

Б. С. ДАНИЛИН

# Начало космической эры



  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**ЗНАНИЕ**

ФИЗИКА И ХИМИЯ

1960  
СЕРИЯ IX

5

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО  
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

---

Б. С. ДАНИЛИН

НАЧАЛО  
КОСМИЧЕСКОЙ  
ЭРЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

---

Москва

1960



---

---

Нет предела дерзанию творческой мысли советских людей. Вслед за первыми разведчиками космоса — искусственными спутниками Земли в солнечной системе появилась созданная руками советских людей искусственная планета. Советский выпел был заброшен на Луну. Первая в мире межпланетная автоматическая станция, облетая Луну, навела объективы фотоаппарата на невидимую для нас сторону Луны, многократно сфотографировала ее в различных масштабах. Пленка была проявлена и высушена в условиях невесомости и космической радиации, и четкие изображения обратной стороны Луны приняты на земной станции.

Советские искусственные спутники Земли и космические ракеты преследуют благородные цели раскрыть тайны природы и покорить ее силы на благо человечества.

Исследования, выполненные с помощью искусственных спутников и космических ракет, изменили существовавшие представления о недоступных ранее верхних слоях воздушной оболочки нашей планеты, об околоземном и окололунном космическом пространстве и о ближайшем к нам небесном теле — Луне.

### **ПЕРВЫЕ РАЗВЕДЧИКИ КОСМОСА**

4 октября 1957 года впервые в космическое пространство был заброшен созданный трудом и творческим гением советских людей разведчик космоса — первый в мире искусственный спутник Земли. Этот день — начало космической эры.

Запуск первого искусственного спутника можно поставить в один ряд с такими выдающимися событиями в многовековой истории человечества, как открытие огня, использование энергии пара, открытие электрического тока, подъем первого аэроплана, освобождение энергии атомного ядра.

Президент Международной федерации астронавтов, советский академик Л. И. Седов, находившийся во время запуска первого советского спутника в Барселоне на 8-м Международном конгрессе астронавтов, рассказывает, какое ошеломляющее впечатление на зарубежных ученых произвело это событие и в частности значительный вес спутника.

— Не допущена ли ошибка при переводе сообщения? Может быть спутник весит не 83,6 кг, а 8,36 кг? — неоднократно спрашивали присутствующие на конгрессе иностранные ученые.

Касаясь сообщения о том, что вес спутника Земли составляет 83,6 кг, что, по высказываниям американской печати, в 6 раз превосходит вес спутника, создававшегося в то время в США, председатель американского национального комитета по проведению Международного геофизического года доктор Джозеф Каплан сказал:

«Это нечто фантастическое, и если они смогли запустить такой спутник, они смогут запустить и более тяжелые спутники».

Одной из основных задач первого спутника было выяснение тех физических условий, в которых происходит полет тел с космическими скоростями на больших высотах. Как известно, траектория полета спутника не выходила за пределы верхних, чрезвычайно разреженных слоев воздушной оболочки нашей планеты. Сведения о физических свойствах этих слоев в то время не только не были одинаковыми, а порой носили даже противоречивый характер.

Достаточно сказать, что оценки в значении давления и плотности для высот, на которых происходил полет спутника, даваемые в то время различными учеными, отличались почти что в тысячу раз, а расхождения в оценке температуры достигали нескольких тысяч градусов. Из-за отсутствия надежных сведений о свойствах верхних слоев атмосферы предполагаемое время жизни спутника можно было рассчитать очень приближенно.

Наблюдения за полетом спутника и его ракеты-носителя, проводимые с помощью оптических и радиотехнических средств, в которых наряду с советскими учеными принимали также участие ученые зарубежных стран (в том числе Англии и США), показали, что орбита спутника непрерывно меняется. Ее изменение происходит в результате того, что под влиянием сопротивления атмосферы часть энергии движения спутника непрерывно теряется. Хотя на больших высотах, где происходит полет спутника, плотность атмосферы не превышает одной четырехмиллиардной доли наземной плотности воздуха, а сила сопротивления, даже в наиболее низкой части орбиты (перигее), не превосходит 2 г на 1 м<sup>2</sup> поперечного се-

чения, тем не менее даже такое ничтожное сопротивление, оказываемое разреженными слоями атмосферы, существенно изменяет орбиту спутника.

Плотность атмосферы значительно уменьшается с увеличением высоты полета спутника, поэтому сила сопротивления на различных участках орбиты спутника, имеющей вытянутую (эллиптическую) форму, также неодинакова. При достаточно вытянутой орбите эффект торможения наиболее резко выражен в более низких, плотных слоях, т. е. когда спутник пролетает в районе перигея.

Поскольку торможение главным образом происходит в районе перигея, то здесь спутник и теряет основную часть своей первоначальной кинетической энергии, вследствие чего максимальная высота его полета (апогей) уменьшается значительно быстрее, чем перигей. Различная быстрота убывания апогейной и перигейной высот приводят к тому, что орбита спутника становится все менее вытянутой и из эллиптической постепенно превращается в круговую.

Тщательная обработка наблюдений за изменением орбиты спутника и его ракеты-носителя дала возможность впервые экспериментальным путем получить сведения о плотности атмосферы в районе перигея. При этом оказалось, что полученные значения плотности в 5—10 раз больше тех, которые принимались ранее в ряде «моделей» верхней атмосферы, построенных на основании ракетных исследований более низких ее слоев.

Наблюдения за происхождением и поглощением в верхних слоях атмосферы радиоволн, испускаемых радиопередатчиками спутника на двух частотах, дали возможность выяснить некоторые свойства ионосферы, т. е. той области верхней атмосферы, в которой содержится значительное количество заряженных частиц (электронов и ионов). До запуска спутника основные сведения о степени ионизации верхней атмосферы и количестве свободных электронов были получены по наблюдению за отражением от отдельных слоев ионосферы импульсных радиосигналов различной частоты, посылаемых наземными ионосферными станциями.

При этом было установлено, что начиная с высоты около 100 км количество свободных электронов возрастает, достигая 2—3 млн. электронов в каждом кубическом сантиметре на высоте главного максимума, т. е. на уровне 300—400 км. Но было неясно, как изменяется количество свободных электронов выше главного максимума, поскольку посылаемые с Земли радиоволны либо полностью отражаются нижними слоями ионосферы, либо проходят через нее в космическое пространство.

Наблюдения за сигналами, излучаемыми радиопередатчи-

ками спутника, позволили установить, что количество свободных электронов выше главного максимума спадает очень медленно и даже на высоте около 500 км в каждом кубическом сантиметре содержится около миллиона свободных электронов.

Таким образом, уже с помощью первого советского спутника были получены новые и чрезвычайно важные сведения о свойствах верхних слоев воздушной оболочки нашей планеты.

Подавляющее большинство зарубежных ученых, специалистов в области ракетной техники, деятелей культуры, представителей прессы и деловых кругов признавали, что запуск спутника является бесспорным доказательством превосходства Советского Союза в области научно-технического прогресса, крупнейшей победой СССР в мирном соревновании с США. Только отдельные «пророки» вопреки этому утверждали, что запуск советского спутника — это случайный инженерный успех, неповторимый рекорд советской науки и техники. Эти «пророки» были жестоко посрамлены.

3 ноября 1957 года, в канун 40-й годовщины Великого Октября, на небосклоне появился второй искусственный спутник Земли. Вес одной только научной аппаратуры нового спутника превышал 500 кг.

В отличие от первого спутника, который после выхода на орбиту отделился от своей ракеты-носителя, второй спутник представлял одно целое с ракетой-носителем, вес которой превышал 4 т.

Появление такого колоссального по величине и весу спутника было сенсацией для всего цивилизованного мира.

«Это просто фантастично и это означает, что русские могли бы завтра же запустить на Луну ракету с довольно большим грузом», — заявил вице-президент Британского общества межпланетных сообщений Кеннет Гэтленд.

На борту этого громадного спутника в специальной герметичной кабине находилась первая космическая путешественница — собака Лайка. Чтобы животное могло безболезненно перенести воздействие ускорений во время старта, а затем длительное время находиться в условиях невесомости, его положение в кабине было фиксировано. Легкая тканевая одежда и металлические цепочки ограничивали подвижность животного, но давали ему возможность стоять, сидеть, лежать, а также совершать небольшие движения в направлении продольной оси кабины.

Оригинально была решена проблема кормления животного. Для поддержания нормального функционирования животному необходима жидкая пища. Однако в условиях невесомости жидкость, как известно, не падает вниз (да и может ли

быть «низ» в космическом корабле?), а распространяется по всей кабине.

Поэтому в расположенной перед животным кормушке находился необходимый запас пищи в виде желеобразной массы, в состав которой, помимо основных пищевых веществ, входило большое количество воды. Запас пищи и воды был рассчитан на 7 суток.

Для поддержания в кабине спутника необходимого газового состава использовались высокоактивные химические соединения, выделяющие необходимый для дыхания кислород и поглощающие углекислоту и избыток водяных паров.

Установленные на теле собаки датчики с помощью радиотелеметрической системы передавали на Землю наиболее важные сведения о состоянии дыхания и кровообращении животного. Когда были проведены расшифровки и анализ записей принятых наземными станциями сигналов, то оказалось, что животное удовлетворительно переносило воздействие ускорений, вибраций и шумов работающего двигателя. Обработка сигналов показала также, что после того, как спутник вышел на орбиту и Лайка стала находиться в состоянии невесомости, такие важные показатели, как электрокардиограмма, частота пульса и дыхание, приближались у нее к норме. Важнейший вывод, который можно сделать из этого небывалого в истории науки эксперимента, заключается в том, что длительный полет в космос удовлетворительно переносится таким высокоорганизованным животным, как собака.

Медико-биологические исследования на спутнике успешно сочетались с изучением космических лучей и других излучений на больших высотах.

Для регистрации заряженных космических частиц на спутнике было установлено два одинаковых прибора. Оси счетчиков обоих приборов располагались на корпусе ракеты-носителя перпендикулярно друг к другу. В том случае, когда через счетчик проходила электрически заряженная частица, в нем возникала искра, дающая импульс на радиотехническую схему, предназначенную для счета числа частиц космического излучения. После того как было сосчитано определенное число частиц, сигнал об этом с помощью радиотелеметрической системы поступал на Землю, а счетчик снова начинал производить регистрацию частиц, и, когда число импульсов достигало прежней величины, об этом снова передавался сигнал на Землю. При полете спутника на больших широтах 7 ноября 1957 года было обнаружено сильное возрастание интенсивности излучений и впервые установлено принципиально новое явление — наличие какого-то до тех пор не известного излучения около Земли.

Помимо этого, на спутнике были помещены приборы для изучения коротковолнового излучения Солнца в области ультра-



трафиолетового и рентгеновского спектра, а также различные чувствительные элементы, регистрирующие изменения давления и температуры как внутри сферического контейнера, так и на различных элементах конструкции.

15 мая 1958 года новый советский спутник был запущен в космическое пространство. На громадную высоту «взлетела» космическая лаборатория весом в 1327 кг.

Первый советский спутник был поднят на 950 км, второй — на 1670 км, а высота полета третьего спутника достигла 1880 км.

Американская печать сообщала о третьем советском спутнике Земли под заголовками: «Гигантский третий спутник на орбите», «Красная Луна весом в полторы тонны», «Спутник в 100 раз больше нашего».

Большой вес и размеры спутников позволили разместить на них самую разнообразную научную и вспомогательную аппаратуру и продлить сроки ее действия путем увеличения запаса источников питания.

Если на первых двух искусственных спутниках использовались химические источники тока — аккумуляторы и батареи, то на третьем спутнике, помимо них, впервые были также установлены кремниевые батареи, преобразующие солнечную энергию в электрический ток, необходимый для питания аппаратуры.

Научная и вспомогательная аппаратура, источники питания и антенны радиопередатчиков были расположены так, чтобы полностью устранялось нежелательное взаимное влияние одних приборов на другие.

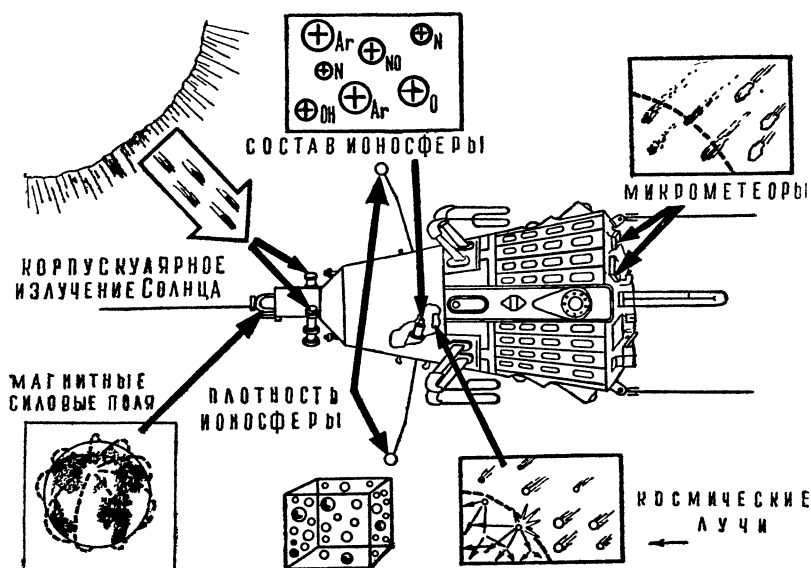
Большие размеры спутников позволили наблюдать их полет с помощью простейших оптических средств, а подчас даже и невооруженным глазом. Кроме того, следует иметь в виду, что создание спутников большого веса приближает решение проблемы межпланетных полетов.

