



Генеральная Ассамблея

Distr.: General
17 December 1999
Russian
Original: English

Комитет по использованию космического
пространства в мирных целях

Увод спутников, находящихся на геосинхронной орбите

Доклад Секретариата

Содержание

	<u>Пункты</u>	<u>Страница</u>
I. Введение	1-2	2
II. Стандарты и рекомендации по удалению спутников, находящихся на геосинхронной орбите	3-8	2
III. Примеры политики в отношении удаления КА с ГСО ..	9-15	3
A. Интелсат	10	4
B. Канадское космическое агентство	11-12	5
C. Национальный центр космических исследований ..	13	6
D. Европейское космическое агентство	14	6
E. ЕВМЕТСАТ	15	6
IV. Ситуация вокруг геостационарной орбиты	16-20	6
V. Выводы	21	8
Приложение Статистические данные		9

I. Введение

1. На своей сорок второй сессии Комитет по использованию космического пространства в мирных целях постановил¹, что Научно-техническому подкомитету на его сорок седьмой сессии следует рассмотреть международные аспекты применения стандартов Международного союза электросвязи (МСЭ) и рекомендации Межагентского координационного комитета по космическому мусору (МККМ), касающиеся удаления спутников, находящихся на геосинхронной орбите, по окончании их срока службы. Он рекомендовал также Секретариату в целях содействия рассмотрению этого вопроса Подкомитетом подготовить соответствующие данные о космических объектах, находящихся на геосинхронной орбите.

2. Настоящий доклад был подготовлен Секретариатом во исполнение просьбы Комитета. Доклад включает информацию, полученную от Канадского космического агентства (ККА), Национального центра космических исследований (КНЕС), Франция, Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (ЕВМЕТСАТ) и Интелсат. Секретариат выражает признательность Институту астрономии Чешской академии наук, Чешская Республика, Европейскому центру космических операций (ЕСОК) Европейского космического агентства (ЕКА) в Дармштадте, Германия, и Центру космических исследований им. Джонсона Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) в г. Хьюстон, Соединенные Штаты Америки, за оказанную ими ценную помощь в подготовке настоящего доклада.

II. Стандарты и рекомендации по удалению спутников, находящихся на геосинхронной орбите

3. В 80-е годы в повестку дня МСЭ был внесен вопрос об удалении спутников по окончании их срока службы и суперсинхронных орбитах захоронения. В 1986 году Международный консультативный комитет МСЭ по радиочастотам (МККР) передал вопрос № 34.4 исследовательской группе 4, с тем чтобы она рассмотрела шесть вопросов, связанных с возможностью физического нарушения условий эксплуатации космических аппаратов на геосинхронной земной орбите (ГЗО) и их удалением с ГЗО. После многолетней работы по сбору фактов и обсуждению научных аспектов МСЭ пришел к выводу, что назрела необходимость осуществления некоторых мер по ограничению числа спутников, находящихся на геосинхронной орбите.

4. Были рекомендованы, в частности, следующие меры²:

а) во время размещения спутника на геостационарной орбите (ГСО) возможность засорения орбиты должна сводиться к минимуму;

б) следует предпринимать все разумные усилия для укорачивания сроков пребывания объектов космического мусора на переходной орбите;

в) спутник, находящийся на геостационарной орбите, следует по окончании срока его эксплуатации, переводить на суперсинхронную орбиту захоронения, не пересекающуюся с ГСО, до полного израсходования его топлива;

г) перевод на орбиту захоронения следует осуществлять с особой предосторожностью, с тем чтобы не допускать появления помех в радиочастотном диапазоне, применяемом действующими спутниками;

е) настоящее примечание следует рассматривать частью данной рекомендации: "необходимо проводить дальнейшие исследования с целью определения понятия эффективной орбиты захоронения".

5. К моменту опубликования рекомендации МСЭ свыше 90 космических аппаратов уже было переведено с ГСО на множество других орбит удаления по примеру Интелсат, который создал подобный прецедент в 1977 году. В начале 80-х годов Интелсат утвердил для себя политику перевода действующих космических аппаратов на орбиты высотой от 40 до 50 км выше ГЗО, однако десятилетие спустя этот предел был увеличен до минимальной высоты 150 км (см. главу III).

6. Хотя МСЭ не давал специальной рекомендации относительно параметров конкретной суперсинхронной орбиты удаления (захоронения), подготовленное им определение ГСО "как средний радиус в $42\,164 \pm 300$ км в направлении 15 градусов северной и южной широты" требовал, чтобы минимальный перигей орбиты удаления составлял 300 км и находился выше ГСО³.

7. На двенадцатом заседании МККМ, проходившем в Хьюстоне в марте 1995 года, пункт 12.6 принятого решения был передан Рабочей группе 4 (Смягчение последствий), с тем чтобы он рассмотрел рекомендацию МСЭ от 1993 года в отношении орбит удаления космических аппаратов с ГСО. После подробного обсуждения научных вопросов МККМ, в котором представлены ведущие космические агентства мира, принял консенсусом новую формулировку в отношении определения минимальной высоты орбит удаления на основе четко определенных факторов⁴.

