

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 32 имени К.К. Коккинаки
муниципального образования город Новороссийск

Исследовательский проект

**Тема: «Космическая экспедиция - экологические проблемы
околоземного космического пространства, контаминация
и альтернативные способы утилизации космического мусора»**

Выполнил:

Мищенко Тимофей Сергеевич

ученик 9 «Б» класса

МБОУ СОШ № 32

г. Новороссийска

Руководитель проекта:

Лебедянская Татьяна Викторовна,

учитель физики и математики

МБОУ СОШ № 32

г. Новороссийск

Новороссийск

2024

Содержание

Введение.....	5
Теоретическая часть.....	10 - 72
Глава 1. Исследование и освоение околоземного космического пространства, его влияние на космические аппараты и человека.	
Космическая одиссея.....	10 - 19
1.1. Околоземное космическое пространство: понятие и границы.....	10 - 11
1.2. Гравитационное, магнитное и электрическое поле Земли.....	11 - 12
1.3. Процессы в ионосфере Земли.....	12 - 13
1.4. Глубокий космический вакуум.....	13 - 14
1.5. Космические лучи и солнечные корпускулярные излучения.....	14 - 15
1.6. Радиационные пояса Земли.....	15 - 16
1.7. Знаменательные события из истории космонавтики.....	16 - 19
Глава 2. Роль околоземного космического пространства в развитии научно – технического прогресса.....	20 - 25
2.1 Ученые пионеры и первопроходцы - покорители космоса.....	20 - 23
2.2 Инновационный прорыв космических технологий в науке, промышленности и в повседневной жизни.....	23 - 25
Глава 3. Процессы возникновения космического мусора, их негативные последствия на околоземное пространство и планету, приоритетные направления по утилизации.....	26 - 59
3.1 Космический мусор естественного происхождения.....	26 - 34

3.2	Орбитальный мусор.....	34 - 37
3.3	Опасность космического мусора для Земли.....	37 - 39
3.4	Уроки прошлого. Апробация направлений по очищению космоса от мусора и обеспечение безопасных полетов.....	39 - 55
3.5	Инвестиционные проекты по защите космического пространства и правовые аспекты.....	55 - 59
Глава 4 Экология космоса гарант сохранения безопасности		
и чистоты космической среды.....		60 - 72
4.1	Экологическое состояние околоземного пространства.....	60 - 62
4.2	Проблема техногенного засорения околоземного космического пространства и Земли.....	62 - 63
4.3	Проблема антропогенного засорения околоземного космического пространства и Земли.....	64
4.4	Адаптация микроорганизмом в космических условиях.....	64 - 66
4.5	Электромагнитное воздействие.....	66 - 67
4.6	Космический мусор. Наблюдение, контроль и мониторинг.....	67 - 70
4.7	Экология космического пространства как наука созидания и гармонических отношений человек – космос.....	71 - 72
Практическая часть.....		73 - 76
Глава 5. Социологический опрос учащихся по вопросам загрязнения		
Космоса и Земли, пути решения утилизации космического мусора..		73 - 76
Заключение.....		77

Список используемой литературы.....78 - 80

ВВЕДЕНИЕ

«Чисто не там, где убирают, а там, где не мусорят»

А.П. Чехов

В наше время наряду с загрязнением мирового океана, воды, почвы, атмосферы радиоактивными отходами, выхлопными газами, отходами жизнедеятельности человека приходится ставить вопрос и о проблеме загрязнения околоземного космического пространства потому, как космические летательные аппараты не всегда сгорают в атмосфере и имеют место падать на Землю, например на людей или животных, а если это спутник с ядерной энергоустановкой или радиационный метеорит последствия этого коллапса могут быть непредсказуемы. В любом случае это несет финансовые затраты по возмещению ущерба потерпевшей стороне, на разработку систем и методов очищения ближнего космоса от отработанных космических аппаратов, способов защиты человечества от метеорных дождей, столкновений с Землей и угрозы пролетающих вблизи комет. На страже сохранения цивилизации стоят ведущие государства, имеющие современные технологии по утилизации космического мусора, коммерческие компании, предлагающие совместные проекты и инвестирование в долгосрочные программы. Экология Земли и ближнего космоса становится частью нашего жизненного цикла. Будущее, настоящее и ошибки прошлого должны стать уроком систематизации и обобщения знаний, выводом того, что космос – это живая экосистема. Если мы хотим жить, нам надо найти пути решения сохранения экологии околоземного пространства и Земли. В один из дней, когда ночное небо будет по особенному звездным, или в летнюю ночь, когда можно увидеть падающую звезду, и воздух будет чистым и прозрачным, загадайте самое заветное желание. Пусть это желание исполнится.

Цель: исследовать околоземное пространство и его влияние на биосферу Земли, классификацию космического мусора, факты отрицательного воздействия и последствия на космос, методы защиты и перспективные решения проблемы. Детерминировать экологическую науку как гарант сохранения безопасности и чистоты космической среды.

Для достижения были поставлены следующие **задачи**:

1. Определить границы и понятие околоземного пространства.
2. Изучить труды ученых, ставшие первооткрывателями космоса и их последователи.
3. Проанализировать внедрение космических технологий в современную жизнь и научную сферу, развитие космической индустрии.
4. Исследовать космический мусор, техногенное и антропогенное происхождение, причины и последствия, губительное воздействие патогенных микроорганизмов на космические аппараты и космонавтов.
5. Рассмотреть направления по очищению космоса и планеты от захламления и обеспечению безопасных полетов.
6. Ознакомиться с инвестиционными проектами по защите космического пространства и правовыми аспектами.
7. Определить важность экологии, методов контроля, наблюдения, мониторинга и сохранности экосистемы ближнего космоса и Земли.
8. Провести социологический опрос среди учащихся и узнать, насколько они информированы об экологическом состоянии космоса и его засорении.
9. Сделать выводы по каждому разделу проекта.

Актуальность проекта: прошло практически 60 лет с ознаменования эры космонавтики. За этот небольшой по космическим меркам период проблема скопления мусора в космосе от забытого одеяла и зубной щетки до отработанных космических аппаратов, осколков после взорвавшихся спутников и кораблей становится с каждым годом очевидней. К последствиям, отрицательно влияющих на биосферу Земли и околоземное пространство, можно отнести антропогенные и техногенные факторы. Очистить околоземное пространство без научного продвижения и реализации коммерческих, государственных и прибыльных технологичных программ невозможно. Инвестируя в долговременные многообещающие проекты по утилизации космического мусора возможно решить экологические проблемы загрязнения. Экология как наука базируется на принципах обеспечения безопасности в космосе, контроля и оценки

воздействий космических объектов на окружающую среду, разработки многоотраслевых технологий и способов использования космических ресурсов, повышения экологической грамотности в области космической деятельности. Это в свою очередь предполагает увеличение роста товарооборота в космической индустрии и международное сотрудничество всех держав, основываясь на правовые документы использования околоземного пространства. Околоземное космическое пространство влияет на биологические процессы нашей планеты, понимание этих взаимодействий является важным для цивилизации, помогает принимать меры для защиты Земли и человеческого благосостояния.

Предмет исследования: космический мусор – причины возникновения и последствия, пути и способы решения проблемы.

Объект исследования: околоземное пространство, экологическая концепция ближнего космоса и Земли, безопасность космических полетов.

Методы исследования: изучение научной и методической литературы, использование интернет ресурсов и источников в доступе, картографический, сравнительный и статистический анализ, экономические показатели в сфере космической индустрии, аналитические исследования, диаграммы, обобщение материала.

Теоретической и методологической основой исследования послужили работы отечественных и зарубежных ученых – астрофизиков, биологов, картографов, экологов, политологов, экономистов, документы по международному космическому праву и экологии, научные изыскания работ в области медицины, космических достижений и технологий, выступления, отчеты симпозиумы, статьи об экологической обстановке околоземного пространства и земли, о защите от техногенного и антропогенного воздействия на окружающую среду.

Новизна: космическая экология для общества и планеты является важным аспектом ее развития в будущем и имеет большое значение для сохранения космической среды и обеспечения устойчивого использования космических ресурсов; минимизации негативного воздействия на природу и биосферу Земли.

Внедрение передовых технологий и развитие космической индустрии позволит укрепить международное сотрудничество, обеспечив контроль и координацию за космической деятельностью.

Практическая значимость исследовательского проекта: диаграммы, таблицы, фотографии, сравнительные характеристики, преимущества и недостатки способов очистки от космического мусора и его воздействия на экосистему, экономические прогнозы по дальнейшему развитию космической отрасли, выводы могут быть применены на уроках физики, географии, экологии, химии, биологии, как дополнительная информация на уроках «Разговоры о важном», при проведении недели космонавтики, «Гагаринские чтения» среди школьников 7 – 11 классов.

Гипотеза:

1. Космический мусор является проблемой экологического пространства космоса и Земли.

2. Современные средства утилизации космического мусора, модернизация и техническое новаторство могут в ближайшее будущее решить дилемму засорения околоземного пространства.

3. Космическая экология выступает в качестве защитника по сохранению не только окружающей среды, но и всех жизненно важных ресурсов, необходимых для развития человечества и освоения космоса в мирных, научных целях

Ключевые слова: околоземное пространство, ближний космос, космический мусор, техногенное и антропогенное засорение окружающей среды, научно – технический прогресс, мониторинг, наблюдение, способы утилизации, безопасность полетов, инвестирование программ, международное космическое право, экология.

Теоретическая часть

Глава 1 Исследование и освоение околоземного космического пространства, его влияние на космические аппараты и человека. Космическая одиссея

1.1 Околоземное космическое пространство: понятие и границы

Околоземное космическое пространство - это ближний космос верхний слой атмосферы, внешняя газовая оболочка планеты, вращающаяся вместе с Землей, исследуемый космическими летательными аппаратами и межпланетными станциями, а дальним считают космос за пределами Солнечной системы. Околоземное космическое пространство имеет различные границы в зависимости от конкретного использования. Одной из границ, например, является Карманная линия, которая находится на высоте около 100 километров от поверхности Земли и была выбрана Международной авиационной ассоциацией Комитета космической науки (IAU) в космическом пространстве. Примерно на этой же высоте находится отражающий радиоволновый слой Кеннелли — Хевисайда. Выше этой границы начинается околоземное пространство, отличия которого от других областей Вселенной обусловлены влиянием нашей планеты. Оно выражается в наличии и концентрации заряженных частиц, их энергии, воздействии магнитного поля Земли и др. Считается, что данная область пространства имеет протяженность в 10-12 земных радиусов. Границы околоземного космического пространства также могут быть определены на основе радиуса Земли. Например, Международная космическая станция (МКС) находится на высоте около 400 км над Землей. Эта высота широко признается как нижняя граница околоземного космического пространства. Решением ООН граница между околоземным пространством и космосом определена на высоте около 100 километров над уровнем моря. Ближний космос доступен всем странам без ограничений. Это зона полетов различных космических аппаратов. Атмосфера здесь практически отсутствует, но физические характеристики ближнего космоса находятся под влиянием Земли, прежде всего ее гравитационного поля, влияние

уменьшается по мере удаления от нашей планеты и окончательно исчезает только на расстоянии более 900 тыс. км от Земли.

1.2. Гравитационное, магнитное и электрическое поле Земли

Гравитационное поле Земли – это силовое энергетическое поле, которое образуется вокруг нашей планеты благодаря действию двух сил: гравитации; центробежной силе, которая своим появлением обязана вращению Земли вокруг своей оси (суточное вращение). Поскольку гравитация, и центробежная сила действуют постоянно, то и гравитационное поле является постоянным явлением. Сила притяжения определяет истинную форму земной поверхности - геоида, приводит движения земной коры. Под ее влиянием происходит перемещение рыхлых горных пород, масс воды, льда, воздуха. Гравитационное поле Земли является одной из причин круговоротов в литосфере, атмосфере и гидросфере. Магнитное поле Земли — это силовое поле, создаваемое внутри планеты и распространяющееся по магнитосфере, защищающей Землю от вредных эффектов солнечного ветра, который состоит из частиц, испускаемых Солнцем и космических лучей. Магнитное поле Земли также играет ключевую роль в космической погоде. Источники магнетизма Земли находятся в основном в трех компонентах планеты: в ядре, коре и верхней атмосфере. Магнитное поле с течением времени испытывает определенные изменения и возмущения. Регулярные изменения, подчиняющиеся определенной закономерности, называются невозмущенными вариациями. К ним относятся годовые лунно-суточные и солнечно-суточные невозмущенные вариации. Спорадические (конъюнктурные) изменения магнитного поля Земли называют магнитными возмущениями. Естественное электрическое поле Земли наблюдается в твердом теле Земли, в морях, в атмосфере и магнитосфере. Оно обусловлено сложным комплексом геофизических явлений. Распределение потенциала поля несет в себе определенную информацию о строении Земли, о процессах, протекающих в нижних слоях атмосферы, в ионосфере, магнитосфере, а также в ближнем межпланетном пространстве и на Солнце. Наличие электрического

в атмосфере Земли связано в основном с процессами ионизации воздуха и пространственным разделением возникающих при ионизации положительных и отрицательных электрических зарядов. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что воздействие электрического поля Земли на их функционирование проявляются в виде: электризации внешних поверхностей космических аппаратов; нарушения функционирования бортовых систем, помехи в связи.

1.3. Процессы в ионосфере Земли

Ионосфера - самая плотная плазменная оболочка Земли простирается от мезосферы до высот порядка тысячи километров, впитывающая в себя солнечное излучение, в виде выпадения энергичных частиц из магнитосферы, и излучения с коры планеты. После солнечных вспышек ионосфера, поглощая солнечное рентгеновское излучение, нагревается и раздувается, так что плотность плазмы и нейтрального газа на высоте нескольких сотен километров увеличивается, создавая значительное дополнительное аэродинамическое сопротивление движению спутников и пилотируемых кораблей. Пренебрежение этим эффектом может привести к "неожиданному" торможению спутника и потере им подъёмной силы и высоты полёта. Пожалуй, самым печально известным случаем такой ошибки стало падение американской станции "Скайлэб", которую "упустили" после крупнейшей солнечной вспышки, произошедшей в 1972 году. Плазма ионосферы наиболее эффективно поглощает радиоволны только вблизи определенной резонансной частоты, зависящей от плотности заряженных частиц и равной для ионосферы примерно 5-10 мегагерцам. Радиоволны с частотами выше 10 мегагерц свободно уходят через ионосферу в открытый космос. Поэтому радиостанции УКВ- и FM-диапазонов можно слышать только в окрестностях передатчика, а на частотах в сотни и тысячи мегагерц специалисты связываются с космическими аппаратами. Частоты ниже 3 МГц не могут выйти за пределы ионосферы в космос. Радиоволны более низкой частоты отражаются от границ ионосферы в сторону

Земли. Во время солнечных вспышек и магнитных бурь количество заряженных частиц в ионосфере увеличивается, причём так неравномерно, что создаются плазменные сгустки и "лишние" слои. Это приводит к непредсказуемому отражению, поглощению, искажению и преломлению радиоволн технического назначения.