На борту гигантского третьего советского спутника были установлены самые разнообразные приборы. Чтобы понять научное значение этого спутника, достаточно знать, что комплекс исследований, проведенных с его помощью, полностью отвечал всем задачам изучения околоземного пространства, запланированного советскими учеными на период Международного геофизического года.

Многочисленные приборы третьего спутника можно разделить на три основные группы. Первая группа приборов предназначена для изучения свойств верхних слоев воздушной оболочки Земли. Сюда относятся специальные высокочувствительные манометры для измерения плотности атмосферы на больших высотах. Эти манометры создают искусственную ионизацию нейтральных частиц (атомов и молекул), попадающих из атмосферы в их рабочий объем, и путем измерения возни-

кающего при этом разрядного тока дают сведения о плотности окружающей газовой среды.

Помимо нейтральных газовых частиц, в верхних слоях атмосферы присутствует значительное количество ионов и электронов.



Расположение аппаратуры на третьем советском спутнике, предназначенной для изучения ионосферы, корпускулярного излучения, космических лучей и фотонов, микрометеоров и магнитного поля Земли на больших высотах.

Для измерения концентрации ионов (числа их частиц в  $1 \text{ см}^3$ ) на спутнике были установлены (на отдалении от поверхности спутника) ионные ловушки, представляющие собой небольшие металлические шарики (коллекторы ионов), окруженные металлической сеткой.

Приложенное между коллектором и сеткой электрическое поле заставляло ионы проникать сквозь нее и устремляться к коллектору. По величине коллекторского тока можно было судить о концентрации ионов на различных высотах.

Для исследования состава присутствующих в атмосфере положительных ионов использовался радиочастотный масс-спектрометр. В этом приборе находящиеся в атмосфере ионы под действием электрических полей сортируются по массам и на коллектор в каждый данный момент времени попадают только те или иные ионы, а по величине тока во внешней цепи приборов можно судить об их количестве. Режим работы

прибора меняется настолько быстро, что в течение 1—1,5 секунды производится запись всего имеющегося в атмосфере спектра ионов.

Вторая наиболее многочисленная группа приборов была предназначена для изучения факторов космического происхождения: состава и вариаций первичного космического излучения, распределения фотонов и тяжелых ядер в космических лучах, интенсивности корпускулярного излучения Солнца и микрометеорных потоков. Поскольку космические факторы оказывают большое влияние на изменение электростатического и магнитного поля Земли, то к этой группе приборов могут быть отнесены также установленные на спутнике электростатический флюксметр и магнитометр.

Приходящие из неведомых глубин мирового пространства космические лучи представляют собой потоки заряженных частиц, обладающих большой энергией. Однако потоки «первичных» космических лучей не доходят до поверхности Земли.

Встречаясь в верхних слоях воздушной оболочки Земли с молекулами и атомами газов, они «раскалывают» их и сами расчлениаются, образуя «вторичное» космическое излучение, основную часть которого составляют протоны (ядра водорода) и альфа-частицы (ядра гелия).

Исследовать же «первичное» космическое излучение можно только за пределами земной атмосферы или в самых верхних разреженных ее слоях.

Для изучения «мягкой» составляющей (компоненты) космических лучей на больших высотах на спутнике был установлен люминесцентный счетчик, чувствительным элементом которого являлся цилиндрический кристалл йодистого натрия. Попадая на этот кристалл, отдельные заряженные частицы и фотоны возбуждали в нем свечение, которое затем усиливалось фотоумножителем. Остроумное приспособление позволяло одновременно регистрировать как полную ионизацию от всех видов излучений, так и число заряженных частиц или фотонов, обладающих энергией больше 35 тыс. электроновольт.

Для обнаружения тяжелых ядер в составе «первичного» космического излучения на спутнике был установлен счетчик, использующий особого рода свечение, возникающее в любом прозрачном веществе при полете через него очень быстрых частиц. Чувствительным элементом счетчика являлся плексигласовый цилиндр, к торцу которого был приставлен фотоумножитель.

Световая вспышка в этом цилиндре возникала лишь тогда, когда скорость заряженной частицы превышала скорость света в плексигласе, а величина электрического сигнала на выходе фотоумножителя была пропорциональна квадрату величины заряда этой частицы. Радиотехнический блок прибора

«сортировал» сигналы по их амплитуде и таким образом можно было установить количество быстрых частиц с различной величиной электрического заряда.

Для исследования выбрасываемых Солнцем заряженных частиц — корпускул на спутнике были установлены специальные флуоресцирующие экраны, покрытые тонкой алюминиевой фольгой. Пробивая алюминиевую фольгу, корпускулы при ударе об экран вызывали его свечение. Это чрезвычайно слабое свечение экрана затем усиливалось с помощью фотоумножителя. Число вспышек давало представление о плотности корпускулярных потоков, а использование набора фольги с различной толщиной позволяло получить представление об энергии корпускул.

Кроме космических лучей и летящих от Солнца корпускул, в атмосферу Земли попадают частицы твердой межзвездной материи — микрометеоры.

Для регистрации ударов микрометеоров на спутнике были установлены баллистические пьезодатчики, преобразующие энергию удара отдельных микрометеоров о мембрану в энергию электрических колебаний. Удар микрометеора вызывал кратковременный изгиб мембраны и сжатие помещенного под ней пьезоэлемента, что приводило к появлению на его поверхности электрических зарядов. Возникающие при этом в электрической цепи датчика затухающие колебания усиливались и поступали на телеметрическую систему.

Для исследования электрического поля земного шара на спутнике был установлен электростатический флюксметр. В нем имелся соединенный с корпусом спутника вращающийся экран, периодически открывающий и закрывающий плоскую металлическую пластину, на которой при этом то возникают, то исчезают наведенные электрические заряды. Протекая затем через большое сопротивление, они вызывают в нем падение напряжения, по величине которого можно судить о величине измеряемого электрического поля.

Для изучения магнитного поля Земли использовался магнитометр, подвижная катушка которого преобразовывала измеряемую величину магнитного поля в электрический сигнал. Специальное автоматическое устройство непрерывно изменяло положение оси катушки, ориентируя ее все время по направлению силовых линий магнитного поля Земли. Помимо измерения напряженности магнитного поля, магнитометр позволял одновременно в каждый момент времени определить положение спутника относительно направления земного магнитного поля и тем самым давал сведения об ориентации спутника в пространстве, что крайне необходимо для обработки показаний установленных на спутнике приборов.

Третья группа приборов была предназначена для регист-

рации процессов, происходящих на самом спутнике при его стремительном полете вокруг Земли. Специальные приборы измеряли давление и температуру в приборном отсеке спутника, а также температуру в различных местах его наружной поверхности. Эти измерения очень важны для выяснения режимов, в которых приходится работать научной и вспомогательной аппаратуре, и правильного истолкования полученных геофизических данных.

Но получить данные еще недостаточно — их необходимо передать на Землю. Для этой цели на спутнике была установлена многоканальная телеметрическая система, снабженная специальным устройством, которое накапливало информацию, полученную в отдаленных районах, и передавало ее только тогда, когда спутник пролетал над наземной приемной станцией.

Даже из краткого перечня установленной на спутнике научной и вспомогательной аппаратуры видно, что это была подлинная космическая лаборатория.

Выдающийся английский ученый, член Королевского общества, профессор физики Лондонского университета Джон Бернал заявил, что в запуске советских спутников «могущество нового общественного строя получило великолепное свое подтверждение».

Известный немецкий специалист по ракетной технике, один из создателей знаменитых ФАУ-2, работающий в настоящее время в США, Вернер фон Браун сказал, что запуск третьего советского спутника «попросту подтверждает мое мнение, что русские опередили нас в этой игре».

Первый в мире искусственный спутник Земли просуществовал 94 суток, сделав 1440 оборотов и пройдя путь длиной 60 млн. км. Второй — 163 суток, сделав 2370 оборотов и пройдя путь длиной свыше 100 млн. км.

Третий советский спутник за 680 суток сделал более 9 700 оборотов, пройдя путь около 400 млн. км, что почти втрое превышает расстояние от Земли до Солнца. Установленные на поверхности спутника кремниевые батареи в течение 22 месяцев преобразовывали энергию Солнца в электрический ток, необходимый для питания радиопередатчика, сигналы которого в течение всего полета спутника были слышны из космической дали.

В отличие от самого спутника его ракета-носитель вошла в плотные слои атмосферы и сгорела еще в декабре 1958 года.

Чем же объяснить различное время существования спутников и их ракет-носителей?

Время существования искусственных спутников зависит от двух причин: от величины тормозящего действия атмосферы и от начального периода обращения. Чем меньше торможе-

ние и чем больше начальный период обращения, тем продолжительнее время существования спутника.

Торможение в свою очередь зависит от минимальной высоты (перигея) спутника и от поперечной нагрузки спутника, т. е. от веса, приходящегося на единицу площади его поперечного сечения.

Перигей всех трех советских спутников располагается на высотах 225—230 км, где сила сопротивления не превосходит 2 г на 1 м<sup>2</sup> поперечного сечения.

Однако различие в поперечной нагрузке и начальном периоде обращения (который у первого спутника составлял 96,2 минуты, у второго—103,7 а у третьего—105,95 минуты) определило различное время существования спутников.

По мере сокращения размера орбиты торможение спутника становится все более интенсивным и скорость его опускания прогрессивно нарастает. Так, уже после 2700 оборотов максимальная высота орбиты (апогей) третьего спутника уменьшилась с 1880 до 1575 км, после 6 тыс. оборотов она составляла 1175 км, а после 8 тыс. оборотов—865 км. На движение спутника с высоты 160 км до полного разрушения в плотных слоях атмосферы приходится лишь 1—2 оборота.

Явления, которые происходят на последней стадии существования спутника, аналогичны тем, которые имеют место при вхождении в атмосферу метеоров и метеоритов.

Разогреваясь в результате трения о воздух, они начинают интенсивно испаряться, образуя на пути своего движения светящийся след, который можно наблюдать с помощью оптических и радиотехнических средств.

Однако корпус спутника, изготовленный из алюминиевых сплавов, сгорает значительно быстрее, чем твердые и тугоплавкие метеоритные тела, вследствие чего последняя стадия его существования является весьма кратковременной и малодоступной для наблюдения (траектория спутника в своей значительной части проходит над безлюдными пространствами и он подчас скрыт от наблюдения облаками).

Орбита советских спутников была наклонена под большим углом к плоскости экватора, вот почему они пролетели над всеми широтами в пределах между полярными кругами. Большие размеры советских спутников и сам характер их орбит позволили миллионам простых людей во всем мире наблюдать их полет с помощью простейших оптических средств. Советские спутники пролетели почти над всеми точками земного шара. Они дали советским ученым обширную информацию об изменении свойств атмосферы, магнитного поля Земли, микрометеоритных потоков и космической радиации в различных районах земного шара.

Однако при всех своих достоинствах спутники не дают

вертикального разреза атмосферы и прилегающего к ней космического пространства в какой-либо одной точке. Они показывают в течение большого отрезка времени, как изменяются свойства верхних слоев атмосферы с одновременным изменением географической широты и долготы, а также высоты полета спутника, но только на высотах не ниже 160 км. На более низких высотах полет спутника практически невозможен, так как, обладая громадной скоростью, в результате столкновения с молекулами газа он быстро разогревается и сгорает.

Скорость ракеты значительно ниже и с ее помощью можно вести исследования практически на любых высотах, получая кратковременный вертикальный разрез атмосферы в районе запуска ракеты.

Вот почему советские ученые наряду со спутниками широко используют геофизические и метеорологические ракеты.

По программе МГГ в СССР было запущено 125 ракет с научной аппаратурой.

Запуск исследовательских ракет производился в самых различных районах: в средних широтах Европейской части Союза, на Земле Франца-Иосифа, в экваториальных широтах и около поселка Мирный в Антарктиде, с борта дизель-электроторхода «Обь». Если при первом вертикальном пуске геофизической ракеты в 1949 году на высоту 110 км была заброшена научная аппаратура весом 120 кг, то уже в 1958 году на высоту 473 км была поднята научная аппаратура весом 1,5 т. Еще больший комплекс научной аппаратуры весом более 2,2 т был поднят в верхние слои атмосферы в июле 1959 года.