8. В рекомендации МККМ было признано, что абсолютное большинство (свыше 97 процентов) космических аппаратов находится на ГСО с перигеем и апогеем в пределах 75 км ГСО. Кроме того, районы космоса, простирающиеся на 125 км по обе стороны от этой эксплуатируемой зоны, необходимы в качестве коридоров увода спутников, с тем чтобы иметь возможность для первоначального вывода КА на орбиту и для его последующих перемещений. Для того чтобы исключить пересечение верхней эксплуатационной зоны и коридора перемещений с орбитами удаления, были установлены буферные зоны в 35 км и 10-200 км, позволяющие компенсировать возмущения орбиты, вызываемые соответственно гравитационными силами и солнечной радиацией. Дается следующая упрощенная формула:

$$\Delta H = 235 + 1000 \times C_R \times A/m,$$

где ΔH представляет собой минимальную высоту перигея орбиты удаления выше ГСО в километрах, C_R - коэффициент давления солнечной радиации (величина которого обычно составляет порядка 1-2), A - средняя величина площади сечения и m - масса спутника. Отсюда следует, что для КА, имеющего A/m порядка $0,01 \text{ м}^2/\text{кг}$, минимальная величина перигея орбиты увода должна составлять 245 км над ГСО, а для КА с массой $0,10 \text{ м}^2/\text{кг}$ и $C_R=2$ - 435 км.

III. Примеры политики в отношении удаления КА с ГСО

9. В целях подготовки настоящего доклада Секретариат обратился к операторам спутников с просьбой предоставить информацию об их общей политике, касающейся удаления спутников с ГСО, и о состоянии эксплуатируемых ими КА в районе ГСО. Ниже приводится основное содержание полученных ответов.

A. Интелсат

10. Интелсат придерживается своей собственной политики и процедур надлежащего удаления с орбиты "отработанных" спутников и недопущения образования космического мусора. Ниже приводятся действующие принципы и процедуры общих подходов к конструированию спутников, операциям по запуску, эксплуатации спутников, аномальным ситуациям на спутниках и выводу спутников из эксплуатации:

1. Общие принципы конструирования спутников

В документации Интелсат по разработке спутников указываются конкретные проектно-конструкторские решения, призванные сводить к минимуму утечку отработанных газов и образование космического мусора в ходе размещения КА на орбитах ввода и маневров на орбите.

Интелсат использует такие проектно-конструкторские решения спутников, которые обеспечивают самоизоляцию и не допускают образования орбитального мусора.

Спутники оборудуются по возможности измерительными приборами, помогающими определять условия, когда заканчивается топливо.

2. Операции запуска

С Космическим командованием Соединенных Штатов поддерживается постоянный контакт. Интелсат предоставляет информацию о запуске и параметры орбиты по запросу.

3. Эксплуатация спутников

Ведется подробный учет запасов топлива, в том числе регистрация всех выполняемых маневров. Для расчета потребления топлива и прогнозирования его остатков используются математические модели. Эти модели постоянно обновляются на основе полетных данных.

Используемый коэффициент запаса топлива позволяет удерживать резервы топлива на борту КА в определенных пределах и гарантировать ситуацию, при которой спутники не остаются на орбите в беспомощном положении.

Используются многочисленные наземные станции для отслеживания спутников и управления ими с тем, чтобы обеспечить полномасштабное дублирование в ходе осуществления маневров на орбите или чрезвычайных ситуаций.

Спутниковая телеметрия постоянно контролируется и сопоставляется с заданными пределами. В случае аномальных ситуаций по сигналам тревоги к работе подключаются наземные группы специалистов.

На всех спутниках постоянно контролируются состояние аккумуляторных батарей и работа силовых подсистем. Установлены процедуры приведения в действие чрезвычайных мер для "снятия нагрузки" в тех случаях, когда понижается мощность батарей или возникают проблемы в силовой сети.

Разработаны планы и процедуры для реагирования на чрезвычайные ситуации: организовано постоянное дежурство сотрудников инженерно-технического состава, дающих незамедлительные консультации по телефону на круглосуточной основе.

Интелсат руководствуется стандартными протоколами во время осуществления маневров на орбите и координирует все виды деятельности с другими владельцами/операторами спутников.

4. Аномальные ситуации на спутниках

В соответствии с планами на случай чрезвычайных ситуаций любой спутник, которому грозит опасность застрять на геосинхронной орбитальной дуге, немедленно уходит на более высокую орбиту и из эксплуатации. Право принимать такое решение имеет директор отдела спутниковой инженерной поддержки и процессов; никаких других согласований или санкций не требуется.

5. Вывод спутников из эксплуатации

При выводе спутников из эксплуатации все они переводятся в режим безопасного пассивного функционирования. Этот режим включает разгерметизацию и продувку топливных систем как часть мероприятий по переводу КА на более высокую орбиту, разрядке аккумуляторных батарей и отключению всех радиопередающих устройств, с тем чтобы исключить возможность появления помех для любых других владельцев/операторов спутников.

В отношении отслуживших свой срок спутников сохраняется достаточный резерв топлива для увода их на орбиту высотой как минимум 150 км над геосинхронной орбитой. Этот маневр, как правило, выполняется на многоступенчатой основе в течение нескольких дней, что гарантирует выход на хорошую парковочную орбиту. Что касается новых спутников, то начиная с запуска "Интелсат-VI" минимальная высота для вывода из эксплуатации спутников установлена в 300 км. В силу консервативной оценки запасов топлива Интелсат, как правило, уводит свои спутники после прекращения их эксплуатации на большие высоты по сравнению с запланированными.

В. Канадское космическое агентство

11. В этой связи Канада не имеет официальной политики в отношении удаления КА с ГСО. Однако считается, что добросовестный подход к коммерческой деятельности требует проведения защитных мероприятий с целью охраны нынешних и будущих космических аппаратов и выбора соответствующих орбитальных положений путем удаления отслуживших свой срок космических объектов. Канадский космический оператор - Телесат, как правило, задает орбиту удаления на высоте 300 км, однако достижение заданной величины определяется действием технических факторов.

