

Список литературы

1. Думай! Бодибилдинг без стероидов/ С.Мак Роберт.– М.: Медиа спорт, 2001. –137-139 с.
2. Анаболические стероиды/ П. Грундинг, М. Бахманн – М.: Спорт, 1994. –6-12 с.
3. Неофициальная биография Арнольда Шварценеггера/В. Лей – М.:Спорт, 1992. – 112-115 с.
4. Бодибилдинг. Базовая система упражнений/ Д. Мурзин – М.: Эксмо, 2014. – 78-92 с.
5. Ступени натурального (бодибилдинга) культуризма/ Д. Стронг – М.: Издательские решения, 2017. – 74-82 с.

ПРОБЛЕМАТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА И АНАЛИЗ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

**Кресик Андрей Андреевич**

Студент 1-го курса, Факультет: «Информационные технологии»
 Специальность: «Прикладная математика и информатика»
 Московский Политехнический Университет

**Кулаев Иван Сергеевич**

Студент 1-го курса, Факультет: «Информационные технологии»
 Специальность: «Прикладная математика и информатика»
 Московский Политехнический Университет

**Конюхова Галина Павловна**

кандидат педагогических наук,
 доцент кафедры Математики.
 Московский политехнический университет

Аннотация: В статье исследуется проблематика загрязнения космического пространства. Выявляются причины развития проблемы, последствия, которые уже нас затронули или могут затронуть в будущем, методы её решения. Это позволит целостно оценить масштаб проблемы, и выявить пути решения.

Abstract: The article examines the problems of pollution of outer space. Identifies causes of problems, consequences that have affected or may affect in the future, methods of its solution. This will allow you to comprehensively assess the extent of the problem and identify solutions. .

Ключевые слова: Космос, экология, космический мусор, космическое пространство, современные методы, анализ, прогноз.

Key words: Space environment, space debris, space exploration, modern methods, analysis, forecast.

Введение. Загрязнение космического пространства в наше время является актуальной проблемой. Особый интерес представляет космический мусор, который представляет серьезную угрозу не только для дальнейшего освоения космоса, но и для Земли.

Цель исследования: изучить проблематику загрязнения космического пространства

Задачи исследования:

- Рассмотреть и проанализировать ситуацию в космическом пространстве
- Выявить последствия загрязнения космического пространства
- Составить прогноз загрязнения космического пространства

- Выделить современные методы решения проблемы

В 1957 году, впервые в истории, СССР запустил в космос первый искусственный спутник Земли. Начиная с этого знаменательного события человечество вошло в эру освоения космоса, с тех пор прошло уже 60 лет. На фоне важных открытий и громких достижений человечества в этот период, очень серьезная

проблема, возникшая в этой сфере, осталась в тени – речь идет о загрязнении космического пространства.

Уже к концу 20 века проблему стали изучать. Ученые СССР обратили внимание на то, что количество космического мусора стремительно растет и составили первую математическую модель загрязнения (рис. 1).

