи «FH-1» («Фынхуо-1»). Он служит космическим элементом первой комбинированной системы связи, разведки и управления вооруженных сил КНР «Ку Диань». Развертывание этой системы существенно повышает возможности командования НОАК в управлении войсками и силами как на территории КНР, так и в АТР.

Создание космических перехватчиков или ударных боевых платформ космического базирования пока остается экзотическим проектом. Более реалистичны варианты развития противоспутникового оружия, орбитальных баллистических ракет, усиления спутниковых

³¹) Войска Воздушно-космической обороны. Министерство обороны РФ. Официальный сайт. [Электронный ресурс] [http:// structure.mil.ru/structure/forces/cosmic.htm](http://structure.mil.ru/structure/forces/cosmic.htm)

³²) Чуприн К. Военная мощь Поднебесной (Вооруженные силы КНР). Справочник. Минск: Харвест, 2007. С. 226-238.

³³) Чуприн К. «Алеет Восток» над Землей // Независимое военное обозрение. 22 сентября 2006.

систем навигации и связи, использования ближнего космоса в интересах системы ПРО. В любом случае проблема милитаризации космоса означает нарушение духа Договора о Луне и всех последующих договоренностей. И сегодня остается неясным, удастся ли удержать державы от борьбы за раздел космического пространства.

* * *

Вторая космическая гонка стала политикой нового соперничества великих держав в космическом пространстве. Отношения в рамках этой модели включают в себя маргинализацию проектов сотрудничества в области космических исследований, попытки добиться превосходства в исследовании небесных тел, стремление приобрести новые военно-космические технологии в рамках реализации научно-исследовательских проектов, разработку проектов вывода в космос ударных боевых систем. Повышается опасность возникновения конфликта в космосе с прицелом на вывод из строя систем навигации и связи, телекоммуникационных технологий, инфраструктуры стратегических ядерных сил. В этом контексте международная космическая безопасность становится частью политики, направленной на упрочение сложившихся сорок лет назад принципов кооперационного использования космоса в мирных целях.

Такая перспектива может быть предотвращена только путем совершенствования договорно-правовой основы космической деятельности, в первую очередь, за счет расширения ограничительных и запретительных мер на размещение систем оружия в космосе и на создание средств поражения космических объектов. Продвижению в ближайшие годы в этом направлении будет способствовать дальнейшее сокращение и ограничение ядерных вооружений и строгой регламентации уровней обычных вооруженных сил, прежде всего новых высокоточных систем.

1.5 Перспективы сотрудничества в целях ограничения и запрещения космических вооружений

Сотрудничество в целях ограничения и запрещения космических вооружений подразумевает анализ особенностей космической среды, факторов и условий, без учета которых невозможно успешное продвижение в этом направлении.

Слайд 10

10

СРАВНЕНИЕ СФЕР ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

Сфера военных действий	Удельное использование сил и средств	Значение тылового обеспечения	Скрытность	Доля полезного груза в общей массе	Влияние рельефа местности
Наземная	3	3	2-3	3	4
Морская	3	2	3-4	4	3
Воздушная	2	4	2	2	2
Космическая	1	1	1	1	1

Сравнение сфер военных действий по некоторым критериям (табл. 1), показывает, что по ключевым параметрам космическая сфера разительно отличается от трех других сфер.

Для оценочного сравнения космической среды, факторов и условий можно воспользоваться данными сфер военных действий, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение сфер военных действий по некоторым критериям

Сфера военных действий	Удельное использование сил и средств	Значение тылового обеспечения	Скрытность	Доля полезного груза в общей массе	Влияние рельефа местности
Наземная	3	3	2-3	3	4
Морская	3	2	3-4	4	3
Воздушная	2	4	2	2	2
Космическая	1	1	1	1	1

Примечание. Использованы следующие обозначения: 1 — самое низкое значение показателя для военных действий; 2 — низкое значение показателя для военных действий; 3 — высокое значение показателя для военных действий; 4 — самое высокое значение показателя для военных действий.

Отсутствие доброй воли государств и, прежде всего, США как наиболее передовой космической державы, не позволяло вплоть до настоящего времени даже подступиться к практическим переговорам по этой проблеме. Такое положение обрекало и все предложения по немилитаризации или невооружению космоса на роль политико-пропагандистских демаршей, а не реальных разоруженческих инициатив. Это в большой мере относится и к российско-китайскому проекту ДПРОК от 2008 г.

Однако при изменении позиции США и при сохранении доброй воли других государств переговоры по данной тематике могут стать практической задачей в контексте реанимации всего процесса и системы разоружения. Если администрация президента Б. Обамы начнет пересмотр указанных положений военно-космической политики США в целом или частично, то для практических переговоров может открыться «окно благоприятствования».

В таком случае с учетом прошлого опыта и выдвигавшихся прежде инициатив придется заново подойти к предмету, формату и способам договорно-правового регулирования этой сферы военно-стратегических отношений сегодняшних и потенциальных космических держав.

Как представляется, в качестве предмета переговоров целесообразно отойти (во всяком случае, на первом этапе) как от позиций СССР в 1980-е годы, так и от недавних предложений России и Китая в Женеве. Конкретнее — следует сузить предмет переговоров и не пытаться огульно запретить, как двадцать лет назад, все системы класса «Земля — космос» и классов «космос — Земля» и «космос — космос», технические свойства которых неясны, как и возможности контроля соглашений.

Основой переговоров вряд ли станут благие призывы к предотвращению милитаризации космоса. Уместно напомнить, что практической основой договоров по стратегическим вооружениям были не общие мирные устремления держав, а баланс асимметричных военных интересов сторон. Так, ОСВ-1 стало возможно, поскольку США были заинтересованы в прекращении наращивания советских баллистических ракет, а СССР — в ограничении систем ПРО. Договор ОСВ-2 опирался на интерес США к ограничению советских ракет с разделяющимися головными частями и на стремление СССР ограничить американские крылатые ракеты.

Договор СНВ-1 воплощал в себе компромисс между сокращением тяжелых МБР, ограничением наземно-мобильных ракет СССР, с одной стороны, и сокращением и ограни-

чением превосходящих американских стратегических сил морского и воздушного базирования – с другой.

По той же логике в космической сфере очевидным балансом практических интересов сторон могло бы стать запрещение или жесткое ограничение противоспутниковых систем в обмен на отказ от развития космических систем ПРО, имея в виду ударные системы (перехватчики) космического базирования.

Слайд 11

ДОГОВОР О ЗАПРЕТЕ НА ИСПЫТАНИЯ ПРОТИВОСПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ И УДАРНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРО

11

Формат договоренности на первом этапе:
США, Россия и КНР

Основа Договора:

запрещение или жесткое ограничение противоспутниковых систем в обмен на отказ от развития космических систем ПРО, имея в виду ударные системы космического базирования.

Первое выгодно США, второе – России и КНР. В таком договорном формате техническое взаимопересечение ПРО и противоспутниковых систем (ПСС), которое затрудняет запрет одного без запрета другого, может способствовать мерам их ограничения или запрещения в совокупности.

Огромную роль для успеха практических переговоров по этой проблематике будет играть возможность четко договориться об определении предмета соглашений, разработать реалистические и надежные меры контроля и транспарентности. Большую важность имеют правильно выбранные этапность и формат переговорного процесса. Ведь наиболее продвинутыми и «осязаемыми» в техническом отношении являются сейчас противоспутниковые системы, тогда как космические системы ПРО относятся к более отдаленному будущему (10-15 лет), и перспективы их создания пока весьма туманны. Тем более это относится к системам класса «космос – Земля». Сразу договориться обо всем в одном пакете едва ли будет возможно ввиду различной определенности отдельных предметов переговоров. В этом плане Москве и Вашингтону есть смысл учесть уже имеющийся исторический опыт такого диалога СССР и США в 1970-1980-х годах, а также принять во внимание инициативы независимых экспертов из разных стран.

Запрещение на развертывание ПСС любых типов базирования было бы желательно, но труднодостижимо. Как отмечалось выше, в космосе его нельзя контролировать реалистически доступными способами, а на Земле экспериментальные системы такого класса имеются сейчас, вероятно, только у Китая (возможно, поэтому совместный проект России и КНР от 2008 г. относился только к космическим системам). У России и США прежние системы законсервированы или сняты, а новые находятся в стадии разработок или имеют двойное назначение (как американские антиракеты типов ГБИ или «Иджис-Стандард»).

Вместо запрещения на развертывание и как способ косвенного решения этой задачи первоначальная договоренность могла бы состоять в запрете на испытания противоспутниковых систем и ударных космических средств ПРО. При этом имелись бы в виду испытания с фактическим поражением спутника-мишени или баллистической ракеты и ее элементов на траектории полета, какие проводились в СССР в 1960-1980-е годы, в США в 1980-е годы и в Китае в 2007 г.

Контроль над таким соглашением может опираться на национальные технические системы контроля (НТСК) сторон, желательно – в сочетании с мерами содействия и определенной транспарентности.

Например, следует подтвердить и расширить существующий формат уведомлений о всех запусках ракет, в том числе космических, и включить в него любые действия и эксперименты с разрушительным воздействием на космические объекты. Ликвидация отслуживших спутников, если они создают угрозу падения, должна проходить под наблюдением другой стороны (сторон) и с предоставлением достаточной информации, чтобы не вызывать подозрений по поводу проведения скрытых испытаний ПСС, подобных американскому перехвату КА в 2008 г. Операции по стыковке со спутниками в мирных целях должны регламентироваться по скорости сближения и проходить после уведомления и под наблюдением другой стороны (сторон).

Первоначальный договор мог бы иметь ограниченный срок действия (скажем, десять лет с возможностью продления), меньший, чем прогнозируется для появления технически осязаемых систем космической ПРО. Как и в любом договоре такого рода, в нем содержалась бы статья о праве выхода в том случае, если поставлены под угрозу «высшие интересы» какой-либо из сторон.

Россия (и в случае присоединения — КНР) могла бы сделать одностороннее заявление, что таким обстоятельством считает создание американской ПРО космического базирования или систем класса «космос — Земля». Это служило бы дополнительным сдерживающим моментом ввиду заинтересованности США в максимальном ограничении ПСС, если его можно надежно контролировать.

Формат договоренности мог бы на первом этапе включать США, Россию и, желательно, КНР и предусматривать в дальнейшем возможность присоединения любых других держав. Для контроля и разрешения спорных вопросов следовало бы создать постоянную совместную комиссию (которую можно было бы сочетать с Центром обмена данными о ракетных запусках).

К преимуществам такого договора относятся:

- предотвращение создания и совершенствования самого продвинутого класса космических вооружений — противоспутникового независимо от его физических принципов и форм базирования;
- относительная простота контроля с упором на НТСК в сочетании с минимальными мерами транспарентности и содействия;
- торможение развития систем космической ПРО в части ее ударных элементов;

ПРЕИМУЩЕСТВА ДОГОВОРА:

- ☐ предотвращение создания и совершенствования противоспутникового вооружения, независимо от его физических принципов и форм базирования;
- ☐ относительная простота контроля;
- ☐ торможение развития систем космической ПРО в части ее ударных элементов;
- ☐ предотвращение экспериментов, влекущих образование «космического мусора» и создающих угрозу для КА всех стран;
- ☐ раннее подключение КНР к новому этапу процесса ограничения стратегических вооружений;
- ☐ торможение на «дальних подступах» развития ПСС, способных поставить под удар наиболее важные спутники СПРН, навигации, связи и мониторинга.

- предотвращение экспериментов, влекущих образование «космического мусора» и создающих угрозу для КА всех стран;

- раннее подключение КНР (а впоследствии и других держав) к новому этапу процесса ограничения стратегических вооружений;

- торможение на «дальних подступах» развития ПСС, способных поставить под удар наиболее важные спутники СПРН, навигации, связи и мониторинга.

Вместе с тем предлагаемый договор не лишен недостатков, в том числе весьма существенных. Назовем лишь некоторые из них:

- возможность побочного испытания и развертывания противоспутниковых систем через испытания и развертывание систем ПРО различного базирования (исключая космическое);

- возможность тайного развертывания в мирное время или в предвоенный период «космических мин» без испытаний и без гарантированной способности поражения спутников, прежде всего на геостационарной орбите;

- возможность тайно отрабатывать отдельные противоспутниковые акции (операции) с использованием пилотируемых и беспилотных КА путем сближения, захвата и спуска с орбиты космических аппаратов, отслуживших свой срок или требующих ремонта;

- возможность тайно испытывать оружие направленной передачи энергии (лазерное, пучковое) и средства радиоэлектронной борьбы для нарушения функционирования спутников без их физического разрушения.