12. Результирующая величина орбиты, на которую уводятся отработавшие спутники, как правило, бывает всегда положительной, однако в ряде случаев она составляет менее 300 км (см. таблицы в приложении). Спутник канадского правительства "CTS/Гермес" (1976-004A), которым Телесат не управлял, первоначально был размещен на орбите, находящейся на 116 градусов западной долготы, а затем переведен на орбиту в 142 градуса для проведения ряда экспериментов совместно с Австралией. Контроль над спутником был утрачен 29 ноября 1979 года именно на этой орбите. В результате этот КА не удалось перевести на орбиту удаления.

C. Национальный центр космических исследований

13. Французское космическое агентство КНЕС уделяет основное внимание расширению знаний о сложившейся в настоящее время ситуации в связи с засорением космоса и созданию французского стандарта, которым могли бы руководствоваться руководители космических проектов с целью уменьшения масштабов риска. Что касается спутников, находящихся на геосинхронной орбите, то начиная с 1983 года КНЕС применяет меры по уводу контролируемых им спутников с орбиты за исключением тех спутников, контроль над которыми был утрачен в ходе рабочего полета (например, "Телеком-1В", 1985-035В). КНЕС уже принял рекомендацию МККМ в отношении установления минимальной высоты орбиты удаления для геостационарных спутников. Перечень выведенных из эксплуатации спутников включен в таблицы, содержащиеся в приложении.

D. Европейское космическое агентство

14. Уже в 1979 году Европейское космическое агентство (ЕКА) занялось исследованием риска столкновений на геостационарной орбите и предложило использовать орбиту удаления с целью защиты действующих геостационарных спутников. Первым спутником ЕКА, который был удален с геостационарной орбиты в январе 1984 года, стал спутник GEOS-2 (1978-071А). В 1989 году были сформулированы цели ЕКА в области мер борьбы с засорением космоса, которые затем были одобрены его Советом. Речь шла о политике увода геостационарных спутников по окончании их срока эксплуатации на орбиту, расположенную на высоте не менее 300 км над геостационарной орбитой. В Руководстве ЕКА по мерам борьбы с засорением космоса содержится рекомендация МККМ в отношении перевода геостационарных спутников на другую орбиту по окончании срока их эксплуатации. В таблицах, прилагаемых к настоящему документу, представлен перечень спутников, удаленных с ГСО. Вследствие неисправности спутник "Олимп-1" (1989-053А) удалось перевести на другую орбиту, находящуюся ниже геостационарной орбиты.

E. ЕВМЕТСАТ

15. В соответствии с общепринятой практикой ЕВМЕТСАТ по возможности переводит нефункционирующие космические аппараты с геостационарной орбитальной дуги. Деятельность ЕВМЕТСАТ в этой области не регулируется официально принятой политикой, но в целом направлена на следование наилучшим видам практики, соблюдаемым другими операторами спутников. В прилагаемых таблицах содержится перечень спутников, удаленных с ГСО.

IV. Ситуация вокруг геостационарной орбиты

16. В приложении в виде цифр и таблиц представлена ситуация в районе геостационарной орбиты по состоянию на 1 июля 1999 года. На диаграммах 1 и 2 и в таблице 1, предоставленных Космическим центром им. Джонсона (НАСА), приводится численность космических аппаратов, верхних ступеней ракет-носителей и совершенных маневров по уводу отслуживших свой срок службы спутников (ОСС). С 1963 по 1999 годы в район ГСО было запущено 573 космических аппарата и почти 200 верхних ступеней. К середине 1999 года число эксплуатируемых на ГСО космических аппаратов составляет приблизительно 270, причем свыше 160 космических аппаратов было удалено с ГСО. Данные о маневрах EOL, если таковые имеются, даются в таблицах 2-5.

17. Таблицы 2-5 основываются на документе "Classification of geostationary objects, Issue 1", опубликованном ЕСОК в августе 1999 года, причем эти данные проверены и скорректированы с помощью информации, полученной из других источников (см. пункт 2). Полные перечни объектов, находящихся в районе ГСО, не представляется возможным получить в силу ряда факторов. Прежде всего нет публичных объявлений об орбитальных элементах некоторых объектов. Во-вторых, объекты, размер которых составляет менее одного метра, не поддаются отслеживанию с помощью обычных средств и не регистрируются. Орбитальные элементы фигурируют в каталоге НАСА, посвященном двухлинейным элементам (TLE), и эти регистрационные данные заносятся ЕСОК в Базу данных и систему информации об объектах в космическом пространстве (ДИСКОС). В вышеупомянутом документе ЕСОК содержится подробный анализ имеющихся орбитальных элементов по объектам, находящимся на геостационарной орбите или поблизости от нее.

18. Таблицы в настоящем докладе включают данные только о космических аппаратах (а не ступенях ракет или других элементах мусора). КА были поделены на несколько категорий в зависимости от минимальной величины их удаления от геосинхронной орбиты. Объекты, перечисленные в таблице 2, полностью соответствуют стандарту МСЭ в отношении удаления таких объектов как минимум на 300 км от ГСО. Объекты, представленные в таблицах 3 и 4, не пересекаются с высотой ГСО, однако они не находятся на безопасном удалении от нее, и орбитальные возмущения могут вызвать такие изменения в их орбите, что в ближайшем будущем это приведет к изменению в их категории. Некоторые объекты расположены ниже высоты ГСО (таблица 4). И наконец, в таблице 5 представлены объекты, которые в настоящее время пересекают геостационарную орбиту и представляют собой потенциальную угрозу для находящихся там действующих спутников.

