

Черногор Л.Ф., доктор физ.-мат. наук, профессор ХНУ имени В. Н. Каразина,
лауреат Премии СМ СССР, лауреат Государственной премии УССР в области науки и техники

ЭКОЛОГИЯ КОСМОСА

НОВАЯ ПРОБЛЕМА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Нельзя допустить, чтобы люди направляли на свое собственное уничтожение те силы природы, которые они сумели открыть и покорить.

Ф. Жолио-Кюри

Мы все заслуженно гордились достижениями советской космонавтики. СССР часто был первым в космосе. Первый ИСЗ. Первый полет человека в космос. Первые полеты в конце 1950-х гг. советских ракет к Луне.

В 60-70-е гг. XX в. в Советском Союзе выполнены пионерские исследования Луны (вспомним знаменитые «Луноходы»), атмосферы и поверхности Венеры, включая мягкую посадку на эту отнюдь не гостеприимную планету. Только в Советском Союзе регулярно запускались орбитальные станции. Пожалуй, лишь одну битву СССР проиграл США — битву за Луну. Ее покорили американские астронавты.

В течение полувека космонавтика прошла трудный, но славный путь. С помощью космических аппаратов земляне изучали все планеты Солнечной системы, их спутники, астероиды и кометы. Космические аппараты «Pioneer-10», «Voyager 1» и «Voyager 2» с посланиями землян стартовали около 30 лет тому назад. За это время они удалились от нашей планеты на расстояние, в несколько раз превышающее радиус Солнечной системы. И что удивительно — радиосвязь с посланниками человечества продолжается и поныне.

Сегодня ни одна развитая страна мира не может обойтись без мобильной связи, телевидения, радиосвязи, средств наблюдения за опасными участками земной поверхности, космической навигации, космической разведки и т.п. И все это заслуги ИСЗ и космонавтики.

Украина также относится к космическим державам. Всего шесть стран мира могут сделать космическую ракету. Такие развитые страны, как Великобритания, Германия и Франция, в одиночку не могут спроектировать, изготовить и запустить крупную ракету. Они объединяют свои усилия. С этой целью создано Европейское космическое агентство. Чуть больше 10 стран мира могут изготовить свой спутник. Украина может и то, и другое.

У космических исследований есть также и «обратная сторона»: запуски ракет, разрушение и падение фрагментов космических аппаратов приводят к серьезным экологическим проблемам на Земле и в космосе.

Цель этой статьи — показать «подводную часть космического айсберга», рассказать о малоизвестных фактах космической деятельности человечества и проанализировать негативные стороны этой деятельности.

ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ

Противостояние двух ядерных сверхдержав. Космическая эра началась не 4 октября 1957 г. (как принято считать), а несколько раньше. Уже в середине 50-х гг. прошлого века ракеты С.П. Королева достигали космических высот, но дальность их полета сначала была всего несколько сот километров. Да и предназначались они совсем не для мирных целей. Ракеты должны были поразить ядерными боеголовками потенциального агрессора. Ракетостроение в те годы двигали исключительно военно-политические задачи. Дело в том, что к 1957 г. в США стояло на вооружении десятки тысяч боеголовок с суммарным энерговыделением до 20 гигатонн (что эквивалентно энерговыделению 1,5 млн боеголовок, сброшенных на Хиросиму). Все боеголовки были нацелены на города и объекты СССР. Они могли превратить в пустыню территорию площадью около 10 млн квадратных километров (площадь СССР составляла 22,4 млн квадратных километров). Примерно четвертая часть американских боеголовок «предназначалась» для территории Украины.

Ядерный потенциал СССР в 1957 г. не превышал 10 мегатонн, т. е. был в две тысячи раз меньше американского. Да и вероятный противник находился за океаном. Советскому Союзу крайне нужны были «дальнебойные» ракеты — носители ядерных зарядов.

Упомянем об одном событии. Оно было исключительно важным, в том числе и с экологической точки зрения. Впервые в космос при помощи боевой ракеты было выведено ядерное оружие. Ракета Р-5М с ядерной боеголовкой на борту в 80 килотонн (что эквивалентно 7 бомбам, сброшенным на Хиросиму) стартовала 2 февраля 1956 г. с первого советского ракетодрома Капустин Яр (Астраханская обл.), вышла в космос, пролетела 1200 километров и поразила наземную цель в районе Аральских Каракумов. Никто из вероятных противников СССР не зарегистрировал космическую ядерную бомбардировку. И поэтому не испугался. Испугались свои. М.С. Рязанский — один из главных конструкторов, впоследствии академик, удостоенный за описанное успешное испытание звания Героя Социалистического Труда — спросил С.П. Королева и других своих коллег: «...А вы не боитесь, что всех нас когда-нибудь будут судить как военных преступников?»