Признавая указанные и другие проблемы, следует в то же время подчеркнуть, что преимущества предложенного варианта, как представляется, перевешивают его недостатки.

Более того, по всей видимости, в качестве практического первого шага в предотвращении вооружения космоса этот вариант является относительно более реализуемым как с точки зрения его взаимной военно-стратегической приемлемости для сторон, так и в плане осязаемости военно-технических параметров предмета договора и возможностей контроля его соблюдения.

И по военно-политическим причинам, и в силу объективных технических и физических обстоятельств (в частности, космоса как особой среды) предложенный договор по необходимости будет иметь частичный, избирательный характер. Так же было, кстати, с Временным соглашением ОСВ-1 от 1972 г. и Договором ОСВ-2 от 1979 г. Однако стороны, не пройдя через естественные этапы разоружения, никогда не достигли бы беспрецедентных всеобъемлющих сокращений, ограничений и мер транспарентности Договора СНВ-1 двадцать лет спустя. Если первый, пусть и ограниченный шаг в области невооружения космоса через контролируемый запрет на испытания ПСС любого вида и испытания космической ПРО будет сделан, за ним могут последовать другие с более широким охватом средств и мерами контроля, как было в истории ограничения стратегических ядерных вооружений.

Возможность косвенного развития противоспутникового потенциала через смежные военно-технические направления, как и космической ПРО, не даст уверенности в своих возможностях на случай реального вооруженного конфликта. Это в еще большей степени так, если речь идет не о демонстративном акте, а о быстром и скоординированном ударе по космической группировке противника в целом, влекущем кардинальную и невосполнимую деградацию его общего военного потенциала. Точно так же отработка перехвата баллистических ракет с помощью космической системы ПРО без размещения и испытания боевых станций на орбите не даст полной уверенности в способности множественного поражения ракет и боеголовок на траектории полета. Без полномасштабных испытаний ответственные державы едва ли пойдут на развертывание дорогостоящих и имеющих столь кардинальное значение в военном планировании систем оружия. Кроме того, асимметричное противодействие будущим космическим системам ПРО возможно другими средствами и методами.

Со сменой администрации США и в условиях углубления мирового финансово-экономического кризиса перспективы дорогостоящей и сложнейшей стратегической ПРО и тем более ее космических вариантов становятся весьма сомнительными. Это особенно относится к средствам класса «космос – Земля».

Весьма сложным является вопрос об отражении так называемого воздушно-космического нападения с применением, в том числе противоспутниковых систем. Сама угроза применительно к России и предлагаемые способы борьбы с ней представляются весьма надуманными. Так или иначе, есть другие пути как ограничения этой угрозы договорно-правовым образом, так и противодействия ей помимо вовлечения в гонку противоспутниковых вооружений с неопределенным исходом и огромными затратами. В этом плане можно полагаться на другие военные средства противодействия, иные договоры по разоружению или шаги по изменению военно-политических отношений держав в целом (вроде нерасширения НАТО на восток, соглашения об ограничении обычных высокоточных систем большой дальности, мирного урегулирования проблемы Тайваня). Ударные системы класса «космос – Земля» относятся к более отдаленному будущему, их перспективы и характеристики пока неясны, а посему и переговоры об их запрещении можно отложить.

Наконец, главное соображение в пользу предложенного договора связано с тем, какова реальная альтернатива по предотвращению ПСС и космической ПРО через запрещение их полномасштабных испытаний. Как представляется, эта альтернатива не в реализации прошлых предложений СССР и, видимо, не в российско-китайском проекте 2008 г., который можно рассматривать скорее в качестве жеста доброй воли. На самом деле альтернатива – в создании договорно-правовых ограничений на вооружение космического пространства и в постепенном превращении его в арену военного соперничества и возможных вооруженных конфликтов.

2. ПРОБЛЕМА ОЧИЩЕНИЯ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ОТ ОРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Особое место в современной космической проблематике занимают вопросы, связанные с возрастанием опасности столкновений космических аппаратов (в том числе с ядерными источниками энергии на борту) с космическим мусором. В докладе Комитета по исследованию космического пространства (КОСПАР) Международного Совета по науке (МСНС) и Международной астронавтической федерации в 1988 г. отмечалось, что на орбитах Земли находится более 3,5 млрд. техногенных космических тел размером более 1 мм, общей массой свыше 3000 тонн. Из порядка 8600 объектов, находящихся на околоземных орбитах, только небольшую часть можно рассматривать как действующие.

Научно-технический подкомитет Комитета ООН по космосу в 1999 г. определил космический мусор как «недействующие космические аппараты, использованные части ракет, материал, образованный в результате запланированных космических операций, фрагменты, образованные спутниками и верхними ступенями в результате взрыва или столкновения». Пока не существует экономически приемлемых методов очистки космического пространства от последствий его техногенного засорения.

Проблема техногенного засорения космического пространства часто используется в международной переговорной практике как средство ведения конкурентной войны. Государства пытаются навязать друг другу требования соблюдать стандарты космической деятельности, прежде всего запусков. Периодически повторяются попытки навязать собственные стандарты в качестве общеобязательных.

Экологические проблемы космического пространства стали обсуждаться с 1970-х гг. Эта проблема может быть решена только усилиями всего мирового сообщества через сотрудничество космических держав. Космическое пространство является уникальным ресурсом, и его эксплуатация должна осуществляться в интересах всех стран. Ни одна космическая держава самостоятельно не сможет решить проблему техногенного засорения космического пространства из-за огромных финансовых затрат.

Межагентский координационный комитет по космическому мусору (МККМ), существующий в нынешней форме с 1993 г., выполняет функции одного из международных форумов по вопросам сотрудничества по всем аспектам проблемы космического мусора. В его работе участвуют Великобритания, Германия, Италия, Франция, Китай, Россия, Украина, США, Индия и Япония, а также Европейское космическое агентство. Усилия МККМ направлены на достижение согласия в отношении практики уменьшения засорения космического пространства. Разработаны принципы уменьшения этого засорения, которых разные страны придерживаются на добровольной основе.

Впрочем, в последние годы процесс образования орбитального мусора замедлился. В докладе Конференции ООН по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях (1982) отмечалось, что вероятность столкновения космического мусора с действующим космическим объектом статистически невелика. Но она существует, и продолжение практики космических запусков увеличивает такую вероятность. В 1990 г. в резолюции Генеральной Ассамблеи ООН впервые было указано на обеспокоенность государств проблемой космического мусора. В 2002 г. Генеральная Ассамблея ООН высказалась за расширение международного сотрудничества ради сведения к минимуму воздействия космического мусора на будущие космические полеты.

В последнее время предпринимаются попытки поручить Юридическому подкомитету Комитета ООН по космосу подготовить декларацию о принципах предупреждения образова-

ния космического мусора, которые имели бы юридически обязывающий характер. Но из-за отсутствия консенсуса данный вопрос откладывается. В феврале 2007 г. Научно-технический подкомитет Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях (НТПК) одобрил консенсусом «Руководящие принципы НТПК по предупреждению образования космического мусора». Однако пока эти принципы не приобрели статус юридически обязывающих.

В декабре 1998 г. по предложению Европейского космического агентства Всемирная комиссия ЮНЕСКО по этике научных знаний и технологий (КОМЕСТ) сформировала рабочую группу по этике космического пространства. Была поставлена задача сформулировать этические принципы, которые должны помочь политикам при принятии решений в отношении космической деятельности. 22 июля 2002 г. был подготовлен соответствующий доклад. Из приведенных в нем рекомендаций вытекала строгая, хотя и не правовая, обязанность государств применять зафиксированные этические принципы на каждой стадии исследования и использования космического пространства.

Несомненно, что этика, мораль и право — это взаимодействующие, тесно связанные категории. Человеческая деятельность основывается на этических принципах, зачастую трансформированных в юридически обязывающие правила. Этика служит базой законотворческой деятельности, особенно при развитии новых типов деятельности, а также при толковании и применении существующих правовых норм. Однако этика отличается от права тем, что ее нормы люди и организации соблюдают добровольно. В противном случае грань между этими двумя институтами стирается, что нарушает строго регламентированные процедуры принятия международно-правовых актов. Именно эти причины обуславливают разграничение компетенции ЮНЕСКО и Комитета ООН по космосу.

В будущем ЮНЕСКО и КОМЕСТ продолжают изучение этики космической деятельности, информируя о результатах своей работы. Однако пока трудно спрогнозировать, какое влияние выработанные ими принципы смогут оказать на нормотворческую деятельность Комитета ООН по космосу, ООН в целом и практику самой космической деятельности государств.

2.1 Орбитальные техногенные фрагменты и опасность столкновения в космосе

Засорение космического пространства началось сразу же после запуска первого искусственного спутника Земли (ИСЗ), вместе с которым «на орбиту вышла последняя ступень ракеты-носителя (РН). За годы космической эры на околоземных орбитах было зарегистрировано свыше 20 тысяч космических объектов искусственного происхождения размером более 10 см, за которыми возможно слежение с помощью современных наземных средств. Это отработавшие верхние ступени РН и разгонные блоки, отслужившие свой срок космические аппараты (КА), в том числе отделившиеся от них в космосе элементы конструкции типа переходников, крышек, пружинных толкателей, пироболтов. Сюда же относятся потерянные космонавтами при выходе в открытый космос перчатка, отвертка, кинокамера, а также многочисленные фрагменты, образовавшиеся в результате самопроизвольных взрывов или столкновений объектов.

Часть этих объектов и фрагментов со временем, в зависимости от высоты их орбиты и массы, входит в плотные слои атмосферы и в подавляющем большинстве сгорает, и только небольшая часть достигает поверхности Земли. На данный момент в космосе находится око-

ло 7200 наблюдаемых искусственных объектов, причем лишь 5% из них представляют собой действующие КА, а остальные по существу, являются «космическим мусором».

К сожалению, «космический мусор» не ограничивается только зарегистрированными объектами. Экстраполяция на основе существующих моделей показывает, что число фрагментов размером в несколько сантиметров, образующихся при разрушении объектов, составляет уже несколько десятков тысяч, а осколки в пределах 1 см и менее исчисляются сотнями тысяч и миллионами.

Наряду с общим ростом числа орбитальных обломков характерным является и расширение сферы их распространения в околоземном пространстве. Как показывают наблюдения, после случившихся самопроизвольных взрывов объектов осколки собираются в кольцо в достаточно узких полосах орбит, незначительно отличающихся углом наклона (обычно в пределах одного градуса и менее). Однако со временем плоскости орбит начинают расходиться. И в итоге обломки распределяются по всей сфере околоземного пространства: траектории их полетов охватывают Землю тонкой оболочкой, оставляя свободными лишь оба полюса.

Растущее засорение космоса начинает вызывать беспокойство. От падающих остатков космических объектов нас защищает плотный слой атмосферы, в котором они сгорают. Но они становятся опасными для сверхзвуковой транспортной авиации, летающей на больших высотах. Возможны и случаи, когда при падении объектов часть их обломков, не успев сгореть в атмосфере, достигает поверхности Земли. В 1979 г. серьезные опасения с этой точки зрения вызвало непредвиденное быстрое снижение американской орбитальной станции «Скайлэб». К счастью, несгоревшие обломки станции упали в малонаселенных районах Австралии, не причинив вреда. В начале 1991 г. такие же опасения связывали с падением советской орбитальной станции «Салют-7», фрагменты которой вошли в плотные слои атмосферы над территорией Южной Америки.

Возрастает и вероятность столкновения в космосе с обломками «мусора», что в будущем может оказать существенное влияние на безопасность полетов орбитальных станций и пилотируемых транспортных кораблей, а также на продолжительность функционирования автоматических ИСЗ. Основная опасность «космического мусора» связана с огромными, поистине космическими скоростями столкновения орбитальных фрагментов с КА. Например, встреча с обычным крепежным болтом, потерянным на орбите, при относительной скорости встречи 10 км/с равнозначна для КА столкновению с пушечным ядром, запущенным со скоростью 300 м/с. Летящая в космосе частица диаметром всего 0,5 мм может пробить космический скафандр, даже если он изготовлен из многослойного материала. О том, какую опасность представляют в космосе такие почти неразличимые человеческим глазом микроосколки, как частицы краски, свидетельствуют эрозионные повреждения иллюминаторов, которые были обнаружены на орбитальных станциях «Салют-7», «Мир» и американских многоразовых кораблях типа «Шаттл».

