## ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

## Кафедра ТиЭФ

## РЕФЕРАТ

## “ЭКОЛОГИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА”

## 

## Выполнил:

## Студент гр.8Б70

## Федосеева .Ю

## Проверил:

## 

## ТОМСК ’ 99

## СОДЕРЖАНИЕ

## ОБЩАЯ ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ………………………………………..3 стр

## ОСВОЕНИЕ КОСМОСА: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ……………….……4 стр

##### ПРОБЛЕМА КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА……………………………………….5 стр

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАПУСКОВ КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТ

НА ОКОЛОЗЕМНУЮ СРЕДУ……………………………………………………..6 стр

###### АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОЗОННЫЙ СЛОЙ………………….7 стр

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКОЛОЗЕМНОГО

КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА…………………………………………….9 стр

### МОНИТОРИНГ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО

ПРОСТРАНСТВА………………………………………………………………….11 стр

###### НАИБОЛЕЕ ОСТРЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ………………………14 стр

ЛИТЕРАТУРА……………………………………………………………………...15 стр

## ОБЩАЯ ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Человечеству всегда было присуще стремление дать объяснение различным отклонениям погоды от «нормы», а попросту говоря, от неких средних погодных условий, наблюдаемых на протяжении весьма ограниченного в историческом масштабе отрезка времени.

Естественно, что для подобных объяснений привлекались и привлекаются некоторые новые виды человеческой деятельности, масштабно и зримо входящие в нашу жизнь. Уместно вспомнить, что в прошлом весьма нелестные высказывания в связи с возможным влиянием на погоду раздавались, например, в адрес радио. Во всяком случае, известно, что в 1928 г. английское акционерное общество «Радиопередача» было вынуждено обратиться в Английское метеорологическое общество с просьбой «...опровергнуть уверенность среди широких •кругов населения, что радио вызывает ухудшение погоды, и снять с радиопередач тяжкое обвинение о причастности к дурной погоде нынешнего лета».

В наши дни в толпе людей, спешаших по своим делам под очередным дождем, нет-нет да и можно услышать сказанное, скорее, в шутку, чем всерьез:"Опять спутник, наверное, запустили - погоду испортили". В этой связи сразу же следует сказать, что искусственные спутники Земли никакого влияния на погоду не оказывают. И если уж обсуждать космические полеты в связи с погодой, то прежде всего следует говорить о той ценнейшей метеорологической информации, которую получают с помощью спутников и при работе космонавтов на борту орбитальных станций. Для нас стали привычными космические снимки облачного покрова, показываемые по Центральному телевидению в связи с очередным прогнозом погоды. Не вызывает удивления прямое обращение из телевизионной студии к космонавтам, работающим на борту орбитальной станции, с вопросом о вероятности солнечной погоды в ближайшие выходные дни.

Надо сказать, что антропогенные воздействия, связанные с влиянием деятельности человека на погоду, климат и в более широкой постановке на окружающую природную среду, в ряде случаев становятся сейчас сопоставимыми с планетарными масштабами естественных природных процессов.Идет постепенное загрязнение Мирового океана, нарушается естественный влагооборот, происходят, хотя пока и незначительные, изменения в составе атмосферы и т. п. .

Все это дает основание говорить о том, что космическое пространство постепенно станет своеобразной: частью среды обитания и деятельности человека, произойдет расширение содержания понятия «окружающая природная среда» с включением в это понятие околоземного космического пространства. Таким образом, уже сейчас идет процесс экологизации космоса, под которым понимается «расширение сферы обитания человека, его взаимодействия с природой до космических масштабов, выход сферы взаимодействия общества и природы за пределы планеты, процесс освоения, «социализации» Вселенной» .

С другой стороны, сама космическая техника способна также вызывать определенные возмущения в окружающей космической среде. Это происходит за счет поступления продуктов сгорания ракетного топлива в атмосферу при запусках космических аппаратов, за счет выбросов различных газообразных, жидких и твердых веществ с космических аппаратов при их функционировании на орбитах и при перемещении в космическом пространстве и т. д. Однако имеющиеся данные показывают, что в настоящее время суммарное воздействие на атмосферу, связанное с космической деятельностью человека, значительно меньше влияния, обусловленного его хозяйственной деятельностью на Земле.