Прошло всего несколько лет, ракеты Р-5М были приняты на вооружение, оснащались они мегатонными боеголовками. Одна такая бомба была равноценна 80 бомбам, сброшенным на Хиросиму.

К 21 августа 1957 г. боевые ракеты С.П. Королева не только летали в космосе, но стали к тому же межконтинентальными. Они могли уничтожить противника на расстоянии 8 тысяч километров. Уязвимость США стала очевидной. Появление в СССР космических ракет большого радиуса действия предотвратило развязывание третьей мировой войны. Мало кто знает, что первые планы массированных ядерных бомбардировок СССР были разработаны еще в конце 40-х гг. XX в. (американский план «Drop Shot»).

После полета первой советской межконтинентальной боевой ракеты в августе 1957 г., хорошо охладившей пыл заокеанских стратегов, С.П. Королев «мог позволить себе» осуществить запуск первого мирного ИСЗ (4 октября 1957 г.).

Проблема экологии космической деятельности возникла практически после первых запусков крупных ракет, однако потребовались десятилетия, чтобы осознать всю ее серьезность. Вспоминается такой случай.

Диалог автора с академиком. В конце 70-х гг. прошлого века в Москве проходила конференция по космическим исследованиям. С пленарным докладом о перспективах космической деятельности в СССР выступал директор Института космических исследований АН СССР академик Г.И. Петров. Во время дискуссии автор задал ему два вопроса: «Влияют ли запуски ракет и космических аппаратов на атмосферу и околоземную космическую среду? Не приведет ли это к новой проблеме, связанной с экологией космоса?» На это академик ответил так: «Влияние запуска ракеты на среду можно сравнить с влиянием столкновения комара с движущимся поездом. Энергетика ракеты и околоземной среды несопоставима. Какая уж здесь экология?»

Г.И. Петров был прекрасным математиком и механиком. С точки зрения механики, влияние запусков космических аппаратов на среду не столь уж значительно. Но от экологических проблем уже тогда отмахиваться было нельзя. Об этом автору было известно больше, чем докладчику.

Дело в том, что в 70-е гг. XX в. и позже нашим коллективом активно велись исследования (конечно, совершенно секретные) физических процессов в околоземной среде, сопровождавших старты американских ракет. Автору хорошо было известно, что полеты космических аппаратов (КА) вызывают значительные возмущения в среде, которые распространяются на глобальные расстояния. Уже тогда мы не исключали, что запуски ракет могут вызывать спусковые процессы с энергией, значительно больше затраченной. Что же касается загрязнения среды в окрестности космодромов, то это было известно более широкому кругу людей.

Дальнейший ход космической деятельности показал, кто был прав тогда на научной конференции.



Рис. 1. Почти тысячу тонн продуктов сгорания выбрасывается в приземную атмосферу при старте «Space Shuttle»

ВЛИЯНИЕ ЗАПУСКОВ РАКЕТ НА ПОВЕРХНОСТЬ ПЛАНЕТЫ

О космодромах и ракетах. Космодромы есть в 12 странах мира. Наиболее активно используются 16 космодромов, в том числе четыре — Россией и столько же США. Площадь самого большого в мире космодрома, построенного на мысе Канаверал (США), составляет около 400 квадратных километров, а число стартовых комплексов — 48 (на Байконуре — 15).

Высота самой большой ракеты «Аполло» (именно с ее помощью были осуществлены пилотируемые полеты на Луну) превышала 100 метров, а масса была близка к 3 тысячам тонн. В настоящее время самая крупная ракета имеет массу около 2 тысяч тонн и высоту около 50 метров. Такая ракета в секунду сжигает почти 10 тонн топлива и выбрасывает в атмосферу далеко не безвредные продукты сгорания. Самые «маленькие» космические ракеты имеют массу около 100 тонн. Масса топлива в ракетах всех типов — почти 90% массы ракеты.

Наименее безобидным топливом считается жидкий водород.

В результате его сгорания образуется водяной пар. Такое топливо используется в ракетах-носителях «Space Shuttle» (США). Кроме того, в этих же ракетах находят применение и твердотопливные ускорители, которые приводят к очень вредным выбросам (рис. 1). Украинская ракета «Зенит-2», как и российская «Союз» («Русь»), использует керосин — сравнительно безобидное топливо. В российской ракете «Протон» применяется очень агрессивное и высокотоксичное топливо — гидразин, гептил (рис. 2).

Экологические последствия зависят от массы стартующих ракет, частоты запусков, т.е. грузопотока на орбиту. Последний составляет около 2200, 700 и 600 тонн в год для космодромов Байконур, мыс Канаверал и Плесецк соответственно.

