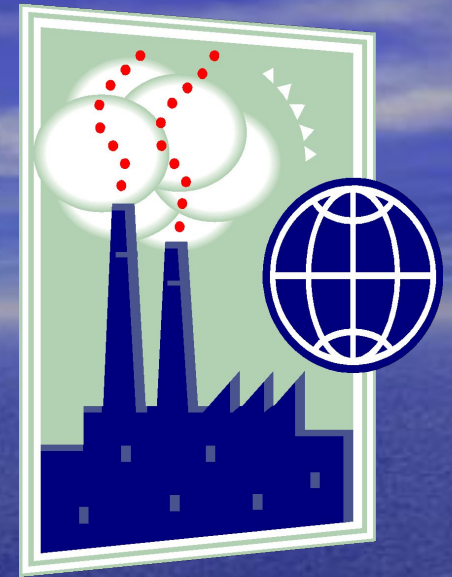
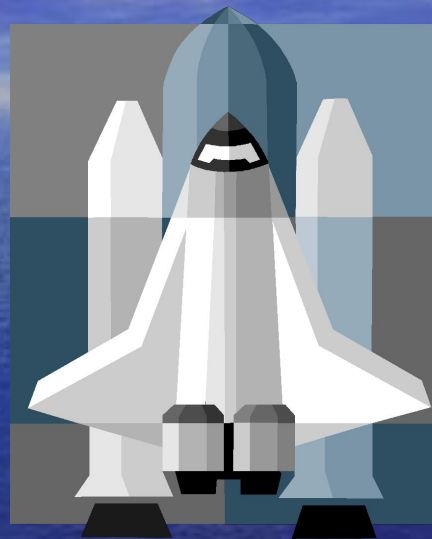


# Загрязнение космоса



# Первые шаги загрязнения

В 1961 г. произошел первый взрыв ступени ракеты-носителя спутника США серии "Транзит", а в 1964 г. - первый целенаправленный взрыв (по команде с Земли) советского спутника "Космос-50". Начался рост числа "рукотворных", но уже никому не нужных предметов на околоземных орбитах. На первых порах эти события не волновали ни ученых, ни проектировщиков космической техники, ни общественность.

# ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

- С развитием технологий космоса появилось множество проблем возникновения мусора.



Увеличение содержания мусора в околоземном космическом пространстве.  
1 - общее число объектов, включая не занесенные в официальные каталоги; 2 - общее число объектов, занесенных в каталоги; 3 - фрагменты космического мусора; 4 - космические аппараты; 5 - верхние ступени ракет; 6 - эксплуатационный мусор.