## **ПЕРВЫЙ СПУТНИК СОЛНЦА**

Начиная со 2 января 1959 года, одна за другой стартовали к Луне три советские космические ракеты.

Переход от спутников к космическим ракетам — это новый качественный скачок в исследовании космоса. Это не просто увеличение скорости разгона от 8 до 11 с лишним километров в секунду, что само уже потребовало создания более мощных ракет. Это вместе с тем создание стартовых систем, обеспечивающих запуск ракеты точно в заранее заданный момент времени. Это решение проблем тончайшей регулировки работы мощнейших двигателей, ювелирной точности управления стремительно несущейся ракетой колоссальных размеров. Это, наконец, решение проблем управления и связи на колоссальном расстоянии почти в полмиллиона километров, накопление первого опыта в изучении физических свойств околоземного и окололунного космического пространства, разработка самых разнообразных приборов, источников питания и различной вспомогательной аппаратуры, автономно работающих на гро-

мадном расстоянии от Земли или управляемых с Земли с помощью радиосигналов.

2 января 1959 года впервые в истории человечества созданная руками советских людей многоступенчатая космическая ракета, преодолев действие сил, приковывающих ее к Земле, вырвалась в необъятные просторы вселенной и устремилась к Луне.

Вес последней ступени космической ракеты после израсходования топлива составлял 1472 кг.

Одна только полезная нагрузка, состоящая из автоматической аппаратуры для научных измерений и передачи полученных данных на Землю, а также оборудования для определения траектории ракеты и предсказания ее дальнейшего движения, равнялась 361,3 кг.

В головной части ракеты располагался контейнер с научной аппаратурой. Чтобы предотвратить разогрев контейнера при прохождении плотных слоев атмосферы, он был сброшен после того, как ракета вышла за пределы воздушной оболочки Земли. Контейнер состоял из двух герметически соединенных полуоболочек, изготовленных из очень прочного и легкого алюминиевомагниевого сплава.

Внутри контейнера на специальной приборной раме была укреплена научная и радиотехническая аппаратура, а сам контейнер был заполнен газом при давлении 1,3 атм. Принудительная циркуляция газа внутри контейнера и специально подобранные материалы и конструкция наружной оболочки позволили поддерживать внутри контейнера температуру, близкую к комнатной. Этим обеспечивалось надежное функционирование научной аппаратуры.

Улучшению температурного режима контейнера способствовало также то, что после окончания работы двигателя последней ступени контейнер был отделен от ракеты-носителя. Устранение влияния металлических масс ракеты-носителя повысило надежность антенн, радиопередатчиков и магнитометра.

Помимо источников питания, радиопередатчиков и прибора для измерения магнитного поля Земли, внутри контейнера и на его наружной оболочке располагалась научная аппаратура для изучения газовой составляющей межпланетного вещества, корпускулярного излучения Солнца, метеорных частиц и космического излучения.

Таким образом, первая советская космическая ракета также представляла собой космическую лабораторию с широкой программой научных исследований.

Для определения и уточнения траектории движения ракеты на ней впервые была использована специальная аппарату-



ра для образования в определенное время искусственной кометы, которую можно было наблюдать с поверхности Земли.

Удалившись на громадное расстояние от Земли в 113 тыс. км, ракета в заранее назначенное время автоматически выпустила натриевое облако, создав за несколько десятков секунд искусственную комету размером в сотню километров, яркость которой в несколько десятков тысяч раз превысила яркость космической ракеты. Если полет ракеты можно наблюдать оптическим путем только с помощью самых больших телескопов, то свечение искусственной кометы находится в пределах видимости человеческим глазом в безлунную ночь. Вот почему искусственную комету видели и сфотографировали советские ученые и астрономы зарубежных стран. Появление кометы лишний раз подтвердило, что местоположение ракеты точно соответствует приведенным перед стартом теоретическим расчетам.

Выполнив программу научных исследований, ракета прошла на расстоянии около 5 тыс. км от Луны, вышла из сферы земного и лунного притяжения и превратилась в первую искусственную планету солнечной системы. Начальная скорость в 11,4 км/сек позволила ей весьма близко подойти к орбите Марса. Если бы ракета имела скорость 11,6 км/сек, то она достигла бы орбиты Марса.

Запуск первой космической ракеты положил начало активному изучению вселенной и существующих в ней миров.

Замечательное достижение советских исследователей космоса вызвало широкие отклики в Советском Союзе и за рубежом.

В заявлении президента США Эйзенхауэра, опубликованном Белым домом 3 января 1959 года, было сказано:

«Советский Союз объявил об успешном запуске ракеты, которая должна пройти близ Луны. Это — большой шаг вперед в овладении человеком бесконечными просторами космического пространства. Нужно полностью воздать должное ученым и инженерам, осуществившим это мероприятие, и мы поздравляем их с этим достижением».

## ПЕРВЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ РЕИС

12 сентября 1959 года весь мир с восхищением и восторгом следил за полетом к Луне второй советской космической ракеты. Общий вес последней ступени ракеты (после того как в ней выгорело топливо) составлял 1511 кг, а вес научной аппаратуры (с отделяемым контейнером) — 390 кг.

Осуществление полета к Луне — чрезвычайно трудная задача. Ее можно сравнить со стрельбой по движущейся цели,

когда сам стрелок также движется, а скорость пули сперва уменьшается, а затем начинает возрастать.

Чтобы ракета смогла достигнуть Луны, она должна пройти через точку пространства, в которой Луна окажется только через несколько десятков часов после старта ракеты. При этом скорость полета ракеты, которая вначале несколько превышала вторую космическую скорость  $11,2 \text{ км/сек}$ , не остается постоянной, а под действием силы земного притяжения быстро уменьшается и уже на расстоянии  $1500 \text{ км}$  от Земли падает до  $10 \text{ км/сек}$ , а на расстоянии в  $100 \text{ тыс. км}$  составляет всего  $3,5 \text{ км/сек}$ . Минимальной скоростью в  $2,31 \text{ км/сек}$  ракета обладает на расстоянии в  $66 \text{ тыс. км}$  от Луны. Здесь как раз уравниваются силы земного и лунного притяжений. При дальнейшем приближении к Луне скорость ракеты вновь начала нарастать и в момент встречи составляла  $3,3 \text{ км/сек}$ .

Для попадания в Луну, радиус которой равен  $1740 \text{ км}$ , ошибка в скорости на конце участка разгона ракеты не должна превышать несколько метров в секунду, а отклонение по углу не должно быть больше одной десятой градуса. Поскольку плоскость траектории ракеты поворачивается вместе с Землей при ее вращении вокруг своей оси, то ракета должна стартовать точно в заранее назначенное время. Запоздывание или опережение старта всего лишь на  $10 \text{ секунд}$  вызывает уже смещение точки встречи с поверхностью Луны на  $200 \text{ км}$ . При этом следует иметь в виду, что в той или иной мере ошибки при старте неизбежны и, действуя в совокупности, они приводят к значительно большему отклонению точки встречи с Луной, чем каждая из них в отдельности. Отсюда понятно, какие высокие требования были предъявлены к системе управления ракеты на участке ее разгона. Так, старт ракеты был произведен с отклонением всего лишь около одной секунды от заданного момента времени.

Для оперативного определения характеристик ракеты, расчета траектории ее дальнейшего движения и выдачи целеуказаний советским и зарубежным станциям, которые вели наблюдения за ее полетом, большое значение имеет организация измерительной и расчетной служб, способных в максимально сжатые сроки определять характеристики ракеты. Несколько четко и слаженно работали эти службы, видно из того, что предварительная обработка данных, поступивших через  $20\text{—}30 \text{ минут}$  со всех измерительных пунктов Советского Союза, была проведена очень быстро. Уже в течение первого часа полета ракеты с помощью электронных вычислительных машин была определена траектория ее дальнейшего движения и установлено, что ракета выведена достаточно точно для по-

падания в Луну. Время и место встречи ракеты с Луной были определены также заранее.

Для уточнения местоположения ракеты в пространстве и проверки правильности произведенных расчетов траектории ее полета вновь был применен оригинальный и остроумный метод, который уже ранее использовался при полете первой советской космической ракеты. Удалившись от Земли на 150 тыс. км ракета выпустила облако паров натрия, которое уже через 4 минуты достигло в поперечнике 600 км, а в конце наблюдений размеры облака превысили 1000 км. Неоценимым достоинством натриевого облака является то, что оно имеет четко выраженную ярко-оранжевую окраску, что позволяет наблюдать его через определенные светофильтры даже на фоне ярко освещенного неба.

С каждым часом ракета приближалась к Луне. Для наблюдения за полетом ракеты был приведен в действие целый арсенал сложнейшей радиотехнической и астрономической аппаратуры. Телескопы всех обсерваторий мира были устремлены в сторону Луны. Наземные станции непрерывно регистрировали показания многочисленных приборов, установленных на борту этой новой космической лаборатории.

14 сентября 1959 года в 0 часов 02 минуты 24 секунды по московскому времени показания радиоальтиметра и одновременное прекращение работы радиоаппаратуры показали, что контейнер с научной аппаратурой и последняя ступень космической ракеты достигли поверхности Луны.

Чтобы не занести на Луну земных микроорганизмов и тем самым не помешать правильно разрешить в дальнейшем крайне важную и интересную проблему об аборигенах — возможных микроскопических обитателях естественного спутника Земли, советские ученые обеспечили полную стерильность всей аппаратуры и предметов, которые вместе с космической ракетой попали на Луну.

Отклонение точки прилунения контейнера от центра видимого диска Луны составляло около 800 км. Первый космический корабль опустился на поверхность Луны в районе моря Ясности, вблизи кратеров Аристил, Архимед и Автолик.

В ознаменование этого выдающегося события на поверхность Луны доставлены вымпелы с изображением герба Советского Союза и надписью «Союз Советских Социалистических Республик, сентябрь 1959 год». Так впервые в истории человечества был осуществлен космический полет с Земли на другое небесное тело.

Полет лунника расширил наши знания о космическом излучении, с свойствах радиационных поясов вокруг Земли, о магнитном поле на больших расстояниях от Земли и в непо-

средственной близости от Луны, о свойствах межпланетного газа и потока микрометеорных частиц.

Выдающийся успех советской науки приветствовало все прогрессивное человечество.

«Это выдающееся достижение, не имеющее равных в истории ракетной техники», — заявил вице-президент Британского общества межпланетных сообщений Кеннет Гэтленд.

Американский ученый-астроном Франклин Брэнли назвал запуск советской космической ракеты на Луну «потрясающим достижением». «Жаль только, что не мы это сделали», — добавил он.

«Фантастическим достижением» назвал известный американский ученый Кейт Гленнан этот новый выдающийся успех.

«Достижение ракетой Луны является блестящей демонстрацией высокого уровня развития советской науки и техники», — заявил директор английской обсерватории Джодрелл-Бэнк Ловелл.

### **ПЕРВАЯ МЕЖПЛАНЕТНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ**

Межпланетная автоматическая станция стартовала в космос 4 октября 1959 года в день второй годовщины запуска первого в мире искусственного спутника Земли.

Для ее запуска была использована многоступенчатая ракета, последняя ступень которой, после того как в ней выгорело топливо, имела вес равный 1553 кг.

Поскольку во время полета никакой корректировки движения межпланетной станции не производится, то ее полет прежде всего зависит от величины и направления скорости ракеты в конце участка разгона. Поэтому предъявляются исключительно высокие требования к системе управления ракетой-носителем.

Уже запуск второй советской космической ракеты показал замечательные результаты. Ведь отклонение начальной скорости всего лишь на несколько сотых долей процента от ее расчетного значения могло привести к тому, что ракета прошла бы мимо Луны.

Требуемая точность начальных данных третьей космической ракеты была еще более высока. Нужно было рассчитать характер движения межпланетной станции за гораздо больший промежуток времени и заранее предсказать положение, которое она займет в пространстве после прохождения пути от Земли до Луны и обратно колоссальной протяженностью около миллиона километров и продолжительностью более двух недель.

Если через центр Луны перпендикулярно линии Земля — Луна провести «картинную плоскость», то расчеты показыва-

ют, что при отклонении прохождения станции через эту плоскость от заданной точки на 1000 км, минимальное расстояние между Землей и станцией при ее возвращении будет меняться уже на 5—10 тыс. км, а время наибольшего сближения с Землей на — 10—14 часов. При этом следует иметь в виду, что при облете Луны ошибка в скорости в конце участка разгона оказывает значительно большее влияние на отклонение точки пересечения картинной плоскости, чем для задачи попадания в Луну.

Если ошибка в скорости на 1 м/сек при задаче попадания в Луну вызывает отклонение в 250 км, то при облете Луны отклонение уже будет достигать 750 км.