Падение первых ступеней ракеты. Все ракеты имеют разное число ступеней — от 2 до 6. Нулевая и первая ступени ракеты-носителя работают около 1-2 минут. После сгорания топлива ступени отстреливаются и падают сравнительно недалеко (на рассто-



Рис. 2. Российская ракета-носитель «Протон» с наиболее вредным топливом



Рис. 3. Остатки первой ступени ракеты-носителя «Союз» после падения на поверхность Земли (Фото: J. Bendiksen)



Рис. 4. Один из упавших фрагментов ракеты-носителя (Фото: Jonas Bendiksen)

янии около 100 километров) от места старта ракеты. Вторые и третьи ступени падают на удалениях около 800 и 2500 километров соответственно (рис. 3-5). Для запуска ракет отчуждается участок земной поверхности площадью 1,5-5 тысяч квадратных километров. Только в СНГ под районы падений частей ракет отведены участки с суммарной площадью около 200 тысяч квадратных километров, что составляет 20% площади Украины.

Суммарная масса падающих ступеней изменяется от нескольких десятков до нескольких сот тонн.

Опасность представляют как сами ступени ракет, так и особенно остатки топлива, нередко токсичного. Например, нулевая ступень ракеты «Space Shuttle» имеет кинетическую энергию эквивалентную энергии, выделяющейся при взрыве нескольких тонн взрывчатки. Только в странах СНГ остатками топлива от ракет «Протон», «Циклон» и «Космос» загрязнено около 10 тысяч квадратных километров поверхности земли.

Особенно опасны со всех точек зрения взрывы ракет при старте или в первые минуты их полета (рис. 6).

Экологические последствия. Вот один из примеров нарушения экологического равновесия. Жители алтайского села Саратан рассказали, что первые несчастья у них начались еще в 1959 г. На альпийских лугах Алтая стали находить крупные обломки какой-то техники (многие думали — инопланетной, о Байконуре в селе еще ничего не знали). Стали гибнуть лошади, коровы и овцы. Постепенно была уничтожена практически вся растительность, исчезли прекрасные высокогорные цветы. Затем улетели птицы: косаки, белые куропатки, глухари, кукушки

и даже неприхотливые воробьи. Из окрестных лесов ушли лоси, волки и медведи, наступила мертвая тишина. Жители алтайских сел стали рано сесть, страдать от заболеваний почек и печени, гипертонии, наблюдались случаи выпадения волос, зарегистрировано много случаев онкологических и странных психических заболеваний. Были отмечены случаи рождения детей-уродов. Столичные врачи связывали все это с воздействием ракетного топлива гептила, но правду больным не сообщали — это в СССР было государственной тайной.

Тяжелое «ракетное наследие» не миновало и Украину. Сейчас об этом можно сказать. В районе городов Первомайск и Хмельницкий размещалось соответственно 40 и 90 боевых стратегических ракет на жидком топливе, готовых взлететь в сторону противника.

После отказа Украины от ракетно-ядерного оружия топливо стали сливать, а ракеты и шахты — уничтожать. Оставшееся топливо разместили в специальных хранилищах. Одно из них находится недалеко от г. Харькова. Сотни тонн ракетного топлива хранятся в обычных железнодорожных цистернах. К чему это может привести — нетрудно догадаться...

Падение отработавших свой срок КА. Определенную опасность представляют падения фрагментов КА, отработавших на орбите и более неуправляемых. Особенно если такие спутники имели ядерные силовые установки. Приведем примеры.

Для штатного затопления грузовых КА «Прогресс» отведен район в южной части Тихого океана, восточнее Новой Зеландии. Его площадь составляет несколько миллионов квадратных километров, что в несколько раз превышает площадь Украины.

Падение осколков вышедшей из строя орбитальной станции (ОС) массой около 100 тонн может привести к поражению населенных пунктов, опасных промышленных объектов, природных объектов. Угрожающая ситуация возникла 11 июля 1979 г. при падении обломков ОС «Skylab» (США). Фрагменты рассеялись на площади в несколько тысяч квадратных километров, задев север Австралии и южную часть Индийского океана.

Неуправляемым также было падение ОС «Салют» (СССР) массой около 40 тонн, которое произошло 7 февраля 1991 г. немного восточнее Южной Америки.

Управляемый спуск ОС «Мир» (СССР) массой 120 тонн имел место 23 марта 2001 г. на удалении около 3 тысяч километров к востоку от Новой Зеландии. Контролируемое падение орбитальной станции «Мир» обошлось России в 400 миллиардов рублей (в ценах 1997 г.).