19. В колонке "Статус" таблиц 2-5 дается общая категория и соответствующие цифры из документа ЕСОК "Classification of geostationary objects", чтобы облегчить идентификацию. В учет не принимаются действующие спутники в категории С, которые находятся в режиме полномасштабного контроля по широте и наклонению (С1) или только по широте (С2). Факт завершения срока службы спутника в принципе определяется на основе решения, принимаемого его владельцем или оператором. При отсутствии публичных заявлений на этот счет указанием на прекращение деятельности спутников служит прекращение маневров с целью удержания спутников в стационарной точке и дрейф спутников в сторону от их первоначальных номинальных позиций. Однако может случиться так, что какой-либо спутник будет переводиться из одной номинальной позиции в другую путем перевода его на орбиту дрейфа.

20. Большинство рассматриваемых объектов находятся на орбитах дрейфа (категория D), которые, очевидно, не удерживаются в заданном положении. Были зарегистрированы средние величины отклонения их перигеев и апогеев от геостационарного радиуса, составляющего 42 164 км, а также их наклонов. Остающиеся объекты перечислены в категории L. Это означает, что они вибрируют ("колеблются") вокруг так называемой восточной стабильной точки на 75 градусов восточной широты (категория L1), западной стабильной точки на 107 градусов западной долготы (категория L2) или даже вокруг обеих точек (категория L3). Вибрационные орбиты носят довольно сложный характер. Они очень близки к номинальной высоте ГСО, некоторые из них пересекают ГСО два раза в сутки, другие пересекают ее лишь в определенных фазах своего вибрационного периода. В этой связи данные о высоте их перигея и апогея не приводятся. Сюда не включены объекты, статус которых не определен (категория Ind). Некоторые объекты в этой категории могут быть действующими, другим требовалась дополнительная информация, которая могла быть предоставлена их владельцами или операторами, для определения их статуса.

V. Выводы

21. Стандарты МСЭ и рекомендации МККМ были разработаны совсем не так давно и не носят обязательный характер. В этой связи очень трудно подготовить оценку об их применении на международном уровне. Большинство операторов спутников признают всю серьезность положения, создавшегося вокруг ГСО, и признали разумными меры по смягчению этой ситуации. Однако в силу технических и управленческих проблем даже принимаемые самостоятельно руководящие принципы во многих случаях не выполняются. Для того чтобы меры по защите геостационарной орбиты стали эффективными, представляется необходимым достичь широкого международного консенсуса для выработки руководящих принципов и систематического контроля за их осуществлением.

Примечания

- ¹ Официальные отчеты Генеральной Ассамблеи, пятьдесят четвертая сессия, Дополнение № 20 (A/54/20), пункт 44.
- ² "Environmental protection of the geostationary-satellite orbit". In 1993-ITU-R recommendations, ITU-R S series, ITU-R S.1003. Geneva, Fixed Satellite Service, 1993.
- ³ Ibid.
- ⁴ Fifteenth Inter-Agency Space Debris Coordination Committee Meeting Proceedings, 9-12 December 1997, (Houston, NASA Johnson Space Center, 1998).

Приложение

Статистические данные

Диаграмма 1

Космические аппараты и верхние ступени ракет-носителей, находящиеся вблизи геостационарной спутниковой орбиты

Диаграмма 2

Новые космические аппараты и маневры в связи с окончанием срока службы

Таблица 1
Статистические данные об эксплуатации геостационарной спутниковой орбиты

Год	Космические аппараты	Маневры ОСС	Верхние ступени
1963	2	0	0
1964	1	0	0
1965	1	0	0
1966	1	0	0
1967	4	0	0
1968	5	0	1
1969	6	0	2
1970	6	0	0
1971	6	0	2
1972	5	0	1
1973	6	0	2
1974	9	0	4
1975	11	0	5
1976	15	0	4
1977	16	3	7
1978	16	0	5
1979	13	1	8
1980	11	1	6
1981	17	2	8
1982	19	3	8
1983	21	7	8
1984	26	7	11
1985	27	7	7
1986	12	5	6
1987	15	3	9
1988	24	11	9
1989	25	10	14
1990	29	5	9
1991	25	15	10
1992	24	14	8
1993	21	13	8
1994	30	5	13
1995	30	12	8
1996	30	13	4
1997	36	12	6
1998	28	13	2
Итого	573	162	195

Таблица 2

Космические аппараты, находящиеся на орбитах с перигеями более чем на 300 км выше геостационарной спутниковой орбиты