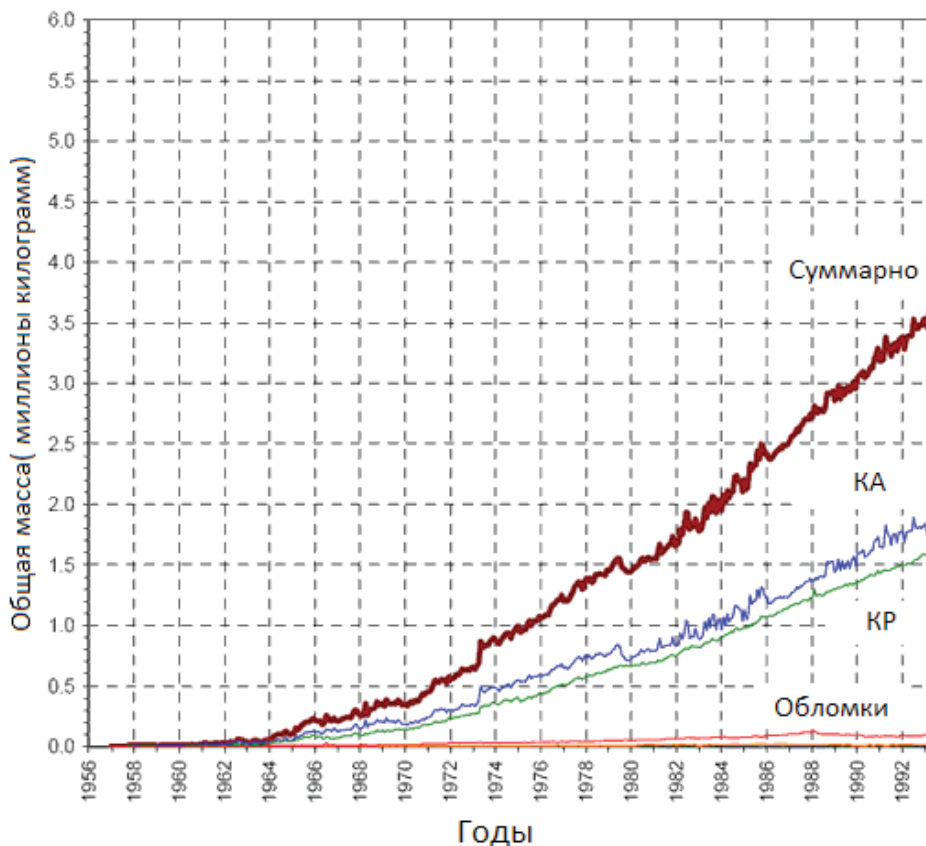


Рис. 1. Математическая модель загрязнения

По данным на конец 2016 года, количество объектов менее 1 см составляет около 100 млн., от 1 до 10 см около 500 тыс., более 10 см. около 21 тыс. (рис. 2), а главными странами-загрязнителями околоземной орбиты являются Россия, США и Европа (рис. 3). Так же, следует отметить, что все объекты более 10 см. каталогизируются и отслеживаются с Земли.

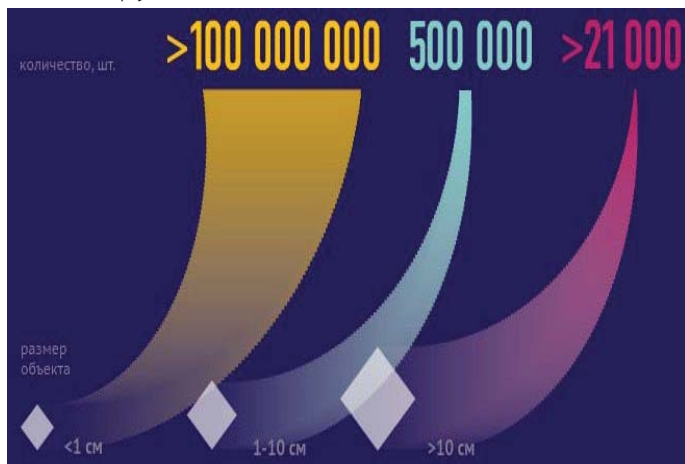


Рис. 2. Количество космического мусора на конец 2016 г.

Ключевым фактором развития этой проблемы изначально стали неудачные попытки вывести аппараты на орбиту, особенно в первые 40 лет, когда ни опыта, ни наработанных технологий еще не было (рис. 4). Так, например, с 1968 по 1985 США и СССР проводили испытания противоспутникового оружия, к 1990 году около 7 % отслеживаемого мусора возникло в результате 12 подобных испытаний.

В большинстве случаев, источниками космического загрязнения являются:

- случайные или умышленные взрывы космических аппаратов
- столкновения космических объектов
- последствия запуска и функционирования аппаратов такие, как отработавшие ступени или топливо

Под космическим мусором подразумевают все «invented by human» космические объекты, которые вышли из строя, и их фрагменты, которые уже неисправны.