Международная космическая станция будет иметь массу 400 тонн. Она создала и еще создаст новые проблемы безопасности. Еще большие угрозы возникнут при развертывании глобальных систем в ходе проектов индустриализации космоса.



Рис. 5. Космический мусор на поверхности Земли



Рис. 6. Взрыв американского космического челнока «Челленджер» 28 января 1986 г.

Но даже управляемые спуски ОС таят в себе большую опасность. Дело в том, что на ОС возникает собственная загрязненная атмосфера, в которой развиваются малоизученные микроорганизмы. За 11 лет функционирования ОС «Мир» на ней появилось 140 видов микроорганизмов, у некоторых из них сменилось около 190 тысяч поколений. По мнению японских специалистов, эти микроорганизмы-мутанты представляют собой бактериологическое оружие. Они уже ставят космонавтов в экстремальные условия и угрожают землянам. Как поведут себя микробы после падения ОС в океан — не ясно и сегодня.

В настоящее время на околоземных орбитах находится 58 объектов с ядерными и радиоизотопными установками. Их падение (а все КА рано или поздно падают) чревато серьезными экологическими последствиями. В 1978 г. советский КА «Космос-954» с ядерной энергоустановкой разрушился в атмосфере над Канадой, что привело к радиоактивному загрязнению около 100 тысяч квадратных километров земной поверхности, что более чем в три раза превышает площадь Харьковской области.

ВЛИЯНИЕ КА НА ПРИЗЕМНУЮ АТМОСФЕРУ

Эффекты в атмосфере. Путь в космос лежит через приземную атмосферу (высоты до 10-20 километров). Именно она первой принимает на себя удар стартующей ракеты. Здесь происходят наибольшие по массе выбросы продуктов сгорания. Здесь генерируются наибольшие по мощности акустические и электромагнитные (включая оптические) излучения.

Очевидец старта американской ракеты «Saturn-5» писал: «От не заглушенного рева двигателей находящиеся поблизости здания колебались, как при землетрясении. В 5 километрах от стартового комплекса рухнула крыша павильона телевизионной компании... Возникший грохот по уровню шума был сравним с извержением в 1883 г. вулкана Кракатау в Зондском проливе. Вызванная работой двигателей первой ступени воздушная ударная волна была зарегистрирована ... в 1770 километрах от места старта».

Другой очевидец отмечал: «Рев, сотрясение почвы и слепящий свет исходили от ракеты. Это ад — только и успел

подумать я. — Тысячи огненных лошадиных сил неудержимо рвались в небо, в космос. Я с трудом удерживался на ногах. Уши пришлось закрыть руками, но это мало помогло. Ветер повернул в мою сторону, дышать стало нечем. Я потерял сознание...» Очевидец в одном был не прав — в космос рвались не тысячи огненных лошадиных сил, а сотни миллионов.

Возьмем, к примеру, одну из наиболее экологически чистых ракет — КА «Space Shuttle». В результате работы двигателей в атмосферу выбрасывается около 1850 тонн продуктов сгорания, примерно половина этой массы — в приземную атмосферу. Одной соляной кислоты инжeksiруется в среднем 160 тонн, из них более 90 тонн — в приземную атмосферу. После этого на больших площадях наблюдаются обильные кислотные дожди.

Влияние на погоду и климат. Далекие от космоса дедушки и бабушки давно уверены, что «погоду испортили ракеты и спутники». А что думают об этом специалисты? Влияют ли запуски ракет на метеосостояние? До последнего времени такое влияние аргументированно отрицалось. Сейчас отдельные специалисты, проведя наблюдения, их статистическую обработку и компьютерное моделирование, пришли к выводу, что запуски всего 60 КА «Space Shuttle» в год должны привести к изменению метеосостояния по обе стороны Атлантики. Влияние запусков ракет на Байконуре является более локальным. Они обычно сопровождаются усилением осадков. Так ли это — покажет будущее. Если подобное влияние существует, то оно, скорее всего, связано со спусковыми эффектами и процессами самоорганизации в атмосфере.

Кроме рассмотренного воздействия, запуски КА сопровождаются тепловым, газодинамическим, электромагнитным воздействием струи, динамическим воздействием корпуса ракеты и другими эффектами.

Разрушение озоносферы. Этот слой атмосферы расположен на высотах 15-50 км, его максимум находится на высотах 20-30 километров. Озоносфера защищает планету от губительного воздействия солнечной ультрафиолетовой радиации. Например, уменьшение общего содержания озона на 10% приведет к увеличению количества заболевших раком кожи на 20%. Уничтожение озона происходит за счет выбросов хлора и оксидов азота. При стартах ракет ежегодно в атмосферу инжeksiруется около 5 тысяч тонн хлора и 100 тонн оксидов азота. Исследования показали, что твердотопливные ракеты наносят больший вред озоносфере, чем жидкостные. К счастью, пока что запуски КА способны разрушать озоносферу лишь вблизи места пролета ракеты, радиус возмущенной зоны не превышает нескольких километров. Глобальное влияние запусков при нынешней их интенсивности малó.

ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ГЕОКОСМОС

Геокосмос, т.е. околоземный космос, начинается на высотах около 100 км, где давление воздуха в миллион раз меньше, чем у поверхности Земли. Спутники летают обычно на высотах не менее 250-300 км, где давление газа уже уменьшилось примерно в 10 миллиардов раз. Верхняя граница геокосмоса простирается до высоты так называемых геостационарных ИСЗ (около 36 тысяч километров).

Благодаря сильной разреженности геокосмос значительно более уязвим, чем приземная атмосфера.

Космическая деятельность влияет на экологию геокосмоса по нескольким каналам. К ним относятся выбросы больших объемов химических веществ, часто отсутствующих в естественных условиях, инжeksiция акустической, электромагнитной и тепловой энергии, засорение околоземной среды фрагментами ракет и космических аппаратов («космическим мусором»). Рассмотрим это несколько подробнее.

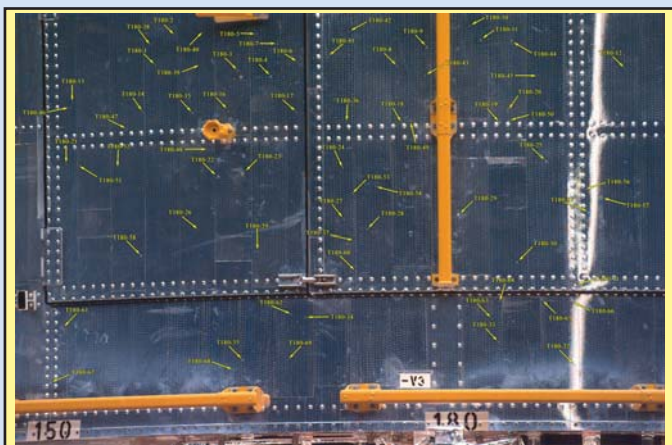


Рис. 7. Места попадания космического мусора, обнаруженные на корпусе телескопа Хаббл во время ремонта

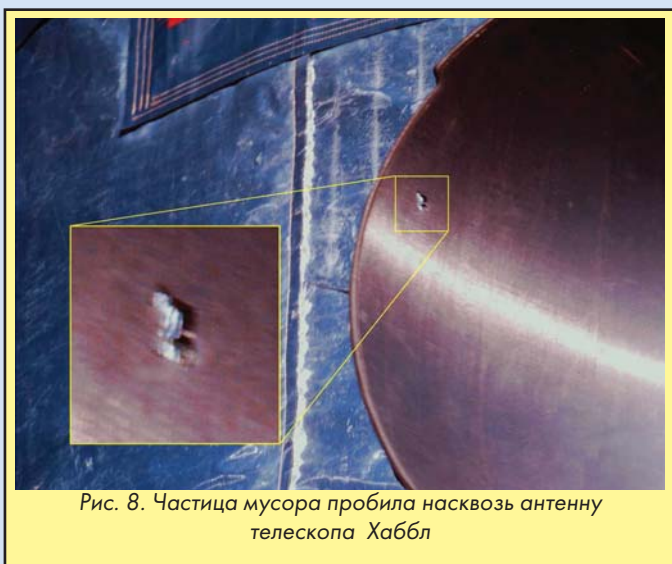


Рис. 8. Частица мусора пробила насквозь антенну телескопа Хаббл

Инъекция газов. При одном старте КА «Space Shuttle» в геокосмос инжектируется свыше 120, 4, 1, 0,08 тонн воды, водорода, азота и оксида азота соответственно. Заметим, что в геокосмосе содержится всего около 100 тонн водорода. Так что в результате 25 стартов этого КА масса водорода удваивается. Важно также и то, что молекулы воды быстро распадаются на водород и кислород, резко увеличивая массу антропогенного водорода в геокосмосе.

В результате запуска одной ракеты «Протон» в геокосмос выбрасывается свыше 32, 37, 20, 1, 0,5 и 40 тонн углекислого газа, воды, угарного газа, оксида азота, водорода и азота соответственно.

Водород антропогенного происхождения распространяется в геокосмосе на десятки тысяч километров, образуя характерное грибовидное облако. Концентрация атомарного водорода в нем на 1-10% превышает фоновое значение в течение нескольких недель после запуска ракеты.

Молекулы углекислого газа в течение недели распространяются на тысячу километров.