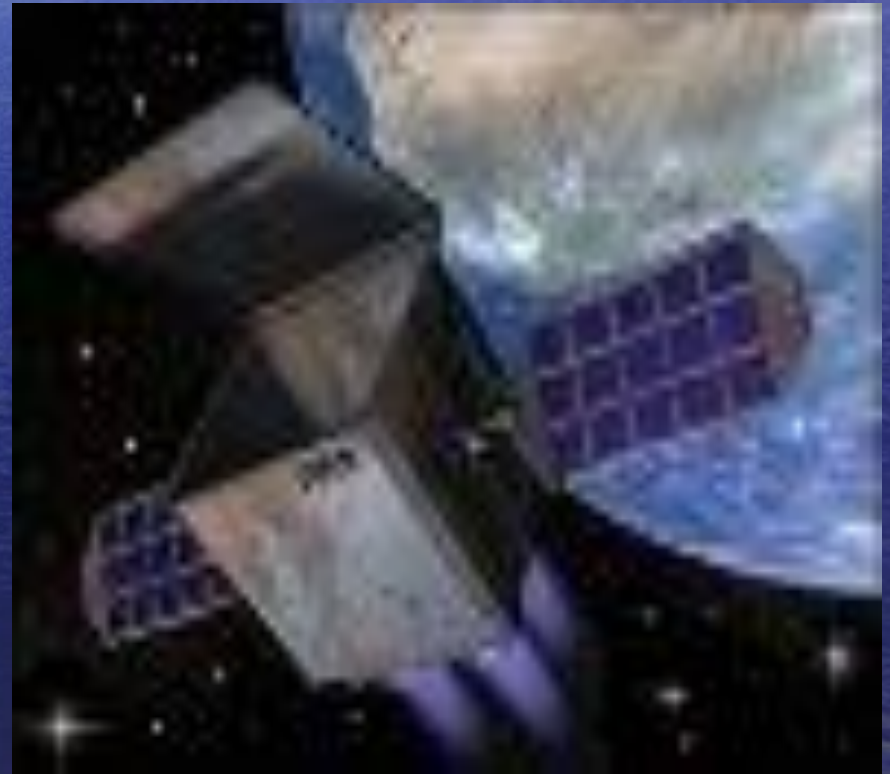
# Охрана космоса

СССР и США в рамках задач противоракетной и противокосмической обороны. В обеих странах были созданы системы контроля околоземного пространства, оснащенные радарными дальнего обнаружения и оптическими инструментами. Задачи служб контроля состоят в обнаружении, сопровождении, получении координатной информации и изображений объектов, их идентификации, анализе и отображении космической обстановки. Всего службами контроля космоса зафиксировано и непрерывно отслеживается сейчас чуть более 10 тыс. объектов, находящихся на околоземных орбитах.

# Пути возникновения

- Наиболее засорены, конечно же, часто используемые области околоземных орбит: на высотах 850-1200 км и в зоне геостационарных орбит. Здесь же концентрируется и космический мусор (рис. 2). На высотах 850-1200 км летают метеорологические спутники и спутники дистанционного зондирования Земли, а также большая часть спутников с ядерными энергетическими устройствами. Последние на этих высотах могут существовать сотни лет до полного исчезновения радиационной опасности. Случаи досрочного разрушения возможны вследствие соударения с частицей размером меньше 0.1 см, летящей со скоростью пули -10 км/с.