Понимание ситуации в космической среде необходимо для правильной организации освоения около-космического пространства. Так как предмет наблюдения (действующие космические аппараты

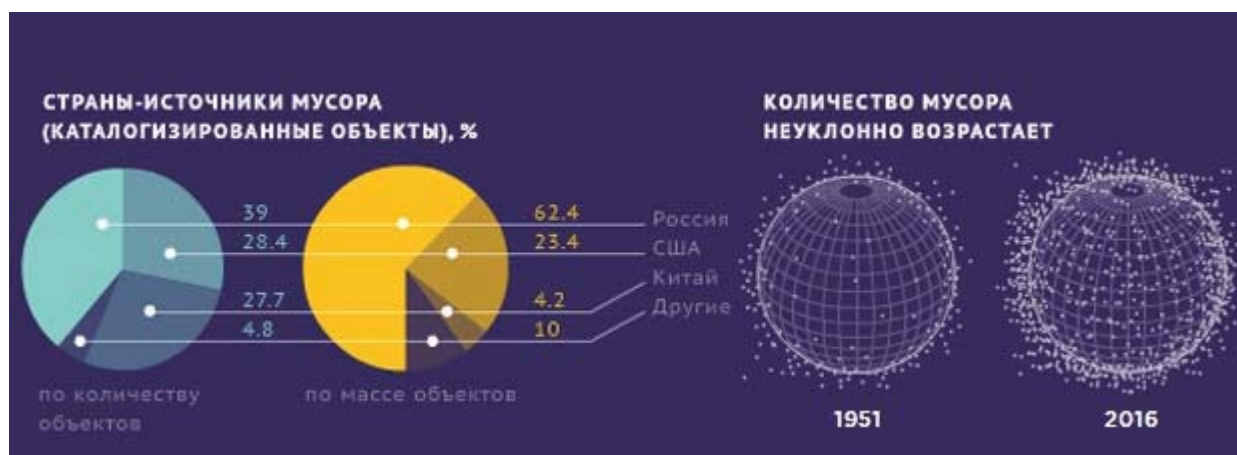
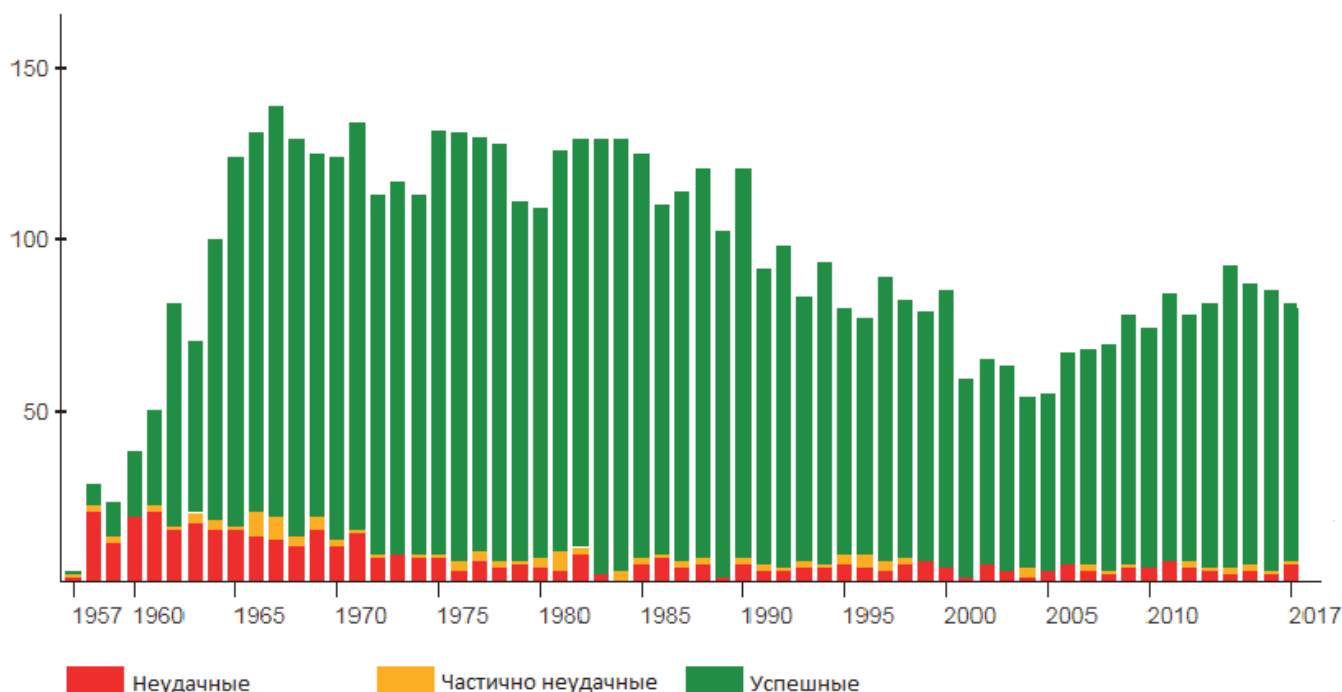