Наиболее высокая концентрация фрагментов наблюдается в диапазоне высот от 300 до 1600 км, где вероятность столкновения КА с мелким осколком стала приближаться к вероятности столкновения с метеоритом тех же размеров. По всей видимости, в перспективе потребуются дополнительные веса конструкции для защиты орбитальных станций и КА от «космического мусора», а также специальные мероприятия по снижению загрязнения этих орбит, поскольку при достигнутом росте засорения космоса вероятность столкновения станции типа «МКС» с опасным осколком размером 1 см и более прогнозируется в 2010 г. как один раз в 7 лет, а в 2020 г. уже как один раз в 2 года.

Уровень засорения, помимо опасности, может негативно влиять на выполнение задач контроля «космического пространства, создавая дополнительный фон для оптических, ра-

диолокационных и других средств обнаружения, идентификации и сопровождения космических объектов, а также на работоспособность аппаратуры самих КА. Кроме того, световые отражения от орбитальных осколков могут мешать работе астрономов.

Особое значение приобретает засорение «космическим мусором» зоны геостационарной орбиты (ГСО) в силу ограниченности ее размеров. С 1963 г. по настоящее время на эту орбиту запущено уже более трехсот КА. При этом отдельные участки ГСО из-за различных требований в космических линиях связи оказываются перегруженными и включают 15 (в перспективе 30) КА на десятиградусной дуге орбиты. Положение работающих спутников на ГСО с применением активной коррекции поддерживается в среднем с точностью $\pm 0,1^\circ$ по долготе и широте, что соответствует отклонениям ± 75 км, а по высоте в пределах ± 25 км. Из-за дрейфа отработавших геостационарных спутников на орбите возможны их сближения на расстояние менее 10 км. Это в перспективе может создать помехи работе связных средств и рассматривается как один из факторов, уменьшающих ограниченные ресурсы использования геостационарной орбиты.

Орбиты средней высоты, находящиеся между низкой околоземной орбитой и ГСО, характеризуются относительно невысокой плотностью распределения наблюдаемых объектов.

Слайд 13

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАТАЛОГИЗИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ И ФРАГМЕНТОВ ПО ИХ ТИПАМ И ВЫСОТАМ ОРБИТ (в %)

13

Объекты Орбиты	Действующие и отработавшие КА	Последние ступени РН и разгонные блоки	Обломки и отделяемые элементы	Общее кол-во фрагментов
Низкие околоземные	16	9,2	58,5	83,7
Средней высоты	3,3	4,2	2,1	9,6
Геосинхронные	4,7	1,8	0,2	6,7
	24	15,2	60,8	100

В таблице, по данным наземной службы слежения США, представлено распределение каталогизированных объектов и фрагментов по их типам и высотам орбит (в %).

Таблица 2

Объекты	Действующие и отработавшие КА	Последние ступени РН и разгонные блоки	Обломки и отделяемые элементы	Общее кол-во фрагментов
Орбиты				
Низкие околоземные	16	9,2	58,5	83,7
Средней высоты	3,3	4,2	2,1	9,6
Геосинхронные	4,7	1,8	0,2	6,7
	24	15,2	60,8	100

Не менее серьезную опасность, наряду с механическим засорением низких околоземных орбит, представляют возможные отказы и аварии КА с радиоизотопными и ядерными энергоустановками на борту, которые могут приводить и уже приводили к радиоактивному загрязнению Земли, атмосферы и близлежащего пространства. Так, в 1964 г. американский навигационный спутник «Транзит» с радиоизотопным источником энергии не смог выйти на орбиту. Устройство с плутонием-238 распалось в атмосфере и рассеялось по всему земному шару, втрое увеличив содержание этого изотопа в окружающей среде. В 1978 г. советский спутник «Космос-954» вошел в атмосферу и развалился на части, разбросав радиоактивные осколки в северо-западных районах Канады.

Проблема экологически чистой утилизации отходов остается даже при нормальном функционировании ИСЗ с ядерным топливом на борту. Предусмотренный в некоторых конструкциях отстрел активной зоны с переводом ее на орбиту «высвечивания» является далеко не идеальным решением. Считается, что на околоземных орбитах в настоящее время находится несколько десятков ИСЗ, несущих на борту в общем не менее одной тонны урана-235 и других продуктов распада. Большинство этих ИСЗ вращаются на орбитах в наиболее засоренной зоне и подвергаются опасности разрушения при столкновении с осколками. Все чаще специалисты и ученые высказываются за ограничение использования ядерных энергоустановок (ЯЭУ) в космических аппаратах на околоземных орбитах. Как считают эксперты, ЯЭУ должны использоваться лишь для КА, направляемых в дальний космос к другим планетам, где нет иных источников энергии.

В настоящее время при существующем темпе запусков КА количество фрагментов на орбитах, наблюдаемых наземными средствами слежения, в среднем увеличивается на 5% в год. Темп роста числа мелких, не отслеживаемых осколков предполагается еще более высоким. Если не будут предприниматься усилия по замедлению роста количества орбитальных фрагментов, то со временем может возникнуть сложная обстановка на орбите, способная при достижении критической плотности засорения вызвать каскадное увеличение количества осколков за счет взаимопорождающих друг друга столкновений (каскадный эффект). Чтобы этого не произошло, необходимо уже сегодня разработать и проводить в жизнь комплексную программу работ по проблеме снижения уровня засорения космического пространства.

2.2 Программа возможных мероприятий по очищению околоземного космического пространства от орбитального космического мусора

Слайд 14

14

Программа возможных мероприятий

Техническая часть программы должна состоять из трех разделов:

В «первый раздел» целесообразно включить работы по уточнению современного состояния и прогнозу дальнейшего засорения космоса с оценкой опасности столкновения пилотируемых и автоматических КА с «космическим мусором».

Второе направление по программе должно быть посвящено предотвращению засорения космоса фрагментами ракетно-космической техники.

Третье направление работ по программе должно быть посвящено исследованию возможных способов и средств по очистке околоземного пространства от «космического мусора».

Техническая часть программы, по-видимому, должна состоять из трех разделов. В *первый раздел* целесообразно включить работы по уточнению современного состояния и прогнозу дальнейшего засорения космоса с оценкой опасности столкновения пилотируемых и автоматических КА с «космическим мусором». Для расширения каталогов регистрируемых фрагментов «космического мусора» в разделе должны быть предусмотрены исследования по совершенствованию средств обнаружения, слежения и контроля за космическими объектами, а также методов измерений, обработки результатов и управления данными с использованием новейших ЭВМ. Однако следует отметить, что постоянное измерение орбит осколков, вызванное их непрерывным изменением, с выдачей «предупреждений» всем заинтересованным сторонам представляется малореальным даже при известном в настоящее время количестве крупных фрагментов. Что касается мелких, не поддающихся прямому обнаружению осколков, то прогнозирование их траекторий на практике вообще нереально.

Ограниченные возможности слежения за малоразмерными фрагментами приводят к необходимости моделирования столкновений и разрушений космических объектов на орбите, являющихся основными источниками образования мелких осколков. Техногенные осколки, с которыми возможно столкновение на орбите, отличаются друг от друга по плотности материалов, размерам, форме и ориентации относительно конструкции соударяемого объекта. В основу моделирования могут быть положены аналитические методы и эксперименты на современных наземных установках, способных обеспечить разгон мелких фрагментов до скоростей, близких к реальным скоростям столкновений. Результаты исследований должны

использоваться при разработке теории и инженерных методов расчета разрушений различных типов конструкций («сухих» отсеков, топливных баков, баллонов под давлением и пр.) при соударении с фрагментами «космического мусора» в условиях орбитального полета.

Другим источником данных для оценки численности мелких осколков на орбите и подтверждения результатов моделирования могут быть космические наблюдения. В настоящее время изучение уровня техногенного засорения космоса, наряду с метеорной обстановкой, производится по результатам воздействия микрочастиц на конструкцию орбитальной станции и транспортных кораблей с помощью:

- конденсаторных пробойных детекторов с чувствительными обкладками разной толщины, устанавливаемых на станции (информация передается по каналам телеметрии);
- объемных, возвращаемых на Землю кассет с образцами конструкционных материалов;
- внешнего осмотра иллюминаторов и открытых металлических поверхностей станции (при выходе экипажа) и спускаемого аппарата кораблей «Союз» (после возвращения на Землю).

Образцы исследуются затем в лабораторных условиях с помощью микроскопов и масс-спектрометров. С использованием элементного анализа остатков частиц в кратерах и с применением сканирующего электронного микроскопа удастся отличить следы ударов естественных метеоритов от аналогичных кратеров, образованных частицами искусственного происхождения.

О росте засорения космоса техногенными частицами свидетельствует повышение интенсивности повреждений образцов. Так, на основании данных о количестве сквозных пробоев образцов алюминиевой фольги толщиной 10 и 20 мкм, экспонировавшихся на орбитальных станциях «Салют-6» и «Салют-7», можно утверждать, что поток высокоскоростных частиц размером 0,001 – 0,003 мм на орбитах высотой 350 км за 25 лет возрос на 73%.

Ранее информацию о техногенном засорении космоса давали и спутники, возвращаемые с орбиты на Землю с помощью многоразовых орбитальных кораблей типа «Спейс Шаттл». Так, на американском спутнике-платформе LDEF, который был возвращен на Землю после почти 6-летнего пребывания на орбите, обнаружено около 500 выбоин от частиц искусственного происхождения размером от 0,01 см и более.

Эффективное измерение характеристик микрочастиц в космосе «можно проводить с помощью специальных малых спутников, выводимых в качестве дополнительной полезной нагрузки вместе с серийными КА. Это существенно расширит область проводимых исследований по метеорно-техногенному засорению околоземного космоса и снизит затраты. Регистрация факта соударения метеорной либо техногенной частицы осуществляется при пробоях секций надувной оболочки спутника, представляющих собой пленочные датчики конденсаторного типа. Масса и скорость этих частиц определяются с помощью ионного датчика. Информация, получаемая с бортовой научной аппаратуры, регистрируется после первичной обработки и передается на Землю при нахождении спутника в зоне радиовидимости.

Комплексное моделирование и контроль засорения космического пространства крупными и мелкими фрагментами позволяют прогнозировать уровень опасности столкновения КА с «космическим мусором» для принятия соответствующих мер.

Одним из таких мероприятий является разработка бортовой защиты КА от повреждений при столкновении с орбитальным осколком. Наиболее приемлемые методы – экранирование конструкции и резервирование подсистем КА – применялись и ранее для защиты от метеорных частиц. Но техногенные частицы по своим размерам превышают метеорные и требуют более надежной и эффективной защиты.

В большинстве случаев общая экранная защита применяется от мелких осколков, которые могут повредить, но не разрушить КА. Более надежные средства рассматриваются для защиты чувствительной аппаратуры. Например, предлагается система решеток или жалюзи, которые в случае угрозы столкновения закрывают уязвимое оборудование. Существует концепция КА с корпусом-ракушкой. Этот космический аппарат имеет защитный корпус с отверстиями, через которые выдвигаются датчики и антенны. В случае угрозы столкновения датчики и антенны убираются в защитный корпус. Разработана многослойная защита, внешний слой которой принимает удар на себя, разрушая и рассеивая примерно 80% осколков по более обширной поверхности внутреннего слоя. Оставшиеся 20% осколков отражаются от экрана и из-за своего малого размера уже не представляют опасности.

Обеспечение выживаемости КА при техногенном засорении космоса приобретает все большее значение и требует проведения соответствующих работ, включая создание специального оборудования для испытания воздействия техногенных частиц на конструкцию КА, моделирование процессов соударения, исследование и разработку новых материалов и концепций защиты КА.

Второе направление по программе должно быть посвящено предотвращению засорения космоса фрагментами ракетно-космической техники.