1.4. Глубокий космический вакуум

Ва́куум (от лат. *vacuus* — пустой) — пространство, свободное от вещества. В технике и прикладной физике под вакуумом понимают среду, состоящую из газа при давлении значительно ниже атмосферного. Вакуум создает поле антигравитации, которое вызывает ускорение космологического расширения. Вакуум не абсолютная нематериальная пустота, вакуум - это неплотная материя. В среднем по наблюдаемой астрономами части бесконечной вечно существующей вселенной на одну атомную единицу массы плотной материи вещества в форме нейтронов, протонов, ядер атомов и электронов приходится около 4 кубических метров неплотной материи вакуума и эфира космоса. Одним из главных факторов, определяющих вакуум в космосе, является отсутствие атмосферы. Земная атмосфера состоит из разных слоев газов, которые окружают нашу планету и создают давление на ее поверхность. Однако на высотах, на которых находится космос, количество газов существенно уменьшается, что приводит к образованию редкого воздуха и в конечном итоге к практически полному вакууму. Основная причина, по которой в космосе вакуум, состоит в том, что большая часть вещества во Вселенной находится в виде газов и пыли, которые разделяются между звездами и галактиками. Гравитационные силы удерживают эти облака газа и пыли вместе, создавая сверхновые звезды, звездные кластеры и галактики. Вакуум в космосе имеет своеобразные особенности, которые важны для осуществления космических исследований. Отсутствие воздуха и гравитации означает, что объекты в космосе не подвержены сопротивлению, что может быть использовано для быстрой передачи искусственных спутников или космических аппаратов на орбиты и других путешествий в космосе. Кроме того, вакуум

в космосе позволяет вести исследования различных объектов и явлений без влияния атмосферы и других факторов, что очень важно для понимания процессов, происходящих во Вселенной. Однако влияние глубокого вакуума сказывается негативно на характеристиках некоторых материалов космических аппаратов во время длительного их пребывания в космическом пространстве: нагрузка на конструкцию аппарата, его отдельных герметических узлов и систем на счет перепада давления, утечки используемых системами газообразных и жидких рабочих тел, разгон истекающих или стравливаемых газов и жидкостей до высоких скоростей и создание нештатных источников некомпенсированной тяги, переохлаждение поверхностей и элементов устройств, при стравливании криогенных компонентов топлива, испарение материалов конструкции летательного аппарата и его систем, сублимация покрытий, красок и смазок, образование собственной внешней атмосферы вокруг космического аппарата, вызывающей загрязнение оптических поверхностей усиление адгезии и трение деталей и узлов механизмов, электрический пробой, коронный разряд, ухудшение отвода тепла от тепло выводящих элементов из – за отсутствия конвективного теплообмена.

1.5. Космические лучи и солнечные корпускулярные излучения

«Органическая жизнь только там и возможна, где имеется свободный доступ космической радиации, ибо жить – это значит пропускать сквозь себя поток космической энергии в кинетической ее форме», – писал А. Л. Чижевский. Биосфера Земли подвержена постоянному воздействию космических факторов, среди которых основное место занимают солнечная активность (электромагнитные излучения – видимый свет, ультрафиолетовое, радиоизлучение, рентгеновское и др.) и корпускулярное излучение (солнечный ветер, солнечные космические лучи от вспышек), а также состояние межпланетного магнитного поля, галактических магнитных полей и галактические излучения. Космические лучи представляют собой потоки заряженных частиц, которые приходят из космоса. Они могут проникать

в атмосферу и вызывать образование облаков и аэрозолей, что может влиять на обледенение и конденсацию воздуха. Это может повлиять на формирование облачности, осадков и климатических условий. Взаимодействие заряженных частиц (корпускул ионов, протонов, электронов), существующих в космическом пространстве, с материалами и техническими системами космических аппаратов связано с ионизацией этих материалов. Солнечное излучение в виде солнечного ветра на пути к Земле встречается с радиационными полями Земли, а затем с самой внешней оболочкой Земли - магнитосферой - областью околоземного пространства, физические свойства которого определяются магнитными полями Земли и его взаимодействием с потоками заряженных частиц. Солнечный ветер образуется благодаря непрерывному расширению (истечению) плазмы солнечной короны и состоит из заряженных частиц. Он также образует магнитное поле. Солнечные лучи содержат различные уровни энергии, которые проникают в атмосферу Земли. Это приводит к изменениям в температуре, влажности и атмосферном давлении, что влияет на климат и погоду. Интенсивная солнечная активность может вызывать солнечные бури, влияющие на электромагнитное поле планеты, вызывать сбои в электронике и коммуникациях.

1.6. Радиационные пояса Земли

Радиационные пояса (радиационный пояс Ван Аллена) Земли представляют собой области космического пространства, заполненные заряженными частицами, удерживаемыми магнитным полем Земли и представляет собой неоднородную структуру. Во внешней части пояса находятся преимущественно электроны, а во внутренней – протоны. На разной долготе они могут находиться выше или ниже. Наиболее низкое положение наблюдается над Атлантикой. Магнитное поле и захваченные им протоны находятся на расстоянии около 500 километров от поверхности планеты, что делает частицы уязвимыми, опустившись ниже, они могут разрушаться при столкновении с земной атмосферой. Значения потоков заряженных частиц в радиационных поясах Земли на несколько порядков превышают потоки космических лучей. Внешняя область

радиационного пояса Земли в основном образована электронами, максимум которых приходится на расстояние около 22 000 км от поверхности. Мощность эквивалентной дозы облучения здесь составляет порядка 104 бэр/сут. Радиационная опасность резко снижается при уменьшении высоты до 400–500 км. Движущиеся электрические заряды – одна из причин возникновения магнитного поля Земли. В свою очередь, изменяясь во времени, магнитное поле порождает вокруг себя электрическое (магнетизм). Ионизирующее излучение в поясе Ван Аллена представляет определенный риск для космонавтов -разрушает ткани, нарушает метаболизм, снижает иммунитет и повышает риск развития злокачественных новообразований. Траектории управляемых космических аппаратов выстраиваются таким образом, чтобы минимизировать нахождение астронавтов в радиационных поясах. Их воздействие сказывается на функционировании радиоэлектронной аппаратуры и влияет на состояние экипажа. Кроме естественных могут образовываться и искусственные радиационные пояса, как результат высотных ядерных взрывов и испарений радиоактивных веществ в космосе.

1.7 Знаменательные события из истории космонавтики

С самого начала космической эры началось изучение Земли и околоземного космического пространства с помощью космических аппаратов. Запуск в Советском Союзе первого в мире искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г. открыл новую эру в истории человечества — космическую эру. Период с июля 1957-го по декабрь 1958 г. был объявлен Международным геофизическим годом, в это время проводился ряд скоординированных программ по изучению нашей планеты: в частности, с использованием ракет и спутников. В октябре 1957 г. был запущен первый искусственный спутник. В 1958 г. в СССР был запущен тяжелый «Спутник-3» с большим количеством научной аппаратуры на борту, с помощью которой изучалась атмосфера Земли, ее магнитное поле, а также космические лучи. 12 апреля 1961 г. с советского космодрома «Байконур» взлетел космический корабль «Восток-1» с летчиком-космонавтом

Юрием Алексеевичем Гагариным на борту. Его позывной был «Кедр». Полет длился 108 минут. Этот полет подтвердил возможность преодоления гравитации и открыл новую эру исследования космоса. После полета Гагарина начались более сложные экспедиции и исследования космоса. 20 декабря 1961 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла Резолюцию о многостороннем сотрудничестве государств в исследовании и использовании космического пространства. Суборбитальные и орбитальные полеты становятся частью коммерциализацией космоса. 12 апреля 2023 года состоялась премьера российского фильма "Вызов". Роскосмосу удалось отправить членов съемочной группы (актрису Юлию Пересильд и режиссера Клима Шипенко) на МКС, где они сняли часть сцен картины.

Хронологическая таблица по основным этапам освоения космоса и первых космических туристов.

Дата	Успех миссии	Страна/ организатор	Название миссии
4 октября 1957 г.	Первый искусственный спутник	СССР	Спутник - 1
19 августа 1960 г.	Первые растения и животные, вернувшиеся живыми с околоземной с околоземной орбиты	СССР	Спутник - 5
12 апреля 1961 г.	Первый полет человека в космос (Юрий Гагарин). Первый орбитальный полет с экипажем из человека	СССР	Восток- 1
5 мая 1961 г.	Первый космический полет под управлением человека (Алан Шепард). Первый суборбитальный полет с экипажем из человека	США	Свобода - 7
6 августа 1961 г.	Первый космический полет с экипажем продолжительностью более двадцати четырех часов, совершенный Германом Титовым, который также первым заболел космической болезнью	СССР	Восток - 2
1 августа 1962 г.	Первый космический полет с двойным экипажем	СССР	Восток - 3 Восток - 4

	Первая связь между двумя космическими аппаратами с экипажами на орбите. Первый человек, свободно плавающий в условиях микрогравитации		
16 июня 1963 г.	Первая женщина в космосе (Валентина Терешкова)	СССР	Восток - 6
19 июля 1963 г.	Первый многоразовый космический корабль с экипажем	США (НАСА)	Полет X-15 90
12 октября 1964 г.	Первый экипаж из нескольких человек (3) на орбите	СССР	Восход - 1
8 марта 1965 г.	Первый выход в открытый космос / внекорабельная деятельность (Алексей Леонов)	СССР	Восход 2
21 декабря 1968 г.	Первое путешествие человека за пределы низкой околоземной орбиты. Первые личные наблюдения Земли на расстоянии. Первая трансземная инъекция	США (НАСА)	Аполлон-8
20 июля 1969 г.	Первый человек на другом небесном теле (Луне).	США (НАСА)	Аполлон- 11
15 июля 1975 г.	Первая многонациональная миссия с экипажем	СССР США (НАСА)	Испытательный проект "Аполлон-Союз"
25 июля 1984 г.	Первый выход женщины в открытый космос (Светлана Савицкая)	СССР	Салют 7
28 апреля 2001 г.	Первый космический турист Деннис Энтони Тито	Россия	Союз ТМ - 32
25 апреля 2002 г.	Второй космический турист Марк Ричард Шаттлворт	Россия	«Союз ТМ-34».
1 октября 2005 г.	Третий космический турист Грегори Хэммонд Олсен	Россия	«Союз ТМА-7»,
18 сентября 2006 г.	Четвертый космический турист Ануше Ансари	Россия	«Союз ТМА-9»
7 апреля 2007 г. 26 марта 2009 г.	Пятый и седьмой космический турист Чарльз Симони	Россия	«Союз ТМА-10» «Союз ТМА-14»
12 октября 2008 г.	Шестой космический турист Ричард Аллен Гэрриот	Россия	«Союз ТМА-13»
30 сентября 2009 г.	Восьмой космический турист Ги Лалиберте	Россия	«Союз ТМА-16»

Вывод: Околосземное космическое пространство считается неотъемлемой частью нашей планеты — глобальной составляющей, окружающей биосферу среды, которое оказывает определенное воздействие на космические объекты и космонавтов. Резолюция о многостороннем сотрудничестве государств в исследовании и использовании космического пространства позволила осуществить международные космические экспедиции. Этот документ стал отправной точкой создания международного космического права. Сегодня ученые получают уникальные данные о Земле, помогающие расширить знания о природе и обитаемости планеты и космоса, экологических изменениях и особенностях нашего мира и Вселенной. Космические путешествия позволили «Роскосмосу» открыть неограниченные технологические инновации в использовании космического пространства, продвижение и совершенствование космического туризма во всем мире.

Глава 2. Роль околоземного космического пространства в развитии научно – технического прогресса

2.1. Ученые пионеры и первооткрыватели космоса

Космос — это всё, что есть, что когда-либо было и когда-нибудь будет. Одно созерцание Космоса потрясает: дрожь бежит по спине, перехватывает горло, и появляется чувство, слабое, как смутное воспоминание, будто падаешь с высоты. Мы сознаём, что прикасаемся к величайшей из тайн. — Карл Саган, книга Космос Карл Саган. Космос, 1980. Космос – манящий, загадочный, недоступный, недостижимый, таинственный, бескрайний, необъятный, зловещий, безграничный, воспетый в стихах и прозе, с древних времен был объектом изучения и исследования. С тех пор прошло немало времени, но еще до нашей эры такие цивилизации, как шумеры, египтяне и китайцы, изучали небесные тела, закладывая основу для понимания космоса. Греческие астрономы, такие как Гиппарх и Птолемей, разработали модели для предсказания движения планет, а арабские ученые усовершенствовали и расширили их работы, сохранив их для будущих поколений. Древнегреческий физик, математик и инженер Архимед в своем сочинении «Исчисление песчинок» сделал предположение, что Вселенная сферическая, как возможно измерить расстояние между планетами, а также рассчитать объем небесных тел, Аристотель в своих трудах доказал, что Земля имеет форму шара, Аристарх Самосский разработал гелиоцентрическую систему и предложил новый метод определения расстояния от Солнца и Луны, и вычисления их размеров. К концу средневековья инквизиторы, отвергали научные истины на основании того, что они противоречили религиозному вероучению, и нещадно сжигали на кострах вольномыслящих учёных. Николай Коперник опроверг существующую веками геоцентрическую концепцию Солнечной системы и в своем трактате «Об обращении небесных сфер» доказал, что Земля и другие планеты вращаются вокруг Солнца. В 17 веке учение Коперника было объявлено ересью, а его последователи подверглись преследованиям. Практически одновременно с Коперником свои революционные

идеи развивал доминиканский монах Джордано Бруно, который в 1584 году опубликовал работу «О бесконечности Вселенной и миров», в которой, ссылаясь на учение Коперника, говорил о бесконечности Вселенной, о том, что она состоит из различных миров. Он был арестован инквизицией, отправлен в тюрьму и спустя 7 лет публично сожжен в Риме на костре, как еретик. За свои идеи Галилей также был осужден и до самой смерти в 1642 году находился под присмотром инквизиции. Научная революция XVI и XVII веков стала поворотным пунктом в исследовании космоса. Работы Исаака Ньютона в области физики и математики стали важными для современных знаний о космосе. Его три универсальных закона движения легли в основу физики. Иоганн Кеплер известен своими законами планетарного движения, которые точно описывают движение планет вокруг Солнца. Эдмонд Хэлли известен своей работой по кометам. Он изучал их орбиты и движение, и в 1705 году опубликовал таблицу, предсказывающую прохождение кометы Галлея в 1758 году. Это было важным достижением, так как ранее кометы считались неопределенными и непредсказуемыми явлениями. Уильям Гершель обнаружил более двадцати четырех сотен объектов глубокого космоса, которые он назвал туманностями, также открыл множество астероидов и комет. Он разработал и построил собственные телескопы, которые позволили ему проводить наблюдения и делать открытия. Карл Фридрих Гаусс разработал методы для расчета орбит планет и комет. Джон Гершель составил каталоги звезд и двойных звезд. Он также изучал планеты и спутники, включая Луну и Сатурн. Ученый разработал новые методы фотографии небесных тел и создал множество фотографий звезд, планет и галактик. Его работы в области астрофотографии были важным шагом вперед в изучении космоса. 20 век подарил миру новую плеяду ученых, конструкторов, инженеров, которые дали начало космической эре. Общеизвестными классиками космонавтики стали российские ученые Константин Циолковский, Юрий Кондратюк и Фридрих Цандер. Константин Циолковский в 1903 году опубликовал первую часть научной работы "Исследование мировых пространств реактивными приборами", где доказал, что аппаратом, способным совершить космический полет, является ракета,