Рис. 3. Страны «загрязнители» и примерная модель ближнего космоса на конец 2016 г.



и космический мусор) может находиться в широком диапазоне орбит и имеет самые различные характеристики, например, параметры орбиты, размера, массы, скорости движения, формы, материала, отражающей способности и прочие, то для контроля и наблюдения за всем этим разнообразием необходим соответствующий набор инструментов и оборудования. Непосредственное наблюдение космических объектов с помощью различных радио-локационных, оптических, оптико-электронных, радиотехнических, лазерных средств (как наземных, так и бортовых) – это первичный и самый надежный способ получения информации о космическом мусоре.

В России, ещё во времена СССР была создана система наблюдения за космическим пространством, которая по сей день ведет учет космических объектов и их фрагментов, основываясь на данных системы раннего оповещения, первичная функция которой – предупреждение о запуске баллистических

ракет и расчет их траекторий. Кроме систем раннего оповещения отслеживанием космических объектов в России занимается радиооптический комплекс «Крона», а также станция оптических наблюдений «Архыз», алтайский оптико-лазерный центр имени Г.С. Титова и оптико-электронный комплекс «Окно» [1].

В США существует множество как гражданских, так и военных программ контроля космического пространства. Наиболее близкой к теме космического мусора программой занимается бюро по орбитальному мусору NASA. NASA Orbital Program Office признан лидирующим подразделением в проведении измерений космической среды. Ученые NASA продолжают разрабатывать и модернизировать модели орбитального мусора, чтобы описать и охарактеризовать текущую и будущую среду мусора. Измерения проводятся не только на Земле, а также с космических аппаратов и путем возвращения поверхностей аппаратов и их анализа.

Можно выделить несколько основных последствий загрязнения:

1. Ущерб для экологии в около-космического пространства. Любое вмешательство околоземную среду несет нарушение ее целостности. Если же на первых этапах освоения космоса это было незаметно, то со временем последствия этих вмешательств становятся все более заметными. Астрономы-наблюдатели столкнулись с проблемой снижения прозрачности околоземной среды, а также появлением помех из-за аккумуляирования мелких фракций космического мусора. Глобально прогрессирует нарушение баланса светового и теплообмена Земли, что на сегодняшний день не представляет серьезной угрозы, но может быть опасно в будущем.
2. Ущерб для экологии Земли – последствия запусков. Для запуска космического аппарата требуется топливо, а также большое количество других реагентов, которые вне зависимости от результата запуска оседают на поверхности земли. Например, гептил (вид горючего) является сильнейшим канцерогеном, и его разливы бывают катастрофическими. В некоторых случаях крупные, токсичные или ядерные частицы мусора могут представлять прямую опасность для земли их неконтролируемым спуском с орбиты и неполным сгоранием в атмосфере, что приводит к осаждению некоторых частиц в населенных пунктах, промышленных объектах и транспортных сообщениях. Ежегодно на Землю падает несколько десятков тонн космического мусора, к примеру – в 2007 году это количество составило 70 тонн.
3. Столкновения в космосе. С ростом количества космического мусора в около-космическом пространстве возрастает риск столкновения с действующими космическими аппаратами, что влечет за собой трудности для инженеров, конструкторов, операторов и даже для налогоплательщиков.