Статус	Обозначение КОСПАР	Наименование	Перигей	Апогей	Наклонение	Маневры ОСС
D.-	1969-045A	Intelsat 3 F-4 (34)	3699 km	3965 km	6.1	1977
D.401	1970-003A	Intelsat 3 F-6 (36)	398 km	755 km	5.18	1977
D.111	1971-006A	Intelsat 4 F-2 (42)	344 km	470 km	15.29	1983
D.110	1972-090A	Telesat 1 (Anik 1)	352 km	468 km	13.89	1982
D.39	1973-100A	DSCS 3	629 km	872 km	16.04	1990
D.31	1973-100B	DSCS 4	491 km	1089 km	15.52	1993
D.94	1974-033A	SMS 1	411 km	533 km	17.33	1981
D.15	1976-053A	Marisat 2	720 km	1824 km	14.36	1996
D.9	1977-005A	NATO 3B	1272 km	1656 km	13.22	1993
D.22	1977-034A	DSCS 7	957 km	1123 km	15.20	1981
D.11	1977-034B	DSCS 8	1266 km	1566 km	14.87	1990
D.117	1977-118A	Sakura 1 (CS-1)	366 km	405 km	13.37	1985
D.87	1978-106A	NATO 3C	482 km	535 km	10.78	1992
D.2	1978-113A	DSCS 11	1741 km	1950 km	14.94	1993
D.84	1978-113B	DSCS 12	502 km	541 km	12.78	1992
D.89	1979-038A	Fleetsatcom 2	421 km	564 km	12.81	1992
D.13	1979-098A	DSCS 13	1327 km	1400 km	12.59	1993
D.82	1979-098B	DSCS 14	525 km	570 km	12.43	1995
D.98	1980-049A	Gorizont 4	443 km	492 km	13.73	1988
D.114	1980-098A	Intelsat 5 F-2 (502)	320 km	467 km	8.19	1998
D.112	1981-050A	Intelsat 5 F-1 (501)	383 km	421 km	8.70	1997
D.103	1981-057A	Meteosat 2	318 km	562 km	9.84	1991
D.93	1981-073A	Fleetsatcom 5	435 km	513 km	12.97	1986
D.6	1981-122A	Marecs 1	1012 km	2056 km	9.59	1996
D.88	1982-020A	Gorizont 5	358 km	634 km	13.03	1989
D.7	1982-106A	DSCS 15	1509 km	1528 km	9.99	1997
D.47	1982-113A	Raduga 11	554 km	916 km	11.84	1989
D.5	1983-016A	Ekran 10	1375 km	1700 km	13.35	1985
D.113	1983-058A	ECS 1	371 km	425 km	7.57	1996
D.81	1983-066A	Gorizont 7	494 km	603 km	11.30	1989
D.108	1983-081A	Sakura 2B (CS-2B)	390 km	439 km	8.74	1990
D.75	1983-088A	Raduga 13	527 km	671 km	11.36	1987
D.80	1983-118A	Gorizont 8	468 km	675 km	10.97	1988
D.28	1984-023A	Intelsat 5 F-8 (508)	858 km	772 km	6.38	1994
D.18	1984-028A	Ekran 12	1182 km	1266 km	12.40	1988
D.108	1984-081A	ECS 2	390 km	448 km	6.87	1993
D.83	1984-081B	Telecom 1A	379 km	686 km	6.79	1992
D.17	1984-090A	Ekran 13	1176 km	1295 km	11.65	1989
D.29	1984-093C	Leasat 2	681 km	936 km	11.82	1996

Статус	Обозначение КОСПАР	Наименование	Перигей	Апогей	Наклонение	Маневры ОСС
D.90	1984-113C	Leasat 1	354 km	629 km	6.23	1992
D.3	1985-024A	Ekran 14	1532 km	1685 km	11.38	1988
D.25	1985-028C	Leasat 3	618 km	1290 km	13.15	1996
D.50	1985-076D	Leasat 4	677 km	739 km	8.41	1988
D.120	1985-087A	Intelsat 5A F-12 (512)	305 km	350 km	4.12	1998
D.20	1986-038A	Ekran 15	1011 km	1145 km	10.27	1988
D.86	1986-082A	Raduga 19	474 km	558 km	8.74	1993
D.23	1986-090A	Gorizont 13	954 km	1096 km	8.78	1991
D.16	1987-028A	Raduga 20	1136 km	1370 km	9.23	1991
D.40	1987-040A	Gorizont 14	635 km	864 km	10.27	1992
D.19	1987-073A	Ekran 16	1082 km	1111 km	9.10	1989
D.14	1987-109A	Ekran 17	1100 km	1455 km	7.71	1993
D.74	1988-012A	Sakura 3A	570 km	650 km	2.52	1996
D.54	1988-028A	Gorizont 15	564 km	836 km	7.72	1992
D.8	1988-036A	Ekran 18	1447 km	1554 km	8.61	1990
D.24	1988-051A	Meteosat 3	933 km	985 km	5.49	1995
D.21	1988-108A	Ekran 19	936 km	1154 km	6.97	1997
D.26	1989-020B	Meteosat 4	911 km	834 km	4.30	1995
D.102	1989-048A	Raduga 1-01	371 km	518 km	6.39	1996
D.107	1990-077A	Yuri 3A (BS-3A)	375 km	456 km	1.07	1998
D.116	1991-046A	Gorizont 23	354 km	420 km	4.77	1992
D.105	1991-060A	Yuri 3B (BS-3B)	406 km	436 km	1.85	1999
D.85	1991-074A	Gorizont 24	447 km	595 km	4.47	1998

Таблица 3

Космические аппараты, находящиеся на орбитах с перигеями от 0 до 300 км выше геостационарной спутниковой орбиты