в своих работах ученый заложил основы жидкостного ракетного двигателя, разработал теорию многоступенчатых ракет. Юрий Кондратюк (настоящее имя - Александр Шаргей) в своей книге "Тем, кто будет читать, чтобы строить", изданной в 1919 году, независимо от Циолковского вывел основное уравнение движения ракеты, привел схему и описание четырехступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе. Он предложил использовать сопротивление атмосферы для торможения ракеты при спуске с целью экономии топлива. Естествоиспытатель рассчитал оптимальную траекторию полета к Луне, эти расчеты позже были использованы NASA в лунной программе "Аполлон". Фридрих Цандер рассмотрел вопросы жизнеобеспечения человека в космическом полете. Им была предложена идея космических оранжерей, то есть выращивания съедобных растений непосредственно на борту космического корабля. В 30-е годы были созданы первые экспериментальные ракеты на жидком топливе. Исследовательские работы вели ученые - конструкторы по изучению реактивного движения и специалисты газодинамической лаборатории. В 1933 году был создан Реактивный институт, в котором работал С.П. Королёв, в дальнейшем главный конструктор советской космической техники. В команду исследователей СССР входили учёные и конструкторы космической техники: Королёв Сергей Павлович учёный и конструктор ракетно-космических систем, Келдыш Мстислав Всеволодович учёный, специалист в области математики и механики, организатор науки, Бармин Владимир Павлович учёный, конструктор пусковых установок и стартовых комплексов для ракетной техники, Глушко Валентин Петрович учёный и конструктор ракетно-космической техники, Кузнецов Виктор Иванович учёный, специалист в области прикладной механики и автоматического управления, Мозжорин Юрий Александрович учёный, один из организаторов и руководителей работ в области ракетно-космической науки, Пилюгин Николай Алексеевич учёный и конструктор, специалист в области систем автономного управления ракетными и ракетно-космическими комплексами, Рязанский Михаил Сергеевич учёный и конструктор, создатель радиотехнических систем для ракетно-космической техники.

Первыми, кто шагнул навстречу космосу, увидел его великолепие, безграничность и величественность стали космонавт Юрий Гагарин, астронавт из США Алан Шепард, первая женщина космонавт Валентина Терешкова, советский космонавт Алексей Леонов, совершивший первый в истории космонавтики выход в открытый космос, Нил Армстронг и Базз Олдрин ступили на поверхность Луны, первая женщина космонавт вышедшая в открытый космос Светлана Савицкая и другие. 6 декабря 1999 года Генеральная Ассамблея ООН (резолюция 54/68) определила период с 4 по 10 октября Всемирной неделей космоса. Кроме людей и механизмов, на орбите Земли гостили животные, а первый облет живыми существами Луны был выполнен черепахами на космическом аппарате «Зонд-5» в сентябре 1968 г.

2.2 Инновационный прорыв космических технологий в науке, промышленности и в повседневной жизни

Околоземное космическое пространство играет важную роль в научных исследованиях различных агентств, служит местом размещения искусственных спутников, космических станций и миссий, что позволяет ученым изучать поведение различных объектов в космической среде. Оно позволяет изучать Солнечную систему, космическую пыль, обнаружить новые планеты и галактики, различные виды радиации и климат Земли, полеты человека в космос, его адаптацию в состоянии невесомости, провести медико – биологические исследования. Астрономические наблюдения служат источником новых открытий и позволяют лучше понять нашу планету и космос в целом, развивать технологии навигации и связи, а также очистить околоземное пространство от мусора и обезопасить его для будущих миссий. Космические исследования имеют огромное научное и познавательное значение. Они обогащают новыми открытиями и новыми научными результатами физику и космологию, геофизику и аэрономию, метеорологию и биологию, дают ценнейший экспериментальный материал о структуре околоземного космического пространства, о Луне и ближайших планетах, о процессах,

протекающих в атмосфере Земли, и их связи с активностью Солнца, о строении вещества. Уже сейчас в результате космических программ человек смог добраться до Луны и определить, что это не совсем бесполезный спутник, вращающийся вокруг планеты, а целый мир, который может решить многие наши проблемы. На Луне обнаружены большие залежи драгоценных металлов, водяной лед и огромное количество гелия-3 — высокоэнергетического вещества. Кроме Луны в последние десятилетия взор человека обращен и к Марсу. По мнению некоторых ученых эта планета, при определенных условиях, может стать идеальным местом существования нашей цивилизации. Космические технологии успешно применяются в повседневной жизни – спутниковое телевидение, скоростной интернет, рентгеновские сканеры в аэропортах, метод получения изображения в компьютерной томографии, wi-fi-связь, геолокация, технология беспроводных устройств, камера в смартфоне, очищение воды с помощью ионизаторов, 3 – D технологии, телескопические подъемники, колеса с гибкими элементами для машин, обработка линз для очков, удобная одежда, обувь, посуда. Благодаря освоению космоса и космическим программам, запатентовано более полусотни тысяч различных изобретений, начиная от сотовой связи и заканчивая тефлоновой сковородкой. Космос становится открытым для туристических полетов. Сейчас космические корабли доставляют на земную орбиту грузы, космонавтов и космических туристов, продолжительность полёта в космосе может составлять 6-7 месяцев. Разрабатываются и модернизируются программы по защите нашей планеты от космических тел – метеоритов, астероидов и комет, а также решения топливно-энергетических проблем и утилизации космического мусора. Освоение космоса привело к появлению множества медицинских инноваций для земного использования: например, метод введения противораковых лекарств непосредственно в опухоль, аппаратура, с помощью которой медсестра может делать УЗИ и моментально передавать данные врачу за тысячи километров от неё, и механическая рука-манипулятор, выполняющая сложные действия внутри аппарата МРТ. Фармацевтические разработки в области защиты космонавтов от потери костной и мышечной массы в условиях микрогравитации привели

к созданию препаратов для профилактики и лечения остеопороза. Космические технологии применяются в промышленности, робототехнике. Появились новые специальности такие как космическая психология, космическая медицина, космический биолог, астробиолог, космический юрист, космический гид. К 2030 году планируются освоить новые профессии: контролеры орбитального движения, утилизаторы космических аппаратов, астрогастрономы, инженеры сетей глубокого космоса, галактические архитекторы, синоптики космической погоды.

Вывод: Космическая индустрия намного упростила нашу повседневную жизнь. Все блага современной цивилизации являются продуктом космических технологий, которые были созданы в результате развития программ по освоению Космоса. Полученные знания позволяют существенно расширить представления о развитии Вселенной.

Глава 3. Процессы возникновения космического мусора, их негативные последствия на околоземное пространство и планету, приоритетные направления по утилизации

3.1 Космический мусор естественного происхождения

Космические тела, которые меньше, чем астероиды, но больше, чем межпланетная пыль, называются метеороидами, зачастую они имеют небольшой размер. Большинство метеоров сгорает полностью в атмосфере, но некоторые метеороиды достигают поверхности Земли и становятся метеоритами. Из метеорных потоков наиболее известны Персеиды (появляется каждый год в августе в районе созвездия Персея), Леониды (середина ноября, созвездие Льва) и Квадрантиды (конец декабря — начало января, созвездие Волопаса). Светящийся след метеоров виден в атмосфере всего несколько секунд. Такого «мусора» в космическом пространстве предостаточно. Периодически потоки частиц встречаются с Землей, захватываются ее притяжением и врываются в атмосферу со скоростью от 12 до 40 км/с

Болиды – это очень яркие метеоры, которые обычно имеют яркость, сравнимую с яркостью Луны или даже ярче. Они обычно сопровождаются громким звуком, известным как звуковая волна, и могут оставлять за собой следы в виде дыма или пыли. Когда ядро кометы распадается, на ее орбите остается не только пыль, но и довольно крупные по размерам обломки, весящие уже не доли грамма, а килограммы и тонны. Они не всегда избегают встречи с Землей. Время от времени такой осколок - метеорное тело - тоже врывается в атмосферу, а если масса обломка достаточно большая, то сгореть полностью он просто не успеет. В этом случае часть вещества, из которого состоял болид, падает на поверхность планеты. Болиды обычно вызывают большой интерес и внимание, так как они являются впечатляющими явлениями на небе.

Метеориты — твёрдые небесные тела, которые не успевают сгореть в атмосфере и падают на поверхность Земли. 230 лет назад впервые было

документально зафиксировано падение метеорита на Землю. Это случилось 24 июля 1790 года во Франции. На октябрь 2016 года в Meteoritical Bulletin Database было зафиксировано 1151 официально подтверждённое падение и 1297 падений всего. Во время падения на земную поверхность метеориты оставляют в небе долго не исчезающий светящийся след. На месте падения метеорита на поверхности Земли остаются углубления чашеобразной формы — кратеры. Масса метеоритов больше, чем масса метеоров, и превышает один килограмм. Метеориты бывают каменные, железные и железокатенные. Падение метеорита — редкое и опасное природное явление. Метеоритам дают имена по названиям мест, где их нашли. Чаще всего метеориты, упавшие на Землю, каменные. А вот железные тела крайняя редкость — на их долю приходится менее 20% от всех упавших объектов. Случаи падения метеоритов на населенные пункты крайне редки: известно лишь о нескольких подобных фактах. При этом только дважды падающие небесные тела наносили ранения людям (1954 год, штат Алабама, США; 2004 г., Великобритания). Первое в мировой истории достоверно зарегистрированное падение метеорита датируется 16 ноября 1492 года. Это произошло близ французской деревни Энсисхейм в районе Верхнего Рейна. Камень, упавший с неба, весил около 127 кг. Его падение засвидетельствовали многочисленные очевидцы, в том числе известный немецкий художник и график Альбрехт Дюрер. Он зарисовал это событие на небольшой деревянной доске размером 23x17 см. Но каким бы не было тело, упавшее на поверхность нашей планеты, — маленьким или большим — оно все равно представляет огромный интерес для науки:

1. Тунгусский метеорит. Один из самых известных метеоритов мира. 30 июня 1908 года около семи часов утра над территорией бассейна Енисея с юго-востока на северо-запад пролетел большой огненный шар. Полёт закончился в 07:15 взрывом на высоте 7—10 км над незаселённым районом тайги. Ударная волна была зафиксирована обсерваториями по всему миру, в том числе в Западном полушарии. В результате взрыва были повалены деревья

на территории 2150 км². Оконные стёкла в домах были выбиты в нескольких сотнях километров от эпицентра взрыва. В течение нескольких дней на территории от Атлантики до центральной Сибири наблюдалось интенсивное свечение неба и светящиеся облака. Вокруг места падения лес был повален веером от центра, причём в самом центре падения часть деревьев осталась стоять на корню, лишённая ветвей и коры.

2. Гоба — крупнейший из найденных метеоритов. Он сохраняется на месте падения в юго-западной Африке, в Намибии, близ фермы Гоба-Уэст. Он является и самым большим на Земле куском железа природного происхождения. Этот железный метеорит весом около 66 тонн и объёмом 9 м³ упал в доисторическое время, а был найден в Намибии в 1920 году возле Гротфонтейна. Метеорит Гоба представляет собой плотное металлическое тело размерами 2,7 × 2,7 × 0,9 метров, на 84 % состоящее из железа и на 16 % — из никеля с небольшой примесью кобальта. Сверху метеорит покрыт гидроксидами железа.

3. Метеорит Сихотэ-Алинь. Это один из самых крупных, наблюдавшихся при падении. Один из крупнейших метеоритов мира упал в Приморском крае в горах Сихотэ-Алинь в феврале 12 февраля 1947 года. Вызванный им ослепительный болид наблюдали в Хабаровске и других населённых пунктах в радиусе 400 км. Железное тело весом 23 тонны распалось в атмосфере на множество осколков в виде метеоритного дождя. Обломки образовали на поверхности Земли более 30 кратеров от 7 до 28 м в диаметре и до 6 метров глубиной. Самый крупный осколок метеорита Сихоте-Алинь весит около 1745 кг. Химический анализ показал 94% долю железа в составе метеорита.

4. Альенде. Считается наиболее изученным метеоритом. Упал в Чиуауа, Мексика, 8 февраля 1969 года. При падении раздробился на множество осколков, которые выпали на территории 50×10 км. Общая масса оценивается в 5 тонн, примерно 3 тонны были собраны и находятся в различных музеях и институтах мира. В институте Вернадского РАН хранятся осколки общим весом 11740 граммов. Это самый древний из обнаруженных метеоритов (и вообще тел

Солнечной системы): его тугоплавкие включения из оксидов кальция и алюминия сконденсировались около 4,567 млрд лет назад.

5. Мурчисонский метеорит. Это углистый хондрит общим весом 108 килограмм. Упал 28 сентября 1969 года вблизи деревни Мурчисон, штат Виктория, Австралия. При падении один из фрагментов пробил крышу сельского здания. Считается самым «живым» из найденных на Земле - более 14 тысяч органических соединений, входящих в состав 108-килограммового углистого камня, в том числе не менее 70 различных аминокислот. Исследования под руководством Филиппа Шмитт-Копплина из Института экологической химии в Германии утверждают, что метеорит содержит миллионы различного рода органических молекул, что доказывает существование аминокислот за пределами нашей планеты. По оценкам ученых, возраст метеорита составляет 4,65 млрд лет, то есть он образовался до появления Солнца, возраст которого оценивается в 4,57 миллиарда лет.

6. Метеорит Гири́н, Цзилинь, Китай. 8 марта 1976 года жители северо-восточной части Китая стали свидетелями суперболида. За этим явлением последовало выпадение метеоритного каменного дождя примерно в 40 км к северо-западу от города Гири́н. Один из фрагментов метеорита врезался в промерзшую почву, образовав ударную яму глубиной 6,5 м и диаметром 2 м. Его вес составил 1770 кг — на данный момент это самый тяжелый из известных каменных метеоритов в мире. Сейчас он выставлен в Городском музее Гирина. Общий вес найденных фрагментов метеорита составил около 4000 кг. Метеорит Гири́н содержит металлического железа (25-30 %) и относительно небольшой процент оксидов железа.