К снижению уровня засорения околоземных орбит могут привести также конструкторские проработки по исключению применения на ракетных блоках и КА средств разделения с образованием свободных осколков и исключению отделения в орбитальном полете штатных элементов конструкции. В части предотвращения появления в процессе функционирования орбитальных объектов техногенных частиц необходимо применение конструкций и покрытий, стойких к воздействию окружающего космического пространства, в том числе не подверженных вторичной эрозионной эмиссии. Наряду с этим важным требованием является использование топлив для орбитальных двигателей без металлических и других присадок, сгорание которых приводит к образованию твердых окисных частиц. Так, примерно треть продуктов сгорания твердотопливных двигателей приходится на частицы окиси алюминия размером 0,0001 – 0,01 мм.

Как уже отмечалось, большую часть «космического мусора» представляют собой фрагменты, образовавшиеся в результате взрывов и разрушений КА и ракетных ступеней. За период с 1961 г., когда было зафиксировано первое разрушение объекта в космосе, на орбитах взорвалось более 200 объектов. В основном взрывы происходят в результате непредсказуемых аварий. Намеренное разрушение иногда производится, например, во избежание падения крупных несгоревших частей космического объекта в населенный район, в том числе на территории других государств.

Кроме того, интересным направлением является организация процесса стравливания топлива и газов таким образом, чтобы при этом ступень (ракеты-носителя) РН получала тормозной импульс, сокращающий время ее пребывания на орбите. Логическим завершением этого направления работ по снижению засорения космоса является управляемый увод с орбиты ступени после отделения КА или же разработка программ выведения, при которых последняя ступень носителя не выходит на орбиту (запуск по незамкнутой промежуточной орбите с довыведением КА на рабочую орбиту с помощью «апогейного» двигателя или разгонного блока). Такая схема выведения реализована на перспективной ракете-носителе «Энергия» и предусматривается в будущем для эксплуатируемых РН типа «Протон» и «Зенит» при запуске новых КА, оснащенных собственной двигательной установкой (ДУ).

Что касается самих КА, то после прекращения активного существования для объектов на геостационарной орбите предусматривается увод бортовой ДУ на внешние орбиты по от-

ношению к ГСО, а для части низкоорбитальных КА – сход с орбиты и «затопление» в акватории Мирового океана.

И наконец, *третье направление* работ по программе должно быть посвящено исследованию возможных способов и средств по очистке околоземного пространства от «космического мусора». Здесь речь идет в основном об устранении последствий эксплуатации ракетно-космической техники за предыдущие годы, приведшей к такому уровню засорения околоземных орбит. А, как известно, избавиться от загрязнения окружающей среды значительно труднее, чем предотвратить его.

Из 7200 отслеживаемых орбитальных фрагментов 35% составляют отработавшие КА, последние ступени РН и разгонные блоки. Это означает, что на околоземных орбитах находится около 2500 пассивных объектов больших размеров и массы, являющихся потенциальными источниками образования, по меньшей мере, десятков и сотен тысяч новых осколков. В связи с этим вполне обоснованным представляется желание удалить их из космоса. В качестве средств поиска и захвата пассивных космических объектов могли бы рассматриваться многоразовые орбитальные корабли типа «Буран» и «Шаттл» и межорбитальные буксиры, оснащенные роботами-манипуляторами. В этих случаях возвращение объектов на Землю возможно в грузовом отсеке орбитального корабля или же посредством торможения с помощью буксира и последующего автономного спуска в заданный район. Однако это чрезвычайно дорогая операция. Она может быть оправдана, если проводится с целью предотвращения неуправляемого падения крупногабаритного объекта в населенные районы Земли или же когда стоимость возвращаемого аппарата очень высока (например, КА типа космического телескопа Хаббла).

В перспективе с целью уменьшения транспортных нагрузок на ближний космос и упорядочения работ по его очистке может быть предусмотрено развертывание орбитальных космопортов как своеобразных перевалочных баз для полезных грузов, выводимых с Земли и возвращаемых из космоса. Связь такого космопорта с Землей будет обеспечиваться регулярными рейсами многоразовой транспортной космической системы, а межорбитальные перевозки – специальными буксирами, базирующимися в доке космопорта.

Более сложной задачей представляется организация сбора и удаления из космоса мелких частиц «космического мусора». На сегодняшний день известен ряд проектов решения этой задачи. Один из них предусматривает образование на пути мелких осколков большого пенного шара для поглощения кинетической энергии частиц, после чего они теряют высоту и входят в плотные слои атмосферы. Но такого рода помехи могут оказать вредное воздействие и на функционирующие КА. В соответствии с другим проектом предлагается ускорять сход с орбиты мелких фрагментов посредством облучения их лучом лазера или лучком нейтральных частиц.

Используя тормозящее свойство атмосферы, можно сократить сроки пассивного существования КА и ракетных ступеней на орбите, если увеличить их аэродинамическое сопротивление за счет специального устройства, например, надувного баллона.

Сотрудниками ИКИ АН СССР проведено моделирование процесса самоочищения космоса от орбитальных обломков под действием атмосферы. Полученные результаты дают некоторое представление о таком процессе самоочищения космоса, т.е. изменении со временем плотности распределения частиц по размерам и орбитам. Эти результаты показывают, что каждый мощный выброс частиц искусственного происхождения приводит к засорению всего околоземного пространства, ограниченного сферой, на высоте которой произошел выброс (взрыв). И хотя плотность распространения частиц при этом падает со временем и с высотой орбит, это засорение сохраняется надолго.

Так, при выбросе частиц размером от 1 см до 1 м в сферическом слое между высотами 700 и 1000 км они уже через полгода появятся на высотах ниже 550 км, а через полтора года достигнут максимальной плотности распространения на этих высотах, но при этом она будет на несколько порядков ниже начальной плотности в исходном слое. Снижения же начальной плотности частиц в исходном слое на несколько порядков потребует сотни и даже тысячи лет. При этом в первую очередь будут «вымываться» более мелкие фрагменты, т. е. средний размер остающихся в космосе частиц со временем растет. С уменьшением высоты выброса частиц процесс самоочищения ускоряется во времени.

2.3 Орбитальный космический мусор

С необъятных просторов галактики и солнечной системы ежесекундно прилетают в околоземное пространство природные объекты в виде астероидов, метеороидов (метеорных тел) и космической пыли. Часть этих небесных тел захватывается силами тяготения планеты и остаются на орбитах в ОКП, сгорают в плотных слоях атмосфер или выпадают на поверхность Земли. Эти объекты могут рассматриваться как экскреты космического мусора. Другие небесные тела - в основном массивные и высокоскоростные - пролётом покидают ОКП, чтобы возможно больше никогда не встретиться с нашей планетой.

Индустриальное освоение околоземного космического пространства породило проблему его засорённости объектами и отходами космической деятельности. На фоне антропогенных мусорных экскретов в ОКП новое звучание получили естественные экскреты - космический мусор - природные тела, прилетающие с просторов ближнего и Большого Космоса. На околоземных орбитах стало тесно.

Мусор космический включает в себя объекты внеземного происхождения, появляющиеся в околоземном пространстве Земли под действием гравитации планеты, захламляющие ОКП, нарушающие работу ракетно-космической техники и жизнь биогеоценозов. Под это определение подпадают, как правило, природные объекты в ОКП типа космической пыли, метеорных тел, болидов и комет.

В настоящее время Службами контроля Космического пространства США и России в каталоги занесено около 33500 орбитальных объектов размером более 10 см., заметная часть которых - космический мусор. Количество подобных объектов с размерами менее 10 см оценивается в несколько сотен тысяч (~600000). Ежегодный прирост составляет 600-700 фрагментов. На орбитах запуска КА находится более 13400 крупных объектов, их которых только 6% - действующие космические аппараты. Остальное - выработавшие свой энергетический ресурс и «умершие» аппараты и крупные фрагменты различного происхождения, так называемые орбитальные отходы, орбитальный мусор и космический мусор.

Разделить эти объекты с поверхности Земли довольно сложно, фактически образовавшаяся группировка орбитальных экскретов должна восприниматься как составная часть окружающей среды.

Дополняют этот фон кометы, астероиды, метеороиды и метеорные потоки, межпланетная пыль. Существенными факторами возможной опасности для орбитальных ЛА являются пролетающие к поверхности Земли метеориты и микрометеориты, возможные столкновения КА с более крупными телами - астероидами и кометами.

В Солнечной системе, наряду с планетами и их спутниками, существует огромное количество каменных, железных и ледяных объектов, движущихся на огромных скоростях по хаотичным и постоянно изменяющимся орбитам. Фрагменты этого космического мусора раз за разом пересекают орбиты внутренних планет, особенно Марса и системы Земля-Луна.

Земля, движущаяся по орбите вокруг Солнца с постоянной скоростью около 110 000 км/час, регулярно проходит сквозь потоки этого мусора. Большая его часть состоит из крошечных метеороидов, сгорающих в атмосфере (так называемые «падающие звезды»). Более крупные объекты взрываются в атмосфере, часть долетает до Земли. За свою долгую историю Земля неоднократно сталкивалась с космическими объектами - фактически с космическим мусором. Защитная роль атмосферы планеты состоит в предохранении её поверхности от выпадения сравнительно мелких тел - (размером от 1м до 10м), они сгорают в атмосфере. Но всё же значительное количество метеоритного вещества (десятки килотонн) ежегодно выпадает на Землю.

Глобальная проблема космического мусора - так называемая астероидно-кометная опасность существовала всегда, но лишь в последние 2-3 десятилетия развития возможностей техники наблюдений была осознана как реальная опасность. Её сущность в потенциальной возможности этих объектов погубить жизнь на Земле.

Дело в том, что свыше 95% всех известных астероидов находится в Главном поясе астероидов - между орбитами Марса и Юпитера. Несколько астероидных роев вращается между орбитами Марса и Венеры, пересекая орбиту Земли. Существуют крупные астероидные объекты, постоянно находящиеся за орбитой Юпитера и других внешних планет и имеющие эллиптические орбиты и попадающие в сферу внутренних планет при приближении к перигелию. Орбиты астероидов Главного пояса в основном стабильны. Их общее число превосходит 400 тысяч: от гигантов диаметром 200 км до объектов размером 1км и меньше. Ближе к Земле появляются рои «околоземных» астероидов - семейства астероидов типа Амура, Аполлона и Атона.

Каталогизация астероидов привела к огромному числу открываемых ежегодно таких объектов вообще и астероидов, сближающихся с орбитой Земли или пересекающих её (АСЗ) в частности, а среди них и потенциально опасных (ПО) для Земли.

В течение десятилетия 1998-2007 NASA (США) осуществляла проект «Spaceguard», задачей которого было обнаружение и каталогизация -90% всех астероидов с диаметром выше 1 км. Речь шла об астероидах Главного пояса, чьи орбиты не проходят вблизи орбиты Земли. В ходе выполнения этого проекта было обнаружено свыше 730 АСЗ километровых размеров, а попутно найдено свыше 5000 тел меньшего размера. Логическим продолжением проекта «Spaceguard» является следующий проект, в задачи которого входит открытие тех АСЗ, размеры которых менее 1км (т.е. 150м - 1 км). По предварительным оценкам, таких объектов может оказаться порядка 120 000.

Размеры известных астероидов, пересекающих орбиту Земли, варьируются в пределах от 6 м до 40 км. Одно из последних падений XX века - январь 2000 г. в районе озера Тагиш в Канаде. Метеорит, являвшийся по предположениям осколком астероида типа D (немногочисленное семейство красно-чёрных астероидов с весьма низким альбедо), имел диаметр около 6 метров, массу порядка $2 \cdot 10^8$ кг.

В минувшем столетии несколько астероидов прошли совсем близко от Земли, в том числе даже на расстоянии 0,007 а.е., что составляет чуть более 1 млн. км. Последним астероидом XX столетия, пролетевшим вблизи Земли, был объект 2000YA (он пролетел 24 декабря 2000г. со скоростью 30 км/с на расстоянии 800 тыс. км от Земли).

В XXI веке уже наблюдались пролёты нескольких астероидов между Землёй и Луной.

Важность наблюдения и контроля за астероидами любых типов состоит в непредсказуемости точных траекторий их движения в солнечной системе из-за гравитационных влияний планет и достаточно крупных объектов. Неопасные или потенциально опасные астероиды сегодня могут стать угрожающими завтра.