Статус	Обозначение КОСПАР	Наименование	Перигей	Апогей	Наклонение	Маневры ОСС
D.37	1968-116A	Intelsat 3 F-2 (32)	195 km	1326 km	15.45	1977
D.152	1969-069A	ATS 5	195 km	247 km	15.19	1984
D.161	1971-116A	Intelsat 4 F-3 (43)	130 km	237 km	13.74	1983
D.180	1972-003A	Intelsat 4 F-4 (44)	106 km	143 km	13.23	1983
D.220	1972-041A	Intelsat 4 F-5 (45)	26 km	65 km	13.91	1983
D.175	1973-023A	Telesat 2 (Anik 2)	66 km	201 km	13.07	1982
D.124	1973-058A	Intelsat 4 F-7 (47)	296 km	343 km	13.28	1983
D.190	1974-022A	Westar 1	72 km	139 km	12.76	1983
D.184	1974-075A	Westar 2	97 km	139 km	12.56	1986
D.173	1974-093A	Intelsat 4 F-8 (48)	116 km	158 km	11.89	1985
D.198	1974-101A	Symphonie	68 km	107 km	14.74	1983
D.153	1975-011A	SMS 2	166 km	265 km	14.52	1982
D.213	1975-038A	Telesat 3 (Anik 3)	39 km	87 km	12.03	1984
D.136	1975-042A	Intelsat 4 F-1 (41)	235 km	338 km	11.91	1987
D.200	1975-077A	Symphonie 2	57 km	113 km	14.84	1985
D.194	1975-091A	Intelsat 4A F-1 (411)	74 km	119 km	11.87	1986
D.160	1975-117A	RCA Satcom 1	80 km	303 km	11.99	1984
D.164	1976-010A	Intelsat 4A F-2 (412)	139 km	191 km	12.04	1985
D.129	1976-017A	Marisat 1	265 km	338 km	13.50	1997
D.96	1976-029A	Satcom 2	229 km	708 km	11.77	1985
D.183	1976-035A	NATO 3A	13 km	229 km	12.97	1992
D.179	1976-042A	Comstar 1A	104 km	150 km	11.86	1987
D.217	1976-066A	Palapa 1	38 km	63 km	11.65	1988
D.202	1976-073A	Comstar 1B	66 km	100 km	11.72	1994
D.205	1977-014A	KIKU 2	54 km	95 km	14.26	1991
D.209	1977-018A	Palapa 2	42 km	88 km	10.85	1991
D.148	1977-041A	Intelsat 4A F-4 (413)	179 km	290 km	11.00	1989
D.135	1977-065A	Himawari 1	230 km	349 km	13.74	1989
D.192	1978-002A	Intelsat 4A F-3 (414)	84 km	121 km	10.52	1988
D.123	1978-044A	OTS 2	283 km	358 km	12.30	1991
D.128	1978-068A	Comstar 1C	214 km	395 km	10.41	1986
D.140	1978-071A	ESA-GEOS 2	220 km	286 km	14.27	1984
D.177	1978-116A	Telesat 4 (Anik)	106 km	151 km	9.95	1986
D.197	1979-072A	Westar 3	69 km	114 km	8.91	1990
D.133	1980-074A	GOES 4	140 km	450 km	12.40	1988
D.178	1980-091A	SBS 1	103 km	150 km	9.60	1991
D.156	1981-076A	Himawari 2	152 km	254 km	12.07	1989
D.228	1981-096A	SBS 2	23 km	55 km	8.73	1996
D.221	1981-114A	Satcom 3R	22 km	66 km	6.50	1991
D.151	1981-119A	Intelsat 5 F-3 (503)	140 km	313 km	7.89	1998
D.159	1982-004A	Satcom 4	172 km	214 km	5.87	1991

Статус	Обозначение КОСПАР	Наименование	Перигей	Апогей	Наклонение	Маневры ОСС
D.171	1982-014A	Westar 4	121 km	162 km	5.94	1991
D.132	1982-017A	Intelsat 5 F-4 (504)	177 km	414 km	7.90	1995
D.130	1982-058A	Westar 5	228 km	370 km	5.65	1992
D.222	1982-082A	Telesat 5 (Anik D1)	13 km	74 km	6.26	1991
D.195	1982-110B	SBS 3	61 km	129 km	6.01	1995
D.191	1982-110C	Telesat 6 (Anik C3)	83 km	123 km	6.07	1997
D.144	1983-006A	Sakura 2A	198 km	292 km	9.29	1991
D.185	1983-030A	Satcom 1R	79 km	152 km	5.06	1992
D.125	1983-047A	Intelsat 5 F-6 (506)	288 km	339 km	6.53	1998
D.121	1983-059B	Telesat 7 (Anik C2)	154 km	498 km	5.94	1998
D.226	1983-065A	Galaxy 1	23 km	57 km	4.20	1994
D.154	1983-077A	Telstar 3A	112 km	310 km	4.37	1996
D.145	1983-094A	Satcom 2R	178 km	307 km	3.48	1995
D.165	1983-105A	Intelsat 5 F-7 (507)	129 km	197 km	6.86	1996
D.118	1984-005A	Yuri 2A	294 km	396 km	8.60	1989
D.181	1984-080A	Himawari 3	95 km	153 km	8.45	1995
D.172	1984-093D	Telstar 3C	121 km	157 km	3.46	1997
D.182	1984-101A	Galaxy 3	88 km	156 km	3.50	1995
D.115	1984-113B	Telesat 8 (Anik D2)	265 km	509 km	4.74	1995
D.169	1984-114A	Spacenet 2	96 km	195 km	1.85	1998
D.149	1985-048B	Morelos 1	214 km	241 km	4.16	1994
D.188	1985-048D	Telstar 3D	105 km	118 km	3.20	1999
D.170	1985-076B	Aussat-1	122 km	166 km	5.02	1993
D.157	1986-003B	Satcom K1	186 km	220 km	2.15	1997
D.109	1986-007A	Raduga 18	127 km	702 km	9.43	1991
D.137	1986-016A	Yuri 2B	205 km	351 km	6.78	1992
D.174	1986-026A	Gstar 2	115 km	155 km	3.34	1997
D.193	1987-029A	Palapa 5	76 km	127 km	2.73	1998
D.138	1987-070A	KIKU 5	216 km	315 km	6.05	1997
D.122	1987-095A	TV-Sat 1	265 km	376 km	8.07	1989
D.63	1988-018B	Telecom 1C	251 km	1081 km	3.21	1996
D.201	1988-071A	Gorizont 16	25 km	143 km	7.06	1991
D.131	1988-086A	Sakura 3B	270 km	323 km	1.63	1997
D.127	1988-098A	TDF 1	291 km	320 km	2.47	1996
D.163	1988-109A	Skynet 4B	153 km	178 km	5.53	1998
D.119	1989-004A	Gorizont 17	261 km	423 km	6.68	1997
D.155	1989-020A	JCSAT 1	188 km	229 km	1.67	1998
D.126	1989-027A	TELE-X	287 km	330 km	1.98	1998
D.167	1989-041A	Superbird A	125 km	171 km	6.57	1991
D.142	1989-052A	Gorizont 18	100 km	393 km	6.26	1996
D.92	1990-063A	TDF 2	267 km	681 km	0.66	1999
D.-	1993-015A	UFO 1	253 km	322 km	22.90	1993
D.158	1993-039A	Galaxy 4	121 km	1274 km	0.93	1998