7. Метеорит Ку́ня-Ургенч, Туркмения, 20 июня 1998 года наблюдатели заметили большое темное облако, расположившееся вдоль траектории болида. Через несколько секунд последовали сильный удар, и колебания земли. Масса метеорита составила 820 кг, воронка, образовавшаяся на хлопковом поле, - 5 м.

Возраст небесного тела составляет около 4 млрд. лет. Метеорит стал третьим в мире по величине.

8. Витимский болид, Иркутская область Россия. В ночь с 24 на 25 сентября 2002 года в районе поселков Мама и Витимский в Иркутской области упал Витимский болид. По рассказам местных жителей, его сияние было столь ярким, что в ночной тайге стало светло как днем. Энергия взрыва составила 200 тонн тротилового эквивалента. Конечная масса осколков, рухнувших на землю - нескольких сотен килограммов. Взрыв повалил лес на площади примерно 60 км², зона пожара составила 6 км.

9. Ядовитый метеорит. 15 сентября 2007 года в Перу приземлился еще один космический посланец. Место падения - озеро Титикака. Когда официальные лица и ученые прибыли на место происшествия, они быстро установили, что это был большой метеорит, который, по оценкам, был около 3 метров в диаметре, весом 12 тонн и упал на землю со скоростью примерно 16000 км/ч. Было обнаружено, что метеорит, вероятно, прибыл из пояса астероидов между Марсом и Юпитером. Возможно, метеорит состоял из ядовитых веществ. У людей, проживающих рядом, с местом происшествия начались головные боли, пострадало 1500 человек.

10. Метеорит Челябинск. Падение метеорита Челябинск произошло 15 февраля 2013 года. Диаметр — около 17 метров, масса — 10 тыс. тонн (по расчётам НАСА), скорость — около 18 км/с. Общее количество высвободившейся энергии по оценкам НАСА составило около 440 килотонн в тротиловом эквиваленте, по оценкам РАН — 100–200 килотонн. Челябинский метеорит уникален. Изнутри он покрыт крохотными трещинками, каких ученые не видели больше ни на одном метеорите. Они-то и стали причиной взрыва. Метеорит разорвало в небе, словно осколочную гранату. Шипящие звуки от пролёта тела, о которых потом расскажут свидетели события, возникли от трения такого крупного объекта с воздухом и имели электромагнитный характер. Звук взрыва через несколько минут был звуком баллистической ударной волны, которая возникла от торможения увесистого пришельца в плотных слоях

атмосферы. Станции наблюдения за ядерными взрывами по всему миру зафиксировали, что волна обошла Землю дважды. По оценкам НАСА, это самое большое из известных небесных тел, падавших на Землю после Тунгусского метеорита в 1908 году.

Метеориты имеют важное значение для астрономии и науки в целом, что позволяет узнать больше о происхождении Солнечной системы и эволюции планет, предоставить информацию о составе и структуре астероидов и комет.

1. Астероиды Представляют собой холодные каменные объекты, сформировавшиеся в следствие притяжения плотного газа и пыли. Их движение осуществляется по орбите вокруг Солнца. Открытие первых астероидов приходится на начало 19 века. В процессе движения астероиды отражают свет Солнца и благодаря этому, их можно увидеть в телескоп как сияющие точки, похожие на звезды. Часть астероидов перемещается группами, так называемыми семействами. Они образуются из одной малой планеты вследствие ее столкновения. Некоторые астероиды могут иметь размеры, способные вызвать глобальные катастрофы при столкновении с Землей. Падение метеоритов или столкновение с крупным астероидом может вызвать серьезные последствия, такие как взрывы, образование кратеров, выбросы пыли и газов в атмосферу, что в свою очередь может повлиять на климат. В наше время для съемки астероидов на телескопы устанавливаются огромные цифровые камеры. Такие телескопы есть, например, в Обсерватории Мауна-Кеа на Гавайских островах и в Ок-Риджской обсерватории в США. С 1990 года к астероидам стали отправлять космические аппараты. Первые аппараты лишь пролетали вблизи и делали снимки. В 2001 году американская станция NEAR Shoemaker села на поверхности астероида — 34-километрового Эроса. В случае обнаружения астероида, представляющего реальную угрозу, рассматриваются различные планы предотвращения столкновения. Это может включать в себя использование космических аппаратов для изменения траектории астероида, использование ядерных зарядов или других технологий для изменения его скорости и направления. Благодаря современным

исследования вероятность столкновения земли с астероидом очень маленькая. Ученые выделяют несколько астероидов, которые с каждым новым оборотом приближаются к Земле. Астероид. Апофис. Его масса составляет 27 млн. тонн. С каждым новым витком его орбита приближается к Земле. Астероид Дуэнде. Объект массой более 40 тонн. В 2013 году было зафиксировано его длительное близкое расположение к Земле. Его дальнейшее маневрирование непредсказуемо. Крымский астероид. Космическое тело массой 89 млн. тонн. Считается одним из самых опасных астероидов. В научном мире вызывают затруднения расчеты орбиты этого астероида. Исследование астероидов является неотъемлемой частью изучения Солнечной системы, позволяющее изучить их характер и поведение. Отслеживая изменения космических тел, ученые исключают возможную опасность.

2. Кометы очень похожи на астероиды, но содержат больше льда, метана, аммиака и других соединений. Комета состоит из двух основных частей: головы и хвоста. Голову кометы образует твёрдое ядро, которое состоит из смеси льда и космической пыли. Ядро окружает светлая оболочка из светящихся газов и пыли. При приближении кометы к Солнцу у неё появляется хвост — вытянутый шлейф из пыли и светящихся газов. Длина хвоста может измеряться в сотнях миллионов километров. Кометы — самые большие по размеру тела Солнечной системы. На сегодняшний день учеными зафиксированы сотни массивных комет, названных «кентаврами». Кометы очень многочисленны, но большинство проходят далеко от Земли, поэтому их можно видеть только в телескоп или в мощный бинокль. В настоящее время на учете NASA состоит около 13000 объектов, периодически сближающихся с Землей, из которых более 1600 представляют потенциальную опасность. Кометы имеют свои имена. Комета Галлея возвращается к Земле через каждые 76 лет. Последнее прохождение кометы наблюдали в феврале 1986 году, её исследовали с помощью космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2», которые приблизились к её голове. Ещё одна известная комета была открыта в 1969 г. и названа в честь астрономов Клима

Чурюмова и Светланы Герасименко. По фотоснимкам, сделанным с телескопа «Хаббл», были вычислены размеры ядра кометы — 3×5 км. С кометой Чурюмова — Герасименко связано одно из величайших научных достижений XXI века. В марте 2004 г. Европейское космическое агентство (European Space Agency) отправило к ядру кометы аппарат «Розетта». Через 10 лет «Розетта» подлетела к комете, и 12 ноября 2014 года отделившийся от «Розетты» спускаемый аппарат «Филы» впервые в истории совершил посадку на ядро кометы. Ещё через два года — в сентябре 2016 года — сам аппарат «Розетта» также совершил посадку на ядро кометы. В результате учёные получили большое количество точных фотоснимков кометы и узнали о её химическом составе.

В настоящее время разрабатываются методы защиты Земли и околоземного пространства от естественного космического мусора, чтобы в будущем их можно было применить на практике. К основным стратегиям защиты можно отнести: ядерное взрывное устройство — его планируется использовать для взрыва над или под поверхностью астероида, который несет угрозу Земному шару. В НАСА пришли к выводу, что с помощью ядерного взрывного устройства можно будет отразить объекты диаметром 100-500 м, если их обнаружат за 1-2 года до столкновения и объекты больших размеров при их обнаружении за 5 лет до катастрофы. Кинетический таран — с территории Земли в космос возможно запустить огромный объект, например, какой-нибудь космический аппарат, который выполнит роль тарана. Такой метод может быть эффективным для небольших астероидов, состоящих из твердого вещества. Астероидный гравитационный буксир — хорошая альтернатива взрывам. Метод заключается в том, что астероид на протяжении определенного времени будет сдвигаться в сторону, а это приведет к смене траектории его полета. В качестве буксира может использоваться тяжелый непилотируемый космический аппарат. Он должен парить над астероидом и в результате сильного гравитационного взаимодействия «оттягивать» его в сторону, на более безопасную орбиту. Ионный луч — предполагает использование ионной пушки с корабля, который

расположится вблизи астероида. Только вместо гравитационной силы будет использоваться кинетическая энергия. С ее помощью также можно изменить траекторию полета объекта. Но на практике ни один метод еще не применялся. Защита от потенциальной опасности Земли и околоземного пространства является сложной и многогранной задачей, требующей совместных усилий и постоянного развития технологий и методов всех мировых держав. Благодаря научным исследованиям и сотрудничеству между странами, возможно повысить безопасность нашей планеты и защитить ее от возможных угроз со стороны космических «гостей».

3.2 Орбитальный мусор

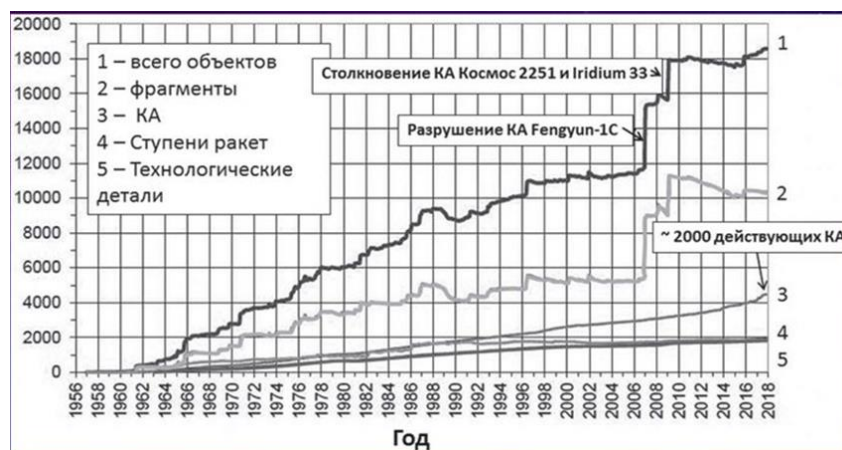
Космический мусор на орбите Земли - это побочный эффект от исследования космоса человечеством. Как сообщает «Словарь космических терминов» Роскосмоса, космический мусор – это вышедшие из строя космические аппараты, отработавшие ракетные и прочие устройства, их обломки и другие предметы разного размера и различного происхождения, находящиеся в околоземном космическом пространстве. Космический мусор может также состоять из вещей, оставленных в космическом пространстве во время работы космонавтов на космической станции или при работе за пределами ее. Проблема засорения околоземного пространства «космическим мусором», как чисто теоретическая, появилась сразу после запуска первых искусственных спутников Земли в конце пятидесятых годов. Официальный статус на международном уровне она получила после доклада Генерального секретаря ООН под названием «Воздействие космической деятельности на окружающую среду» 10 декабря 1993 года, где особо отмечено, что проблема имеет международный, глобальный характер: нет засорения национального околоземного космического пространства, есть засорение космического пространства Земли, одинаково негативно влияющее на все страны.

Диаграммы космических запусков и пилотируемых космических полетов



По последним данным запусков космических аппаратов на орбиту Земли можно сделать вывод, что их количество увеличилось, снизилось количество неудачных попыток, что характеризует модернизацию и совершенствование космических технологий, и безопасность полетов. По данным на август 2022 года, Европейское космическое агентство сообщило о 31870 фрагментах космического мусора, постоянно отслеживаемых Сетью Космического Наблюдения. Количество отслеживаемых объектов на орбите Земли увеличивалось в течение последних нескольких десятилетий.

Диаграмма динамики увеличения космического мусора на околоземной орбите.



По состоянию на 18 июля 2023 года, на околоземной орбите средства наблюдения насчитали фрагментов искусственного происхождения на 500 объектов больше, чем тремя месяцами ранее. Из них больше половины – 16 059 объектов – это отработавшие ступени ракет-носителей, фрагменты конструкций и другие обломки, то есть космический мусор. При этом, их число, по сравнению с предыдущими данными, сократилось на 13 элементов. 11089 объектов – это активные и нерабочие космические аппараты, их стало на 513 штук больше, чем три месяца назад. Наибольшее количество рукотворных объектов на орбите принадлежат США – 11636 за все время (их число выросло за последние три месяца на 474 объекта). Из них 6529 – это спутники, 5108 – ступени ракет и обломки. Второе место занимает Россия, накопившая на орбите 7244 объектов за все время. При этом, количество остатков от российских аппаратов уменьшилось на 57, а космических аппаратов стало на два больше. На третьем месте Китай с 5023 объектами на орбите, 57 из которых прибавились недавно. Далее следуют Великобритания – 693 объект, из них 19 новых, Франция и Япония остались без изменений – 624 и 312 соответственно, Индия прибавила 1 космический аппарат и насчитывает 219 объектов, и Европейское космическое агентство – 127, из них 2 – новые. На долю всех остальных стран приходится 1186 фрагментов, из них 80 прибавились недавно. Стоит отметить, что эти показатели не учитывают запуски космических аппаратов в последние 1,5 месяца.

Общая масса мусора в околоземном пространстве составляет 385000 кг. Наиболее высокая засоренность имеет место на высотах 800-1000 км и в геостационарной зоне. Все эти объекты представляют собой угрозу дальнейшей деятельности человека в космос. Масса космического мусора на орбите Земли составляет более 7 тыс. тонн. Об этом сообщили в госкорпорации «Роскосмос».