С целью изучения проблемы антропогенных воздействий на околоземное космическое пространство, связанных с деятельностью человека как на Земле, так и в космосе, в 1976 г. по решению КОСПАР (Комитет по космическим исследованиям при Международном совете научных союзов) была создана комиссия по рассмотрению подобных возможных вредных воздействий на космическую среду. На конференции КОСПАР в 1979 г. этой комиссией были сообщены основные направления проводимых исследований, а в 1982 г. опубликованы некоторые предварительные результаты исследований по проблеме антропогенных воздействий на околоземное космическое пространство .

#### ОСВОЕНИЕ КОСМОСА: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ

На заре космической эры, в 60-х годах, состоялось несколько научных симпозиумов, участники которых пытались определить перспективы развития космонавтики. Специалисты разных областей, расходясь в деталях воззрений на конкретные пути развития исследований и освоения космического пространства, были единодушны в том, что в условиях мирного развития цивилизации освоение космоса открывает принципиально новые возможности для повышения научно-технического потенциала человечества [6]. В 70-х годах были выдвинуты некоторые принципиально новые идеи и получены новые экспериментальные данные, определившие пути дальнейшего освоения космического пространства.

Основной тенденцией в освоении околоземного космического пространства, отчетливо проявившейся в 70-е годы, стало решение широкого круга прикладных задач с помощью самой разнообразной космической техники.

В связи с созданием модульных долговременных орбитальных станций нового поколения и необходимостью сооружения других крупногабаритных космических конструкций (например, многоцелевых космических платформ, орбитальных радиоастрономических комплексов и т. д.) все большую актуальность приобретает проведение в космосе строительно-монтажных работ.

Перспективным представляется использование (например, в космическом строительстве) материалов внеземного происхождения. На определенном этапе это может оказаться экономически более выгодным по сравнению с доставкой материалов с Земли. В качестве сырья для производства космических строительных материалов рассматриваются минеральные ресурсы Луны и некоторых астероидов. В этой связи уже ведется реальная проработка различных проектов лунных поселений, на базе которых в перспективе могут быть созданы горнодобывающие комплексы и перерабатывающие предприятия.

Для энергообеспечения лунных поселений предполагается использовать ядерный реактор, планируется создание замкнутых систем жизнеобеспечения, прозрачных куполов для выращивания сельскохозяйственных культур и т. д. Безусловно, промышленное освоение Луны сопряжено с необходимостью решения многих сложнейших технических задач и будет осуществляться поэтапно в течение десятков лет.

Надо сказать, что прогнозирование путей развития космонавтики в условиях ее стремительного прогресса, постоянного появления новой научно-технической информации, новых идей, проектов и разработок, конечно, является чрезвычайно сложным делом. На наших глазах в течение нескольких последних лет многие крупные космические проекты подвергались кардинальной переоценке.

Но вне зависимости от конкретных путей дальнейшего развития космонавтики расширение масштабов хозяйственной деятельности человека в космосе в будущем может потребовать решения проблем экологии околоземного космического пространства, являющихся до известной степени характерными и земной экологии: проблемы воздействий космических транспортных средств на околоземное космическое пространство и проблемы љего загрязнения выбросами газообразных, жидких и твердых отходов из космических производственных комплексов.

Конечно, обострения этих проблем можно ожидать, по-видимому, лишь в следующем столетии, однако очень важно уже сейчас глубоко и тщательно изучать все виды антропогенных воздействий на космическую среду, анализировать экологические перспективы деятельности в космосе, поскольку пренебрежение требованиями экологии и охраны окружающей среды может в конечном счете свести на нет плоды технического прогресса.