# Подробнее о космическом мусоре

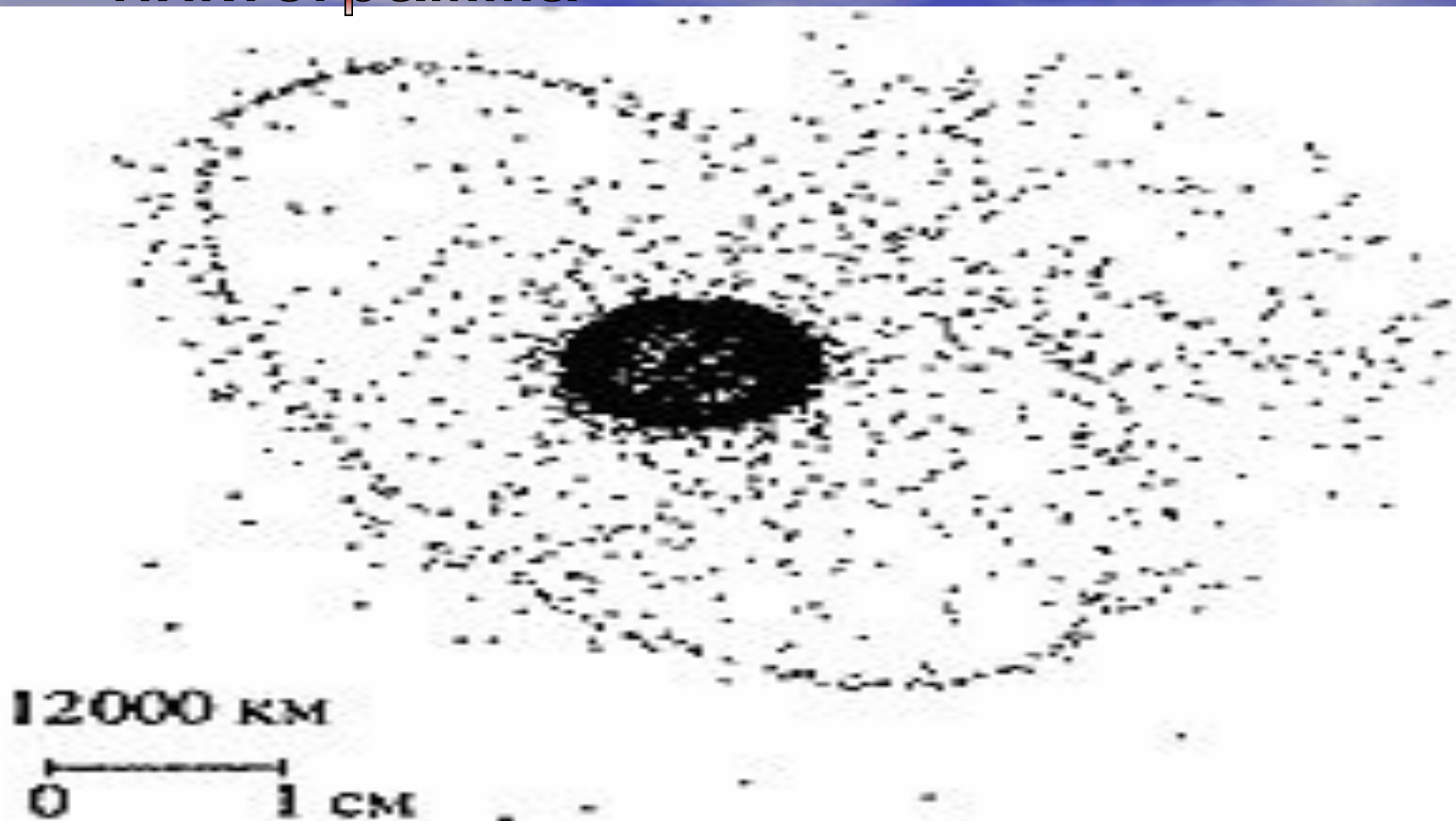


Для оценки реального риска столкновения действующих спутников с фрагментами космического мусора необходимо учитывать и некаталогизированные объекты, что подразумевает знание их пространственного распределения.

- Основным источником некаталогизированных объектов являются разрушения космических аппаратов и ракет-носителей вследствие взрывов или высокоскоростных столкновений. При этом чем меньше размер фрагмента, тем большее количество обломков такого размера образуется. Следовательно, наблюдаемые обломки составляют лишь очень небольшую часть общего числа частиц, находящихся в околоземном пространстве.



# пиктограмма



**Схематическое распределение космического мусора в непосредственной близости от Земли (данные Научной корпорации КАМАН, США, 1995). Видны два пояса уплотнения космического мусора: один на высотах**

**850-1200 км над поверхностью Земли, другой на высоте около 38500 км**

# Столкновения и взрывы на орбитах

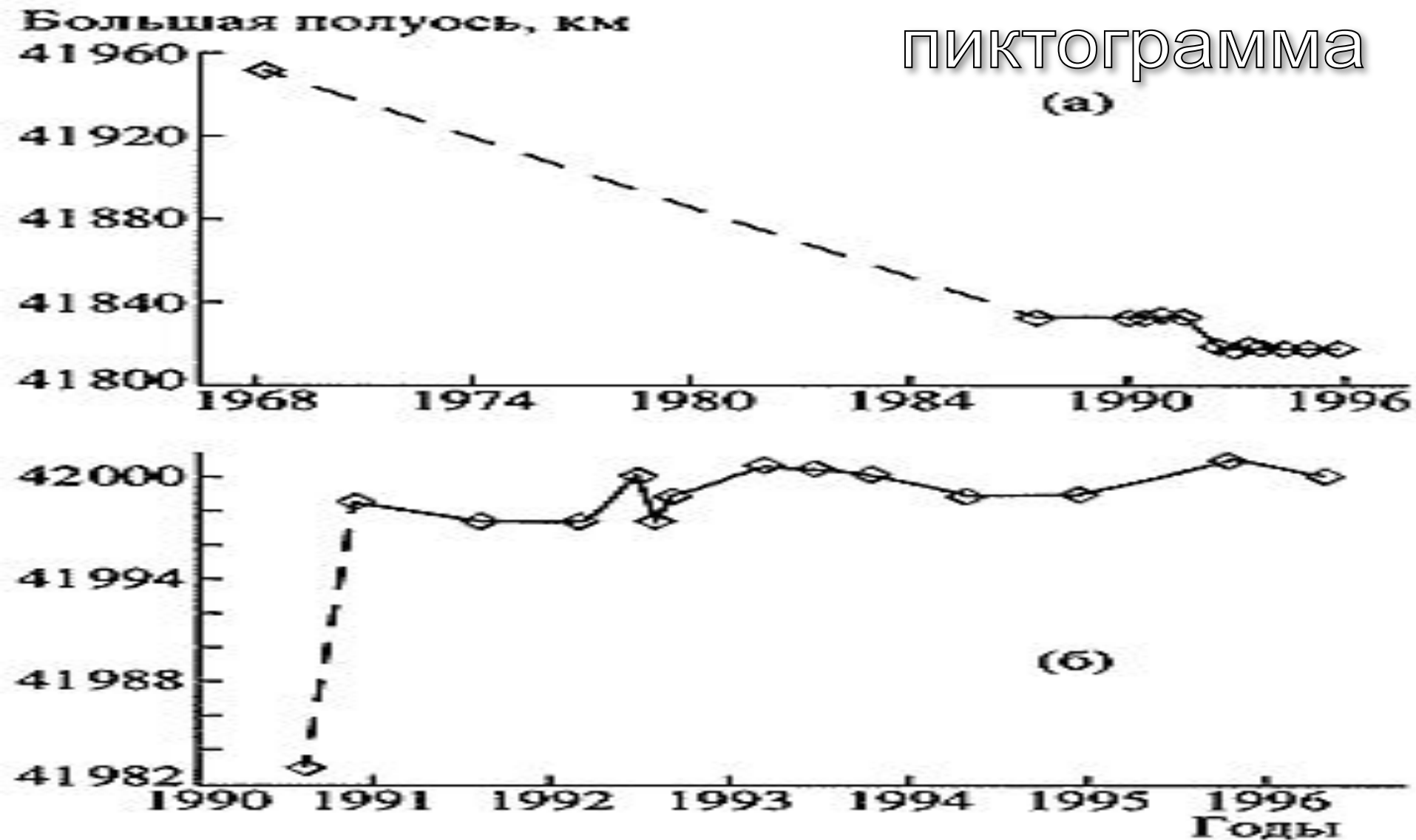
- 24 июля 1996 г. на высоте примерно 660 км произошло первое столкновение французского спутника CERISE, запущенного в июле 1995 г. на солнечно-синхронную орбиту, с наблюдаемым фрагментом третьей ступени французской же ракеты "Ариан", вышедшей на орбиту в 1986 г. Относительная скорость во время столкновения была около 15 км/с, или около 50 000 км/ч.