Диаграмма распределения массы космического мусора по основным орбитальным областям

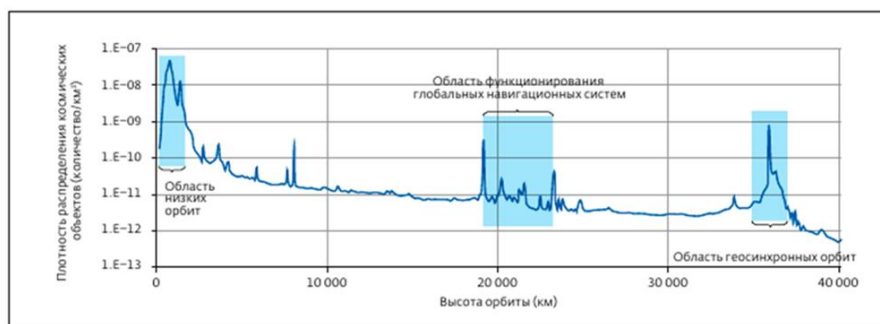


Рис.1. Распределение массы космического мусора по основным освоённым орбитальным областям
Fig.1. Distribution of the mass of space debris in the main developed orbital regions. Source: 54th Session of the STCS, COPOUS, UNO, NASA, 2017

«Если собрать весь космический мусор, находящийся на орбитах вокруг Земли, получится более 7 тысяч тонн, это вес груженого железнодорожного состава из более чем 70 вагонов», — сказано в телеграм-канале компании. Проблема осложняется, тем, что при возможном столкновении космический аппаратов с другими объектами, они распадаются на множество мелких частей по закону Кesslera. Синдром (эффект) Кesslera это возможное развитие событий на околоземной орбите, происходящее из-за космического мусора, появившегося в результате большого количества запущенных искусственных спутников, который вводит общепринятую орбиту ближнего космоса в негодность для практического использования человечеством. Впервые данный сценарий был описан Консультантом НАСА Дональдом Кesslerом. Данный синдром особенно опасен из-за так называемого «эффекта бабочки» и сильной «обратной связи» — чем больше на орбите мусора, тем больше спутников выходят из строя, из-за чего требуется запуск новых спутников, которые в будущем создадут ещё больше мусора.

3.3 Опасность космического мусора для Земли

Над Россией и США собралось большое количество космического мусора, в основном скапливающегося на высоте от 850 км до 1500 км от Земли, а также он скапливается на высоте полёта космических кораблей, а точнее около 250-350 км над Землёй. Космический мусор, находящийся ниже, чем 600 км

над Землёй попадает под силой гравитации, и оказывается в атмосфере через несколько лет. Мелкий мусор сгорает в атмосфере на расстоянии более чем 10 км, не представляя угрозы людям. С большим мусором дела обстоят иначе. Ученые утверждают, что такой мусор способен достигнуть Земли. Громкий международный скандал случился со спутником «Космос-954», который был оснащён ядерным реактором с 30 кг обогащённого урана-235. Он упал на территорию Канады 24 января 1978 года, что привело к радиационному заражению 100 тысяч квадратных километров. К счастью, ни у одного канадца с января 1978 года по март 1981 года не было выявлено случаев радиационного заражения. Предварительная компенсация потерпевшей стороны составила от 3 до 7,5 миллиона долларов. В 2011 году в конце сентября на Землю упала основная часть американского научного спутника UARS, который столкнулся с неизвестным предметом. 26 обломков спутника пролетели мимо территории Канады и Африки и упали в водных просторах Тихого, Атлантического и Индийского океанов. Известны случаи, когда системы охлаждения некоторых спутников дали течь, из-за чего на орбиту попали тысячи капель натрий-калиевого охладителя, которые теперь тоже вращаются вокруг Земли. Так же нет возможности ограничить попадание мусора в космос. Если последние ступени ракет еще возможно вернуть обратно в атмосферу, то разгонный блок, к примеру, нельзя вернуть в атмосферу, из-за чего он останется на геостационарной орбите. В итоге эта орбита засоряется сильнее остальных более низких орбит, которые имеют высоту в несколько сотен километров и на которых мусор поддается силе гравитации и постепенно падает в атмосферу. Касаемо геостационарной орбиты, имеющей высоту в 35 тысяч километров, мусор на ней практически не поддается силе гравитации, из-за чего остаётся на орбите, при этом представляя угрозу работающим аппаратам, находящимся на орбите. Как раз для этого был создан закон, который гласит о том, что спутники перед своим отключением требуется выводить на орбиту захоронения, высотой в несколько сотен километров.

3.4 Уроки прошлого. Апробация направлений по очищению космоса от мусора и обеспечение безопасных полетов

Каждый новый шаг в развитии современных технологий будет связан с открытиями, сделанными при исследовании космического пространства и Великой Вселенной. Но надо признаться, что, прошлое великой истории космонавтики наполнено скорбью о тех, кто погиб в космосе. 18 космонавтов и астронавтов стали настоящими героями, жертвующими своей жизнью ради прогресса науки и исследования космоса. Часть этих трагических случаев произошла на Земле, до выполнения собственно космических миссий, во время тренировок или аварийных ситуаций на старте, но большинство жертв пришлось на космические полеты, при выполнении миссий на орбите или во время возвращения на Землю. По общим подсчетам, порядка 360 человек пострадало во время всех этапов отправки ракет. Статистика погибших в космосе не останавливают ученых и космонавтов, которые продолжают совершенствовать технологии и безопасность в космических полетах, собирать информацию, чтобы предотвратить множество аварийных ситуаций в будущем. Это говорит о том, что исследование космоса является опасным и сложным предприятием, связанным с большими рисками.

Самые крупные космические катастрофы в истории космонавтики.

1. Катастрофа на Байконуре 1960 год.

24 октября 1960 года находясь в 17 метрах от площадки для запуска, вместе с помощниками маршал ждал запуска. Один из двигателей незапланированно стартовал, что привело к пожару. Огонь распространился лавиной на 100 метров, уничтожая всё живое на пути, и унёс жизни 78 - 126 человек.

2. Пожар в ракетной шахте Серси, Арканзас 1965 год.

В ходе реконструкции ракетных шахт, в одной из них случилась утечка топлива, которая спровоцировала стихийный пожар. В нём расстались с жизнью 53 человека.

3. Аполлон -1 1967 год.

Катастрофа с «Аполлоном-1» 27 января 1967 года практически полностью повторила печальную участь «Союза-1». Весь экипаж погиб ещё на земле, в ходе финального этапа запуска. Загорелся чистый кислород, что повлекло критическое падение давления и герметизации модуля. В считанные секунды температура внутри преодолела отметку в 1000 градусов, а несчастные члены экипажа, оказавшись в ловушке, сгорели заживо. Погибло 3 человека. После этого инцидента программу испытаний свернули на полтора года.

4. Союз-1 1967 год.

23 апреля 1967 года гибель космонавта Владимира Комарова, во время крушения советского летательного средства «Союз-1», стала звеном целой цепочки ужасных катастроф, сопровождающих гонку космических технологий. Корабль сумел удачно преодолеть плотные атмосферные слои, но вышла из строя система парашютной посадки, из-за чего модуль рухнул на землю и сгорел в результате сильного взрыва.

5. Союз-11 1971 год.

Трагическое событие, повлекшее гибель целого экипажа под руководством В.Пацаева, В.Волкова и Г.Добровольского. Парашюты раскрылись в автоматическом режиме, обеспечив мягкую посадку, вот только космонавты так её и не покинули. Из-за негерметично закрытого люка, весь экипаж погиб из-за декомпрессии. Люди могли бы уцелеть, надев скафандры, но места в модуле было так тесно, что три человека едва умещались в ней без костюмов.

6. Катастрофа на космодроме Плесецк 1980 год.

Детонация в топливном отсеке произошла при старте беспилотного летательного аппарата «Восток». Всего за несколько секунд 300 тонн топлива были объаты пламенем, что привело к гибели 48 человек. Всю вину за произошедшее положили на погибший персонал, но спустя 15 лет выяснилось совершенно другое. Система фильтрации, через которую заливали перекись, была изготовлена из несоответствующих материалов, что и привело к воспламенению.

7. Шаттл «Челленджер» 1986 год.

В январе 1986 года на всех телеэкранах Америки транслировался прямой эфир запуска в космос современного челнока типа Шаттл. Чуть более, чем через минуту после взлёта произошла трагедия. Из-за развала колец-уплотнителей на стенках укорителя возникла дыра, что привело к попаданию реактивной струи в ёмкость с топливом и страшному взрыву. Часть экипажа сумела после него уцелеть, но позже всё равно погибла от сильнейшего удара кабины об поверхность воды при скорости более 330 км/ч.

8. Авария на китайском космодроме Сичан 1996 год.

Китайское руководство заключило необходимые договора о взаимном сотрудничестве с Америкой и Россией, после чего приступило к работе. Зимой 15 февраля 1996 года должен был достигнуть орбиты спутник «Intelsat 708», созданный для связи силами китайских и американских партнёров. Сразу после старта начались проблемы: случился серьёзный крен ракеты, после чего она взорвалась. Обломки накрыли соседнюю деревушку, нанеся катастрофические разрушения. Китайские власти заявили о гибели 6 человек, но американцы уверяют, что жертв было около сотни.

9. Шаттл «Колумбия» 2003 год.

«Колумбия» стал последним шаттлом, отправившимся в космос. Космическая катастрофа стоила жизни семи астронавтам. Трагедия случилась 1 февраля 2003 году и после неё окончательно свернули программу управляемых челноков. Погибло 7 человек. Официальной причиной случившегося принято считать неисправность слоя теплоизоляции одного из крыльев. Также есть мнение, что технический персонал знал о неполадке ещё до взлёта «Колумбии», но предпочёл это скрыть.

10. Катастрофа на космодроме Алкантара 2003 год.

Бразилия в 2000-х годах решила любой ценой стать первой страной Латинской Америки, покорившей космос. Первые две попытки запуска кораблей в космос оказались провальными и повлекли за собой смерти людей. Третий по счёту запуск был назначен конец лета 15 августа 2003 года. Во время подготовительных тестов случился спонтанный пуск двигателей. Возникший пожар быстро добрался

до цистерн с топливом и привёл к кошмарному взрыву. Он полностью уничтожил космический корабль, всю стартовую площадку и унёс жизнь 21 одного члена обслуживающего персонала.

В 1971 году на Луне был установлен мемориал погибшим космонавтам. Это алюминиевая фигурка космонавта размером всего 8,5 см и табличка с перечислением 14 погибших на тот момент покорителей космоса. Памятник «Погибший космонавт» стал первым в истории человечества внеземным мемориалом. Причины космических катастроф: несовершенство в конструкции, ошибки при проектировании, нарушение технологии сборки космических аппаратов, в расчетах траектории полета, сбой в системах управления, утечка топлива и газа, разгерметизация космического аппарата, несоблюдение правил безопасности при взлете и посадки, невозможность выполнить ремонтные работы в космосе, вместо ожидаемого восстановления, причина поломки становится угрозой для жизни космонавта, находящегося в открытом космосе, нарушение системы жизнеобеспечения, психологический фактор, возникновение «внештатных ситуаций», природные явления, столкновения с естественным и искусственным космическим мусором. Всего по состоянию на февраль 2024 года слетали 684 космонавтов и астронавтов из 16 стран, первенство отводится России, США и Китаю.

Последствия космических катастроф могут быть разнообразными, непредсказуемыми и необратимыми. Загрязнение околоземного пространства может привести ситуации, при которой осуществление космических полетов станет невозможным, взрыв космического аппарата вокруг Земли может вызвать сильное радиационное загрязнение и создать опасность для космической инфраструктуры и спутников. Падение метеоритов на поверхность Земли может привести к разрушению зданий и их чрезмерному повреждению, а также стать причиной землетрясений, цунами и других природных катаклизмов.

Предотвратить космические катастрофы возможно при условии: использования нанотехнологий в космической отрасли, высокопрочных, износостойких, высокотемпературных материалов для создания космических

аппаратов, внедрения инновационных методов усовершенствования космического скафандра, обеспечивающих повышенную гибкость, лучшую защиту от суровых условий космоса, мониторинга и спутниковой системы слежения за космическим мусором, проведения предполетных испытаний, позволяющих выявить и устранить возможные технические проблемы, неисправность оборудования, симуляции на современных тренажерах и создания аварийных ситуаций, отработки их командой экипажа, профессиональной, медицинской и психологической подготовки космонавтов, соблюдения мер безопасности полета.

Существует несколько способов предосторожности, которые могут защитить космические объекты и Землю от визитёров, несущих угрозу человеческим жизням и нарушающих экологическую целостность всего космического пространства: обнаружение объектов естественного и искусственного происхождения, сближающихся с Землей, расчет траектории и вероятность столкновения, оценивание последствий и принятие решений по минимизации потерь. Поэтому для защиты применяют телескопы с лазерными дальномерами, которые управляются нейронной сетью. Она способна заметить объект с площадью поперечного сечения, равной одному квадратному метру, на расстоянии 1500 километров, телескоп «Сэнтинел» является инфракрасным и позволяет создать карту 500 тысяч астероидов, чьи орбиты подходят близко от Земли, собирает информацию о полетах астероидов, необходимую для будущего изменения траектории движения опасных небесных тел. Экологический мониторинг включает область геостационарной орбиты и ведет наблюдение за «космическим мусором». Математическое моделирование «космического мусора» прогнозирует события опасного сближения и неконтролируемого входа в плотные слои атмосферы. На космических станциях и кораблях устанавливают метеоритные экраны различных конструкций, а для огнеопасности и износостойкости обшивки используют керамонаполненные ткани и специальные металлизированные многослойные щиты.

Классификация методов увода космического мусора: активные и пассивные. Пассивные методы увода эта группа методов предполагает использование естественной среды без искусственных воздействий: солнечный парус, надувной шар-баллон, либо специальная пена, которая расширяется в несколько сотен раз. В обоих случаях площадь поперечного сечения объекта увеличивается, он замедляется, и орбита понижается, электродинамическая тросовая система. Эффективность пассивных методов заключается в снижении продолжительности жизни объекта. Например, при использовании атмосферы для торможения аппарата на орбите до 1000 км 1,5 тысяч лет превращаются в 100 лет, с электродинамической тросовой системой это составит до 1–2 лет, поэтому именно ее всерьез рассматривают как основной пассивный способ увода космического мусора с орбиты. Активные методы предполагают прямое и активное воздействие на объекты космического мусора: лазер, ионный поток, создание электростатического силового поля, гравитационные уборщики, контактные методы с гибкой и жесткой связью между аппаратом – уборщика и мусором, захватывание мусора гарпуном, железным неводом (сетью).

Таблица перспективных проектов по уборке космического мусора.