Уверенный и точный полет межпланетной станции по заранее рассчитанной траектории показывает прежде всего высокое совершенство системы управления ракеты на участке разгона. Эта система обеспечила получение требуемых начальной скорости и направления полета ракеты.

Если второй космической ракете в конце разгона была сообщена скорость больше, чем 11,2 км/сек, в результате чего она уже через 1½ суток достигла поверхности Луны, то третьей космической ракете была сообщена скорость несколько меньше этой величины. В силу этого ракета не вышла из сферы земного притяжения, а начала двигаться по сильно вытянутому эллипсу. Через 2½ суток она достигла района Луны, прошла на расстоянии 7900 км от ее центра, обогнула Луну и вновь начала приближаться к Земле.

Запуск ракеты был произведен из северного полушария Земли, а траектория ее полета была выбрана так, чтобы в момент максимального сближения станция находилась южнее Луны. Затем, вследствие притяжения Луны, траектория полета станции в соответствии с расчетом отклонилась к северу. Отклонение было столь значительным, что станция вернулась в район Земли опять-таки со стороны северного полушария.

Такая форма траектории обеспечила наиболее выгодные условия для проведения научных исследований окололунного и околоземного пространства и сделала возможным прием информации с борта межпланетной станции в течение значительного промежутка времени.

Максимальное удаление станции от Земли (апогей) составляло 480 тыс. км, а минимальное расстояние (перигей) после первого оборота было равно 47 500 км.

Полет станции происходил на значительном удалении от Земли, где даже нет следов земной атмосферы и станция не испытывала торможения вследствие соударения с молекулами и атомами газов. Если бы ее движение происходило только под действием силы притяжения Земли, то она преврати-

лась бы в искусственный спутник Земли с практически неограниченным сроком существования. Расчеты и траекторные измерения, однако, показывают, что вследствие возмущающего воздействия Солнца и Луны перигей станции постепенно уменьшался и через полгода запуска станция вошла в плотные слои земной атмосферы и сгорела. Возможность более подробно проследить за изменением орбиты станции в последний период ее существования была затруднена, так как установленный на станции радиопередатчик прекратил работу еще в ноябре 1959 года

Как известно, период обращения Луны вокруг Земли совпадает с периодом ее вращения вокруг своей оси, вследствие чего Луна обращена к Земле всегда одной стороной. Увидеть же противоположную сторону Луны можно только с борта космического корабля.

Траектория движения станции была специально выбрана так, чтобы в момент съемки станция находилась приблизительно на прямой, соединяющей Солнце и Луну. Первоначально нижнее днище станции с помощью солнечных датчиков направлялось на Солнце, этим самым оптические оси фотоаппарата направлялись в противоположную сторону — на Луну. Затем соответствующее оптическое устройство отключило ориентацию на Солнце и произвело более точную ориентацию на Луну. Поступивший с этого устройства сигнал «присутствия» Луны в объективе фотоаппарата разрешал начало автоматического фотографирования. Расстояние от Луны до станции при этом в соответствии с расчетом составляло от 60 до 70 тыс. км.

Фотоаппарат имел два объектива, что обеспечивало одновременную съемку Луны в двух различных масштабах. Сама съемка длилась около 40 минут, в течение которых обратная сторона Луны многократно фотографировалась на специальную 35-миллиметровую фотопленку. После этого пленка была автоматически проявлена, отфиксирована и высушена. Все это, естественно, делалось в условиях невесомости. Затем пленка поступила в специальную кассету, с которой уже осуществлялась передача на Землю, подобно тому как это делается при передаче кинофильмов телевизионными центрами.

Невозможность разместить на станции мощные передатчики, которые, естественно, имеют большие габариты и вес, заставила искать пути для высококачественной передачи изображений с помощью маломощного радиопередатчика. Как известно, при обычной системе телевидения кадр передается за сотые доли секунды. Если применять такую систему, то вследствие колоссального расстояния и небольшой мощности передатчика принятый на Земле сигнал будет почти неразличим на фоне космических радиопомех и собственных шумов

приемника. Поэтому была применена скорость передачи изображения в десятки тысяч раз более медленная, чем скорость передачи обычных телевизионных центров. Это позволило получить четкое изображение лунного диска с помощью радиопередатчика, обладающего сравнительно небольшой мощностью.

Предварительное рассмотрение полученных снимков показало, что на невидимой части лунной поверхности, в отличие от ее видимой части, морей сравнительно мало, а преобладают горные районы. Вся область, примыкающая к западному краю обратной стороны Луны, является промежуточной между горными районами и морями. На границе этой области находится горный хребет, названный Советским, протяженностью свыше 2 тыс. км. Он переходит через экватор в южное полушарие, а за ним простирается, по-видимому, материковый щит.

Моря расположены только у самого края южного полушария: одно из них является продолжением Южного моря на обратной стороне Луны, а другое было названо морем Мечты. Только одно море диаметром около 300 км, названное морем Москвы, с заливом Астронавтов, расположено на северо-востоке. По обе стороны от экватора находится ряд кратеров. Наиболее крупные из них получили имена Ломоносова, Циолковского и Жюлио-Кюри. Кроме того, на снимках имеются отдельные области со слегка пониженной и повышенной поверхностью и отдельные мелкие детали, форму и размеры которых можно будет установить только после углубленного изучения полученных фотографий.

Новое замечательное достижение Советского Союза вызвало восхищение и восторженные отзывы общественности всех стран мира.

Американская газета «Нью-Йорк геральд трибюн» в те дни писала: «Получение Советским Союзом фотоснимков свидетельствует о замечательном подвиге... о достижении, почти столь же фантастическом, как и само путешествие в космос.

Это еще одно доказательство, если такие доказательства нужны, продолжающегося превосходства советской космической программы над нашей программой».

## АМЕРИКАНСКИЕ СПУТНИКИ И РАКЕТЫ

Еще в 1955 году США официально заявили о своем намерении запустить в течение Международного геофизического года несколько небольших искусственных спутников Земли. Это заявление вызвало сенсацию среди ученых, присутствовавших летом 1955 года на 6-м Международном конгрессе астронавтов в Копенгагене. И малозамеченным прошло скромное заявление, сделанное на пресс-конференции присутствующим

щим на конгрессе академиком Л. И. Седовым о том, что Советский Союз располагает возможностью запустить более крупные спутники. Жизнь показала, насколько своевременным было это заявление. Первые советские спутники были запущены в 1957 году, а широко разрекламированная еще в сентябре 1957 года программа запуска американского спутника «Авангард» тогда оставалась только программой.

Первый американский спутник был запущен в ночь с 31 января на 1 февраля 1958 года. Уже с вечера на побережье Флориды вблизи пусковой площадки полигона Кейп Канаверал, получившей многозначительное название «площадки волнений», собрались многочисленные американские ученые, испытатели, специалисты в области ракетной техники и журналисты. Все с нетерпением ожидали запуска искусственного спутника Земли. Наконец вспышки красных сигнальных огней и пронзительные звуки сирены известили присутствующих о приближении момента старта.

В 22 часа 55 минут по местному времени 21-метровая 30-тонная ракета «Юпитер С», главным конструктором которой являлся немецкий ученый Вернер фон Браун, извергая снопы пламени, с оглушительным грохотом двинулась со стартового устройства и начала набирать высоту. Через 2 минуты полета, после того, как ракета достигла высоты 300 км, первая секция длиной 18 м и диаметром в 1,5 м по радиокоманде с Земли отделилась от ракеты и упала в море. Заработали двигатели второй, затем третьей и, наконец, четвертой ступени, на которой был установлен спутник.

Первый американский спутник «Эксплорер I» («Исследователь I») представлял собой металлический цилиндр диаметром 15 см и длиной 2 м с конической головкой и по форме напоминал вытянутый артиллерийский снаряд.

Вес спутника с ракетой-носителем был меньше 14 кг, а в небольшом приборном отсеке помещалось всего лишь 4,5 кг полезного груза.

Советские ученые не собирались быть монополистами в покорении космоса. Они были убеждены, что рано или поздно американцы также запустят свои спутники в необозримые просторы Космоса и приветствовали это замечательное достижение своих зарубежных коллег.

Второй американский спутник «Авангард I» — маленький шарик диаметром 16 см весил и того меньше — всего лишь 1,5 кг. Третий американский спутник — «Эксплорер III» («Эксплорер II» не вышел на орбиту вследствие ошибок, допущенных при его запуске) вместе с ракетой-носителем весил 14 кг и просуществовал 3 месяца. Четвертый американский спутник — «Эксплорер IV», запущенный в июле 1958 года, был



похож на своих предшественников и весил вместе с ракетой-носителем 17,3 кг.

Маленькие габариты и вес первых американских спутников позволили разместить на них очень ограниченное число приборов, а использование для их запуска маломощных ракет среднего радиуса действия сделало возможным произвести запуск спутников только под небольшим углом к плоскости экватора.

При таком небольшом угле первые американские спутники приобрели дополнительную скорость за счет вращения Земли, что частично возместило недостаточную мощность ракет среднего радиуса действия. Однако благодаря такой орбите первые американские спутники пролетали в пределах тропической зоны, над океаном или малонаселенными пунктами, что существенно ограничивало объем полученной с их помощью информации. На первых американских спутниках были в основном установлены приборы для изучения космических лучей и ударов микрометеоров, а также температурные датчики.

Только в декабре 1958 года американцам удалось вывести на орбиту более крупный спутник «Атлас-Скор». Однако основная доля всего веса спутника приходилась на выгоревшую оболочку последней ступени ракеты-носителя. Вес же самой аппаратуры, не имевшей отношения к исследованиям по программе МГГ, а предназначенной для радиосвязи и записи сигналов, составлял всего лишь 0,3% от общего веса спутника.

Высота перигея спутника «Атлас-Скор» составляла 184 км, вследствие чего он совершил всего лишь 500 оборотов и на 34-й день запуска вошел в плотные слои атмосферы и сгорел.

В течение 1959 года американцы вывели на орбиту два спутника типа «Эксплорер» и два спутника типа «Авангард» (всего было сделано 11 попыток запуска спутников этого типа).

Спутник «Авангард II» весил 9,4 кг и предназначался для изучения облачного покрова Земли, однако из-за колебаний спутника оказалось невозможным обработать полученные с его помощью данные и поставленная задача не была решена.

Спутник «Авангард III» весил 22 кг. На нем была установлена аппаратура для измерения магнитного поля, поясов радиации, микрометеоров, внутренней и внешней температуры.

На спутниках «Эксплорер VI» и «Эксплорер VII» (спутник «Эксплорер V» на орбиту не вышел) весом соответственно 64 и 41 кг, в отличие от первых спутников этого типа, предусматривалась уже более обширная программа научных исследований. В частности, с помощью этих спутников предполагалось изучение прохождения радиоволн в ионосфере, опре-

деление магнитного поля Земли на различном расстоянии от ее поверхности, изучение микрометеоров, исследование облачного покрова Земли, изучение радиаций различной интенсивности, изучение теплового излучения Солнца и тепла, отражаемого Землей.

Помимо спутников, запускаемых с полигона Кейп Канаверал, американцы, постепенно совершенствуя свою технику, начали в 1959 году запускать с авиабазы Ванденберг (штат Калифорния) новые спутники типа «Дисковерер».

Первая неудачная попытка запуска спутника этого типа была предпринята в конце февраля 1959 года. Неисправность установленного на спутнике радиопередатчика первоначально не дала возможности установить, вышел ли спутник на предполагаемую орбиту. Спустя несколько дней было объявлено, что спутник «Дисковерер I» «потерян» или прекратил свое существование.

От запущенного в апреле 1959 года спутника «Дисковерер II» по намеченной программе через сутки после запуска должна была отделиться кабина, в которой находились приборы для измерения температуры, давления и определения содержания кислорода внутри кабины, а также фотопленка высокой чувствительности для регистрации космической радиации, проникающей внутрь кабины.

Кабина, по расчетам, должна была спуститься с парашютом в районе Гавайских островов. На кабине был установлен радиомаяк, а для ее обнаружения и перехвата в воздухе намечалось использовать восемь двухмоторных самолетов C-119, оснащенных трапециевидными ловушками из нейлоновых тросов, подвешенных к хвостовому оперению. Однако в результате неполадок отделение кабины произошло несвоевременно, она приземлилась, как полагают, в полярных областях и не была обнаружена. Сам спутник «Дисковерер II» 27 апреля 1959 года, т. е. спустя 14 дней после запуска, вошел в плотные слои атмосферы и сгорел.

В июне 1959 года была предпринята неудачная попытка запуска на полярную орбиту спутника «Дисковерер III», в отделяемой кабине носового конуса которого находились 4 мыши. Спутник на орбиту не вышел, а вошел в плотные слои атмосферы и сгорел. Такая же судьба постигла спутник «Дисковерер IV», попытка запуска которого была предпринята в июле 1959 года.