Наконец, орбиту Земли ежегодно пересекают экскретные космические тела в виде метеоритов разного размера. Они представляют собой несколько десятков метеорных потоков, состоящих из тел разного размера:

диаметром менее 0,1 см - пылевой составляющей потока;
от 0,1 см до 10 м - метеороидов.

В настоящее время известно около 20 главных метеорных потоков с часовыми числами 20-140 метеоров в час. Кроме них выделяют до 6 тысяч малых метеорных потоков или ассоциаций. Воздействие метеорного потока экскретов на ОКП, атмосферу и, в конечном итоге, на Землю определяется его шириной, скоростью метеоров относительно Земли и числом крупных объектов в потоке. В своем большинстве массы метеороидов заключаются в пределах 10^{-7} - 10^7 г. Размеры метеороидов при этом варьируются в пределах от 10^{-5} см до ~10 км.

Межпланетные объекты, размер которых не превышает нескольких сотен метров, принято называть метеорными телами, или метеороидами. Влетая с космической скоростью в атмосферу планеты, они из-за столкновения с молекулами газа сильно нагреваются, дробятся, плавятся, испаряются и оставляют за собой в полёте светящийся секунду-другую след. Это атмосферное явление называют метеором.

Если яркость метеора превосходит -4m (т.е. яркость Венеры), то его называют болидом. Наиболее яркие болиды видны даже днем; их полет иногда сопровождается яркими вспышками, дымным следом, а порой и мощными звуками. При яркости более 6 m на поверхность Земли обычно выпадает твёрдый остаток - метеорит. Наиболее вероятными кандидатами на выпадение метеорита являются медленные болиды, не демонстрирующие в конце траектории резкой вспышки, означающей разрушение.

Болид появляется на высотах 100-120 км над поверхностью Земли. На высоте 5-20 км метеорное тело полностью затормаживается, болид исчезает, а остаток не успевшего полностью испариться метеорного тела выпадает на поверхность Земли в виде метеорита. Метеороиды представляют заметную опасность для ИСЗ и пилотируемых КА.

Замечено, что когда крупные метеороиды испытывают большое давление на лобовую часть и, когда оно превышает пределы прочности материала метеороида, разваливаются на части. В результате образуется рой быстро тормозящихся фрагментов, которые в более плотных слоях атмосферы дробятся далее и выпадают на Землю в виде метеоритов.

Абляция вещества с поверхностей мелких осколков ведёт к образованию метеорной комы, которая, испаряясь за доли секунды, образует взрыв, часто наблюдающийся в конце следа крупных болидов в виде вспышки.

Как было показано выше, естественная составляющая космического мусора представляет собой смесь частиц метеороидного, кометного и астероидного происхождения. Кроме этого некоторая его часть - пыль, образованная в системах планет-гигантов, а также межзвездная пыль, которую в некоторых литературных источниках причисляют к метеороидам.

Космическая пыль, очевидно, является самым массовым космическим экскретом в околоземном пространстве. Максимум распределения частиц космической пыли в ОКП по размерам близок к 200 мкм. Можно добавить, что солнечный ветер в значительной степени определяет концентрацию частиц космической пыли в ОКП, действуя как своеобразный чистильщик ближнего Космоса.

В мезопаузе (80-85 км) образуются серебристые облака, где пылевые частицы, по одной из гипотез, являются центрами конденсации капель воды и кристаллов льда. Так, метеор с начальной скоростью 40 км/с создает на высоте 95 км след с начальным радиусом 1 м. Та-

кой ионизированный хвост образуется вдоль всей траектории и постепенно расширяется. Чаще всего он невидим, но для ярких метеоров и болидов наблюдается визуально и является источником радиоволн слабой интенсивности.

Важно отметить также наличие пылевых облаков естественного мусора, расположенных в точках либрации L4 и L5 системы Земля-Луна на расстоянии лунной орбиты - так называемые «облака Кордылевского», имеющие размеры порядка земного шара, но весьма низкую плотность - около 210^{-5} г на 1 км^3 .

Общая масса этих облаков пыли оценивается в 10^4 тонн. Образование и плотность облаков Кордылевского весьма заметно зависят от солнечной активности и связанной с ней интенсивностью солнечного ветра.

Кометы также можно считать экскретом космического мусора. Они являются, как считается, основными поставщиками пыли в Солнечной системе в районе земной орбиты. Подавляющее большинство комет состоит из твёрдого ядра, окруженного газопылевой оболочкой - комой. Траектории полёта этих небесных тел имеют непредсказуемый характер. С приближением кометы к Солнцу под действием солнечного ветра и светового давления у неё образуется хвост, направленный, чаще всего, в сторону противоположную Солнцу. Длина хвостов в среднем составляет до 10 млн. км, в особых случаях - до 150 млн. км. Ядро вещества кометы по современным представлениям состоит из смеси водяного льда с вмороженными в него легколетучими веществами и, возможно, крупными камнями.

Размер ядер короткопериодических комет составляет 0,6-12,5 км, долгопериодических - от 1 до 33 км. Рекорд принадлежит комете Хейла-Боппа, наблюдаемой в 1995-97 гг. Диаметр её ядра по разным оценкам составлял от 45 до 100 км. Всего по данным каталога Б. Марсдена в период с 1059 г. до н.э. по 1995 г. зафиксировано появление 2335 комет.

Кометы, принадлежащие разным группам, представляют разную опасность с точки зрения столкновения с Землей. Для того, чтобы столкновение с Землей было возможно, комета должна иметь перигелийное расстояние, меньшее 1 а.е. Анализ показывает, что этим как раз и отличаются долгопериодические кометы.

Сейчас известно 13 комет и 15 остатков комет семейства Юпитера с перигелийными расстояниями, меньшими 1 а.е. По некоторым оценкам, общее их количество с размерами головы более 1 км может составлять около 800. Следует отметить, что вблизи Земли пролетают мини-кометы, - рыхлые ледяные тела, покрытые слоем пыли, размерами порядка 10 м, массой около 100 т. При попадании в атмосферу Земли с частотой около 10 в год они взрываются. Энергия взрыва оценивается от нескольких до сотен килотонн.

В заключение отметим, что наибольшую опасность для летательных объектов ОКП и биосферы Земли, на наш взгляд, представляют космические экскреты в виде неопознанных крупных «камней», носящихся в межпланетном пространстве. Эти объекты могут иногда тормозиться земной атмосферой или Луной и превращаться во временные спутники нашей планеты или даже столкнуться с ней. Проблема таких неидентифицированных объектов в ближнем Космосе всё же существует и время от времени напоминает о себе. Например, по данным открытой печати, служба контроля космического пространства России даже при отсутствии пусков ракет обнаруживает один-два неопознанных объекта в сутки.

2.4 Способы очищения околоземного космического пространства от орбитальных мусорных экскретов

Повышенная опасность орбитального и космического мусора связана с тем, что он перемещается в околоземном пространстве с огромной скоростью – в среднем 10 - 15 километ-

ров в секунду. Поэтому даже частица, линейные размеры которой составляют лишь 1 сантиметр, может серьёзно повредить космический аппарат. Такая частица обычно летит в 20 раз быстрее пули. Для космического аппарата встретиться с такой частицей – всё равно, что столкнуться с легковым автомобилем среднего класса, движущимся со скоростью 80 километров в час. И такие аварии случаются, хоть пока и нечасто. Зато «встречи» с более мелкими частицами происходят уже регулярно.

Обшивка возвратившихся из космоса летательных аппаратов оказывалась усеяна выбоинами и царапинами до сантиметра глубиной. 80 раз на «шаттлах» приходилось менять иллюминаторы. На доставленных на Землю солнечных батареях орбитального телескопа «Хаббл» было обнаружено немало царапин, вмятин и пробоин.

Особенно остро проблема безопасности стоит перед пилотируемыми космонавтами космическими станциями, поскольку сквозное повреждение КА может привести к гибели экипажа. Опыт эксплуатации международных космических станций (МКС) показал необходимость не реже раза в год совершать маневрирование, чтобы избежать опасного сближения с крупными объектами. Повышение безопасности станции можно при её компоновке, размещая жизненноважные агрегаты за второстепенными.

Наиболее эффективным средством защиты космонавтов считаются защитные экраны конструкции. Один из таких экранов, изготовленный во Фрайбурге по заказу Европейского космического агентства для научно-исследовательского лабораторного модуля «Колумбус», показал свою эффективность.

Экраны разрабатываются, чтобы обеспечить безопасность космонавтов в ОКП, задерживая или отбрасывая частицы с линейными размерами до 2-х сантиметров и скоростями до 7 километров в секунду. Они мыслятся состоящими из нескольких слоев: снаружи - листовой алюминий, под ним - керамические и полиамидные волокна. Конечно, более массивный экран смог бы задерживать более крупные частицы и даже фрагменты мусора, но он должен удовлетворять довольно жёстким финансовым и геометрическим требованиям. Стоимость его доставки в космос не должна выходить за разумные пределы.

Рассматриваются и другие методы защиты от орбитального мусора: например, передвижной экран, который реагирует на сигнал, подаваемый системой автоматического обнаружения, и тотчас занимает «оборонительную» позицию.

Наиболее приемлемым с экономической и технической точек зрения, по нашему мнению, является разработка вариантов защитных экранов из «орбитального утиля». Речь идёт об использовании узлов и агрегатов орбитальных отходов - в первую очередь солнечных батарей спутников и орбитальных космических станций.

Понятно, что использование экранов - это лишь частичное решение проблемы безопасности космических полётов. Однако, по мнению экспертов, технические средства радикальной очистки ОКП от хлама в обозримой перспективе созданы не будут. Более того, даже если с сегодняшнего дня вообще прекратить запуски в Космос каких бы то ни было новых аппаратов, всё равно мусора там год от года будет прибывать. Главный источник загрязнения - это случайные взрывы ракет-носителей и космических аппаратов: они дают до 80% всех объектов орбитального мусора размером более 5-ти сантиметров. Каждый год происходит в среднем 4 таких взрыва. Они объясняются наличием на борту источников и накопителей энергии - таких как компоненты топлива, аккумуляторные батареи, газовые баллоны и прочее. Между тем, каждый такой взрыв приводит к более значительному увеличению числа только наблюдаемых элементов космического мусора, чем все запуски космических аппаратов за год.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИЩЕНИЯ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ОТ МУСОРНЫХ ЭКСКРЕТОВ

- *Аэрогелиевая тормозящая сфера*
- *Лазерная «метла»*
- *Торможение орбитального объекта надутым шаром*
- *Солнечный парус как тормозная система*
- *Индукционное торможение магнитным полем Земли*
- *Орбитальная мусорная сеть для крупного мусора*
- *Буксировка орбитальных экскретов на «космическое кладбище»*

Приведём по литературным данным наиболее перспективные методы очищения околоземного космического пространства от мусорных экскретов.

Аэрогелиевая тормозящая сфера

Сфера NERF диаметром 1,6 км, состоящая из сверхлегкого пористого материала (аэрогеля), по замыслу её создателей, должна принимать на себя удары частиц орбитального мусора и замедлять их. Таким образом, происходит постепенное снижение скорости движения мусора, снижение его и очистка орбиты.

Достоинством этого проекта является возможность борьбы даже с самыми мелкими (менее 1 мм) частицами мусора. К тому же, аэрогель настолько лёгок, что отколовшиеся куски самого шара не способны повредить космические аппараты. Стоимость такого "мусоросборщика" относительно невелика - кусок аэрогеля, помещающийся на ладонь, стоит около 100 долл. Вся сфера NERF будет стоить всего около 1 млн долл.

Недостатком этого проекта признана малая эффективность сферы. Прежде всего, очистка с помощью аэрогеля займет много времени, поскольку крупные, - более 1 см, частицы будут «прошивать» шар насквозь, лишь незначительно снижая свою скорость. Крупные фрагменты орбитального мусора будут вырывать сквозные «туннели» в нём. Кроме того, сам шар сможет стать препятствием для движения спутников и орбитальных станций. Возникнет проблема его демонтажа и удаления из ОКП по окончании срока эксплуатации.

Лазерная «метла»

Перспективная технология очистки околоземного пространства от мелкой пыли открывается с использованием высокоэнергетических лазеров. Суть такой "уборки" заключает-

ся в нагреве частиц мусора лазерным лучом, в результате чего испаряется поверхностный слой вещества частицы и создаётся реактивная сила в направлении противоположном испарению. Современные лазеры производят от 100 импульсов в секунду, что позволяет создать достаточно большую совокупную тягу. Оценки показывают, что таким способом можно снизить высоты орбит частиц мусора до 200 км, после чего он начнёт активно снижаться.