N	Название способа	Перспектива использования и применение
1.	Гарпун и невод	ElectroDynamic Debris Eliminator (EDDE), эта идея заключается в том, чтобы отправить в космос спутник, вооруженный сетью и гарпуном, захватывать спутники и другие объекты, сбившиеся с пути. Этот план недорого стоит, удобен и может выехать с любой миссией на низкую околоземную орбиту. Такие спутники могли бы маневрировать и убирать буквально любую цель. Их можно было бы использовать многократно, а значит и убирать больше целей. Разработчики полагают, что EDDE

		<p>мог бы убирать 136 объектов в три года — а 12 EDDE могли бы убрать 2465 объектов на НОО весом более 2 килограммов за семь лет. В начале 2019 года были успешно проведены испытания британского аппарата Remove DEBRIS, который сумел захватить фрагмент спутника. Однако сработает такой план только с крупными объектами.</p> <p>Японское агентство по изучению космоса JAXA в свою очередь предлагает чистить околоземной пространство с помощью огромных металлических сетей. Данные сети будут запускаться на орбиту земли с помощью спутников, после чего при заполнении сетей они будут отсоединяться от спутников и падать в атмосферу и сгорать вместе с собранным мусором. На данный момент это задумка, а реализуют ли её – покажет время.</p>
2.	<p>Электродинамическая тросовая система</p> <p>Бесконтактный увод фрагментов космического мусора с при помощи электростатического поля.</p>	<p>У этого метода нет ограничений по высоте орбиты: магнитное поле Земли достаточно протяженно. Но для его использования нужно как-то прикреплять токопроводящие тросы на уже запущенные объекты космического мусора, а также позиционировать их по направлению к Земле.</p> <p>При электростатическом удалении фрагмента космического мусора с рабочей орбиты объект заряжают одноименными или противоположными электрическими зарядами, после чего сервисный космический аппарат, используя свою двигательную</p>

		<p>установку, может «толкать» или «тянуть» объект космического мусора, используя силу кулоновского взаимодействия. Для того чтобы зарядить объект космического мусора, его облучают ионным пучком. Проблему представляет управление связкой двух электростатических взаимодействующих тел.</p>
3.	<p>Лазеры</p> <p>Телескоп с лазером</p>	<p>По замыслу инженеров, лазерный луч будет буквально испарять опасные объекты. Сейчас российские ученые ведут работы над созданием подобной системы для защиты МКС.</p> <p>Перенаправление с помощью лазера Laser Orbital Debris Removal, или LODR, будет использовать мощные импульсные лазеры, которые будут стрелять с поверхности и создавать плазменные джеты на космическом мусоре. Это приведет к тому, что мусор будет замедляться и повторно входить в атмосферу, падая в океан. Технологии уже есть, причем лет 15 уже, только вот по плану на один объект будет уходить до миллиона долларов.</p> <p>Другая похожая идея — спутник, который может выстреливать электрически заряженные атомы или ионы, постепенно замедляя и стаскивая объект на Землю.</p> <p>Международная группа ученых предлагает прикрепить гигантский лазер к космическому телескопу и взрывать с его помощью мусор на орбите. Для устранения орбитального мусора, в рамках предложения Acta Astronautica, за основу будет взят Extreme Universe Space</p>

		<p>Observatory (EUSO), новый японский космический телескоп, который присоединится к МКС. Мощная оптика телескопа и широкое поля зрения делают его идеальным инструментом для определения небольших скоростных обломков мусора, которые носятся вокруг МКС. В сочетании с высокоэнергетическим лазером, EUSO становится отличным стрелком. Ученые предлагают оснастить телескоп CAN лазерной системой, которая была спроектирована для нового поколения ускорителей частиц. Лазеры CAN используют массив из тысяч оптоволокон, которые действуют сообща и производят мощный плазменный импульс способный замедлять кусок мусора, пока тот не упадет на орбиту и не сгорит в атмосфере Земли.</p> <p>С глазами EUSO и силой CAN, возможно останавливать опасные частицы в полете и сталкивать их в атмосферу Земли. В настоящее время ведутся работы по проведению небольшого эксперимента на МКС, используя 20-сантиметровую версию EUSO и мини-лазер CAN с 100 оптических волокон.</p>
4.	Ионный пучок	<p>Для очистки от космического мусора предлагается относительно простой и экономичный способ: бесконтактное воздействие на неактивные космические аппараты узким пучком высокоскоростных ионов в целях «сдувания» объекта с орбиты. Ионный пучок получают от электроракетного двигателя сервисного</p>

		<p>космического аппарата, находящегося в непосредственной близости от объекта-цели (на расстоянии примерно 10-20 метров). Ионы ускоряются до 30 км/с и попадая на поверхность объекта-цели, воздействуют на него с некоторой силой, величина которой примерно равна величине тяги источника ионов, затем сопровождается до орбиты захоронения</p>
5.	Воздушные шары для мусора	<p>Идея называется Gossamer Orbit Lowering Device, или GOLD System, и были предложены Кристин Гейтс. Концепция использует очень большой и тонкий воздушный шар, который будет оборачивать объект и увеличивать его аэродинамическое сопротивление в несколько сотен раз, тем самым приводя к его падению в атмосферу Земли. GOLD System могла бы ускорить процесс естественного схода с орбиты у некоторых объектов с нескольких столетий до нескольких месяцев. По расчётам инженеров Global Aerospace, такой шар диаметром 37 метров всего за год в состоянии увести зонд массой 1,2 тонны с начальной орбиты, условно принятой за 830 километров, и заставить его сгореть в атмосфере, когда в естественных условиях на это требуется несколько столетий. Считается, что проект, запущенный прямо сейчас уменьшит вероятность столкновения спутников с космическим мусором на 40% уже к 2025 году. Предположительная масса шара и оборудования, требуемого для наполнения шара газом, – приблизительно</p>

		<p>36 кг. Специалисты заявляют, что единственным недостатком данной идеи является то, что она не будет работать на высоте свыше 1500 км.</p> <p>Надувная система проста и эффективна, по крайней мере на бумаге.</p>
6.	Буксир с солнечным парусом	<p>Для более крупных объектов можно было бы использовать отдельных суицидальных роботов, которые будут двигать спутники к повторному входу в атмосферу. Проект CleanSpaceOne от EPFL, например, включает спутниковый куб, который будет преследовать, захватывать и уничтожать космический мусор. Правда, стоимость будет непомерно высока — порядка 200 миллионов долларов для каждой миссии.</p> <p>Surrey Space Centre работает над HybridSail — системой, объединяющей большой разворачиваемый отражающий парус с тросами для буксировки объектов с орбиты. Система будет сводить объекты с орбиты за счет аэродинамического сопротивления и обмена импульсом с заряженными тросами и ионосферной плазмой. В этой схеме небольшой спутниковый куб должен состыковаться с куском космического мусора. Затем, используя магнитную систему ориентации, он бы стабилизировал крен, тангаж и рыскание объекта. Затем развернул бы тросы и парус 5 x 5 метров, положив начало фазе схода с орбиты.</p>
7.	Вольфрамовый веник	<p>Идею придумал ученый Гурудас Гангули из США. Он предложил распылить на высоте 1,1 тыс. км облако из частиц вольфрама для</p>

	<p>Стена замерзшей воды в космосе</p>	<p>создания атмосферного сопротивления на орбитальных высотах. С уменьшением скорости целостность орбит тысяч обломков космического мусора была бы нарушена. Небольшие кусочки мусора постепенно сходили бы со своих орбит в течение нескольких десятилетий (решение не мгновенное). Чтобы это сделать, нужно выпустить облако вольфрамовой пыли — крошечные частицы не более 30 мкм в поперечнике — на высоте порядка 1000 километров, создав относительно толстый слой мелких частиц материи, которые будут полностью окутывать планету. Вольфрам, который почти в два раза плотнее свинца, прибавит существенный вес любому объекту, за который зацепится. Идея прекрасная — идеально подойдет для синдрома Кesslera — но в случае с крупными объектами работать не будет.</p> <p>Более того, она может иметь потенциально катастрофические последствия на другие орбитальные объекты вроде функционирующих спутников. Также она может повредить чувствительное оборудование вроде солнечных панелей. Следовательно, ее можно рассматривать только как модель «перезагрузки» — полное очищение земной орбиты. Но реализации проекта потребуется 20-25 лет.</p> <p>Вариант немножко странный: Ballistic Orbital Removal System. По мнению Джеймса Холлопетера из GIT Satellite, в космос можно отправить ракеты, заполненные водой. После</p>
--	---------------------------------------	---

		<p>того как они выгрузят свой груз на орбите, появится поле кристаллизовавшейся воды, в которое будет попадать орбитальный мусор, замедляться и сходиться с орбиты. Звучит странно — но идея похожа на вариант с вольфрамовой пылью. Вода у нас водится в огромном избытке, тогда как роботизированные спутники сложные, хрупкие и дорогие.</p>
8.	Реактивный буксир-самоубийца	<p>Для уборки орбитального мусора предлагают использовать аппараты-буксиры, заталкивающие опасные объекты в атмосферу. Предполагается, что при этом они и сами будут сходиться с орбиты. Спутники-уборщики должны быть оснащены электростатическим управлением и двигателями малой тяги, чтобы избежать каких-либо контактов. Как вариант приводится система GliDeR, которая будет использовать активные выбросы заряда и прямые потоки заряженных частиц в отношении мусора.</p>
9.	Орбитальный мусоровоз - возможность переработки отходов прямо в космическом пространстве, что позволит получить доступ к вторичному сырью	<p>Вторичное использование фрагментов, – перспективное и экономически выгодное направление в области новых технологий. Например, повторное использование такой части космического аппарата, как антенна, может обеспечить ее функционирование в космосе на срок более 100 лет. Есть несколько проектов по переработке космического мусора прямо на орбите. Рациональное зерно в этой идее есть – спутники содержат много редких и драгоценных металлов. Например, в России</p>

	<p>разрабатывают спутник для переработки космического мусора. Идея заключается в том, что специальная система тросов позволит космическому уборщику захватывать и притягивать объекты и направлять их в двухвалковый измельчитель. Далее в дело вступать барабанно-шаровая мельница, в которой мусор будет перерабатываться до состояния мелкодисперсного порошка. Перетертый внутри измельчителя космический аппарат затем будет смешиваться с кислородом и водородом и превращаться в топливо, которое будет использоваться в двигателях комплекса для маневров и перелета к следующему отработавшему спутнику или другому фрагменту космического мусора.</p> <p>Интересное направление — попробовать сделать на орбитальной станции переработочный пункт для космического мусора для спутников, у которых завершилась эксплуатация, а именно строительство самой станции с использованием деталей из вторичного сырья, изготовленных методом 3D-печати.</p> <p>Проект Phoenix Агентства по перспективным оборонным научно-исследовательским разработкам США (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) нацелен на создание технологий повторного использования составных частей космических аппаратов, прекративших активное существование, прежде всего антенн и солнечных батарей. Комплекс</p>
--	--

		Phoenix будет разбирать при помощи специальных манипуляторов и извлекать из них работоспособные элементы. Транспортироваться эти элементы будут с помощью специализированных малых спутников PODS (Payload Orbital Delivery System). И будут находиться на борту основного космического аппарата до тех пор, пока не потребуется их помощь в доставке элементов неисправного элемента к месту монтажа - на новый спутник
10.	Глобальные планы по очистке, сбору и переработки космического мусора Вселенной от SpaceX	О возможных планах SpaceX по ликвидации космического мусора, опубликованном в Twitter, генеральный директор SpaceX Илон Маск предположил, что Starship — космический корабль, который его компания создает для полета на Марс, — может быть потенциальным решением данной проблемы.
11.	Затопление	Космическая станция «Мир» была затоплена в 2001 г. в Тихом океане. Этому способствовало снижение ее функциональности, увеличение частоты сбоев. Такой агрегат нельзя было оставлять в космосе, т. к. его габариты слишком большие (длина 19 м, ширина 31 м). Со временем станция могла стать источником огромного количества мусора.
12.	Кремация	Сжигают в атмосфере Земли. Однако это технология применима только к небольшим спутникам, имеющим низкие орбиты. Более крупные спутники могут полностью не сгореть в атмосфере, и это создаст дополнительные экологические и разрушительные проблемы в случае их

		столкновения с поверхностью планеты. По данным американской
13.	Орбитальные кладбища	Старый спутник, у которого еще осталось топливо, можно перепрограммировать на дальнюю орбиту, которая находится в 36 000 километрах от Земли, и там он вряд ли помешает активным спутникам. Примером спутника, получившим упокоение на орбитальном кладбище, стал российский спутник связи «Экспресс-AM11». Он столкнулся с космическим мусором и был отправлен в вечный полет в 2006 году.
14.	Сбивание спутников ракетами	Старый спутник можно сбить ракетой, чтобы он взорвался в космосе. Так поступили со своим спутником-шпионом «USA 193» США в 2008 году, Военные сбили его ракетой, когда стало ясно, что спутник падает на Землю с полным баком токсичного топлива. Такой способ утилизации тоже не совершенен: он также может стать космическим мусором, разлетевшимся по орбите.

В декабре 1990 г. Генеральная Ассамблея ООН в своей резолюции № 45/72 впервые отметила, что вопрос о "космическом мусоре" вызывает беспокойство у всех государств, поэтому мировому сообществу необходимо уделять больше внимания вопросу оценки опасности столкновений с космическим мусором и другим аспектам этой проблемы, а также призвала продолжить национальные исследования в этом направлении.

3.5 Инвестиционные проекты по защите космического пространства и правовые аспекты

Космическая индустрия является одной из крупнейших отраслей мировой экономики оборот которой 2022 году составил 469 миллиардов долларов,

а объем мирового космического рынка к 2027 году достигнет 32,4 миллиардов долларов. Рынок космических услуг становится с каждым годом, заслуживающим внимание коммерческих компаний, которые спонсируют современные технологии и перспективные проекты. На заседании «ТехноКлуба» «Космическая индустрия: фокус в будущее», состоявшемся 15 апреля 2021 года на территории особой экономической зоны «Технополис Москва», собрались представители компаний, занимающихся разработкой технологий и производством изделий для работы в космосе, — учёные, эксперты, чтобы обсудить достижения и направления развития космической индустрии. Одной из дискуссий была тема по очистке околоземного космического пространства от космического мусора (примерно 8000 тонн), ремонт, заправка и вывод с орбиты вышедших из строя спутников, сборка в космосе космических конструкций. В настоящее время крупные корпорации и стартапы финансируют свои проекты по очищению космического пространства для дальнейшего использования космоса в выгодных экономических, политических и государственных интересах.

1. NASA заплатит аэрокосмическому стартапу TransAstra 850 тысяч долларов за создание прототипа мешка для сбора космического мусора. Проект важен, потому что отходы на орбите Земли создают опасность для космических аппаратов и людей.

2. Европейское космическое агентство (ESA) сообщило о подписании давно откладываемого контракта на первую миссию по уборке габаритного космического мусора. Миссию проведёт аппарат швейцарского стартапа ClearSpace SA. ESA заплатит космическому уборщику 86 миллионов евро. «Остальную» сумму компания соберёт с привлечением инвесторов. Уборщик ClearSpace-1 предназначен только для одной операции, то есть это расходный материал.

3. Компания Astroscale со штаб-квартирой в Японии, планирующая заниматься уборкой космического мусора, получила более 100 миллионов долларов инвестиций. Выделение инвесторами такой крупной суммы может

свидетельствовать о том, что сам проект по уборке космического мусора считают важным многие компании.

4. Итальянский стартап в области космической логистики D-Orbit ранее заявил, что привлек более 100 миллионов евро (109,37 миллиона долларов США) во время раунда финансирования под руководством японской компании Marubeni, поскольку он стремится развернуть больше спутников и активнее оказывать услуги по очистке околоземного пространства от космического мусора.