Наконец, в августе 1959 года на полярную орбиту были выведены два спутника этого типа — «Дисковерер V» и «Дисковерер VI»; каждый из них просуществовал около месяца. Обнаружить кабины, выброшенные этими спутниками, также не удалось.

Если судить по сообщениям зарубежной печати, спутники

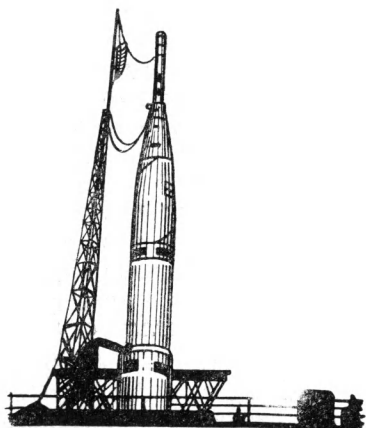
типа «Дисковерер» являются более совершенными, чем те, которые запускались ранее. Они оснащены большим количеством приборов и способны выполнять широкую программу измерений, в том числе измерений, осуществляемых при полете над территорией Советского Союза. Однако ученые США ничего не сообщают ни о программе этих измерений, ни о частотах установленных на спутниках радиопередатчиков, ни каких-либо других данных, необходимых для организации наблюдений за этими спутниками. На запросы советских ученых они отвечают, что эти спутники не относятся к программе МГГ.

Запуск советских космических ракет также не входил в программу МГГ. Однако, считая, что запуск ракет и полученная с их помощью информация имеет исключительно большое значение для мировой науки, советские ученые сразу же после их запуска сообщили своим зарубежным коллегам все данные, необходимые для организации наблюдений за полетом ракет. Кроме того, первые наиболее важные результаты анализа измерений, полученных с помощью спутников и ракет, были опубликованы в печати и доложены на международных совещаниях.

Помимо спутников, в США было сделано несколько неудачных попыток запуска космического устройства в сторону Луны. Первый из этих запусков, при котором ракета взорвалась через 77 секунд после старта, достигнув высоты всего лишь 20 км, был произведен в августе 1958 года. Запущенная в ноябре 1958 года ракета поднялась на 1550 км и упала на Землю через 42 минуты после запуска.

Значительно большей высоты (более 100 тыс. км) достигли ракеты «Пионер I» и «Пионер III», запущенные в октябре и декабре 1958 года. Но обе они не развили второй космической скорости и, описав эллиптическую траекторию, вернулись к Земле и сгорели в плотных слоях атмосферы.

Хотя ракеты «Пионер I» и «Пионер III» не вышли на заданную орбиту, они при своем полете дважды прошли через предполагаемый пояс космической радиации, окружающий земной шар, что позволило произвести исследование протя-



Американская ракета «Пионер I» системы «Тор-Эйбл», с помощью которой в 1958 году были предприняты три неудачные попытки достигнуть района Луны.

женности и интенсивности этого пояса, обнаружить колебания магнитного поля Земли и измерить интенсивность микрометеорных потоков на значительном расстоянии от Земли.

3 марта 1959 года была запущена в сторону Луны ракета «Пионер IV». Согласно программе, она должна была пересечь орбиту Луны и пройти от нее на расстоянии 25 тыс. км. Скорость ракеты в конце активного участка достигла величины 11,13 км/сек, но ошибка в 4,5° по углу возвышения и на 1,3° по азимуту, вызванная погрешностью в работе двигателя одной из верхних ступеней ракеты, привела к отклонению ракеты от ранее намеченного курса. В результате контейнер с научной аппаратурой, вес которого составлял всего лишь одну десятитысячную долю стартового веса ракетной системы, т. е. 6 кг, прошел со скоростью 2 км/сек на расстоянии 59 тыс. км от Луны. Это более чем вдвое превысило запланированное расстояние и в 10 раз расстояние, которое отделяло первую советскую космическую ракету от Луны в момент их максимального сближения.

Согласно вычислениям, «Пионер IV» вышел на орбиту вокруг Солнца и превратился в искусственную планету с периодом обращения 394,75 суток.

Контейнер с научной аппаратурой «Пioniера IV» представлял собой конус с диаметром основания 230 мм и высотой 510 мм. Он был снабжен оболочкой из стекловолокна, покрытой тонким слоем золота, которое отличается высокой проводимостью. Этот слой вместе со стержнем на вершине конуса использовался в качестве антенны радиопередатчика. По золотому слою были нанесены белые и черные радиальные полосы, способствующие поддержанию постоянства температуры внутри контейнера (как показали измерения, температура внутри контейнера вскоре после начала полета достигла 43° С и в дальнейшем сохранялась на одном уровне в течение всего полета). Внутри контейнера помещался блок малогабаритных приборов, состоящий из двух счетчиков для измерения интенсивности космической радиации, радиопередатчика, батарей питания, специального измерительного прибора для исследования распространения радиоволн и фотоэлектрического датчика.

Счетчики измеряли интенсивность радиации в пределах до 100 рентген в час и предназначались для обнаружения вокруг Луны скопления заряженных частиц, которые могут указывать на наличие магнитного поля Луны, а также для исследования окружающих земной шар поясов космической радиации.

Поскольку ракета «Пионер IV» прошла на расстоянии 59 тыс. км от Луны, то обнаружить с ее помощью скопления заряженных частиц у Луны и, следовательно, наличие у нее

магнитного поля не удалось. Фотоэлектрический механизм не сработал, так как он был рассчитан на высокую интенсивность отраженного света Луны, соответствующую расстоянию от нее не более 32 тыс. км. Таким образом, значительная часть научных исследований оказалась невыполненной. Ракета «Пионер IV» являлась последней из пяти американских ракетных систем, запуск которых был принят по программе МГГ.

## У «ГРАНИЦЫ» ВОЗДУШНОГО ОКЕАНА

До запуска спутников и высотных геофизических ракет наши сведения о верхних слоях воздушной оболочки Земли основывались на наблюдениях за полярными сияниями, изменением магнитного поля Земли, свечением ночного неба, сумеречными явлениями, прохождением сквозь атмосферу метеоров, а также посылаемых с Земли звуковых, световых и радиосигналов.

К 1957 году, когда начался Международный геофизический год (МГГ), земная атмосфера была изучена только до высоты 100 км. Какова структура, газовый состав, концентрация молекул и степень перемешивания их в атмосфере на больших высотах, было неизвестно. Отсутствовали точные сведения о том, какова степень ионизации верхней атмосферы, как она изменяется с высотой и какова природа содержащихся в атмосфере ионов.

Существовавшие в то время различные теоретические модели верхней атмосферы подчас носили противоречивый характер.

Некоторые ученые на основании косвенных наблюдений за происходящими в верхней атмосфере процессами считали, что на высотах более 100 км имеет место непрерывный рост температуры, и высказывали различные предположения об источниках разогрева атмосферы. Другая точка зрения, которая основывалась на ранних ракетных исследованиях, исключала возможность такого разогрева. На основании этих исследований (проводившихся на высоте до 100 км) предполагалось, что верхняя атмосфера сильно разрежена и, начиная с высоты 200—300 км, имеет температуру, не превышающую 1000° К.

После запуска спутников и высотных ракет впервые пассивное ожидание вестей, приносимых из необъятной вселенной всевозможными излучениями и метеорами, сменилось активным вторжением в верхние слои атмосферы и проведением большого числа целенаправленных экспериментов.

Прошло всего немногим более двух с половиной лет с момента запуска первого в мире искусственного спутника Земли, и за такой сравнительно короткий промежуток времени корен-

ным образом изменились наши представления о верхних слоях атмосферы.

Наблюдения за торможением спутников, измерения с помощью высокочувствительных манометров, установленных на третьем советском спутнике и высотных геофизических ракетах, наблюдения за скоростью распространения натриевого облака, выпущенного при одном из пусков геофизической ракеты на высоте 430 км, а также анализ радиосигналов спутников позволили впервые получить однозначную картину распределения плотности вплоть до высот 750 км.

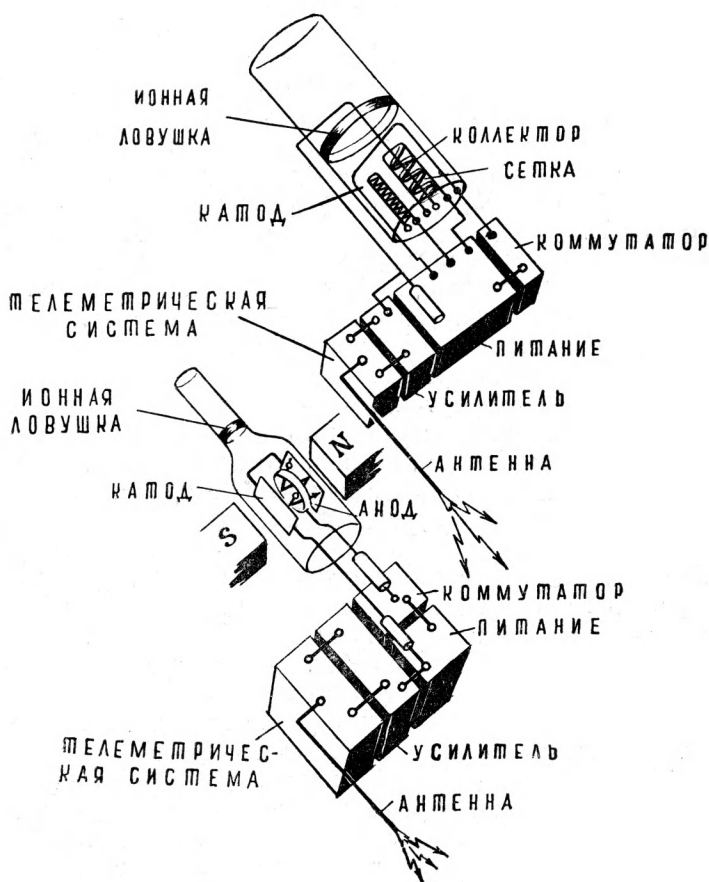
При этом следует иметь в виду, что торможение спутника позволяет рассчитать плотность атмосферы только на определенной высоте, соответствующей району перигея, который для советских спутников располагался на уровне 225—230 км, а у американских спутников типа «Авангард» достигал 658 км. Эти расчеты дают осредненное значение плотности, полученное в результате наблюдения за изменением орбит спутников в течение длительного отрезка времени. Усреднение связано также с невозможностью точного учета формы спутника, который к тому же непрерывно изменяет свою ориентацию в пространстве.

Кроме того, при полете спутника, который представляет собой металлическое тело, может иметь место «электрическое торможение», поскольку он с громадной скоростью пересекает окружающие нашу планету электрические и магнитные поля, в результате чего в металлической оболочке спутника могут возникать вихревые токи.

Вместе с тем очень важно знать не только средние значения плотности атмосферы, но и проследить за тем, как изменяются свойства атмосферы с изменением времени суток, географической широты, солнечной активности и других факторов.

Для этого может быть использовано наблюдение за скоростью распыливания натриевого облака, однако этот метод позволяет измерить плотность атмосферы только на той высоте, где были выпущены пары натрия. В связи с этим большую ценность представляют результаты непосредственного измерения плотности в большом интервале высот, выполненные с помощью высокочувствительных манометров, установленных на третьем советском искусственном спутнике Земли. Эти измерения, так же как и определение состава атмосферы, достаточно сложны; они требуют значительных габаритов и весов для научной аппаратуры и совершенных приборов, передающих научную информацию на Землю. Поэтому ни на одном из американских спутников вследствие их малого веса и небольших размеров контейнеров для научной аппаратуры, такие исследования до сих пор не проводились.

Сигналы от манометров, принятые наземными станциями, непосредственно отражали состояние верхних слоев атмосферы в течение того отрезка времени, когда производились измерения. Однако при обработке полученных результатов пришлось преодолеть целый ряд трудностей, связанных прежде всего с тем, что давление в рабочей полости манометра зависит не только от давления в окружающей его атмосфере, но также от ориентации заборного отверстия манометра относительно потока газа. Если оно окажется, например, на тыльной стороне спутника, то число влетающих в прибор частиц будет ничтожно мало и, наоборот, резко возрастет в том случае, когда окажется на лобовой стороне спутника.



Устройство высокочувствительных манометров, установленных на третьем советском искусственном спутнике Земли (наверху — ионизационный манометр; внизу — магнитный электро-разрядный манометр).

Следовательно, для определения давления или плотности в свободной, невозмущенной атмосфере нужно в каждый момент времени точно знать ориентацию спутника в пространстве. Она определялась по положению подвижной рамки установленного на спутнике магнитометра, которое непрерывно изменялось с изменением ориентации спутника.