Говоря о проблемах, связанных с загрязнением космического пространства, нельзя не упомянуть о выдвигаемых проектах отправки в космос высокотоксичных и радиоактивных отходов наземных промышленных предприятий. Хотя, казалось бы, удаление таких отходов в космос более благоприятно для биосферы Земли, нежели их захоронение в шахтах или в глубинах океана (при условии, конечно, гарантии абсолютной безопасности и надежности самой операции отправки отходов с Земли), однако такие проекты требуют тщательного экологического обследования.

Околоземное пространство в целом представляет собой весьма динамичную и нестабильную систему, которая под влиянием внешних воздействии может переходить в неустойчивое состояние.

##### ПРОБЛЕМА КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

С космосом у нас привычно ассоциируется понятие «безбрежный», однако в известном смысле теснота в космосе уже действительно начинает ощущаться, и здесь вновь невольно напрашивается аналогия с земными экологическими проблемами. Подобно тому как при малом количестве автомобилей несколько десятков лет назад не стоял остро вопрос о загрязнении воздуха их. выхлопными газами и очень незначительной была опасность столкновений автомобилей друг с другом, так и относительно малое до настоящего времени число запусков космических аппаратов не вызывает пока серьезных опасений по поводу космических «дорожно-транспортных происшествий».

Однако в будущем — при строительстве и эксплуатации околоземных производственных комплексов, при промышленном освоении Луны — ситуация может сильно измениться. Потребуется организация широкомасштабных грузовых перевозок на трассе «Земля-космос», на орбитах появятся крупногабаритные объекты, заметно возрастет число искусственных объектов в околоземном космическом пространстве. Поэтому и основы рационального решения будущих космических транспортных проблем, включая их экологический аспект, должны закладываться уже сейчас.

Современные мощные ракеты-носители при выведении на орбиту полезной нагрузки массой в несколько десятков тонн расходуют топлива в 20—-30 раз больше массы полезного груза. Например, стартовая масса американской ракеты «Сатурн-5» составляла 2900 т, тогда как ее полезный груз — около 100 т. В результате при каждом пуске мощной ракеты выбрасывались в атмосферу сотни тонн продуктов горения.

За счет сжигания топлива разных видов на Земле в атмосферу сейчас ежегодно поступает более 20 млрд. т углекислого газа и свыше 700 млн. т других газообразных соединений и твердых частиц, в том числе около 150 млн. т 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.

Ясно, что в глобальном масштабе выбросы в атмосферу, создаваемые при запуске в течение года даже большего количества мощных ракет, ничтожно малы по сравнению с промышленными выбросами.

Специально изучался и вопрос о возможном загрязнении атмосферы продуктами сгорания спутников, прекращающих свое существование в плотных слоях атмосферы. Правда, расчеты показывают, что даже при планируемом в ближайшие десятилетия расширении космической деятельности сгорание спутников и других космических аппаратов в плотных слоях атмосферы не должно привести к ее сильному загрязнению. Например, ожидаемое увеличение содержания окиси азота в верхней атмосфере составляет не более 0,05%. Не предвидится также существенного накопления в атмосфере различных токсичных соединений за счет такого сгорания.

Можно, конечно, предполагать возможность локального загрязнения атмосферы (и даже земной поверхности, если продукты сгорания достигнут ее), хотя подобные эффекты не наблюдались. Тем не менее одним из требований, предъявляемых к материалам космических аппаратов, является выделение минимального количества токсичных веществ при сгорании в атмосфере.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАПУСКОВ КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТ НА ОКОЛОЗЕМНУЮ СРЕДУ**

Уже в 60-х годах исследователи, проводившие наблюдения ионосферы во время запусков мощных ракет-носителей, обратили внимание на необычные явления в ионосфере: после запуска ионосфера, казалось бы, исчезает вблизи следа ракеты, но через час-другой картина нормальной ионосферы восстанавливалась. Было высказано предположение, что газы, выбрасываемые в ионосферу при полете ракеты, «выталкивают» разреженную ионосферную плазму. В результате в ионосфере образуется область с пониженной плотностью плазмы -— «дыра», которая после расплывания облака газа снова затягивается.