Специалисты ВВС США рассчитали, что лазерная установка стоимостью около 200 млн долларов, размещённая в районе экватора, способна за два года очистить ОКП на высоту до 800 км. Ученые НАСА в настоящее время активно работают над лазерной "метлой", защищающей орбитальные космические станции от частиц космического мусора диаметром от 1 до 10 сантиметров. Как известно, сегодня обшивка МКС способна выдержать удар мусора диаметром менее 1 см, а станции наблюдения на поверхности Земли могут предупредить космонавтов об опасности столкновения с мусором крупнее 10 см. Орбитальные объекты с размерами в этом интервале представляет смертельную опасность для обитателей станции. Разрабатываемый лазер должен закрыть эту брешь в защите. Предполагается, что лазерный испаритель будет автоматически наводиться на цель, разогревать частицу мусора и придавать ей импульс схода с орбиты станции.

Достоинством этого проекта является, пока чисто теоретически, возможности создания активной системы защиты космических аппаратов и высокой эффективности работы по очистке ОКП с поверхности Земли. Существуют и серьёзные технические проблемы, связанные со сложностью систем обнаружения, наведения и сопровождения малых объектов, движущихся с огромными скоростями.

Кроме того практическое воплощение этой идеи входит в противоречие с существующими международными договорами о запрещении размещения в космосе какого-либо оружия, включая лазерное. Проект наземного очищающего лазера формально может рассматриваться как противоспутниковое оружие.

Торможение орбитального объекта надутым шаром

Одним из стандартных элементов оборудования спутников в будущем может стать надувной шар GOLD. Это простое устройство представляет собой наполняемую газом оболочку и небольшой баллон с газом. В нерабочем состоянии GOLD занимает мало места, а в случае необходимости газ наполняет оболочку, и рядом со спутником надувается шар диаметром до нескольких сотен метров. Благодаря трению об атмосферу нашей планеты эта конструкция эффективно тормозит спутник, заставляет его снизиться и в конечном итоге сгореть в плотных слоях атмосферы.

Достоинство данной идеи в дешевизне и простоте реализации на любых космических аппаратах. Проект GOLD обладает рядом неоспоримых преимуществ перед другими аналогичными предложениями. Изготовление таких устройств недорого, эти устройства могут сразу встраиваться в верхние ступени ракет, препятствуя появлению новых единиц орбитального мусора. И, даже если оболочка воздушного шара будет повреждена осколками или частицами мусора, то её жесткости, по словам проектантов, должно хватить для успешного завершения основной функции устройства.

Однако есть и серьёзные недостатки в том, что воздушный шар уязвим для микрометеоритов и частиц пыли, не говоря уже об объектах большего размера. Кроме того, шар может представлять препятствия в нормальном функционировании КА.

Солнечный парус как тормозная система

Идея использования механического давления света была реализована НАСА посредством запуска на орбиту небольшого спутника NanoSail-D, оснащенного солнечным парусом.

сом. Спутник успешно испытал оборудование для развертывания тончайшего полимерного паруса, который продемонстрировал эффективность аэродинамического торможения в разреженной атмосфере на высоте 650 км. Инженерам НАСА удалось поместить парус площадью более 9 м^2 и устройство для его развертывания в коробку размером с батон хлеба. Это достижение позволит в дальнейшем оснащать подобным тормозным "парашютом" практически любые спутники. Преимущества паруса заключаются в малом весе оборудования и возможности замедлять и улавливать микроскопические частицы мусора без особого ущерба для главной задачи - увода старого спутника с орбиты. Недостаток видится в невысокой надежности систем, разворачивающих парус; история космонавтики знает слишком много неудач в этой области.

Индукционное торможение магнитным полем Земли

Одним из самых перспективных способов увода отработавших спутников с орбиты признана система EDT, разработанная НАСА. Её работа базируется на принципе закона Ампера, утверждающего, что на движущийся проводник с током в магнитном поле действует некоторая сила. Устройство EDT представляет собой длинный гибкий электропроводящий кабель, на одном конце которого размещается груз, а на другом - спутник. При орбитальном движении система пересекает силовые линии магнитного поля Земли и испытывает воздействие силы, противоположной направлению движения электрического кабеля. Таким образом, должно происходить торможение аппарата. С помощью EDT разработчики проекта обещают спустить спутник с высоты 1390 км до плотной атмосферы всего за 37 дней, тогда как без подобного вмешательства он провел бы на орбите Земли 9000 лет.

Полезным "побочным эффектом" использования EDT является генерация электрического тока, который может использоваться бортовой аппаратурой спутника, в том числе для сматывания и разматывания кабеля. Если космический аппарат с помощью собственного генератора (например солнечной панели) преодолит наведенные токи в кабеле, то орбиту можно наоборот поднять. Таким образом, EDT может успешно заменить ракетный двигатель, в том числе на зондах, работающих на орбитах других планет. По расчётам специалистов НАСА, 20-км кабель сможет вырабатывать до 40 кВт электроэнергии, что достаточно даже для пилотируемых полётов.

Следует заметить, что широкое применение EDT осложняется отсутствием достаточной экспериментальной базы и некоторыми проблемами, связанными с колебаниями двух масс, которые порождают на электрическом кабеле механические вибрационные силы.

Орбитальная мусорная сеть для крупного мусора

Оборонное агентство DARPA работает над проектом большой электродинамической сети EDDE, способной собирать на низкой околоземной орбите фрагменты мусора тяжелее 2 кг. Осуществлять эту идею призван орбитальный "тральщик", представляющий собой группу небольших аппаратов и солнечных панелей общим весом около 100 кг. Каждый модуль EDDE имеет небольшую сеть весом 50 г. Она с помощью специального устройства способна захватывать небольшие объекты, движущиеся со скоростями 2-3 м/с относительно модуля. Планируется, что сеть EDDE будет запускаться в направлении скопления космического металлолома, разворачиваться и спускаться в направлении Земли.

Разработчики сети EDDE планируют её возможность активно маневрировать, обходя спутники и наводясь на новые цели, а захваченный орбитальный мусор в это время продолжит падение в плотную атмосферу.

Расчёты показали, что для удаления с низкой околоземной орбиты более чем 2400 объектов орбитального мусора или орбитальных отходов весом более 2 кг каждый, понадобится 12 сетей EDDE общим весом около 1 т.

По мнению разработчиков, за 7 лет 12 аппаратов EDDE способны полностью очистить ОКП от крупных кусков орбитального хлама. Первый полёт аппарата EDDE запланирован на 2013 год, а разворачивание всей группы должно начаться в 2017 году.

Безусловно, заявленный агентством DARPA проект поражает масштабом и размахом, однако его реализация в заявленные сроки, по мнению ряда экспертов, не реальна. При воплощении этого амбициозного проекта «в металл» и натурных экспериментах разработчиков ждут непреодолимые технические и финансовые трудности.

Более реалистичен и сравнительно дешёв проект запуска на орбиты ОКП пыли, тормозящей движение мусора. Американские учёные из Научно-исследовательской лаборатории ВМС США предложили оригинальный способ удаления орбитального мусора. Этот метод ориентирован на устранение обломков и частиц небольших размеров (до 10 см). Многочисленные частицы такого диаметра не менее опасны, чем крупные объекты: за маленькими фрагментами невозможно следить, а повреждения, наносимые ими, могут оказаться весьма серьёзными. Расчётное пространственное распределение этих обломков напоминает распределение 19 тысяч занесённых в каталоги массивных объектов, которые находятся на орбите Земли, но смещено на большую высоту.

Время жизни орбитального мусора растёт вместе с так называемым баллистическим коэффициентом B , определяемым как отношение массы объекта M к площади его эффективного сечения S и коэффициенту аэродинамического сопротивления движению C_x :

$$B = M/C_x S,$$

где $S = (l \cdot d)^2$ - среднегеометрическое значение площади неориентированного осколка; l, d - длина и ширина мусорного фрагмента.

Известно, что фрагменты и частицы орбитального мусора со значениями баллистического коэффициента B от 3 кг/м² до 5 кг/м² скапливаются на высотах около 1000 км над Землёй и могут находиться там веками. Если эти объекты находятся ниже 900 км, где сопротивление среды заметно возрастает, максимальное время их жизни сокращается до 25 лет.

Таким образом, суть задачи освобождения от орбитального мелкофракционного мусора сводится к уменьшению высот его полёта до 900 км и ниже. Дальнейшее его «провисание» будет происходить естественным путём ускоренным темпом. Проблема может быть решена путём увеличения сопротивления движению этих частиц на орбитах.

Авторы предлагают использовать для этого вольфрамовые пылевые частицы диаметром 20-50 мкм, доставленные на квазикруговую полярную орбиту, которая также будет сокращаться за счёт сопротивления среды. Скорость этого процесса зависит от размеров и плотности частиц. Её можно контролировать, если тщательно спланировать траектории орбитального мусора и траектории воздействующей на него металлической пыли. При использовании вольфрамовых мелкодисперсных частиц, по расчётам авторов предложения, эти объекты будут снижаться синхронно. Синхронизация даст возможность уменьшить толщину пылевого слоя, которая необходима для очистки требуемого интервала высот.

По расчётам исследователей, для перевода небольших обломков с орбиты высотой 1100 км на 900-километровую понадобится слой 30-микрометровой вольфрамовой пыли толщиной в 30 км и общей массой "всего" в 20 тонн. Процесс искусственного снижения мусора при этом растянется на 10 лет.

Микроскопические пылевые частицы, как уверяют авторы проекта, не будут угрожать работе спутников. Поскольку микрометеориты космического мусора ежедневно доставляют

огромные объёмы пыли к Земле, дополнительные 20 тонн вольфрамовой пыли не нарушат установившегося природного равновесия.

Предложенный способ очищения ОКП от мусорных орбитальных экскретов достоин внимания, однако он совершенно не проработан технически и имеет немало «подводных камней». В качестве замечаний к нему следует указать на неопределённость вопросов доставки и распыления металлической пыли на заданных высотах. Как можно сформировать в условиях невесомости равномерный пылевой слой? Не возникнет ли при распылении частиц облако неопределённой конфигурации и нерегулируемых размеров? Как привнесённая в ОКП пыль может повлиять на прохождение солнечной радиации к Земле и не окажет ли она негативного экранирующего воздействия на теплообмен, а значит и на климат планеты?

Кроме технических проблем и вопросов следует иметь в виду международный характер такой акции, затрагивающей интересы всего человечества. Поэтому необходимо проведение обсуждения этой проблемы научным международным сообществом.

Буксировка орбитальных экскретов на «космическое кладбище» и за пределы околоземного космического пространства

Ни в околоземном космическом пространстве, ни в Космосе нет межгосударственных границ, поэтому долгое время космические державы размещали свои спутники там, где считали нужным. В результате «ёмкость» удобных орбит уже сегодня практически исчерпана. На низких околоземных орбитах, то есть на высотах до двух тысяч километров, сегодня находятся несколько сотен активных и более двух с половиной тысяч уже не действующих спутников, и численность этой летающей орбитальной свалки стремительно растёт. Ещё хуже обстоят дела на геостационарной орбите, расположенной на высоте ~ 36 тысяч километров. Её главное достоинство в том, что находящиеся на ней спутники неподвижны относительно Земли. Это позволяет вести с них наблюдение и обеспечивать надёжную связь на территории, превышающей 90% земной поверхности.

Обычно спутник - например, спутник связи, - используется от пяти до десяти лет. Потом он технологически и физически устаревает, и ему на смену запускают новый. Сегодня 95% спутников - попросту металлолом, и этот хлам способен захламлять ОКП веками. Время орбитального существования экскретных объектов T_0 в космическом пространстве очень велико. На геостационарной орбите T_0 может достигать миллионов лет, на низких околоземных орбитах T_0 оценивается от нескольких сотен до нескольких тысяч лет.

Из-за «перенаселённости» некоторых орбит возникают аварийные ситуации. По расчётам специалистов, при такой тесноте на геостационарной орбите высока вероятность возникновения так называемого «каскадного эффекта», то есть цепи последовательных столкновений, способных привести не только к разрушению действующих космических аппаратов, но и к образованию огромного количества мелкого мусора. Чтобы предотвратить перенасыщение геостационарной орбиты орбитальными экскретами, ООН объявила её «ограниченным природным ресурсом». Теперь места там «выдаются» строго по заявкам претендующих на это стран.