Обработка результатов наблюдений показала, что даже сравнительно новые (1957 г.) теоретические «модели» атмосферы не давали правильного представления о строении ее верхних слоев. Было установлено, что верхняя атмосфера значительно более плотна, чем предполагалось ранее. Оказалось, что, если в нижних слоях атмосферы плотность резко падает с увеличением высоты и уже на уровне 100 км составляет одну десятиллионную часть наземной плотности воздуха, то с дальнейшим увеличением высоты падение плотности резко замедляется. Так, на высоте 225 км она всего лишь в 1000 раз меньше, чем на высоте 100 км, а на высоте 368 км снижается еще только в 20 раз.

При этом было установлено, что верхним слоям атмосферы свойственна очень высокая температура, достигающая уже на высоте 500 км 1500—2000° К. Каковы же причины столь сильного разогрева верхних слоев?

Первоначально считали, что разогрев верхних слоев происходит в результате того, что они поглощают коротковолновую радиацию Солнца.

Солнце, это гигантский раскаленный шар, находящийся от Земли на колоссальном расстоянии в 150 млн. км, шлет на Землю видимый свет, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, рентгеновские лучи, потоки быстрых заряженных частиц, радиоволны. Вторгаясь в верхние слои воздушной оболочки нашей планеты, летящие от Солнца корпускулы вызывают полярные сияния, создают и поддерживают огромный наэлектризованный слой воздуха — ионосферу, которая отражает посылаемые с Земли радиоволны, не позволяя им «убегать» в межпланетное пространство.

Более поздние расчеты показали, что одного только ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца явно недостаточно, чтобы вызвать такой сильный разогрев верхних слоев. Поэтому сейчас высказываются другие точки зрения на причину этого явления. Вполне возможно, что верхняя атмосфера нагревается потоком тепла, приходящего из межпланетного пространства от внешних областей солнечной короны. Другая возможная причина разогрева связана с открытием больших скоплений электронов, образующих вокруг Земли своеобразные «пояса». Многократно сталкиваясь с молекулами и атомами верхних слоев атмосферы, они могут отдавать им часть своей энергии, значительно повышая их температуру.



Было обнаружено, что верхние слои атмосферы имеют чрезвычайно изменчивую структуру и их свойства подвержены резким колебаниям.

Было установлено, что дневные летние значения плотности на высоте 200 км больше ночных зимних почти в 20 раз и что плотность атмосферы на этой высоте в полярных районах примерно в 5 раз больше, чем вблизи экватора. Если бы атмосфера обладала неизменными свойствами, то в результате торможения от витка к витку наблюдалось бы неизменное уменьшение периода обращения спутника. Двигаясь по спирали, спутник постепенно бы снижался, входя в более плотные слои земной атмосферы. Однако было замечено, что временами спутник перестает снижаться и на траектории его движения образуется своеобразный «горб».

Более того, было обнаружено, что период обращения спутника иногда не только не уменьшается, но наоборот, начинает, хотя и очень незначительно, увеличиваться. Особенно неустойчивым было изменение периода обращения для ракеты-носителя третьего советского спутника, однако яркость ее свечения при этом почти не изменялась. Это говорит о том, что режим вращения ракеты, определяющий ее яркость, оставался постоянным, а нерегулярные изменения скорости уменьшения периода объясняются изменением атмосферной плотности. Минимальные и максимальные значения плотности повторялись примерно через 28 дней, что как раз соответствует периоду обращения Солнца вокруг своей оси.

Наблюдения за спутниками по программе МГГ совпали с периодом солнечной активности. Каждый раз при возникновении солнечных вспышек, вызывающих магнитные бури и возмущения в ионосфере, во все районы земного шара с помощью радио, телеграфа и телетайпа передавался условный сигнал «Алерт»! По этому сигналу сотни станций и обсерваторий немедленно включались в работу. Такие наблюдения позволили установить, что существует прямая связь между изменением свойств верхней атмосферы и происходящими на Солнце процессами. Оказалось, что атмосфера все время меняет свою плотность и температуру, она как бы «дышит» и причина этого своеобразного «дыхания» заключается в непрерывно меняющемся воздействии на нее Солнца.

Молекулы газов, составляющих земную атмосферу, находятся в состоянии беспорядочного теплового движения, средняя скорость которого возрастает с повышением температуры.

При значительных температурах, начиная с некоторого уровня, называемого уровнем диссипации, скорости молекул могут достигать величины более 11 км/сек, вследствие чего молекулы начинают покидать атмосферу, уходя в межпланет-

ное пространство по параболической траектории, фокус которой находится в центре Земли.

Чем легче газ, тем быстрее он покидает пределы земной атмосферы. На высотах порядка 300 км, где температура достигает 1000°К, наиболее легкий газ — водород ускользает из земной атмосферы в течение нескольких лет, но и этот промежуток времени невелик по сравнению с возрастом Земли, который исчисляется миллиардами лет.

Вследствие этого в атмосфере содержится сравнительно мало гелия, несмотря на то, что он непрерывно выделяется радиоактивными элементами земной коры.

Более тяжелые газы (например, неон) ускользают значительно медленнее.

Что касается заряженных частиц (ионов), то они удерживаются не только полем земного тяготения, но также и магнитным полем Земли, и для их ускользания из атмосферы требуются значительно большие скорости.

Совсем еще недавно ученые считали, что ионосфера состоит из отдельных сильно ионизированных слоев, в которых имеется большая концентрация свободных электронов, а между слоями она невелика. Повышенной проводимостью этих слоев объяснялась возможность распространения радиоволн на громадные расстояния и осуществление радиосвязи между любыми точками Земли.

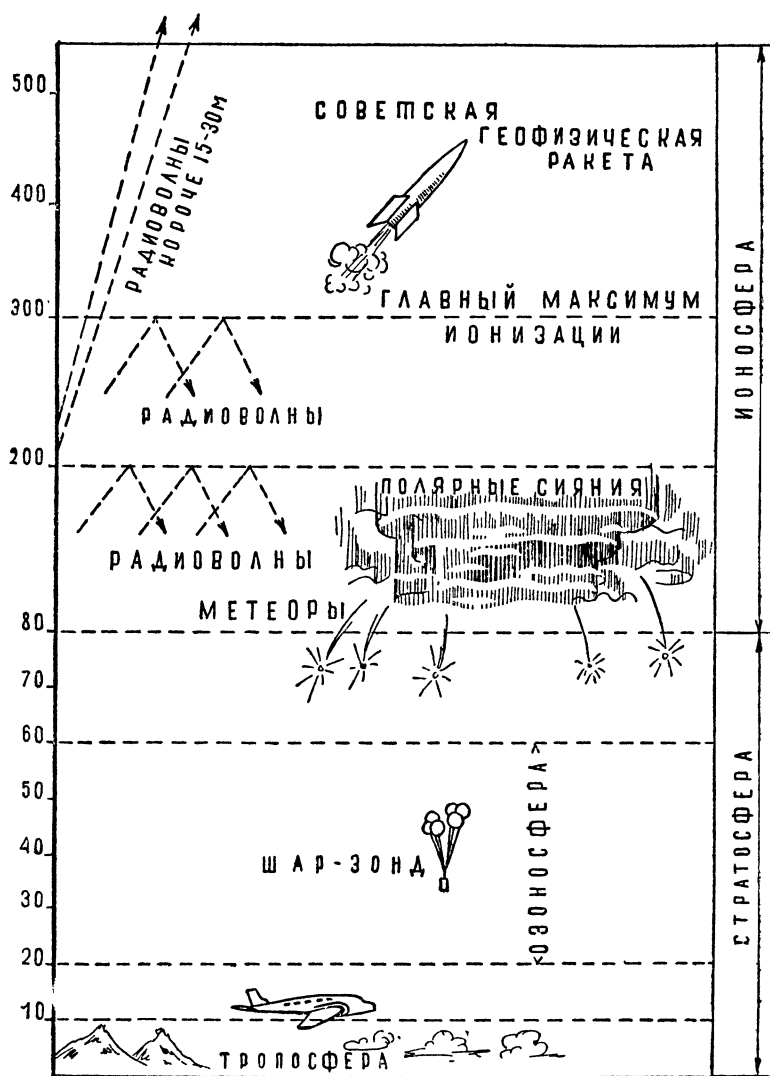
Последние исследования с помощью спутников и ракет не подтвердили существование отдельных сильно ионизированных слоев, а показали, что начиная с высоты 60 км простирается сплошной массив ионизированного газа, а на месте предполагавшихся ранее слоев были обнаружены лишь небольшие увеличения концентрации электронов.

Каков же состав присутствующих в атмосфере ионов?

Только за первые десять дней существования третьего советского спутника с помощью установленного на его борту радиочастотного масс-спектрометра было получено около 15 тыс. спектров масс положительных ионов атомарного и молекулярного кислорода и азота, а также окиси азота на высотах от 225 до 1000 км, охватывающих громадную область атмосферы по широте и долготе. Во всех спектрах преобладали ионы атомарного кислорода и атомарного азота и только в районе перигея спутника были обнаружены тяжелые ионы молекулярного азота и кислорода, а также окиси азота.

Установленные на спутнике ионные ловушки показали, что даже на высоте 800 км в 1 см<sup>3</sup> содержится 160 тыс. ионов. Такая значительная концентрация ионов на столь большой высоте, а также большая концентрация нейтральных частиц (до 1 млн. в 1 см<sup>3</sup> на высоте 700 км) существенно отодвигают внешнюю «границу» воздушной оболочки Земли, т. е. область,

где плотность атмосферы становится равной плотности межпланетного газа. Если совсем недавно предполагали, что она находится на высоте около 1000 км, то сейчас считают, что толщина земной атмосферы простирается до 3 тыс. км.



Строение земной атмосферы. Слева указаны высоты в километрах

## **«КОРОНА» ЗЕМНОГО ШАРА И ЗАГАДКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Земная атмосфера является могучей броней, защищающей все живые существа от губительного действия ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца, летящих от него корпускул, от метеоров и частиц космического происхождения (атомных ядер, обладающих скоростями, близкими к скорости света) с громадной проникающей способностью. Обо всех этих излучениях и частицах до запуска спутников и ракет мы могли судить лишь по тем разрушениям, которые они производят на своем пути через верхние слои атмосферы.

Спутники и ракеты впервые позволили ученым поднять научную аппаратуру непосредственно в самые верхние слои воздушной оболочки нашей планеты и даже далеко за ее пределы.

Уже первые эксперименты внесли много нового и неожиданного в наши прежние сведения о потоках заряженных частиц в окрестности Земли.

7 ноября 1957 года при полете второго советского спутника на больших высотах было зарегистрировано сильное возрастание интенсивности излучений, что свидетельствовало о существовании какого-то нового, ранее неизвестного излучения около Земли.

Показания миниатюрных счетчиков космических лучей, установленных на американских спутниках «Эксплорер I» и «Эксплорер III», носили также совершенно необычный характер. Как только спутники, запущенные в экваториальных районах, поднимались на высоту более 1000 км, счетчики сразу же переставали считать частицы космического излучения. Но как только они опускались ниже 1000 км, счетчики вновь начинали работать, и их показания соответствовали ожидаемой интенсивности космического излучения.

В чем же дело? Неужели счетчики на обоих спутниках портились на больших высотах? И почему они вновь начинали нормально работать на меньших высотах?

Американский физик Ван-Аллен сделал смелое предположение о том, что счетчики «захлебывались» на больших высотах от избытка космических лучей. Облучив в лаборатории счетчик «лошадиной» дозой, в 1000 раз большей ожидаемой интенсивности космического излучения, он увидел, что счетчики при этом действительно перестают работать.

Вскоре в падкой на сенсацию западной печати замелькали многочисленные сообщения о том, что вблизи Земли обнаружен пояс смертоносной космической радиации, которая окружает весь земной шар и является непреодолимым барьером для будущих космических путешественников.

Однако такого рода выводы были преждевременными.

В мае 1958 года был запущен третий советский искусственный спутник Земли, на борту которого в числе других многочисленных приборов находилась чувствительная аппаратура, позволяющая регистрировать различные виды излучения. Начиная с первого дня полета спутника, при его попадании в геомагнитные широты более  $55^\circ$ , действительно наблюдалось появление нового излучения, ионизирующая способность которого в несколько раз превышала ионизирующую способность обычного космического излучения, но проникающая способность этого излучения оказалась сравнительно небольшой. В составе этого излучения преобладали электроны с энергией от 10 до 100 тыс. электроновольт, и алюминиевая оболочка контейнера толщиной около 3 мм поглощала подавляющую часть этого излучения. В экваториальных районах на высотах более 1000 км интенсивность излучения в 100 раз превосходила интенсивность первичных космических лучей и в сотни раз интенсивность, наблюдаемую у полярного круга. Проникающая способность этого излучения также была значительно больше.