5. Один миллион фунтов стерлингов выделило Космическое агентство Великобритании (UKSA) на развитие новых проектов, связанных с мониторингом и обработкой данных Системы космического наблюдения и слежения (SST). Одним из главных направлений в этой области сейчас становится борьба с космическим мусором. к 2035 году международный рынок космического наблюдения и слежения может достичь объема в более 100 миллионов фунтов стерлингов.

6. Федеральная космическая программа, рассчитанная в России до 2025 года, предусматривает создание спутника для уборки космического мусора. Корпорация Роскосмос потратит на проект по уборке космического мусора 3,79 миллиарда рублей.

Однако, проблема в решении загрязнения космического пространства существует не только в недостаточном финансировании, но и в том, что в соответствии с Конвенцией 1975 г. «О регистрации космических объектов...», государства сохраняют юрисдикцию и контроль над космическими объектами, запущенными в космическое пространство. Конвенция распространяет её на «части космических объектов», таким образом разрушение и фрагментация космических объектов никак не влияет на юрисдикцию и контроль запускающего государства над ними. Космический мусор имеет такой же статус, как и работающие космические аппараты.

Для успешной реализации, совершенствования и продвижения технологического новаторства проектов необходимо руководствоваться основными нормами международного космического права всем государствам,

цель которых, является дальнейшее освоение, изучение, защита, использование и эксплуатация космоса. К основным документам международного космического права признаваемые большинством государств относятся:

1. Резолюция организации объединенных наций (ООН) об основных принципах исследования космоса в мирных целях. 12 декабря 1959 года
2. Декларация правовых принципов, регулирующих деятельность государств по исследованию и использованию космического пространства. Принята резолюцией 1962 (XVIII) Генеральной Ассамблеи от 13 декабря 1963 года
3. Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (он же “Договор о космосе”) Принят резолюцией 2222 (XXI) Генеральной Ассамблеи от 19 декабря 1966 года
4. Соглашение о спасении космонавтов, возвращении космонавтов и возвращении объектов, запущенных в космическое пространство (оно же “Соглашение о спасении”) Принято резолюцией 2345 (XXII) Генеральной Ассамблеи ООН от 19 декабря 1967 года
5. Соглашение о создании международной системы и организации космической связи «Интерспутник» 5 ноября 1971 года
6. Конвенция о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами Принята резолюцией 2777 (XXVI) Генеральной Ассамблеи ООН от 29 ноября 1971 года
7. Конвенция о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство Принята резолюцией 3235 (XXIX) Генеральной Ассамблеи ООН от 12 ноября 1974 года
8. Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах (также “Соглашение о Луне”) Принято резолюцией 34/68 Генеральной Ассамблеи ООН от 5 декабря 1979 года
9. Принципы, касающиеся использования ядерных источников энергии в космическом пространстве Приняты резолюцией 47/68 Генеральной Ассамблеи от 14 декабря 1992 года

10. Декларация о международном сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства на благо и в интересах всех государств, с особым учетом потребностей развивающихся стран Принята резолюцией 51/122 Генеральной Ассамблеи от 13 декабря 1996 года

11. Руководящие принципы Комитета по использованию космического пространства в мирных целях по предупреждению образования космического мусора 2007 год

Вывод: Космические катастрофы, взрывы космических аппаратов, падения метеоритов, столкновения космических объектов и засорение космического пространства несут экономические, финансовые, национальные потери, повреждают природные и человеческие ресурсы, создают непригодные условия для здоровья и жизни людей, представляют угрозу для космической инфраструктуры и ближнему космосу. Мировые лидеры космических держав должны стать координаторами международной научно – исследовательской программы по определению космических рисков, гарантом планетарной безопасности. Утилизация космического мусора должна быть основана на долгосрочных программах, международном сотрудничестве ведущих государств с соблюдением международного космического права, при поддержке ООН и правоустанавливающих документов, финансовых инвестиций. Привлечение коммерческих компаний и меценатов в проекты смогут реализовать планы по решению данной проблемы.

Глава 4. Экология космоса гарант сохранения безопасности и чистоты космической среды

4.1 Экологическое состояние околоземного пространства

Основными процессами в околоземном космическом пространстве, определяющими его состояние, являются: процессы взаимодействия геомагнитного поля и атмосферы с полями и частицами, определяющие «космическую погоду»; процессы, связанные с пролетом через магнитосферу и атмосферу метеороидов различных скоростей и размеров, а также с наличием искусственных объектов и техногенного космического мусора. процессы, связанные с естественным и техногенным воздействием на ближний космос со стороны Земли, в том числе с космической деятельностью человечества. Госкорпорация «Роскосмос» выступила организатором панельной дискуссии «Сохранение космического пространства пригодным для долгосрочного использования в мирных целях» в рамках деловой программы Международной выставки-форума «ЭКОТЕХ'17», которая прошла в Москве 12-14 декабря 2017 года ключевой темой секции было обсуждение и поиск решений проблемы космического мусора.

Основными источниками антропогенных воздействий на околоземное пространство являются:

1. выбросы химических веществ после запусков космических кораблей, полеты кораблей многоразового пользования и работа маневровых двигательных установок;
2. функционирование орбитальных космических аппаратов и их последующая ликвидация, сопровождающиеся образованием космического мусора;
3. электромагнитное излучение радиопередающих и других промышленных систем;
4. проникновение загрязняющих веществ из приземной атмосферы.

К техногенным воздействиям, относятся:

1. концентрации компонентов, непосредственно загрязняющих ближний космос. Эти компоненты поступают в околоземное пространство в результате

производственной деятельности человека (фреоны, окислы азота, хлора, изотопы радиоактивных элементов и др.), а также в результате запусков ракетно-космических систем.

2. электромагнитные излучения техногенного происхождения, изменяющие состояние ионосферы и магнитосферы Земли. К другой группе относятся параметры, характеризующие состояние верхней атмосферы, ионосферы, магнитосферы, претерпевающие значительные изменения в результате техногенного воздействия, что в результате обратных связей воздействует на природу планеты.

Установлено, что влияние запусков ракет на ионосферу (термосферу) приводит к уменьшению ионизации в слоях и возникновению «ионосферных дыр». Ионосферные дыры имеют большие пространственно-временные масштабы. Так при запусках наиболее мощных ракет «Сатурн» и «Центавр» площади ионосферных дыр достигают 3 млн. км² при времени существования в несколько часов. Потенциальную опасность представляют объекты, содержащие радиоактивные вещества. Радиоактивное излучение данных объектов изменяет естественный фон околоземного космического пространства, а их падение на Землю может привести к радиоактивному заражению местности (упавший на территории Северной Канады «Космос-954» в 1978 г. заразил площадь около 100 тыс. км²). Проблема космического мусора на околоземной орбите становится все более очевидной. Объекты, которые завершили свою миссию, скапливаются на орбитах и становятся угрозой для новых и функционирующих космических аппаратов. Согласно отчету, опубликованному в журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences* в октябре 2023 года, 10% частиц в верхних слоях атмосферы происходят из металлических фрагментов, образующихся в результате распада ракет или спутников. В настоящее время на орбите Земли находятся 6542 спутника, но только половина из них действительно выполняют работу, другая половина - это просто мусор, приблизительно из 150 миллионов фрагментов, все что меньше 1 мм подсчитать крайне тяжело, ученые определяют это число в триллионах таких частиц.

В 2020 году было запущено более 1 200 спутников и это пока рекорд. С каждым годом на орбиту выводится все больше и больше космических аппаратов.

4.2. Проблема техногенного засорения околоземного космического пространства и Земли.

Проблема засорения околоземного космического пространства продуктами космического мусора возникла после запусков первых искусственных спутников Земли в конце пятидесятых годов. Официальный статус на международном уровне она получила после доклада Генерального секретаря ООН под названием «Воздействие космической деятельности на окружающую среду» от 10 декабря 1993 года, где особо отмечено, что проблема имеет международный, глобальный характер. Нет засорения национального околоземного космического пространства, есть засорение космического пространства Земли, одинаково негативно влияющее на все страны, прямо или косвенно участвующие в его освоении. В силу регулярных запусков на орбиту различных искусственных спутников Земли и разрушений в космосе объектов ракетно-космической техники возрастает насыщенность околоземного космического пространства телами техногенного происхождения. К числу этих объектов, «заселяющих» околоземное космическое пространство, относятся активно функционирующие космические аппараты и объекты космического мусора. Наиболее значимыми для образования космического мусора являются разрушения космических аппаратов и последних ступеней ракетносителя, сопровождающиеся образованием облаков из большого числа фрагментов. Эти разрушения часто сопровождаются взрывами, что ведет к неконтролируемому саморазмножению космического мусора. При этом процесс саморазмножения космического мусора преобладает над процессом самоочищения за счет торможения на остаточной атмосфере, поэтому количество мусора необратимо нарастает. Засорения космического пространства обусловлено тем, что тела космического мусора плотно «заселяют» области рабочих орбит действующих космических аппаратов от низких (300-900 км), включая солнечно-синхронные, до геостационарных (36000 км). Еще одной проблемой,

возникающей при наличии в околоземном космическом пространстве техногенных объектов, является неконтролируемый сход с орбиты и падение на Землю крупных космических объектов и их несгоревших фрагментов. Особую опасность представляют падающие на Землю и разрушающиеся при входе в атмосферу космические аппараты с ядерными источниками энергии на борту, а также фрагменты ступеней с остатками токсичных компонентов ракетного топлива, способные нанести большой ущерб человеческой деятельности и вызвать серьезные экологические последствия. Поэтому разрабатывается реализуется самостоятельный комплекс работ по снижению факторов, влияющих на загрязнение земной поверхности в результате космической деятельности. Рост космической свалки может привести к созданию области на орбите, в которой будет невозможно работать из-за слишком большого количества космических обломков, что серьезно затруднит и даже остановит развитие космической индустрии. Распределение космического мусора в процентном отношении выглядит примерно таким образом: вышедшие из строя космические аппараты 23% от общего количества мусора; верхние ступени ракет носителей 13%; технологические элементы, сопутствующие выведению ракетносителей и космических аппаратов (разгонные блоки, головные обтекатели, отделяемые блоки с двигательными установками и пр.) 14%; фрагментарный мусор 50%. По данным с сайта Федеральной комиссии по связи (FCC), в октябре 2023 года власти США оштрафовали телекомпанию Dish на \$150 тыс. за то, что она переместила свой спутник на более низкую орбиту, чем было согласовано (120 км вместо заявленных 300 км). Спутник EchoStar-7 находился на орбите с 2002 года, когда срок его эксплуатации подошел к концу, компания свела его с орбиты и бросила его там, где закончилось топливо. Это первый в истории штраф, выписанный компании за неубранный космический мусор.

4.3. Проблема антропогенного засорения околоземного космического пространства и Земли

Озонный слой, защищает Землю от вредного воздействия коротковолнового солнечного излучения, располагается на высотах 20-50 км, но проблема образования так называемых "озонных дыр" связана с запусками мощных ракет-носителей. Высокая температура в камерах сгорания реактивных двигателей, приводит к образованию окислов азота из находящихся там азота и кислорода. Причём скорость образования азота на прямую зависит от температуры, то есть мощности двигателя. В состав топлива входит окислитель – перхлорат аммония. Когда он сгорает, выделяются вещества, содержащие хлор. За счет сжигания топлива разных видов на Земле в атмосферу ежегодно поступает более 20 млрд. тонн углекислого газа и свыше 700 млн. тонн других газообразных соединений и твердых частиц, в том числе около 150 млн. тонн сернистого газа. Последний, соединяясь с атмосферной влагой, образует серную кислоту, что может приводить к выпадению так называемых кислотных дождей, отрицательно влияющих на растительный и животный мир. Особо надо сказать о влиянии таких антропогенных воздействий на атмосферный озон, как ядерные взрывы в атмосфере и вызванные ими геофизические эффекты. Реальность таких воздействий подтверждается наблюдениями содержания озона в начале 60-х годов, когда такие взрывы в атмосфере были регулярными. Эффекты уменьшения озона в атмосфере после взрывов отмечались в течение нескольких лет. В последние годы исследованиям озонного слоя уделяется весьма значительное внимание в связи с обнаружением и наблюдением в течение нескольких лет озонной дыры над Антарктидой.

4.4. Адаптация микроорганизмом в космических условиях

Опасность ближнему космосу может быть не только космический мусор в виде падающих обломков, отработанных спутников и МКС, или Челябинского метеорита, она стремительно распространяется на самих летательных аппаратах - это бактерии. Космическое пространство является для них вторым домом,

так как все они были занесены с Земли. Бактерии живут не только снаружи космического корабля, они чувствуют себя ничуть не хуже, чем внутри. К примеру, плесень может быть очень устойчивой к суровым условиям космического пространства. и выживать при дозах облучения от 500 до 1000 Грэй, в зависимости от типа облучения, которому она подверглась. Со времени обнаружения первых живых микроорганизмов на космической станции ученые ведут непрерывную работу по изучению их жизнеспособности в космосе и влиянию на организм космонавтов. В начале 2024 года ученые из Индии и США опубликовали статью, посвященную микроорганизмам *Enterobacter bugandensis*, существование которых на Международной космической станции было обнаружено несколько лет назад. *Enterobacter bugandensis* — это условно-патогенная бактерия, которую находят в разных средах, от почвы до желудочно-кишечного тракта человека. Она может приводить к сепсису, инфекциям мочевыводящих путей, кожи и мягких тканей, воспалению, возникающему на внутренней оболочке камер сердца и клапанов, а споры плесени могут вызывать мигрень, насморк, отит, бронхит, ринит, бронхиальную астму, сердечно-сосудистые нарушения, аллергию. Основной вывод, который был сделан на основании полученных результатов проведения экспериментальных и лабораторных исследований это то, что микробы способны выживать и мутировать в самых экстремальных условиях, при этом лечить заболевания, вызванные мутировавшими бактериями крайне сложно. В газете «Комсомольская правда» от 22 апреля 2024 года была опубликована статья о бактериях. Автор Евгений Арсюхин писал: «Космос впервые создал мутантов на глазах у людей, родившаяся на МКС форма жизни может стереть с лица Земли все человечество. Эти внеземные твари невозможно убить, а еще они помогают выжить другим бактериям». В другой статье журнала *News and Articles on Science and Technology* от 17 апреля 2024 года говорится, что бактерии с множественной лекарственной устойчивостью, обнаруженные на Международной космической станции, мутируют и становятся функционально разными, намного более опасными и заразными. Ученые поместили бактерию в пробирку с насекомыми, которых

мало что может убить. И все насекомые погибли. Медики обеспокоены тем, что, если мутированные колонии попадут на Землю, это вызовет колоссальное бедствие, по масштабам смертности превышающее «испанку» 1918-1920 годов прошлого столетия, когда в мире переболело 550 миллионов человек — почти 30% населения Земли, число умерших от испанского гриппа расходятся — от 25 до 100 миллионов человек. В настоящее время антибиотики бессильны, но разработки по локализации штампа и профилактики космонавтов на орбите ведутся. «Важный вывод, который мы сделали: в экстремальных условиях открытого космоса, под воздействием солнечной радиации, агрессивные свойства микроорганизмов усиливаются. Они становятся более патогенными, чем были до полёта в космос», — констатировала Наталья Новикова, заведующая лабораторией Института медико-биологических проблем РАН, доктор биологических наук. Космические агентства уже много лет ведут мониторинг микробной среды МКС. По последним данным в космосе на МКС насчитывается 133 вида бактерий и 81 вид грибов.