Чтобы решить проблему дефицита места на геостационарной орбите, на международном уровне было предложено уводить вышедшие из строя спутники на так называемую «орбиту захоронения», расположенную на высотах в 200-300 километров выше рабочей орбиты.

Проблема такого очищения загруженной орбиты в необходимости дополнительного топлива для транспортировки спутника на «орбиту захоронения».

Это дорогое «удовольствие» - доставка каждого килограмма груза в ОКП обходится в десятки тысяч долларов. Никакое государство не хочет нести эти дополнительные расходы. Поэтому сегодня лишь треть отслуживших свой срок спутников уводятся на «орбиту захоро-

нения», весь прочий металлолом остаётся на геостационарной орбите, угрожая безопасности исправных спутников.

Что же касается более низких орбит, то очистить их от вышедших из строя космических аппаратов в принципе возможно путём использования остатков неизрасходованного топлива для перевода спутников на траекторию снижения. Можно применить другие устройства и методы для торможения космических аппаратов и их скорейшего вхождения в плотные слои атмосферы. Вот только сгорают они там, к сожалению, не всегда.

Опыт последних лет показал, что крупные объекты вроде орбитальных станций сгорали при входе в атмосферу лишь на 60-90 процентов. Остальная часть их конструкций развалилась на множество фрагментов, которые рассеивались на площадях в несколько тысяч квадратных километров. Несколько раз дело чуть было не дошло до радиоактивного заражения местности. Случаи падения космических аппаратов с ядерными источниками энергии - двух советских и одного американского - имели место в период выполнения соответствующих программ и были связаны с аварийными ситуациями.

Наиболее радикальным средством освобождения ОКП от орбитальных отходов и мусора, безусловно, было бы удаление этих экскретов за пределы околоземного пространства. Такие способы активно обсуждаются мировым научным сообществом, но практическое их воплощение, по-видимому, дело далёкого будущего.

В заключение отметим, что дорогостоящая уборка орбитального мусора потеряет смысл, если Человечество продолжит бездумно загрязнять ОКП. Осознание этого факта постепенно овладевает умами. В частности, поэтому космические державы подписали соглашения, согласно которым они обязуются принять меры по уводу отработавших свой срок КА с околоземных орбит. Однако сход с орбиты требует большого количества топлива, которое могло бы использоваться для продления срока службы спутников. В связи с этим учёные активно ищут доступные способы освобождения ОКП от отработавших спутников и космических станций.

Анализ существующих на сегодняшний день проектов показал, что эффективное и малозатратное очищение околоземного космического пространства в настоящее время не представляется возможным ни технически, ни экономически. Все совместные усилия стран-разработчиков РКТ должны быть направлены на то, чтобы меньше мусорить. Для этого необходимо:

- предотвращать самопроизвольные взрывы в космосе, то есть избавляться от остатков топлива при завершении работы космического аппарата;
- сократить срок пребывания в ОКП отработавших орбитальных объектов до 25 лет;
- запретить преднамеренные разрушения космических объектов, находящихся на орбите (такие работы производятся иногда для предотвращения падений крупных несгоревших частей космического объекта на населённые районы планеты);
- в обязательном порядке уводить отработавшие свой срок спутники с широко используемых заселённых орбит на более высокие или мало используемые орбиты (на «кладбища орбитальных отходов»).

Процесс цивилизованного становления космической отрасли весьма проблематичен и связан с огромными материальными затратами, но ему не существует альтернативы. Благодаря совместным усилиям ведущих космических держав проблема орбитального мусора будет успешно решаться, а безопасность космических полетов — неуклонно повышаться.

Что же касается проблемы космического мусора в целом, то бороться с ним надо так же, как и с мусором на Земле: не допускать его возникновения. И так же, как на Земле, это связано со значительными расходами. Но другого пути нет - в этом все участники ракетно-космической деятельности единодушны.

3 АСТЕРОИДНАЯ ОПАСНОСТЬ

3.1 Перспективная система защиты Земли от столкновений с опасными космическими объектами

В последние годы у мировой общественности и в научных кругах проявляется значительный интерес к проблеме предотвращения столкновений с Землей крупных космических тел (астероидов, комет). Подобные столкновения могут привести как к локальным катастрофическим явлениям, так и к глобальной катастрофе. Падение на Землю метеорита типа Тунгусского, при современной насыщенности мира опасными производствами, может привести к материальным потерям на миллиарды долларов. Столкновение с астероидами более крупных размеров – диаметром порядка 1 км – угрожает существованию цивилизации в целом. По существующим в настоящее время оценкам, несмотря на малую вероятность падения астероидов на Землю, вероятность риска гибели индивидуума в результате столкновения сравнима с вероятностью гибели в авиакатастрофе, от землетрясения или урагана. Все это выдвигает проблему защиты Земли от подобных столкновений в ряд актуальных для современного мира.

Слайд 16

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛИ СВЯЗАНО С РЕШЕНИЕМ ЦЕЛОГО РЯДА ЗАДАЧ:

- ☐ в результате исследований будет получен уникальный объем научной информации об астероидах – важнейших объектах Солнечной системы, имеющей непосредственное отношение к разработке принципиально новых военных технологий;
- ☐ впервые в истории человеческого общества большие финансовые и материальные средства будут сосредоточены не на решении лишь военных задач, а на решении мирной проблемы, имеющей общемировое значение;
- ☐ полученные в ходе реализации столь крупного проекта технические решения будут способствовать сохранению и дальнейшему прогрессу цивилизации.

Создание системы защиты Земли (СЗЗ) от столкновения с опасными космическими объектами (ОКО) приведет к решению целого ряда дополнительных задач:

- в результате исследований будет получен уникальный объем научной информации об астероидах – важнейших объектах Солнечной системы, имеющих большое значение для

космического будущего человечества, будет накоплен уникальный опыт мирного интернационального сотрудничества в области, имеющей непосредственное отношение к военным технологиям;

- впервые в истории человеческого общества большие финансовые и материальные средства будут сосредоточены не на решении военных задач, а на решении мирной проблемы, имеющей общемировое значение;

- полученные в ходе реализации столь крупного проекта технические решения будут способствовать сохранению и дальнейшему прогрессу цивилизации.

При взаимодействии астероидов и комет с атмосферой Земли происходит образование воздушной ударной волны. Температура на фронте волны столь высока, что с его поверхности излучается тепловой поток большой мощности. В результате взаимодействия астероида или кометы с атмосферой происходит его разрушение на отдельные фрагменты и абляция этих фрагментов. При небольших размерах ОКО происходит полное сгорание ОКО или его фрагментов в верхних слоях атмосферы. Начиная с некоторых минимальных размеров ОКО и в зависимости от типа ОКО и скорости соударения, разрушение происходит вблизи поверхности Земли и имеет характер взрыва. При этом возможны существенные разрушения на поверхности Земли и образование крупномасштабных пожаров. При еще больших размерах фрагменты ОКО достигают поверхности Земли и производят удар по ней. В результате образуется кратер, масса грунта выбрасывается в атмосферу, приводя к ее запылению, в результате чего возможны долговременные или даже катастрофические изменения климата.

При ударе о грунт возникает мощная сейсмическая волна, при ударе о воду возможно образование цунами.

Столкновение с очень крупным метеорным телом может привести к полной гибели цивилизации на Земле. Большое число химических заводов, атомных электростанций и других объектов, разрушение которых приведет к региональной катастрофе. В связи с этим все большее внимание уделяется изучению падения тел «средних размеров». Такие тела падают на Землю не часто – примерно один раз в 100-300 лет.

Собственно для перехвата ОКО необходимо доставить средства воздействия к его поверхности. В качестве средств доставки могут использоваться существующие либо специально созданные ракетно-космические системы. В зависимости от типа средств воздействия и их габаритно-массовых характеристик требования к средствам доставки могут превысить достигнутые в существующих ракетных системах параметры. Это приводит к необходимости рассмотрения перспективных систем, в частности, перспективных двигательных установок – ядерных, электроядерных и т.п.

Сближение и взаимодействие с ОКО может происходить на скоростях, существенно превышающих скорости, типичные для военных систем. При этом возникает задача создания надежной автоматики, обеспечивающей наведение, сближение и заданный режим воздействия на ОКО.

Собственно воздействие на ОКО может быть произведено с помощью ядерного взрыва вблизи его поверхности, кинетического удара о поверхность ОКО большой массы, либо воздействием излучений от мощных источников энергии, например, лазерного излучения. Под действием взрыва (удара) часть вещества ОКО испаряется. В результате разлета испаренного вещества в теле ОКО распространяется ударная волна. Это приводит к выбросу вещества с поверхности ОКО и разрушению (дроблению) самого ОКО или его части.

ВОЗМОЖНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОПАСНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

- ❑ изменение траектории ОКО под действием импульса, уносимого выброшенным веществом ОКО (мягкое воздействие);
- ❑ дробление ОКО на фрагменты, которые по мере сближения с Землей расходятся в пространстве и сгорают в верхних слоях атмосферы (сильное воздействие).

При этом возможно два варианта результата воздействия:

- изменение траектории ОКО под действием импульса, уносимого выброшенным веществом ОКО (мягкое воздействие);
- дробление ОКО на фрагменты, которые по мере сближения с Землей расходятся в пространстве и сгорают в верхних слоях атмосферы (сильное воздействие).

В зависимости от высоты взрыва над поверхностью ОКО меняется степень воздействия. При заглубленном взрыве в теле ОКО достигается максимальное для данной мощности воздействие. Таким образом, возникают задачи:

- определения импульса, уносимого веществом ОКО, при взрывах (ударах) различной мощности (массы и скорости);
- определения степени и характера разрушения ОКО при взрывах (ударах) различной мощности (массы и скорости);
- рассмотрения способов заглубления ядерных взрывных устройств в тело ОКО.

При создании СЗЗ необходимо также учитывать возможные экологические последствия, которые возникнут как в результате производства и отработки элементов системы, так и при ее функционировании.

В свою очередь и Европейское космическое агентство озаботилось проблемой защиты планеты Земля от столкновения с крупными астероидами. ЕКА объявило своеобразный конкурс идей по защите планеты от этой внеземной угрозы.

На своем сайте ЕКА разместило сообщение с призывом к исследователям поделиться своими мыслями по поводу того, как уберечь Землю от астероидов-«убийц». Свежие идеи должны помочь проекту «AIDA» (Asteroid Impact and Deflection), который направлен на защиту планеты от попадания опасных небесных тел.

Проект предлагает направить два небольших космических корабля навстречу двойному астероиду. В европейской миссии участвует американская лаборатория прикладной фи-

зики Джона Хопкинса, которая занимается разработкой этих аппаратов. Согласно плану, один из них должен столкнуться с меньшим из двух астероидов. Столкновение позволит изменить скорость вращения обоих небесных тел друг вокруг друга, а оценить результаты воздействия смогут при помощи специального зонда. Специалисты пытаются как можно точнее смоделировать эту ситуацию и разрабатывают технологию по изменению траектории астероидов в нужном направлении.

3.2 Новый способ защиты Земли от астероидов

Техасский университет А&М (США) вместе с Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) разрабатывают способ «мягкого увода» приближающихся к Земле астероидов с опасной для человечества орбиты. На ближайшие годы намечена обкатка методики на практике, а первая антиастероидная миссия может начаться в 2021 г.

Опасность, исходящую от астероидов, не стоит недооценивать: более чем серьёзные столкновения, грозящие всему живому, происходят до нескольких раз в миллион лет. Самое значимое событие — встреча с десятикилометровым астероидом — привело к образованию кратера диаметром до 300 км. (К слову, существует мнение, что кратер подо льдами земли Уилкса, что в Антарктиде, имеет диаметр в 500 км.) Но для нас с вами потенциально опасны даже небольшие небесные тела: если крупнейший на территории нашей страны ударный кратер находится в безлюдном районе, то Пучеж-Катунский кратер располагается всего в 80 км от Нижнего Новгорода. И хотя его диаметр не превышает «каких-то» 80 км, по имеющимся оценкам, подобное столкновение на столь близком расстоянии от большого населённого пункта может вызвать колоссальные жертвы и разрушения просто за счёт ударной волны. Да и частоту такого события мы можем оценивать не вполне верно: каждый год только в России находят несколько новых крупных ударных кратеров. Последнее падение метеорита произошло в Челябинске 15 февраля 2013 года. Метеорное тело взорвалось в окрестностях Челябинска на высоте 15—25 км. По числу пострадавших (1613 человек) падение этого метеорита не имеет аналогов в мировой документированной истории, хотя в китайских источниках и встречаются упоминания о летальных случаях, связанных с падением метеоритов.