Толчком к дальнейшему исследованию явлений в ионосфере, сопровождающих запуски ракетносителей, стало обнаружение так называемого «Скайлэб-эффекта», который был выявлен при запуске в мае 1973 г. мощной ракеты-носителя «Сатурн-5», выводившей в космос станцию «Скайлэб». Двигатели ракеты-носителя работали до высот 300-—400 км, т. е. в F-области ионосферы, где располагается максимум ионизации ионосферы. Сопоставление же данных по концентрации электронов в ионосфере при запуске станции «Скайлэб» и за сутки до того показало, что эта концентрация после запуска ракеты-носителя уменьшилась на 50%, причем площадь возмущения в ионосфере по данным наблюдений радиомаяков достигла приблизительно 1 млн. кв. км.

Данные по ионосферным возмущениям при запусках мощных ракет-носителей подтвердили необходимость тщательного и всестороннего исследования воздействий существующих и перспективных транспортных космических систем на околоземную среду. К настоящему времени проведен также ряд экспериментальных исследований и модельных оценок влияния, которое оказывают выбросы двигательных установок этих систем на химический состав атмосферы.

Так, частицы аэрозоля, выброшенные двигателями ракет-носителей, могут существовать в стратосфере до года и более, что может сказаться на тепловом балансе атмосферы. Кроме того, такие продукты сгорания, как соединения хлора, азота и водорода, являются катализаторами реакций с участием молекул озона и их роль в фотохимическом цикле озона велика, несмотря на их относительно малые концентрации в стратосфере.

Ионосферу «загрязняют» не только запуски ракет-носителей. При полетах больших космических аппаратов, например орбитальных станций, в результате микротечений и газоотделения материалов, а также работы различных бортовых систем образуется уже упоминавшаяся собственная атмосфера космических аппаратов, параметры которой могут существенно отличаться от характеристик окружающей среды. По измерениям параметров среды возле станции «Скайлэб» и МТКК было зарегистрировано увеличение давления возле этих космических аппаратов на 3—4 порядка по сравнению с давлением в окружающей атмосфере. Были отмечены также заметные изменения в нейтральном и ионном составе, обусловленные газовыделением материалов станции, в электромагнитных излучениях, потоках заряженных частиц.

###### АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОЗОННЫЙ СЛОЙ

Хотя озонный слой, защищающий Землю от вредного воздействия коротковолнового солнечного излучения, располагается на высотах ~20-50 км, проблема образования так называемых "озонных дыр" постоянно упоминается в связи с запусками мощных ракет-носителей. До настоящего времени продолжаются споры между учеными относительно того, какие же факторы в ниабольшей степени способствуют разрушению озонного слоя.

В середине 70-х годов одна из мощных отраслей промышленности США, производящая аэрозольные упаковки, содержащие фторхлоруглероды (фреоны), оказалась под угрозой ликвидации. В прессе публикации на тему «Атака на фреоны» потеснили на время светские новости и сообщения уголовной хроники, а в редакции газет поступали требования об изъятии упаковок с фреонами из продажи. Губернаторы штатов Орегон и Нью-Йорк выступили с заявлениями о готовности подписать законопроект, запрещающий продажу аэрозольных упаковок.

Причиной всех этих событий стала статья известных специалистов по аэрономии Ф. Роланда и М. Молина в журнале «Нейчур» («Природа»). В этой статье, названной «О возможных неблагоприятных последствиях, связанных с попаданием фторхлоруглеродов в атмосферу», авторы в результате модельных расчетов пришли к выводу, что накопление фреонов в атмосфере может привести к уменьшению стратосферного озона. Отмечалось, что это, в свою очередь, приведет к увеличению потока ультрафиолетового излучения Солнца у поверхности Земли и как следствие к возможному увеличению заболеваний людей раком кожи, гипертонией, неврозами.

Однако атака на фреоны натолкнулась на стойкую защиту фреонов. От «нападающих» потребовали более точных оценок, поскольку ряд косвенных фактов, связанных с существованием и вариациями хлорсодержащих соединений в атмосфере, не давал особых оснований бить тревогу. Более того, на озон могут оказывать воздействие и другие малые составляющие антропогенного происхождения — например, соединения азота, которые также эффективно взаимодействуют с молекулами озона.