4.5. Электромагнитное воздействие

Источниками искусственных радиоизлучений, хотя и малой интенсивности, являются также спутники и другие космические аппараты, вращающиеся вокруг Земли. При больших плотностях радиоизлучений (когда напряженность полей искусственной радиоволны сопоставима или превышает напряженность естественных полей в ионосферной плазме) над отдельными радиостанциями, особенно в коротковолновом диапазоне, наблюдаются заметные воздействия искусственных радиоизлучений на параметры околоземной плазмы. Однако атмосфера Земли оказывает значительное влияние на свойства, распространяющегося в ней электромагнитного излучения. Основной характеристикой атмосферы, как среды распространения, является показатель преломления электромагнитных волн. В процессе распространения электромагнитные волны претерпевают изменение амплитуды, фазы, плоскости

поляризации и частоты, а также происходит их рассеяние на неоднородностях показателя преломления электромагнитных волн.

4.6. Космический мусор. Наблюдение, контроль и мониторинг

Проблема засорения околоземного космического пространства продуктами космического мусора возникла после запусков первых искусственных спутников Земли в конце пятидесятых годов. Официальный статус на международном уровне она получила после доклада Генерального секретаря ООН под названием «Воздействие космической деятельности на окружающую среду» от 10 декабря 1993 года, где особо отмечено, что проблема имеет международный, глобальный характер. В Советском Союзе засоренностью космоса начали заниматься в 1985 году в министерстве обороны и в академии наук страны. Уже в 1990 году были получены первые практические оценки и разработана математическая модель засоренности околоземного космического пространства. В 1992 году впервые в стране был создан проект стандартных исходных данных для обеспечения работ по созданию космических орбитальных средств. В этой связи следует отметить, что и в настоящее время только две страны - Россия и США имеют возможность и отслеживают всё околоземное космическое пространство в плане техногенного засорения с опорой на свои национальные системы контроля космического пространства. К основным направлениям снижения создаваемого мусора относят следующие меры: снижение массы запускаемого аппарата, меньше масса — меньше потенциального мусора, увеличение срока эксплуатации космических аппаратов, чем дольше будут работать спутники, тем меньше будет производиться полетов для их замены, минимизация количества остающихся в космическом пространстве частей космических аппаратов, утилизация отработавших частей и самого космического аппарата либо возвращение частей обратно на Землю. В основе экологии природной среды лежат наблюдения, контроль и мониторинг антропогенных изменений состояния окружающей среды.

За выведенными на орбиту объектами созданы сети космического наблюдения. Они отслеживают космический мусор и даже каталогизируют его. На текущий момент в каталоге содержится около 33190 объектов. Общая масса всех космических объектов на околоземной орбите составляет более 10800 тонн. За весь период освоения космоса произошло более 640 инцидентов, связанных с разрушениями, взрывами, столкновениями или другими событиями, в результате которых образовались дополнительные куски мусора. Не все объекты отслеживаются и каталогизируются, поэтому для оценки их количества были составлены статистические модели. Получилось, что на орбите имеется:

- 36500 объектов космического мусора размером более 10 см;
- 1 000 000 объектов космического мусора размером от 1 см до 10 см;
- 130 млн объектов космического мусора размером от 1 мм до 1 см.



Рисунок 1 Каталогизированные объекты страны -источники мусора в процентном отношении

Наиболее совершенными средствами контроля являются американская SPADATS и российская система обнаружения и отслеживания космического пространства. Полученные в результате наблюдения данные обрабатываются для уточнения параметров орбит, получения некоординатной информации и ведения регулярно уточняемого каталога космических объектов. Основу средств контроля космического пространства США и России составляют

радиотехнические, радиолокационные, оптические системы и комплексы. Радиотехнические средства работают по принципу регистрации излучаемых космическими объектами радиосигналов. Радиолокационные средства работают по отраженному сигналу в различных диапазонах электромагнитного спектра от миллиметрового до метрового и обладают разной чувствительностью и способностью, для низких орбит он составляет 5-10 см, а для геостационарной орбиты 70-80 см. Оптические средства наблюдают космические объекты в отраженных лучах солнечного света, поэтому ограничением для их применения являются погодные условия.

Российские оптические средства объединены в составе научной сети оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений (НСОИ АФН) техногенных объектов, включающей по состоянию на 2021 год 19 пунктов наблюдения в 9 государствах и использующих 36 телескопов различного класса с диаметром зеркала от 22 см до 2,6 м. К 2025 году в Российской Федерации запланировано создание нескольких специальных устройств, которые смогут заняться уборкой неиспользуемых предметов, находящихся на околопланетных орбитах. С помощью космических средств наблюдения используют мониторинг, позволяющий оперативно определить источник и характер изменений околоземной орбиты, отследить интенсивность процессов и диапазон экологических сдвигов, изучить взаимодействие техногенных систем. Цель мониторинга выявить изменения состояния околоземного пространства в результате антропогенных воздействий; выработать критерии оценки качества состояния околоземной среды как части природной среды, разработать прогноз возможных последствий возрастающей антропогенной "нагрузки" на околоземное космическое пространство. Важнейшими задачами мониторинга являются наблюдение и контроль с помощью существующих геофизических служб; выработка приоритетов для принятия эколого-экономических и социальных мер, с целью обеспечения рационального природопользования. В рамках космического мониторинга проводятся наблюдения и надзор загрязнений и антропогенных воздействий на биосферу, для чего используются

снимки, полученные с борта орбитальных станций, и данные дистанционного зондирования земной поверхности и атмосферы Земли с борта различных космических аппаратов. Космический мониторинг обладает рядом важных преимуществ, обеспечивая высокий уровень обобщения данных по загрязнению среды, глобальный охват, оперативность получения информации по экологической ситуации. Космический мониторинг существенно дополняет наземные, самолетные и корабельные средства наблюдений и контроля природной среды и позволяет объединить данные на основе информации, полученной из космоса.

4.7 Экология космического пространства как наука созидания и гармонических отношений человек - космос

Одной из важнейших международных организаций, занимающейся космической экологией, является Космический комитет ООН (UNOOSA). Эта организация занимается координацией международных усилий в области космической деятельности и способствует использованию космической технологии для решения проблем, связанных с экологией планеты. Поэтому особую роль в сохранении Земли и околоземного пространства отводится такой науке, как экология космоса. Космическая экология – это научная дисциплина, которая изучает влияние космического пространства на жизнь на Земле и в целом занимается сохранением окружающей среды в космосе. Она является важной составляющей развития пространственных технологий и применения космических ресурсов для блага человечества. Принципами космической экологии являются устойчивое использование космической среды, минимизация негативного воздействия космической деятельности на природные ресурсы и биосферу Земли, а также максимальное соблюдение принципа охраны окружающей среды. Космическая экология ставит ряд экологических проблем, важнейшими из которых являются: загрязнение атмосферного воздуха и поверхностных водоемов в процессе выбросов ракетных двигателей; вредное воздействие продуктов сгорания ракетного топлива на атмосферу Земли;

проблемы разрушения озонового слоя Земли и электронного компонента в атмосфере; засорение космического пространства фрагментами ракетно-космической техники; необходимость отчуждения территорий под районы падения отделяющихся частей ракет-носителей по трассам их пусков; эстетический вред; риск возникновения аварийных ситуаций во время изготовления и хранения ракетного топлива; риск возникновения аварийных ситуаций во время наземных испытаний ракетных двигателей; локальное загрязнение атмосферы во время запуска ракет-носителей; загрязнение плодородного слоя почвы в зоне падения частей ракет; работа радиоэлектронных средств.

Вывод: Сохранение экосистемы космического пространства указанного в резолюции Генеральной Ассамблеи ООН 55/32 от 20 ноября 2000 года, обязывает все государства соблюдать положения Устава ООН, активно содействовать достижению цели мирного использования космического пространства. В связи с этим, космической экологии должно уделяться огромное значение для изучения и прогноза антропогенных явлений, определения «экологических границ» исследовательской и производственной деятельности в околоземном пространстве. Современные космические средства наблюдений, мониторинга и контроля могут обеспечить оперативный контроль за состоянием околоземной среды в естественных условиях.

Практическая часть

Глава 5. Социологический опрос учащихся по вопросам загрязнения Космоса и Земли, пути решения утилизации космического мусора

Вопрос 1. Знаете ли Вы, что такое «космический мусор»?

- да
- нет
- затрудняюсь ответить

Вопрос 2. Знаете ли Вы, что такое экология космоса?

- да
- нет
- затрудняюсь ответить

Вопрос 3. Считаете ли Вы, что загрязнение космоса оказывает отрицательное влияние на экологию Земли и околоземное пространство?

- да
- нет
- затрудняюсь ответить

Вопрос 4. Считаете ли Вы проблему экологии Земли и ближнего космоса актуальной?

- да
- нет
- затрудняюсь ответить

Вопрос 5. Знаете ли Вы о последствиях техногенных и антропогенных факторов, влияющих на озоновый слой Земли?

- да
- нет
- затрудняюсь ответить

Вопрос 6. Что происходит с отработанными космическими спутниками и кораблями?

- остаются на орбите;
- падают на землю или в океан;
- полностью сгорают в атмосфере;
- затрудняюсь ответить

Вопрос 7. Какие способы по утилизации космического мусора Вы знаете?

- с помощью специальных приборов;
- с помощью роботов;
- с помощью лазера;
- с помощью кремации или затопления;
- с помощью сбивания ракетами;
- затрудняюсь ответить

Вопрос 8. Нужно ли продолжать исследование космического пространства в научных целях, если загрязнение отходами становится с каждым годом больше?

- нужно продолжать с использованием нанотехнологий;
- немедленно прекратить и запретить запуск МКС и спутников;
- нужно уменьшить количество запускаемых аппаратов;
- не знаю или не могу ответить

Вопрос 9. Считаете ли вы правильным решением инвестирование в проекты по утилизации космического мусора?

- да
- нет
- затрудняюсь ответить

В анкетировании приняли участие 380 учащихся 7 – 11 классов, их ответы подтвердили актуальность и значимость исследовательского проекта. Опрос велся в разрезе 100%

Таблица результатов социологического опроса учащихся 7 – 11 классов

N	Подтверждение, обоснование, убеждение, понимание, осмысление правильности своего ответа и выбора на вопрос	Количество учащихся	Процент утвердительных, мотивированных ответов
1.	Знают и понимают термин космический мусор и экология космоса, согласились с тем, что проблема загрязнения Земли и космоса является актуальной и напрямую оказывает негативное влияние на экологию Земли и космоса.	125	33
2.	Утверждают, что космический мусор необходимо утилизировать с помощью передовых технологий и инвестиций в космическую индустрию.	83	22
3.	Предлагают ограничить космические полеты, считая, что в космосе достаточно много современных космических аппаратов, и они вполне справляются со своей миссией.	49	13
4.	Убеждены, что исследование космоса и сохранение экологического пространства должно служить на благо человечеству и нужно продолжать освоение ближнего космоса.	41	11
5.	Осознают, что если ничего не делать, то в ближайшее время космического мусора станет	34	9

	столько, что это приведет к катастрофе в сфере всемирной интернет сети и откинет научно-технический прогресс на многие десятилетия назад		
6.	Предполагают, что большая часть космического мусора сгорает в атмосфере, либо падает на землю или в океан.	26	7
7.	Считают, что космический мусор — это небольшая проблема	19	5

Вывод: Анализ полученных результатов подтвердил, что учащиеся ориентируются в проблеме загрязнения околоземного пространства, понимают важность роли экологии в решении путей утилизации мусора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследовательском проекте поставленные гипотезы доказаны, цели проекта достигнуты, задачи выполнены в полном объеме. Опрос учащихся подтвердил, что они активно выступают за сохранение экологии околоземного пространства и Земли. В результате работы над исследовательским проектом, анализа и обобщения, изучения сравнительных диаграмм, результатов, документов, систематизации полученных данных, прогнозирования реализации проектов, методов и способов утилизации космического мусора и разрешения экологической ситуации был сделан вывод: мы – человеческая цивилизация должны признать то, что наше существование — это маленький фрагмент мироздания, доля числа Грэма, и мы несем ответственность за то, что создаем, строим, испытываем, эксплуатируем, применяем, владеем. У Земли и космоса есть все шансы на спасение, так как мы хранители нашего просторного дома.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов В. Космический мусор, обломки недавнего прошлого. Популярная механика. - 2006.-№6.
2. КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР—УГРОЗА ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ. Второе издание, исправленное и дополненное под редакцией Р. Р. Назирова, О. Ю. Аксенова МЕХАНИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА Москва 2013 г.
3. Фрадкин В., Космический мусор - поддается ли решению эта проблема? - Наука и техника: Наука и космос. - 2006.-№5.
4. Худшие события с космическим мусором всех времен //
5. Угроза из космоса: космический мусор.
6. Официальный сайт Всероссийской общественной организации Русское географическое общество. Космический мусор.
7. Константиновская Л.В. Экология космического пространства. URL: <http://www.astronom2000.info>.
8. Слепченко Е.А., Чулкин А.Л. Методы борьбы с космическим мусором. Электронный журнал «Актуальные проблемы авиации и космонавтики», 2014 г. URL: .
9. Международное космическое право
10. Сборник тезисов всероссийской научной конференции с международным участием .ИКИ РАН Москва 2019 г.
11. Международно-правовой режим борьбы с засорением космического пространства Косенков И.А .* Штодина И.Ю.**
12. Мониторинг техногенного засорения космического пространства. Проблема и решения. Ю.Н.Макаров, д.э.н., директор департамента стратегического планирования и организации космической деятельности Государственной корпорации по космической деятельности "Роскосмос" / Makarov.YN@roscosmos.ru. Yu.N.Makarov, Doctor of Economics, Director of the Department of Strategic Planning and Organization of Space Activities of the State Space Corporation Roscosmos. DOI: 10.22184/1993-

13. Сурдин В. Г., Экология космоса // Экология и жизнь.2011
14. Обзор и выбор средств увода крупногабаритного космического мусора. Пикалов Р.С.*, Юдинцев В.В.** Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Московское шоссе, 34, Самара, 443086, Россия
15. Хронология освоения космоса
16. Международно – правовые аспекты проблемы экологии космоса