А падение большого астероида у морского побережья способно инициировать цунами — титаническое по сравнению с прошлогодним японским.



*Астероид Апофис невелик, но, попав в океан, он может вызвать крупнейшее цунами в истории человечества.
(Изображение НАСА)*

НОВЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛИ ОТ АСТЕРОИДОВ



Идея создания альтернативной стратегии отклонения орбиты потенциально опасных астероидов с использованием эффекта Ярковского.

«Подсистема управления альбедо» предполагает действия зонда, использующего трибоэлектрический эффект и распыляющего тёмный или светлый порошок для изменения альбедо астероида, результатом чего станет модификация его орбиты.

Исследовательский центр НАСА им. Эймса сотрудничает с Техасским университетом A&M в проекте по борьбе с астероидной угрозой. Работы ведутся в рамках инициативы Apophis Mitigation Technology Mission (AMTM). Она предполагает изменение до 2036 года траектории астероида Апофис, сближение которого с Землёй в 2004 году наделало столько шума. Профессор Дэвид Хайленд, с 1997 года работающий над этой темой, выдвинул идею о создании альтернативной стратегии отклонения орбиты потенциально опасных астероидов с использованием эффекта Ярковского.

Этот эффект впервые был сформулирован И.О. Ярковским в 1900 году. Но лишь в 2003-м развитие технических средств позволило научно подтвердить эту идею. Суть эффекта в том, что световое давление от солнечных лучей днём отталкивает небесное тело от Солнца; ночью испускаемое в космос тепловое излучение придаёт более слабый, но всё же значимый импульс в противоположную сторону. Из-за этого импульса (как правило, в доли ньютона) орбита астероида постепенно меняется. Концепция профессора Хайленда в том, чтобы доставить к опасному астероиду космический зонд, который, предварительно обследовав небесное тело, затем распылит на его поверхности светлое/тёмное порошкообразное вещество, повышающее/понижающее альбедо астероида. Причём точка распыления не очень важна — любое изменение траектории небесного тела, идущего наперерез Земле, уведёт его с опасной орбиты.

Думается, этот способ безопаснее посылки к астероиду ракет с ядерными или обычными боеголовками, который рассматривался ранее. Проблема ракет — в малой предсказуемости точных параметров соударения и воздействия ракетного удара на траекторию небесного тела. После взрыва, несомненно, образуется большое количество осколков, значительная часть которых может попасть на (в) Землю. Да ещё и с наведённой радиацией от ядерного фугаса...



Увы, падение на сушу тоже может быть весьма разрушительным: по расчётам НАСА, энергия соударения может составить 500 мегатонн тротилового эквивалента.

Разработанная под руководством г-на Хайленда «Подсистема управления альбедо» предполагает действия зонда, использующего трибоэлектрический эффект и распыляющего тёмный или светлый порошок для изменения альбедо астероида, результатом чего станет модификация его орбиты. Первым «полигоном» для этого метода выбран Апофис. Скорее всего, сначала будут проведены околоземные тесты (с борта космического корабля), в ходе которых испытают возможности трибоэлектрического эффекта.

Собственно миссия к астероиду-жертве может занять около двух с половиной лет.

Оптимальное время запуска — февраль 2021 г. Встреча с Апофисом произойдёт в сентябре того же года. Первоначально зонд будет лететь рядом с астероидом, изучая его массу и иные параметры. В апреле 2022-го аппарат приблизится на 200 м к поверхности небесного тела. После этого зонд целый год будет пытаться мягко увести астероид с опасной орбиты с помощью своей относительно небольшой гравитации. Если это не удастся (он всё же весьма мал), в действие вступит вторая часть плана: полёт над Апофисом и посыпание его порошком, изменяющим отражательную поверхность.

Хотя в самой миссии наличествуют серьёзные сложности, это, бесспорно, наиболее безопасный из имеющихся на сегодня способов борьбы с астероидной угрозой.

3.3 Российское решение задачи защиты Земли от астероидов

Российскими учеными разработан новый способ защиты Земли от падения космических объектов. Они предложили сбивать астероиды с угрожающей нашей планете траектории с помощью ударов других астероидов.

Н. Эйсмонт, ведущий научный сотрудник Института космических исследований РАН пояснил, что речь идет о том, чтобы направлять малые астероиды на большие. Дело в том, что для изменения в желаемом направлении траектории астероида-снаряда может использоваться гравитационный маневр у Земли. С его помощью можно получить увеличение скорости до 3 км в секунду – это при том, что для вывода такого маневра на траекторию достаточно добавить астероиду только 2,5 метра в секунду.

ВОЗМОЖНАЯ СХЕМА УСТРАНЕНИЯ АПОФИСА С ОРБИТЫ

19

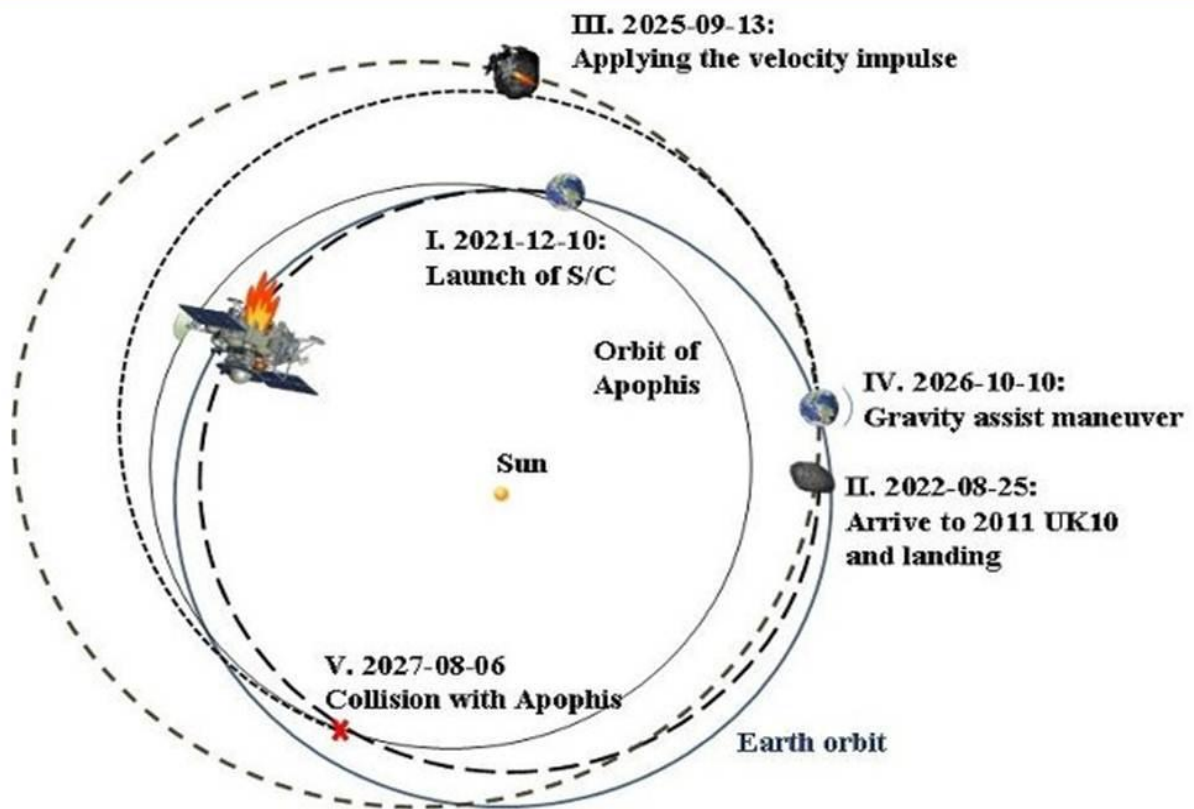


Иллюстрация: ИКИ РАН/МИЭМ ВШЭ/KinetX

Группа ученых, членом которой является Н. Эйсмонт, и другие ученые из Института космических исследований и Московского института электроники и математики под руководством Д. Данхэма (США) создает в РФ лабораторию, где будет разрабатываться математическое моделирование способов защиты Земли от астероидно-кометной опасности. На текущий момент ученые уже подготовили непосредственный проект защиты нашей планеты от удара астероида Апофис.

Это 300-метровое космическое тело было открыто учеными в 2004 г. Первоначально данное открытие вызвало некоторый ажиотаж — расчеты исследователей показали, что существует вероятность в 2,7 процента, что астероид столкнется с нашей планетой в 2029 г. Однако, новые данные все-таки исключили эту угрозу.

Ученые отмечают, что после тесного сближения с Землей в 2029 г. орбита астероида может измениться, то есть пока нельзя полностью исключить существующий риск столкновения астероида с Землей в 2036 г. Прогноз исхода такого события — взрыв, эквивалентный паре сотен мегатонн тротила, с образованием на месте столкновения кратера диаметром несколько км.

Ученые предложили разогнать выбранный астероид-снаряд методом проведения гравитационного маневра и таким образом сбить Апофис с пути. Такой гравитационный маневр дает возможность значительно разогнать космический аппарат с помощью тяготения планеты, именно таким образом многие межпланетные аппараты отправляют на далекие окраины нашей звездной системы практически без затрат топлива.

Расчеты продемонстрировали, что для создания гравитационного маневра у нашей планеты астероида-снаряда диаметром 15 м и массой 1,4 тыс. т вполне достаточно 1,2 т топлива и двигателя тягой около 30 кг.

Исследователи предлагают первоначально запустить с помощью ракеты «Союз» аппарат-маяк, этот аппарат будет посажен на астероид Апофис (проект маяка сейчас разрабатывается в ИКИ и в НПО имени Лавочкина). Второй аппарат, который будет двигателем для «снаряда», будет запущен на ракете «Протон».

Самой подходящей кандидатурой астероида-снаряда ученые на сегодня считают астероид 2011 UK10. Для совершения операции по изменению траектории Апофиса в июне 2027 г., двигатель следует запустить примерно в декабре 2021 г, а непосредственная посадка должна произойти в августе 2022 г.

Существуют и другие идеи защиты Земли от астероидов: использование тяжелого спутника, чье тяготение будет постепенно менять траекторию астероида и даже окраска космического объекта светоотражающей краской, что должно увеличивать давление солнечного света. Однако их эффективность прогнозируется как меньшая, кроме того – такие методы требуют больших сроков реализации.

ВЫВОД

- ❑ Для обеспечения космической безопасности к началу XXI века были созданы уникальные ракетно-космические комплексы и производственная инфраструктура космонавтики.
- ❑ Возможность эффективного использования космической инфраструктуры для защиты планеты Земля в космосе и из космоса в первую очередь будет определяться перспективами появления принципиально новых технологий XXI в.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения космической безопасности к началу XXI века были созданы уникальные ракетно-космические комплексы и производственная инфраструктура космонавтики. Справедливости ради следует отметить, что сегодня космонавтика переживает далеко не лучшие времена, ожидая следующего рывка в своем развитии на принципиально новых технологиях XXI в. Перспективы этого рывка по-прежнему в первую очередь будут определяться возможностью использования космической инфраструктуры для защиты планеты Земля в космосе и из космоса.

Помимо решения чисто военных задач появится потребность в решении экологических задач с использованием космических средств. К ним, в частности, относятся: прогнозирование землетрясений и извержений вулканов; предсказание ураганов, антициклонов и тайфунов; восполнение атмосферного озона; очистка космоса от "космического мусора" и др. Кроме того, Земле на протяжении всей ее истории вполне реально грозила и грозит астероидная опасность. Не проходило ни одного столетия без космических катастроф. Поэтому использование космических средств для поиска и уничтожения астероидов и комет, расчета вероятности их падения или пролета вблизи Земли – задачи, решение которых значительно повышает шансы человечества на выживание.

Другими словами, перед космонавтикой стоит еще много задач, решить которые предстоит нашим потомкам в XXI в.