Обобщением прогнозов загрязнения является Синдром (эффект) Кесслера, предложенный ученым NASA, который гласит, что многочисленные запуски спутников на орбиту Земли в будущем приводят к полной непригодности ближнего космоса для дальнейшего исследования.

Пассивные методы решения проблемы направленные на снижение роста космического мусора в будущем:

1. Сокращение высвобождения космического мусора, сопутствующего запуску и функционированию космических аппаратов. Этот тип составляет около 10% всех каталогизированных объектов (т.е. объектов более 10 см.)
2. Сокращение продуктов выхлопа твердотопливных двигателей. Не очень эффективный метод. Для достижения большей результа-

тивности требуется полный отказ от таких двигателей или использование других видов топлива.

3. Уменьшение осколкообразования вследствие столкновений. При взрыве образуются крупные и среднеразмерные частицы, которые несут опасность для аппаратов на орбите. Сокращение числа взрывов окажет значительный эффект на снижение роста количества космического мусора..
4. Перевод космических аппаратов и ракетных носителей на орбиты захоронения в конце их активного существования

Далеко ходить не надо, рассмотрим подробнее



рис. 5. Возвращение 1 ступени

один из проектов американской компании «SpaceX» – ракету-носитель «Falcon 9». Она состоит из двух ступеней. Первая ступень Falcon 9 может быть повторно использована, на неё установлено оборудование для её возврата и вертикального приземления на посадочную площадку или плавающую платформу (рис. 5). На данный момент стоимость вывода коммерческого спутника на официальном сайте составляет 62 млн. \$, Из-за дополнительных требований, для военных и правительственных заказчиков цена запуска ракеты-носителя выше коммерческой, контракты на запуски спутников GPS для ВВС США на суммы 82,7 млн \$ и 95,6 млн \$ подписаны в 2016 и 2017 годах, соответственно [2-4].

Недавно, в 2013 году, «Роскосмос» контролировал почти половину мирового рынка коммерческих пусковых услуг. Появление таких проектов как Falcon 9 поставило некогда преимущественное положение России под угрозу.

В этом году только треть из 17 успешно осуществленных Россией орбитальных запусков относилась к коммерческим и финансировалась не правительством или Международной космической станцией. Что касается SpaceX, в этом году по заказу коммерческих потребителей было произведено 11 запусков из 16. Прогнозы корпорации на 2018 год дают основа-