Инъекция энергии. Мощность акустического и электромагнитного излучений крупных ракет в геокосмосе достигает нескольких гигаватт (мощность одного блока атомной электростанции — 1 гигаватт). За сотню секунд энергия этих излучений составляет около 100 гигаджоулей, что эквивалентно энергии 25 тонн взрывчатых веществ. Ясно, что выделение такой энергии для геокосмоса не проходит бесследно.

Движущийся в геокосмосе КА также оказывает динамическое воздействие на среду, в результате которого в ней возникают волны различной физической природы. Они могут распространяться на расстояния в 1-10 тысяч километров от траектории ракеты.

Космический мусор. Прославленный советский космонавт А.А. Леонов, первый вышедший в космос, как-то в 80-х гг. прошлого века рассказал автору, что во время первой своей прогулки в космосе в руках у него оказалась крышка от какого-то прибора. Сначала он хотел ее выбросить, а затем подумал: «Нечего засорять космос». Космос тогда, в середине 60-х гг. XX в., казался безбрежным, и никому не приходило в голову, что его можно «засорить». Но прошло несколько десятилетий и в геокосмосе стало тесно. От космического мусора. Этот мусор состоит из закончивших свою активную работу ИСЗ, последних ступеней ракет, разгонных блоков, обломков ракет и спутников, возникших в результате преднамеренных и аварийных взрывов. Необходимо помнить, что от 4 до 10% запусков ракет являются аварийными.

За 50 лет космической эры в геокосмос запущено около 24 тысяч искусственных космических объектов (около 500 штук в год). Почти 8 тысяч из них находятся на околоземных орбитах. (Как известно, чем больше высота орбиты, тем дольше «живут» там КА.) Более 16 тысяч упомянутых объектов упали на поверхность Земли (около 400 штук в год, в среднем падает один объект в сутки). Объекты площадью 1-10 квадратных метров падают с частотой один раз в неделю, причем каждый десятый не разрушившись полностью. К счастью, люди при этом практически не страдали. Были случаи гибели животных (например, при падении ОС «Skylab»). В среднем на всех орбитах находится около 600 действующих КА.

Фрагменты космического мусора имеют относительную скорость около 10 км/с. Поэтому даже «космическая соринка» массой в 1 грамм имеет кинетическую энергию около 50 тысяч джоулей. Такая же энергия выделяется при взрыве 120 грамм взрывчатого вещества, достаточной для подрыва, например, автомобиля. Один из американских астронавтов поведал, что во время космического полета в иллюминатор корабля «Space Shuttle» попала «соринка» (как оказалось, частичка краски) диаметром около 0,2 мм с относительной скоростью около 6 км/с. Она оставила воронку (кратер) диаметром 2,4 мм и глубиной 0,63 мм. Стекло было повреждено в пределах круга диаметром 4 мм. Примеры повреждений КА при столкновении с микрочастицами показаны на рис. 7, 8.

Добавим, что средняя частота столкновений КА на высоте 400 километров с телом размером около 0,1 мм составляет одно событие в сутки. Так что полеты космонавтов (астронавтов) в космос — отнюдь не увеселительная прогулка. Им есть за что присваивать звание «Героя» и платить «большие» зарплаты.

Размеры фрагментов космического мусора изменяются от долей миллиметра до 5-6 метров. Только фрагментов размером более 10 см в геокосмосе находится около 8 тысяч. За ними ведется постоянное слежение, все данные о них занесены в специальные каталоги (рис. 9). Масса этих фрагментов превышает 3 тысячи тонн.

Число фрагментов размером от 1 до 10 см превышает 300 тысяч (рис. 10). Число же частиц размером меньше 1 см составляет несколько сот миллионов. При столкновении двух фрагментов происходит их дальнейшее дробление. Начиная с какого-то времени этот процесс может стать лавинообразным. После этого доголе небезопасные полеты в космос станут вообще невозможными. Одновременно с этим безвозвратно изменятся физические свойства собственно геокосмоса. В результате преобразится состав газа в геокосмосе, появятся

чуждые ему элементы. Возможные последствия этих изменений пока предсказать трудно.

Заметим, что уже сейчас масса космического мусора сравнима с полной массой газа в геокосмосе на высотах больше примерно 450-500 км. Дробление мусора пока что происходит в основном в результате взрывов (в среднем 5 взрывов в год).

Самыми «засоренными» оказались орбиты ИСЗ на высотах 500-600, 800-900, 1400-1500 километров и 36-40 тысяч километров. Наибольшая плотность мусора находится в диапазоне высот 800-900 км.