Запущенная 2 января 1959 года первая советская космическая ракета позволила установить, что вокруг Земли вращается колоссальное число электронов, большинство из которых обладает сравнительно малой энергией. Двигаясь по сложным траекториям, электроны способны уходить от Земли на громадное расстояние, равное примерно десяти ее радиусам, однако вновь возвращаются, будучи «заперты» в своеобразную «ловушку», созданную магнитным полем нашей планеты. Таким образом, магнитное поле Земли изменяет свойства прилегающего к Земле космического пространства. Благодаря своему магнитному полю Земля оказывается окруженной целым «роем» заряженных частиц, которые сопровождают ее при движении в космосе, образуя около нее своеобразную «корону».

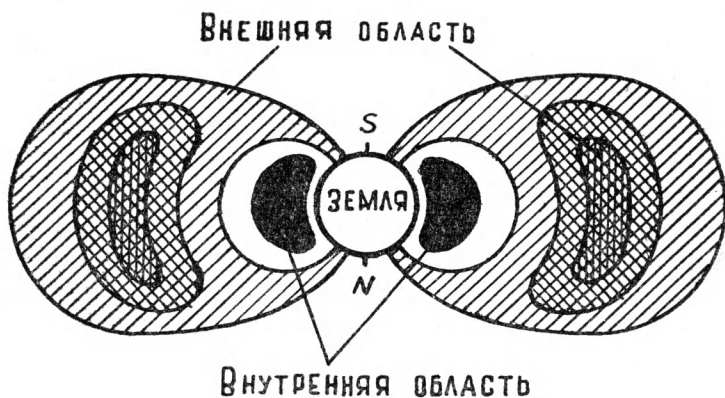
Если раньше Земля как небесное тело представлялась нам в виде твердого шара, окруженного сравнительно невысокой газообразной оболочкой, то теперь более правильно рассматривать ее как колоссальное облако заряженных частиц, ионизированных и нейтральных атомов и молекул, в центре которого находится сравнительно небольшое твердое ядро.

Оказалось, что окружающий Землю «рой» частиц имеет сложную структуру и состоит из двух поясов радиации. Во внешнем поясе, который простирается до 50 тыс. км, движутся электроны, обладающие сравнительно небольшой энергией от 30 до 100 тыс. электроновольт. Проникающая способность этих электронов очень ничтожна, и они в состоянии «прострелить» лишь тонкую металлическую фольгу. Она не может идти ни в какое сравнение с проникающей способностью «обыч-

ных» космических частиц, энергия которых характеризуется миллиардами электроновольт. Количество электронов по мере удаления от Земли сперва резко возрастает. Так, на расстоянии в 15 тыс. км число их на одной и той же линии магнитного поля в 700 раз больше, чем на высоте в 400 км от поверхности Земли. Пройдя через максимум, количество электронов, удерживаемых магнитным полем Земли, уменьшается. На больших расстояниях от Земли через  $1 \text{ см}^2$  пролетает лишь две частицы в секунду.

Оказалось, что помимо внешнего пояса радиации, имеется еще внутренний пояс. В восточном полушарии он начинается на высоте 1500 км, а в западном (над Америкой) — уже с 500 км. Поскольку заряженные частицы в этом поясе также удерживаются магнитным полем, то причиной несимметричности внутреннего пояса является эксцентричный характер самого магнитного поля Земли, центр которого сдвинут примерно на 500 км относительно центра Земли.

Второй интересной особенностью внутреннего пояса радиации является то, что в нем находятся частицы, обладающие сравнительно большой проникающей способностью с энергией около 100 млн. электроновольт. Хотя их энергия еще в десятки раз меньше энергии частиц первичного космического излучения, однако в отличие от частиц внешней зоны они способны проникнуть через стальную броню толщиной в несколько миллиметров.



Пояса интенсивной радиации вокруг Земли. Относительная густота точек на рисунке приблизительно отражает разницу в интенсивности излучения на различных расстояниях от Земли.

Откуда же появились эти пояса космической радиации, гигантскими сферическими слоями опоясывающие нашу планету? Одна из распространенных гипотез приписывает появле-

ние внутреннего пояса земному корпускулярному излучению. По этой гипотезе, при взаимодействии частиц космического излучения с веществом земной атмосферы образуется много нейтронов. Улетая от Земли, нейтроны частично распадаются, образуя оседающие во внутреннем поясе протоны с большой энергией и электроны со сравнительно малой энергией. Грандиозная «ловушка», созданная магнитным полем Земли, которое даже на расстоянии более 100 тыс. км имеет вполне измеримую величину, не позволяет протонам и электронам покидать околоземное космическое пространство.

Многие происходящие на Земле явления — распространение радиоволн, магнитные бури, полярные сияния, проникновение к Земле летящих от Солнца и из космического пространства заряженных частиц — зависят от того, какую структуру имеет главное магнитное поле на больших расстояниях от поверхности Земли и какие источники магнитного поля существуют вне земной поверхности.

Хотя о существовании магнитного поля Земли известно уже в течение многих столетий, ученые до сих пор окончательно не установили причин его возникновения и не дали объяснения его различных вариаций. Наиболее распространенная гипотеза предполагает, что основным источником магнитного поля являются мощные электрические токи, возникающие в жидком металлическом ядре земного шара при вращении Земли вокруг своей оси. Если это так, то напряженность магнитного поля должна падать пропорционально кубу расстояния от центра Земли. Однако измерения, проведенные с помощью магнитометра, установленного на первой советской космической ракете, показали совершенно неожиданные результаты. Напряженность поля спадала значительно быстрее и уже на расстоянии в 21 тыс. км была втрое меньше расчетной величины. Дальше напряженность скачком увеличилась в 2 раза, после чего вновь начала падать. Это неоспоримо доказывает, что на расстоянии 2—22 тыс. км Земля опоясана колцом заряженных частиц, а текущие в этом кольце электрические токи заметно изменяют магнитное поле нашей планеты.

Для проверки существующих гипотез о возникновении магнитного поля Земли очень важно было установить, существует ли магнитное поле у естественного спутника нашей планеты — Луны. Первая советская космическая ракета, которая прошла на расстоянии около 6 тыс. км от поверхности Луны, могла не обнаружить ее магнитного поля по той причине, что его напряженность на этом расстоянии должна быть очень малой. Ведь масса Луны примерно в 80 раз меньше массы Земли, вследствие чего и жидкое металлическое ядро у нее может быть очень небольшим. Однако магнитометр второй

советской космической ракеты даже в непосредственной близости от Луны также не обнаружил у нее магнитного поля. Отсутствие у Луны собственного магнитного поля можно считать установленным еще и потому, что около ее поверхности не обнаружено поясов радиации, которые удерживались бы около нее ее магнитным полем.

## ДЕРЗАНИЮ НЕТ ПРЕДЕЛА

Полученные сведения о свойствах верхних слоев воздушной оболочки Земли, околоземного и окололунного пространства уже находятся на рабочих столах ученых в виде четких рядов цифр. Они превращаются в графики, таблицы, схемы и становятся основой для строгих теорий и дальновидных гипотез. Космос стал понятнее, с него уже сорвана завеса таинственности и недоступности.

Но еще много загадок скрыто в безграничных просторах вселенной!

Достигнутая на первой в мире межпланетной автоматической станции телеметрическая связь и передача изображений на громадные расстояния почти в полмиллиона километров открывает замечательные перспективы дальнейшего использования автономно работающих систем. Теперь уже имеется реальная возможность увидеть нашу планету со стороны. глазами спутника или космической ракеты. Облет Земли позволит изучить неравномерность ее вращения вокруг своей оси и вызванное этим непостоянство продолжительности земных суток, поможет уточнить величину сжатия Земли и решить многие актуальные вопросы астрономии, небесной механики, геодезии, картографии, радиосвязи, метеорологии и других наук.

Облет нашей планеты даст возможность зарегистрировать ее видимое и невидимое свечение, измерить ее отражательную способность, изучить теплообмен с окружающим пространством, исследовать распределение и движение облачных масс, открыть законы непрестанной изменчивости воздушного океана, что во многом определяет получение долгосрочных прогнозов погоды.

Мы узнали, что у Луны нет магнитного поля и нет пояса космической радиации, но возможно, что у ее поверхности есть следы чрезвычайно разреженной атмосферы. Известно, что на ближайших к Земле планетах — Марсе и Венере есть атмосфера. Но из чего состоит газообразная оболочка каждой из этих планет и на какую высоту простирается?

Накопленный советскими учеными опыт по детальному изучению свойств воздушной оболочки нашей планеты позволяет



уже в недалеком будущем с помощью геофизических методов и приборов заняться исследованием небесных тел. Небесные объекты как бы приближаются к Земле и одновременно расширяются объекты геофизических и астрофизических исследований. Уже далеко не фантастической задачей является возможность установить телескоп на одном или нескольких спутниках, выведенных на орбиту вокруг Земли или вокруг Луны. А почему бы на Луне, где нет плотной атмосферы, не установить автоматически управляемую с Земли обсерваторию?

Запуск трех советских космических ракет позволил советским ученым накопить ценнейший опыт, благодаря которому в будущем возможно будет осуществить запуски ракет к другим более удаленным небесным телам.

Кто уже сейчас не мечтает о полете на ближайшие к нам планеты — загадочный Марс и окутанную облаками Венеру? На Марсе есть разреженная атмосфера, есть вода и есть, по видимому, растительность. А может быть, там есть и разумные существа?

Венера окутана столь плотным слоем облаков, что мы никогда не видим ее поверхность и не знаем даже период ее вращения вокруг оси; неизвестно, есть ли на Венере горы или моря, растительный и животный мир.

Облет этих наших ближайших соседей по космосу, получение сведений об их атмосфере, о свойствах космического пространства вблизи этих планет, об их магнитных полях и поясах космической радиации (если они вообще существуют) во многом расширят наши знания о солнечной системе.

Измерение магнитных полей и определение силы тяжести на всем протяжении полета ракеты позволят получить первые очень важные и недоступные иными путями сведения о строении недр этих планет. Еще более увлекательна задача организации постоянно действующих автоматических станций на этих (а может, и других) планетах и, наконец, получение и доставка на Землю образцов лунной поверхности и поверхности планет солнечной системы.

Когда же может быть осуществлен полет ракеты к этим загадочным планетам солнечной системы?

В наше время очень трудно делать какие-либо прогнозы. Ведь сроки между послылками в космос новых разведчиков и разгадками тайн природы стремительно сокращаются. Всего лишь 2½ года назад, когда в космосе появились первые дерзкие разведчики, первые в мире советские искусственные спутники Земли, большинство ученых высказывало мнение, что полет ракеты к Луне будет возможен только через десять, минимум через пять лет. Однако спустя всего лишь 15 месяцев первая советская космическая ракета вырвалась из оков

земного тяготения и очень близко подошла к орбите Марса. Через восемь месяцев был совершен первый космический рейс Земля — Луна, и только всего лишь 20 дней отделяют его от появления в космосе автоматической межпланетной станции.

Мы видим, что действительность обгоняет самые смелые предположения, а дерзанию советских людей нет предела.

Что касается проблемы запуска искусственных спутников Земли, то она уже полностью решена, но еще далеко не исчерпана. Теперь ни у кого (даже у некоторых заокеанских скептиков) не возникает сомнений в том, что советские ученые могут запустить столько спутников и на такую высоту, на какую это будет нужно для проведения детальных исследований той или иной области околоземного пространства. Явное превосходство советских спутников по размерам, весу и комплексности постановки научных экспериментов признается всеми, в том числе и американскими, учеными. Яркий пример тому — третий советский искусственный спутник Земли, сделавший более 9700 оборотов вокруг нашей планеты и затмивший по научной значимости все запущенные и течение 1958 и 1959 годов американские спутники.

Но успешное решение поставленных перед спутником задач отнюдь не исчерпывает проблем, связанных с исследованием околоземного пространства. Их еще так много, что потребуется не один спутник (а может быть, не один десяток спутников), чтобы детально изучить изменчивые свойства верхних слоев воздушного океана и преддверия космоса, имеющие исключительно большое значение для жизни нашей планеты.

После запуска советских спутников и космических ракет, достижения Луны, ее облета и фотографирования еще более убедительным стало превосходство Советского Союза в развитии ракетной техники и исследовании космического пространства. Это вызывает вполне понятную тревогу у многих американских исследователей космоса и специалистов в области ракетной техники. Так, один из создателей небезызвестных ФАУ-2, ныне руководитель американской группы «Эксплорер» Вернер фон Браун с горечью пишет, что даже те усилия, которые сейчас предпринимаются в США, позволят американцам достигнуть сегодняшнего уровня развития советской ракетной техники не раньше, чем через три года.

— Но куда за это время уйдут русские? — спрашивает он.

Остальные страны пока вообще не собираются запускать искусственные спутники, не говоря уже о космических ракетах. Исключение составляет Англия, которая намерена запустить свой первый спутник с американского полигона и при помощи американской ракеты.