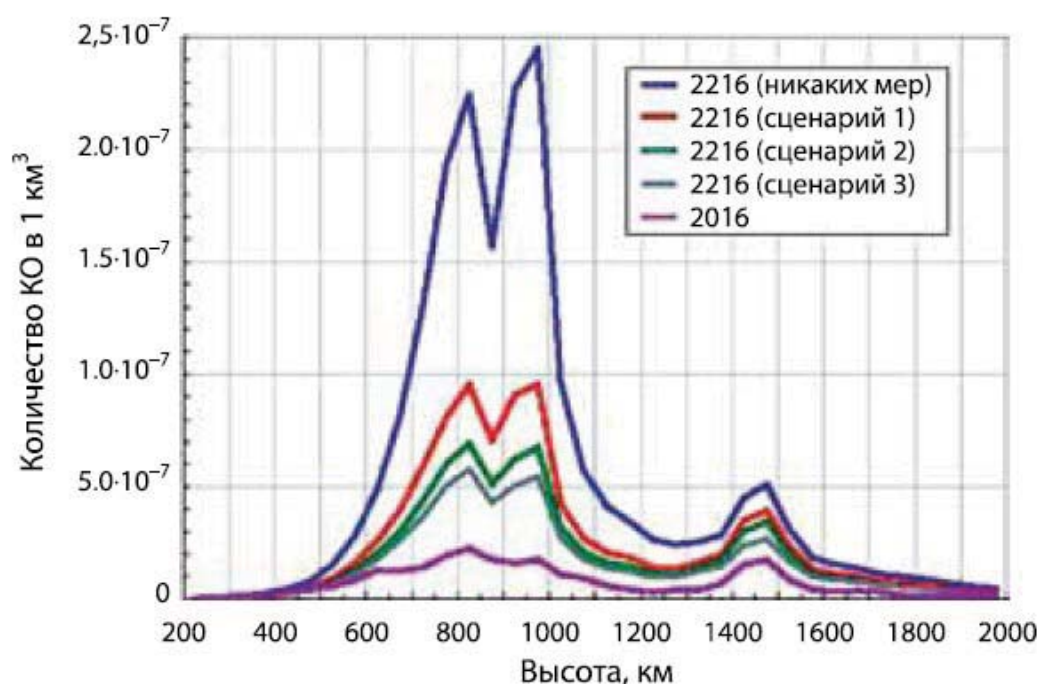


Рис. 6. Сценарии по уничтожению космического мусора

ния полагать, что данное несоответствие продолжит расти в случае увеличения частоты полетов ракет Falcon 9.

В среднем, экономия при таких запусках составляет около 60% что делает данное направление крайне перспективным для дальнейшего развития, в том числе и в России, где одним из таких проектов с названием «Корона» уже занимаются в ракетном центре имени академика В. П. Макеева.

До недавнего времени не существовало других способов снизить загрязнение космического пространства. Но технологии не стоят на месте и появилось большое количество проектов по активной борьбе с космическим мусором непосредственно на орбите. Одним из таких проектов является ESA.Deorbit (рис. 6), первая миссия которого уже запланирована на 2023-2024 год, а бюджет составляет 40 млн. \$. Аппарат использует сеть, либо роботизированную руку для захвата больших объектов и с последующим уводом их на орбиту захоронения либо на землю.

После капитального исследования проблемы, международная академия космонавтики пришла к выводу что необходимо сосредоточиться на активном удалении средних и больших объектов из космоса. В 2017 были представлены 4 сценария и последующий прогноз на 200 лет (рис. 6):

1. Уничтожение 5 космических обломков в год
2. Уничтожение 10 космических обломков в год
3. Уничтожение 20 космических обломков в год
4. Бездействие

Практический вывод

Космическая отрасль должна всерьез заняться решением проблемы. Избежать худшего сценария можно придерживаясь некоторых оптимальных положений:

- Для достижения лучшего результата необ-

ходимо тесное народное сотрудничество в этой области, обмен данными и результатами исследований между странами. Также это выгодно влияет на экономическую сторону вопроса.

- Нужно сделать процесс запуска более экологически приемлемым.
- Ввести активный комплекс мер по сбору космического мусора
- Избегать дальнейших столкновений и разлета частиц

Вывод

Проблема может затронуть всех нас, космическая эра может превратиться в темный век без доступа в интернет, без gps, без связи, без доступа в космос...

Список литературы

1. С.С. Вениаминов, 2013г. Космический мусор – угроза человечеству.
2. Space debris environment statistics // ESA's Annual Space Environment Report [<https://discosweb.esoc.esa.int/web/guest/statistics>]
3. А. Тиматков, П. Чемерис, С. Никонец Космический мусор – угрозы мнимые и реальные [<https://ria.ru/infografika/20120807/718278948.html>]
4. Guy Gugliotta Earth, Clean Up Your Trash! // Air & space magazine (August 2017) [https://www.airspacemag.com/space/34_aug2017-cleaning-up-space-junk-180963932/]