Последствия милитаризации космоса. Еще в 60-е гг. XX в. американский президент Л. Джонсон заявлял: «Тот, кто господствовать будет в космосе — тот будет господствовать и на земле». В эпоху холодной войны милитаризация космоса была просто неизбежной. В 1983 г. была провозглашена пресловутая рейгановская программа «звездных войн». И хотя американская СОИ (стратегическая оборонная инициатива — многоэшелонированная противоракетная оборона (ПРО) США) не была реализована, США не отказались от идеи создания ПРО с элементами космического базирования. Объем испытаний элементов ПРО все увеличивается. За США пытается угнаться КНР.

18 января 2007 г. в 22:28 мирового времени в Китае проведено третье (и первое успешное) испытание противоспутникового оружия. В качестве цели был выбран отработавший свой ресурс китайский метеоспутник FY — 1С, запущенный в 1999 г. Спутник массой около 850 кг, находившийся на орбите 850 км, был поражен баллистической ракетой КНР. В результате разрушения ИСЗ образовалось около 800 обломков размером 10 см и более, 40 тыс. обломков размером 1 — 10 см и более, 2 млн обломков размером 1 — 10 мм. Это был необдуманный шаг (или демонстрация силы) китайских военных. Специалистам хорошо известно, что космический мусор на этих высотах существует десятки лет. Кроме того, именно орбиты 800 — 900 км относятся к наиболее «перенаселенным». На этих высотах летают навигационные ИСЗ и спутники со средствами дистанционного зондирования Земли.

ЧТО ЖЕ НАС ЖДЕТ?

Человек покорил все земные оболочки: поверхность планеты (литосферу), гидросферу, атмосферу. Полвека назад он начал покорять последнюю из них — геокосмосферу. Человек везде преуспел. И везде основательно «испортил» окружающую среду. Возникли серьезнейшие экологические проблемы.

Еще в первой половине XX в. патриарх отечественной науки, основатель Академии наук Украины и ее первый президент академик В.И. Вернадский мечтал о том, что человек создаст вокруг себя во всех природных оболочках ноосферу — сферу разума. С ее появлением исчезнут все проблемы, включая экологические. К сожалению, мечта В.И. Вернадского так и осталась мечтой (как и мечта К. Маркса и Ф. Энгельса о коммунизме). Вместо ноосферы появилась техносфера — чуждое природе, биосфере и человеку образование.

Весь опыт человечества показывает: к чему бы человек не прикоснулся — непременно наряду с несомненными благами появляются новые проблемы, в том числе и экологического характера. Уже сейчас экологическая проблема геокосмоса во весь рост стоит перед человечеством. Пройдет не так много времени, и уже другой профессор будет писать не об экологии геокосмоса, а об экологии Солнечной системы, а затем и об экологии нашей Галактики...

Таков неизбежный итог техногенной деятельности человека в космосе. Научный и технологический прогресс остановить нельзя, остается лишь минимизировать его вредные экологические последствия.



Рис. 9. 70-метровая антенна в Калифорнии Goldstone, способная обнаружить частицы мусора размером в 2 мм на расстоянии 1000 км

ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА

Проблема минимизации экологического ущерба от космической деятельности человечества должна решаться комплексно. Во-первых, необходимо попытаться снизить «давление» на все геооболочки при запусках новых КА. Во-вторых, геокосмосу необходимо «помочь» очиститься от космического мусора.

Для снижения «давления» на геооболочки необходимо осуществить ряд мер.

1) Перейти к запуску все меньших по размеру, объему и массе ИСЗ (таблица). Такие спутники будут запускаться все меньшими ракетами, выбрасывающими все меньшее количество вредных продуктов сгорания. Миниатюризация ИСЗ, их блоков и узлов, переход в дальнейшем от микро- к нанотехнологиям позволит решать все те задачи, которые решают современные спутники, а также новые задачи, которые последним были недоступны (рис. 11).

2) Необходимо полностью отказаться от использования опасных и вредных ракетных топлив.

3) Немедленно отказаться от взрывных технологий в космосе.

4) Воздержаться от индустриализации космоса, требующей запусков тысяч — десятков тысяч крупных ракет массой 1-10 тыс. тонн каждая.

5) Полностью запретить международными договорами милитаризацию космоса, испытания в космосе противоспутникового оружия и компонентов ПРО, которые неизбежно связаны с разрушением учебных макетов или КА.