О росте авторитета советской науки, о том коренном переломе, который произошел в сознании зарубежных ученых в отношении признания неоспоримых заслуг Советского Союза в освоении космоса, свидетельствует тот факт, что на состоявшемся в Лондоне осенью 1959 года 10-м Международном конгрессе астронавтов впервые в истории Международной астронавтической федерации ее президентом был избран, и притом единогласно, советский ученый — академик Л. И. Седов.

Участники конгресса (а их было более 700 человек), в том числе и американские ученые, признали явное превосходство советских спутников и космических ракет по размерам и весу, что, в частности, делает их более эффективными при исследовании свойств верхних слоев атмосферы и околоземного космического пространства.

Сумма наших знаний о верхней атмосфере, о космосе растет с невиданной в истории науки быстротой.

Нет сомнений в том, что интервалы между разгадками тайн природы будут и впредь неуклонно уменьшаться.

Новые спутники и космические ракеты принесут нам интереснейшие сведения о недоступных ранее областях космического пространства, о развитии материи, о зарождении и эволюции жизни в бескрайних просторах вселенной.

---

## *Методические советы лекторам*

Перед тем как готовиться к лекции, следует вполне четко представить себе состав аудитории и уровень общеобразовательной подготовки слушателей. Объем и изложение материала должны быть построены так, чтобы весь излагаемый материал вызывал интерес и хорошо усваивался слушателями.

Если лекцию предстоит читать перед аудиторией с общеобразовательной подготовкой не ниже 10 классов средней школы, лектору, помимо настоящей брошюры, материалов газеты «Правда» и статей в журнале «Наука и жизнь», указанных в перечне литературы, следует ознакомиться также со статьями советских ученых, помещенными в сборниках «Искусственные спутники Земли» и журнале «Успехи физических наук».

При изложении материала следует показать слушателям превосходство советских спутников и космических ракет перед американскими спутниками и ракетами по размеру, весу и комплексности постановки научных задач, а также приоритет советской науки в развитии ракетной техники и изучении космического пространства. Следует подчеркнуть, что эти достижения вполне закономерны и показывают успехи созидательного труда советского народа и гигантский научно-технический прогресс, достигнутый нашей страной за годы Советской власти.

Лекцию рекомендуется начинать с краткого изложения основных выдающихся событий космической эры, прошедших со дня запуска первого в мире искусственного спутника Земли, излагая их по возможности в хронологической последовательности. Материал надо излагать так, чтобы слушатели ясно представили себе наступательный характер событий и стремительное расширение фронта научных исследований. Следует подчеркнуть благородные цели запусков советских спутников и ракет — раскрытие тайн природы и покорения ее сил на благо человечества — и в краткой форме изложить новые сведения о верхних слоях воздушной оболочки Земли и космическом пространстве, полученные в результате этих запусков.

При этом следует обратить внимание слушателей, что это только начало вторжения в космос, что сроки между посылками в космос новых разведчиков будут и впредь стремительно сокращаться и сумма наших знаний о космосе будет расти с невиданной в истории науки быстротой.

---

## ЛИТЕРАТУРА

- Сборник «Искусственные спутники Земли» № 1, 2, 3, 4. Изд-во АН СССР. 1958—1960.
- Журнал «Успехи физических наук», т. LXIII, вып. I, сентябрь 1957 года.
- Е. К. Ф е д о р о в. Научные исследования с помощью ракет и искусственных спутников Земли. Изд-во «Знание». 1958.
- «Путь в космос». Материалы газеты «Правда» о трех советских искусственных спутниках Земли. Изд-во «Правда». 1958.
- В. И. К р а с о в с к и й. Исследования верхней атмосферы с помощью искусственных спутников и ракет. Изд-во «Знание». 1958.
- Б. А. М и р т о в. Межпланетная станция. Изд-во «Знание». 1960.
- М. Г. К р о ш к и н. Спутник Солнца. Изд-во «Знание». 1959.
- «Первые фотографии обратной стороны Луны». Изд-во АН СССР. 1959.
- Г. Ж д а н о в, И. Т и н д о. Лаборатории в космосе. «Молодая гвардия». 1959.
- В. Л е в а н т а в с к и й, В. Л е ш к о в ц е в, Н. Р а х л и н. Советская ракета исследует космос. Физматиздат. 1959.
- Б. А. М и р т о в. В космосе — наш третий спутник! «Наука и жизнь» № 7 1958 год.
- Э. Р. М у с т е л ь. Новая планета солнечной системы. «Наука и жизнь» № 2 за 1959 год.
- Б. С. Д а н и л и н. Исследования, расширяющие знания о вселенной. Сборник «Успехи современной физики». Изд-во «Знание». 1959.
- Б. Д а н и л и н. О чем рассказал спутник? «Техника молодежи» № 5 за 1959 год.
- Б. С. Д а н и л и н. Вторжение в космос. «Наука и жизнь» № 12 за 1957 год.
- Б. С. Д а н и л и н. Модель верхней атмосферы. «Наука и жизнь» № 5 за 1959 год.
- Б. С. Д а н и л и н. Спутник изучает атмосферу. «Наука и жизнь» № 12 за 1958 год.
-

## К ЧИТАТЕЛЯМ БРОШЮР-ЛЕКЦИЙ, ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ «ЗНАНИЕ»

*Дорогие товарищи!*

Издательство «Знание» Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний проводит до 1 мая 1960 года ЗАОЧНУЮ ЧИТАТЕЛЬСКУЮ КОНФЕРЕНЦИЮ и просит вас принять в ней активное участие.

Цель заочной конференции:

- обсудить качество выпускаемой издательством «Знание» литературы, выявить и обобщить мнение о ней читателей и библиотек;
- собрать практические предложения и пожелания, которые помогли бы в повышении идейно-теоретического уровня брошюр-лекций и мастерства популяризации знаний;
- собрать предложения и пожелания к перспективному плану издательства.

Выпуская брошюры-лекции, издательство «Знание» стремится оказать помощь лекторам, пропагандистам и агитаторам в подготовке к лекциям, докладам и беседам. Оно учитывает также запросы значительно более широкого круга читателей, стремящихся систематически пополнять свои знания, повышающих свою квалификацию, занимающихся самообразованием.

Начиная с 1960 года издательство приступает к изданию новой массовой серии, рассчитанной на самого широкого читателя — рабочих и колхозников.

О многом хочется спросить читателя, во многом будет полезен его совет издательству и авторам. Вот примерный перечень наших вопросов к участникам заочной читательской конференции.

1. Каково Ваше общее мнение о той серии брошюр-лекций, на которую Вы подписываетесь? Какие брошюры и почему Вам понравились больше других, какие и чем не удовлетворили?

2. Удовлетворяет ли Вас научный уровень брошюр-лекций? Каковы Ваши критические замечания и пожелания в этой области?

3. Как Вы используете брошюры-лекции в Вашей практической работе? Помогают ли они в Вашей работе в качестве лектора, пропагандиста, агитатора, в Вашей производственной и общественной деятельности? Что нужно сделать, чтобы эта помощь стала лучше, действеннее?

4. Каковы Ваши замечания и пожелания по вопросу о популярности изложения материала, о возможности большего разнообразия жанров в брошюрах-лекциях, о языке и стиле изложения и т. д.? Какие брошюры в этом отношении Вы считаете наиболее удачными, о каких хотели бы сделать критические замечания?

5. Каковы Ваши пожелания к перспективному плану издательства «Знание»: о направлении его деятельности и типах его изданий; о круге читателей, которых оно должно обслуживать; о желательных с Вашей точки зрения темах; о систематике отраслей знаний по сериям; о вспо-

могательном аппарате (рекомендательные списки литературы, словарики, справочный материал и др.), который должен даваться в брошюрах и т. д.?

6. Как с Вашей точки зрения следует лучше учитывать требования лиц, занимающихся самообразованием?

7. Каковы Ваши замечания и пожелания о художественном оформлении и полиграфическом исполнении издаваемой литературы (с учетом необходимости сохранения дешевизны изданий)?

Издательство просит Вас, дорогие товарищи, присылать Ваши выступления на заочную читательскую конференцию в любой форме, которую Вы сочтете для себя удобной. Важно, чтобы состоялся живой, творческий разговор читателей с автором и издательством, чтобы Ваши письма отразили запросы и мысли читателя, его многообразные, непрерывно возрастающие требования, его конкретные пожелания. Если Вы будете руководствоваться нашим примерным перечнем вопросов, просьба (для удобства обработки материалов) сохранять последовательность вопросов.

Особо издательство «Знание» обращается к библиотекам: мы были бы очень благодарны работникам библиотек, пользующихся нашими изданиями, если бы они сообщили суммарно замечания читателей по всем или по отдельным из поставленных выше вопросов. Издательство «Знание» просит работников библиотек провести конференцию читателей по брошюрам-лекциям (в целом или по отдельным сериям) и прислать материалы по их итогам в издательство в период проведения заочной читательской конференции. Мнения коллектива читателей представляли бы для нас большую ценность.

Желательно, чтобы письма на заочную читательскую конференцию поступали в издательство как можно раньше, чтобы не задержалась их обработка.

Итоги заочной читательской конференции будут освещены в печати.

Материалы на заочную читательскую конференцию следует присылать по адресу: Москва, Новая площадь, д. 3/4. Издательство «Знание».

К материалам просьба прилагать краткие данные о себе:

1. Фамилия, имя и отчество; 2. Возраст; 3. Образование; 4. Профессия; 5. Место работы и занимаемая должность; 6. Ученая степень и звание (если есть); 7. Адрес; 8. На какие серии подписываетесь.

К библиотекам просьба сообщать данные: 1. Название библиотеки; 2. Ее характер и ведомственная подчиненность; 3. Адрес; 4. Фамилия, имя и отчество заведующего библиотекой (или лица, подготовившего материал); 5. На какие серии и в каком количестве экземпляров подписывается библиотека; 6. Проведена ли в библиотеке читательская конференция.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»**  
*Всесоюзного общества по распространению  
политических и научных знаний*

## СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Первые разведчики космоса . . . . .	3
Первый спутник Солнца . . . . .	14
Первый космический рейс . . . . .	16
Первая межпланетная автоматическая станция . . . . .	19
Американские спутники и ракеты . . . . .	22
У «границы» воздушного океана . . . . .	28
«Корона» земного шара и загадки магнитного поля . . . . .	35
Дерзанию нет предела . . . . .	39
Методические советы лекторам . . . . .	43
Литература . . . . .	44

---



### К ЧИТАТЕЛЯМ

Издательство «Знание» Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний просит присылать отзывы об этой брошюре по адресу: Москва, Новая площадь, д. 3/4.

Автор  
Борис Степанович Данилин

Редактор И. Б. Файнбойм  
Техн. редактор Е. В. Савченко  
Корректор Г. П. Зимина  
Обложка художника А. И. Сафохина

---

А 00200. Подписано к печати 18/III 1960 г. Тираж 1-й завод 1—26000 экз.  
Изд. № 31. Бумага 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>—1,5 бум. л.=3,0 печ. л. Уч.-изд. 2,86 л.  
Зак. 532. Цена 75 коп.

---

Типография изд-ва «Знание», Москва, центр, Новая пл., д. 3/4.

## ТОВАРИЩИ!

В 1960 году издательство «Знание» выпускает 12 серий брошюр-лекций (средний объем брошюр всех серий — 2,5 печатного листа).

Серии	Количество брошюр в год	Подписная цена на год	Цена одной брошюры
Первая серия — историческая	36	21—60	60 коп.
Вторая серия — философская	36	21—60	60 коп.
Третья серия — экономическая	36	21—60	60 коп.
Четвертая серия — научно-техническая . . . . .	36	27—00	75 коп.
Пятая серия — сельскохозяйственная . . . . .	24	15—60	65 коп.
Шестая серия — по вопросам литературы и искусства . . . . .	24	15—60	65 коп.
Седьмая серия — международная . . . . .	24	14—40	60 коп.
Восьмая серия — по вопросам биологии и медицины . . . . .	24	18—00	75 коп.
Девятая серия — по вопросам физики и химии . . . . .	24	18—00	75 коп.
Десятая серия — молодежная . . . . .	12	7—20	60 коп.
Одиннадцатая серия — педагогическая . . . . .	24	14—40	60 коп.
Двенадцатая серия — «Библиотечка сельского лектора» . . . . .	24	15—60	65 коп.

Начиная с 1960 года, в каждую брошюру включают краткие методические материалы в помощь лекторам, а также материалы в помощь занимающимся самообразованием (рекомендательные списки литературы, словарики, цифры и факты и пр.).

**Подписывайтесь на брошюры-лекции издательства «Знание»!**

Подписка принимается с любого очередного месяца до конца года городскими и районными отделениями «Союзпечать», конторами, отделениями и агентствами связи, почтальонами, а также общественными уполномоченными по подписке на фабриках, заводах, в совхозах и колхозах, в учреждениях и учебных заведениях.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»**  
Всесоюзного общества по распространению  
политических и научных знаний