Таблица 4

Космические аппараты, находящиеся на орбитах с апогеями от 0 до 400 км ниже геостационарной спутниковой орбиты

Статус	Обозначение		Перигей	Апогей	Наклонение	Маневры
	КОСПАР	Наименование				ОСС
D.290	1968-081A	OV 2-5	-709 km	-3 km	13.12	
D.294	1974-039A	ATS 6	-599 km	-346 km	14.74	1980
D.240	1985-015A	Arabsat 1A	- 73 km	-10 km	6.53	1992
D.258	1988-034A	Kosmos 1940	-207 km	-14 km	7.45	1988
D.256	1989-041B	DFS 1 Kopernikus 1	-168 km	-49 km	2.82	1995
D.283	1989-053A	Olympus 1	-381 km	-228 km	5.47	1993

Таблица 5

Космические аппараты, находящиеся на орбитах, пересекающих геостационарную спутниковую орбиту

Статус	Обозначение КОСПАР	Наименование	Перигей	Апогей	Наклонение	Маневры ОСС
D.402	1964-047A	Syncom 3	-43 km	72 km	8.55	
L2.21	1965-028A	Intelsat 1 F-1 Early Bird			13.41	
D.236	1966-110A	ATS 1	-59 km	25 km	13.91	
D.235	1967-001A	Intelsat 2 F-2 (22)	-46 km	98 km	14.42	
L3.5	1967-026A	Intelsat 2 F-3 (23)			13.79	
L2.24	1967-094A	Intelsat 2 F-4 (24)			14.25	
L41.3	1968-081C	ERS-21 (OV 5-4)			13.58	
L2.19	1968-081D	LES 6			13.57	
L1.3	1968-081C	OV 5-4			13.58	
L1.1	1969-011A	Intelsat 3 F-3 (33)			6.09	1979
D.403	1969-013A	Tactical Comsat 1	-38 km	15 km	14.52	
L2.6	1969-101A	Skynet 1A			14.65	
L2.9	1970-021A	NATO 1			14.38	
L42.1	1970-032A	Intelsat 3 F-7 (37)			0.85	
D.295	1970-055A	Intelsat 3 F-8 (38)	-1960 km	863 km	13.48	Не вышел на ГСО
L2.8	1971-009A	NATO 2			15.18	
L2.10	1971-095A	DSCS 1			15.15	
L3.1	1971-095B	DSCS 2			15.05	1993
D.259	1974-017A	Kosmos 637	-314 km	31 km	14.77	
L1.42	1974-060A	Molniya S1			15.17	
L1.68	1974-094A	Skynet 2B			14.25	
L1.47	1975-097A	Kosmos 775			15.15	
L2.15	1975-100A	GOES 1			14.60	
L1.13	1975-123A	Raduga 1			15.04	
L2.18	1976-004A	CTS 1 (Hermes)			14.89	Отказ в работе в 1979 году
L2.11	1976-023A	LES 8			13.00	
L2.2	1976-023B	LES 9			12.99	
L1.15	1976-092A	Raduga 2			15.01	
L1.26	1976-107A	Ekran 1			14.98	
L1.48	1977-071A	Raduga 3			14.84	
L1.54	1977-080A	Sirio 1			12.54	
L1.31	1977-092A	Ekran 2			14.79	
L1.65	1977-108A	Meteosat 1			14.32	
L1.69	1978-035A	Intelsat 4A F-6 (416)			10.51	
L1.43	1978-039A	Yuri 1 (BSE 1)			14.14	
L2.7	1978-062A	GOES 3			12.65	1995
L1.46	1978-073A	Raduga 4			14.55	
D.-	1978-118A	Gorizont 1	-13938 km	13946 km	25.10	Не вышел на ГСО
L1.33	1979-015A	Ekran 3			14.33	
L1.12	1979-035A	Raduga 5			14.29	
L1.17	1979-062A	Gorizont 2			13.99	
L1.25	1979-087A	Ekran 4			14.08	
L1.44	1979-105A	Gorizont 3			13.79	
L2.33	1980-004A	Fleetsatcom 3			11.66	
L1.41	1980-016A	Raduga 6			13.90	
D.405	1980-018A	Ayame 2	-3002 km	1053 km	1.39	Не вышел на ГСО
L41.2	1980-060A	Ekran 5			11.33	
L2.27	1980-081A	Raduga 7			13.57	