Следует подчеркнуть, что проблема атмосферного озона достаточно сложна и носит комплексный характер. Дело в том, что озон есть лишь отдельное (хотя и очень важное!) звено в сложной системе, которую представляет собой атмосфера. Достаточно сказать, что на содержание малых составляющих в стратосфере, которые могут вступать в реакции с молекулами озона, оказывает влияние до 85 различных реакций одновременно. Параметры ряда важных реакций этой сложной «фотохимической кухни» пока еще не определены.

В связи с этим упрощенные оценки того или иного эффекта в озонном слое без учета комплексного характера всей системы могут скорее обозначать остроту определенного направления в решении проблем «озонного щита».

Фреоны дают от 50 до 70% общего количества хлора, попадающего в стратосферу. Для сравнения можно указать, что основной естественный источник стратосферного хлора —- вулканические извержения -— обеспечивает поступление от 5 до 30% стратосферного хлора. Таким образом, в стратосфере преобладает хлор антропогенного происхождения, и именно рост антропогенного вклада в общий баланс хлорсодержащих соединений будет определять содержание хлора в стратосфере и его роль в дальнейшей эволюции озоносферы.

По имеющимся оценкам, важную роль в балансе стратосферного озона играют и соединения азота, которые обеспечивают до 70% фотохимического стока молекул озона. Однако в отличие от хлора в общем балансе соединений азота в стратосфере преобладают естественные, а не антропогенные источники.

Можно сравнить различные антропогенные источники азота и хлора в стратосфере для того, чтобы оценить относительный вклад перспективных транспортных космических систем в баланс озона в стратосфере.

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. Не останавливаясь здесь подробно на этих исследованиях, отметим, что их результаты свидетельствуют о наличии целого ряда естественных процессов в атмосфере, приводящих к образованию озонных дыр.

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА**

Если бы во времена М. Фарадея, заложившего в середине прошлого века основы учения об электромагнетизме, какая-то цивилизация проводила поиски братьев по разуму, прослушивая электромагнитный эфир, то можно быть уверенными, что в районе Солнечной системы она никаких признаков земной цивилизации не обнаружила бы. Однако в наши дни при таком поиске должно быть зарегистрировано в Солнечной системе «пятно» радиоизлучения, имеющее явно искусственную природу. Искусственное происхождение излучения подтвердилось бы и зависимостями излучений от времени и их спектральными характеристиками.

Это искусственное «радиопятно», так контрастно выделяющееся на фоне радиоизлучения других небесных тел,— - наша планета. Естественное радиоизлучение в окрестности Земли складывается из различных источников: атмосферных электрических помех, теплового радио излучения Земли, космического радиоизлучения, радиоизлучения Солнца и планет. Именно эти источники определяли характеристики электромагнитного эфира во времена М. Фарадея. Однако в настоящее время земная цивилизация обеспечивает значительную долю радиоизлучений в околоземном пространстве.

Можно сказать, что цивилизация «шумит» во всех диапазонах радиоспектра — от очень низкочастотного (менее 30 кГц) до сверхвысокочастотного (более 3 ГГц), заметно изменяя естественную электромагнитную обстановку около Земли.

Источниками искусственных радиоизлучений, хотя и малой интенсивности, являются также спутники и другие космические аппараты, вращающиеся вокруг Земли.

Электромагнитный эфир в наши дни настолько насыщен искусственными радиоизлучениями, что Международному союзу электросвязи пришлось «наводить порядок», строго распределяя частотные диапазоны между различными потребителями. И все же в эфире «тесно», и в этом легко убедиться, покрутив ручку настройки радиоприемника. Таким образом, мы имеем дело со своеобразным «электромагнитным загрязнением среды» — - в данном случае радиоэфира.

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.

Общая схема процессов, происходящих при воздействии мощного радиоизлучения на ионосферу, такова. Электроны ионосферной плазмы, ускоряясь электрическим полем радиоволны, приобретают дополнительную кинетическую энергию. Часть этой энергии они передают ионам и нейтральным частицам посредством столкновений. В результате происходит увеличение средней кинетической энергии частиц плазмы, иными словами, происходит нагрев ионосферной плазмы. Последний вызывает изменение проводимости плазмы и некоторых других параметров.