# Столкновение с космическим мусором



- В Институте астрономии РАН проводилось сравнение значений большой полуоси орбит ракет-носителей на геостационарной орбите в момент запуска с их значениями в более поздние моменты времени. Всего было проанализировано около сотни орбит, из которых 19 показали значимые изменения большой полуоси

# пиктограмма



Изменение большой полуоси орбиты геостационарных искусственных спутников Земли "Транс-тэйдж-13" (а) и "Горизонт-21" (б)

# ЗАДАЧИ ОКОЛОЗЕМНОЙ АСТРОНОМИИ

- Наблюдение, каталогизация, моделирование ситуации на разных высотах околоземного пространства с учетом прохождения Земли через многочисленные метеорные потоки и мониторинг наиболее опасных направлений прихода в околоземное пространство естественных космических объектов - это новые проблемы околоземной астрономии.

# Задачи будущего

- определение формы
- ориентации
- других характеристик запущенных аппаратов с целью распознавания их назначения
- разработка механизма контроля за мирным использованием космического пространства.

- Практически задачи определения формы и ориентации космических объектов решаются на основе длинных рядов фотометрических наблюдений. Зная все характеристики поля рассеяния исследуемого объекта, можно установить его форму с той степенью детализации, которая допускается фотометрической точностью. Это весьма трудоемкая работа, требующая длительных наблюдений в течение всего периода видимости объекта на протяжении нескольких ночей. Решение таких задач - яркий пример возможностей использования оптических координатно- фотометрических наблюдений спутников.



Из-за огромного количества находящихся в околоземном пространстве частиц различного происхождения не может быть и речи об их полном и постоянном отслеживании. Поэтому актуальными направлениями дальнейшего исследования загрязнения околоземного пространства являются:

- - совершенствование методики моделирования мелких фрагментов космического мусора на основе специальных экспериментов и согласования параметров моделей с экспериментальными данными; - изучение общих закономерностей процесса миграции вещества в Солнечной системе, источников пополнения семейства объектов, сближающихся с Землей, выявление и каталогизация таких объектов;
- - проведение наблюдений представительных выборок объектов искусственного и естественного происхождения, населяющих околоземное пространство, уделяя особое внимание исследованию взорвавшихся объектов;
- - осуществление по фотометрическим данным выборочного контроля за отдельными объектами

Первыми заметили неумолимые признаки, свидетельствующие о чрезмерной эксплуатации космоса, астрономы. Не случайно в 1999 г. Международный астрономический союз и КОСПАР организовали симпозиум на тему "Сохранность астрономического неба" ("Preserving the Astronomical Sky"). Но завтра последствия чрезмерной эксплуатации космоса затронут и других его "пользователей", а затем и

всех людей на Земле ■



Спутники-геостационары, кроме всего прочего, могут быть подвержены бомбардировке со стороны естественных небесных тел - от микрометеоритов до болидов.