Статус	Обозначение КОСПАР	Наименование	Перигей	Апогей	Наклонение	Маневры ОСС
L1.30	1980-104A	Ekran 6			13.50	
D.238	1981-027A	Raduga 8	-375 km	315 km	13.51	
L2.17	1981-049A	GOES 5			9.83	
D.208	1981-057B	APPLE	-25 km	158 km	12.83	1984
L1.34	1981-061A	Ekran 7			13.24	
L1.49	1981-069A	Raduga 9			13.16	
L1.11	1981-102A	Raduga 10			13.04	
D.196	1982-009A	Ekran 8	-30 km	217 km	12.93	1984
D.404	1982-031A	Insat 1A	-225 km	149 km	0.07	1984
L1.9	1982-044A	Kosmos 1366			12.80	
L1.38	1982-093A	Ekran 9			12.43	
L2.25	1982-103A	Gorizont 6			12.04	
L2.3	1982-105A	RCA Satcom 5			6.35	
L1.10	1983-028A	Raduga 12			11.46	
L2.16	1983-041A	GOES 6			8.78	
D.232	1983-059C	Palapa 3	5 km	50 km	7.01	Отказ в работе в 1995 году
(Включен сюда, поскольку его орбита расположена очень близко к ГСО)						
L1.61	1983-089B	Insat 1B			7.54	1993
D.233	1983-098A	Galaxy 2	-3 km	45 km	4.09	1994
L1.36	1983-100A	Ekran 11			11.73	
L1.14	1984-016A	Raduga 14			10.77	
L1.5	1984-022A	Kosmos 1540			11.76	
L1.7	1984-031A	Kosmos 1546			10.66	
L1.66	1984-035A	China 15			9.43	
L1.24	1984-041A	Gorizont 9			10.50	
L1.59	1984-063A	Raduga 15			10.55	
L2.22	1984-078A	Gorizont 10			10.24	
L3.7	1985-007A	Gorizont 11			9.84	
L2.30	1985-016A	Kosmos 1629			10.02	
L1.71	1985-035B	Telecom 1B			8.78	Отказ в работе в 1988 году
D.239	1985-048C	Arabsat 1B	-83 km	5 km	5.84	
L2.26	1985-070A	Raduga 16			9.60	
L2.14	1985-076C	ASC-1			3.79	
L1.20	1985-102A	Kosmos 1700			9.32	
D.229	1985-107A	Raduga 17	-11 km	75 km	9.37	1992
L1.37	1986-010A	China 18			8.32	
L2.36	1986-027A	Kosmos 1738			9.34	
L1.45	1986-044A	Gorizont 12			8.84	
L3.9	1987-084A	Kosmos 1888			7.74	
L2.31	1987-091A	Kosmos 1894			7.85	
L1.22	1987-096A	Kosmos 1897			7.64	
L2.20	1987-100A	Raduga 21			7.86	
L1.16	1988-014A	China 22 (STTW-1 2)			4.70	
L1.19	1988-063A	INSAT 1C			7.43	
L1.3	1988-066A	Kosmos 1961			7.04	
L1.62	1988-095A	Raduga 22			6.86	
L1.53	1989-030A	Raduga 23			6.49	
L1.50	1989-081A	Gorizont 19			6.14	
L1.39	1989-098A	Raduga 24			6.06	
L2.35	1989-101A	Kosmos 2054			5.90	

Статус	Обозначение КОСПАР	Наименование	Перигей	Апогей	Наклонение	Маневры ОСС
L1.29	1990-011A	China 26 (STTW-2A)			3.09	
L2.23	1990-016A	Raduga 25			5.80	
L1.23	1990-054A	Gorizont 20			5.55	
L1.4	1990-061A	Kosmos 2085			5.47	
L1.27	1990-112A	Raduga 26			5.12	
L1.35	1990-116A	Raduga 1-02			5.12	
L1.6	1991-010A	Kosmos 2133			4.00	
L1.58	1991-014A	Raduga 27			5.29	
L3.3	1991-064A	Kosmos 2155			4.70	
L3.8	1991-079A	Kosmos 2172			4.45	
L2.29	1992-059A	Kosmos 2209			3.91	
L1.64	1992-088A	Kosmos 2224			2.66	
L2.13	1993-077A	Telstar 401			1.99	Отказ в работе
L1.40	1994-012A	Raduga 31			2.63	
L2.28	1994-038A	Kosmos 2282			1.53	
L1.2	1994-069A	Elektro			2.42	
D.264	1994-080A	DFH 3 (China 44)	-572 km	185 km	3.18	Не вышел на ГСО
L2.34	1994-082A	LUCH			1.07	
L2.4	1995-057A	UFO 6 (USA 114)			3.68	
D.305	1997-027B	INSAT 2D	-2620 km	179 km	1.46	Отказ в работе в 1997 году
L2.32	1997-041A	Cosmos 2345			0.22	
L1.21	1997-070A	Kupon 1			1.09	Отказ в работе в 1997 году
L1.8	1998-025A	Cosmos 2350			1.34	