В последнем случае возникают так называемые нелинейные явления в ионосфере, связанные с ее нагревом проходящей радиоволной, а этот нагрев влечет за собой изменение концентрации электронов в зоне прохождения радиоволны. Характер протекания процессов воздействия существенно зависит от высоты. В F-области ионосферы нагрев сопровождается уменьшением плотности плазмы в результате частичного ухода, «выталкивания» плазмы из нагретого пространства. В расположенных ниже Е- и D-областях нагрев плазмы вызывает увеличение электронной концентрации за счет того, что в нагретой плазме менее эффективно идет процесс электронной рекомбинации.

На основании имеющихся данных можно полагать, что «экологическая нагрузка» радиоизлучающих средств на ионосферу в настоящее время невелика. Однако со временем, особенно над промышленно развитыми районами земного шара, эта возрастающая «нагрузка» может каким-то образом проявиться в ионосфере. В результате ионосфера над промышленными районами земного шара может несколько отличаться от ионосферы, скажем, над пустынями или океанами. Насколько это окажется важным для цивилизации — вопрос, на который должны дать ответ будущие исследования «экологии» ионосферы.

Если нелинейные явления при воздействии мощных ВЧ- и СВЧ-радиоволн проявляются преимущественно в ионосфере, то воздействие мощных низкочастотных излучений особенно заметно в магнитосфере. Некоторые неожиданные последствия такого рода воздействий, имеющие явно антропогенный характер, рассмотрены ниже.

В июне 1980 г. в Будапеште во время очередной XXIII сессии КОСПАР было проведено заседание, тема которого была не совсем обычной даже для этой организации, правилом которой является представление и обсуждение только последних, самых «свежих», данных экспериментальных исследований. «Круглый стол» —- так обычно называют обсуждение актуальных и спорных вопросов -— собрал ученых разных стран и различных •специальностей. Дискуссия, развернувшаяся за «круглым столом», была посвящена вопросу о возможном влиянии электромагнитных излучений промышленных комплексов и систем связи на ионосферу и магнитосферу.

Одним из поводов горячей дискуссии послужил так называемый эффект уикэнда (т. е. «конца недели»), обнаруженный при проведении измерений очень низкочастотных (ОНЧ) электромагнитных излучений на поверхности Земли и в космосе. Оказалось, что аналогичный эффект был обнаружен и при анализе геомагнитных данных.

Интенсивность низкочастотных излучений во время уикэнда (т. е. в субботу и воскресенье) существенно уменьшается по сравнению с рабочими днями.

Поскольку природа вряд ли «живет» в такт с недельным циклом деятельности человека, естественно предположить, что обнаруженный эффект уикэнда в уровнях геомагнитной активности и ОНЧ-излучений представляет собой своеобразное «эхо» производственной деятельности земной цивилизации.

Чем же можно объяснит ОНЧ-излучение?Этот вопрос можно было бы решить довольно просто постановкой всего лишь одного эксперимента. Для этого достаточно было бы просто выключить на Земле все источники ОНЧ-излучений, т. е. электростанции, промышленные предприятия, и посмотреть, что при этом «делается» в околоземном пространстве.

Увы, такой «простой» эксперимент за пределами возможностей не только ученых, но и цивилизации. Но выход может быть найден на пути тщательных патрульных наблюдений и измерений параметров околоземной среды, а также путем постановки специальных контролируемых экспериментов с ОНЧ-излучениями.

**МОНИТОРИНГ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА**

Хотя экология околоземного пространства как наука сама по себе еще только зарождается и ее представления и методология в окончательном виде пока не определены, в то же время она уже достигла определенной степени «зрелости», характеризуемой переходом от наблюдения к эксперименту, к активным методам исследования окружающего мира. Действительно, в настоящее время происходит постепенный переход к использованию активных методов исследований околоземной среды, когда околоземное пространство из объекта наблюдений превращается в своего рода гигантскую природную лабораторию, используемую учеными для различных целей.