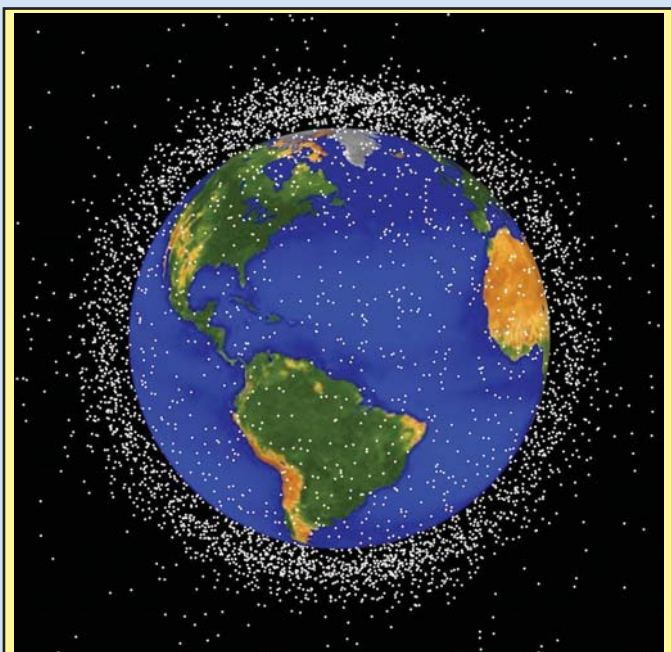


Рис. 10. Космический мусор в геокосмосе (модель распределения)

5) Применение перспективных сверхмощных лазеров для торможения или испарения объектов космического мусора.

Борьбу за минимизацию экологического ущерба от космической деятельности человечества необходимо начинать с выработки экологического мышления, распространения экологических знаний, введения специальных курсов и специальностей в вузах. Необходимо добиться четкого усвоения правительствами стран и их общественностью того, что проблемы экологии геокосмоса — давно назревшие проблемы, требующие принятия безотлагательных мер.

Автор надеется, что публикация настоящей статьи будет способствовать решению указанных проблем.

ГЛАВНЫЕ ИТОГИ

1. Экологические проблемы космической деятельности человечества возникли еще на рубеже 50 — 60-х гг. прошлого века. Сейчас они стоят во весь рост перед жителями Земли.

2. Экологические последствия космонавтики проявляются на поверхности планеты, в приземной атмосфере, в озоносфере, в верхней атмосфере и геокосмосе. Их уровень опасности зависит от массы стартующих ракет, частоты запусков, вида ракетного топлива, используемых технологий и т. п.

3. Угрозу для жителей планеты представляют падения первых ступеней ракет и отработавших свой срок КА.

6) Выждать, пока приземный космос (высоты не более 300-800 км) самоочистится от мусора.

Для ускорения очищения геокосмоса можно рекомендовать применение следующих приемов, средств и технологий.

1) Перевод ИСЗ, заканчивающих свой срок функционирования, на более низкие орбиты и принудительное их затопление в выбранном для этого участке Мирового океана. Именно так поступили с ОС «Мир».

2) Слив остатков топлива из отработавших ступеней ракет-носителей и двигателей КА. В результате этого удастся избежать возможных взрывов остатков топлив и образования новых облаков космического мусора.

3) Транспортировку космического мусора на более низкие орбиты при помощи космических роботов, оснащенных ионными двигателями.

4) Использование электромагнитных способов торможения обломков космического мусора.



Рис. 11. Примеры современных и перспективных ИСЗ. Слева: миниспутник TOPSAT (масса 120 кг); в центре: микроспутник «Чибис» (масса 40 кг); справа: наноспутник Ncube-2 (объем 10 см³)

4. Космический мусор имеет свойство саморазмножаться в результате его дальнейшего дробления при столкновениях двух фрагментов мусора.

Уже сейчас космический мусор представляет серьезную опасность для пилотируемых полетов и нормального функционирования КА.

5. Проблема минимизации экологического ущерба от космической деятельности человечества должна решаться комплексно. Главным является выработка экологического мышления.

6. Автором предложены меры для снижения «давления» на оболочки Земли при запусках новых КА.

7. Автором рекомендованы приемы, средства и технологии для ускорения очищения геокосмоса от космического мусора.

Таблица.

Классы перспективных ИСЗ и ракет-носителей, а также их основные параметры

Класс ИСЗ	Масса ИСЗ	Размер ИСЗ	Мощность энергосистемы ИСЗ	Масса ракеты-носителя
Крупные	20-100 т	3-5 м	2-10 кВт	700-3000 т
Средние	5-20 т	2-3 м	0,5-2 кВт	200-700 т
Малые	0,5-5 т	1-2 м	50-500 Вт	20-200 т
Миниспутники	0,1-0,5 т	0,5-1 м	10-50 Вт	4-20 т
Микроспутники	10-100 кг	20-50 см	1-10 Вт	0,4-4 т
Наноспутники	1-10 кг	10-20 см	0,1-1 Вт	40-400 кг
Пикоспутники	< 1 кг	< 10 см	< 0,1 Вт	< 40 кг