Можно сравнить околоземное космическое пространство со своеобразной плазменной установкой, которая открывает уникальные возможности для экспериментаторов при исследованиях плазменных процессов в космосе.

Термин «активные эксперименты» подчеркивает различие новых методов исследования околоземного пространства по сравнению с традиционными наблюдательными пассивными методами, при которых проводятся только измерения параметров среды. При использовании активных методов изучается реакция околоземной среды на контролируемое возмущение, производимое путем инжекции плазмы, нейтрального газа, пучков частиц и электромагнитных излучений. Поэтому иногда эксперименты в космосе, связанные с использованием активных методов, называют контролируемыми. Это подчеркивает связь между откликом среды и начальным возмущением, параметры которого контролируются.

В зависимости от степени возмущения среды активные эксперименты могут быть разделены на две группы. К первой группе относятся эксперименты типа меченых атомов, которые практически не возмущают среду, а в основном «трассируют» процессы и явления. Эксперименты второй группы предполагают осуществление локальных «дозированных» возмущений среды.

Наконец, что весьма важно, активные эксперименты дают информацию для оценки масштабов антропогенных воздействий и их последствий, а также для установления «экологических границ» космических экспериментов и производственной деятельности в космосе.

Понятие «экологические границы» используется для обозначения ограничений «...на такие воздействия, которые приводят к нежелательным возмущениям планетарной и космической среды или к разрушению уникальных космических объектов»

Ценную информацию для решения проблем экологии околоземного пространства дали и эксперименты по воздействию на ионосферную и магнитосферную плазмы мощных радиоизлучений, результаты которых были рассмотрены нами ранее.

Таким образом, хотя сегодня экспериментальная экология околоземного пространства делает свои первые шаги, она, безусловно, будет развиваться дальше в связи с ее огромным значением для изучения и прогноза антропогенных явлений в околоземном пространстве, для определения «экологических границ» исследовательской и производственной деятельности в околоземной среде. Ближайшее будущее позволит уточнить предмет, методологию и принципы экспериментальной экологии околоземного пространства.

Рассматривая околоземное космическое пространство» как часть окружающей природной среды, целесообразно распространить на экологию этого пространства основные представления и концепции, которые были развиты в экологии биосферы. В основе экологии природной среды лежат наблюдения и контроль, или, как принято называть, мониторинг антропогенных изменений состояния окружающей среды .

Согласно представлениям о мониторинге природной среды, развитым в работе , важнейшими задачами мониторинга являются наблюдение и контроль состояния природной среды с помощью существующих геофизических служб; оценка качества природной среды с помощью системы разработанных критериев антропогенных воздействий и выработка приоритетов для принятия эколого-экономических и социальных мер с целью обеспечения рационального природопользования; разработка научно обоснованного прогноза антропогенных воздействий на окружающую среду.

Мониторинг базируется на системе наблюдений и контроля природной среды. Для контроля загрязнении в нашей стране создана и функционирует Общегосударственная система наблюдений и контроля за загрязненностью объектов природной среды (ОГСНК).

Все возрастающую роль в комплексном мониторинге природной среды играют дистанционные методы исследований, наблюдения и контроля с использованием космической техники.

В рамках космического мониторинга проводятся наблюдения и контроль загрязнений и антропогенных воздействий на биосферу, для чего используются снимки, получаемые на борту орбитальных станций, и данные дистанционного зондирования земной поверхности и атмосферы Земли с борта различных космических аппаратов . Космический мониторинг обладает рядом важных преимуществ по сравнению с другими методами наблюдения и контроля загрязнений природной среды, обеспечивая высокий уровень обобщения данных по загрязнению среды, глобальный охват антропогенных эффектов, оперативность получения информации по экологической ситуации в различных областях земного шара. Космический мониторинг существенно дополняет наземные, самолетные и корабельные средства наблюдений и контроля природной среды и позволяет объединить данные о состоянии окружающей среды на основе информации, полученной из космоса.

Возвращаясь к проблемам экологии околоземного космического пространства, отметим, что целесообразно для обозначения всего круга вопросов, связанных с контролем только антропогенных воздействий, использовать термин "мониторинг" околоземного космического пространства. Этим подчеркивается отличие этого термина от определения космического мониторинга, смысл и назначение которого пояснены выше. По аналогии с рассмотренными ранее проблемами мониторинга биосферы задачи мониторинга околоземного космического пространства можно определить следующим образом: наблюдение и контроль изменений состояния околоземного пространства в результате антропогенных воздействий; выработка критериев антропогенных воздействий на это пространство и методов оценки качества состояния околоземной среды как части природной среды, разработка прогноза возможных последствий возрастающей антропогенной "нагрузки" на околоземное космическое пространство.

Мониторинг околоземного космического пространства должен основываться на проведении регулярных измерений и наблюдений наиболее важных параметров, характеризующих "качество" околоземной космической среды и ее изменения в результате антропогенных воздействий. При этом сразу возникает вопрос: какие параметры надо измерять и с какими требованиями к пространственной и временной частоте измерений? Ведь контроль антропогенных факторов и явлений в околоземном космическом пространстве затруднен из-за значительной естественной изменчивости среды, неопределенности и многообразия источников и факторов естественного и антропогенного происхождения, влияющих на околоземное пространство.

При этом необходимо решить комплекс проблем, связанных с разработкой методик и технических средств контроля, подготовкой и организацией систем наблюдений и измерений. Основой контроля околоземной космической среды должны стать прямые и дистанционные измерения параметров околоземного космического пространства с использованием аппаратуры, установленной на космических аппаратах, поскольку только космические средства наблюдений могут обеспечить глобальный и оперативный контроль за состоянием околоземной среды в естественных условиях и при антропогенных воздействиях.

С использованием критериев антропогенных воздействий можно будет определить возможные диапазоны антропогенных изменений параметров околоземного пространства. Совокупность этих критериев, применяемых для определения «качества» околоземной среды как части природной среды, вместе с данными прогноза антропогенных воздействий на околоземное космическое пространство явится основой для экологоэкономических оценок.

###### НАИБОЛЕЕ ОСТРЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Рассмотренные выше различные антропогенные воздействия на околоземное космическое пространство изучены к настоящему времени далеко не полностью, а их степень опасности с точки зрения воздействия на биосферу и возможного изменения характеристик околоземной космической среды существенно различны.

Наиболее изученной к настоящему времени является проблема космического мусора. От успешного решения этой проблемы зависит возможность дальнейшего развития космической деятельности человечества.

Дополнительные теоретические и экспериментальные исследования необходимы для понимания механизмов образования озонных дыр.

Следует указать, что уже сейчас уделяется очень большое внимание обеспечению "экологической чистоты" ракетно-космической техники .

Относительно электромагнитного загрязнения околоземного космического пространства можно отметить, что оно не представляет пока значительной угрозы как для состояния биосферы, так и для состояния самой околоземной среды.

В связи с упомянутой возможностью возникновения неустойчивостей в околоземной космической среде необходимо подчеркнуть, что задача определения предельно допустимых уровней воздействия на околоземную среду может быть назана главной задачей исследований ближайших нескольких лет. Эта задача является чрезвычайно актуальной по отношению к антропогенным воздействиям всех видов, и от ее скорейшего решения зависят как дальнейшее развитие космической деятельности человечества, так и обеспечение существования современной цивилизации.

##### ЛИТЕРАТУРА

1.Федоров Е. К. Экологический кризис и социальный прогресс. Л., Гидрометеоиздат, 1977.

2.Урсул А. Д. Экологические перспективы и космонавтика.— Земля и Вселенная, 1976, N 2, с. 32.

3.Advances in Space Research, 1982, v. 2, N 3.

4.Осипьян Ю., Регель Л. Становление физики невесомости.—Правда, 1985, 12 ноября.

5.Акишин А. И., Новиков Л. С. Воздействие окружающей .среды на материалы космических аппаратов. М., Знание, 1983.