

# СОВЕТСКАЯ КОСМИЧЕСКАЯ РАКЕТА

(Продолжение. Начало на 1-й стр.)  
Высокая оценка Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР работы ученых, инженеров, техников и рабочих,

создавших многоступенчатую космическую ракету и осуществивших успешный ее запуск в сторону Луны 2 января 1959 года, воодушевляет коллективы научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, заводов и испытательных организаций на самоотверженный труд для достижения новых успехов в освоении космического пространства.

## Полет космической ракеты

Космическая многоступенчатая ракета стартовала с поверхности Земли вертикально. Под действием программного механизма автоматической системы, управляющей ракетой, ее траектория постепенно отклонялась от вертикали. Скорость ракеты быстро нарастала. В конце участка разгона последняя ступень ракеты забрала скорость, необходимую для своего дальнейшего движения. Автоматическая система управления последней ступени выключила ракетный двигатель и подala команду на отделение контейнера с научной аппаратурой от последней ступени. Контейнер и последняя ступень ракеты вышли на траекторию и начали движение по направлению к Луне, находясь на близком расстоянии друг от друга.

Чтобы преодолеть земное притяжение, космическая ракета должна набрать скорость, не меньшую, чем вторая космическая скорость. Вторая космическая скорость, называемая также параболической скоростью, у поверхности Земли составляет 11,2 километра в секунду. Эта скорость является критической в том смысле, что при меньших скоростях, называемых эллиптическими, тело либо становится спутником Земли, либо, поднявшись на некоторую предельную высоту, возвращается на Землю. При скоростях, больших второй космической скорости (гиперболических скоростях) или равных ей, тело способно преодолеть земное тяготение и навсегда удалиться от Земли.

Советская космическая ракета к моменту выключения ракетного двигателя последней ее ступени преодолела вторую космическую скорость. На дальнейшее движение ракеты,

траектории определили характер ее перемещения относительно поверхности Земли.

На карте изображено перемещение проекции ракеты на поверхность Земли с течением времени. Пока скорость поворота радиуса-вектора ракеты была велика по сравнению со скоростью вращения Земли, эта проекция перемещалась на восток, постепенно отклоняясь на юг. Затем проекция стала перемещаться сначала на юго-запад и через 6—7 часов после старта ракеты, когда скорость поворота радиуса-вектора стала весьма мала, почти точно на запад.

Движение ракеты среди созвездий на небесной сфере изображено на схеме. Движение ракеты на небесной сфере было очень неравномерным — быстрое в начале и очень медленное к концу.

Примерно через час полета путь ракеты на небесной сфере вошел в созвездие Волосы Вероники. Затем ракета перешла на небесном своде в созвездие Девы, в котором и произошло ее сближение с Луной.

3 января в 3 часа 57 минут московского времени, когда ракета находилась в созвездии Девы, примерно в середине треугольника, образованного звездами Арктуром, Спикой и Альфой Весов, специальным устройством, установленным на борту ракеты, была создана искусственная комета, состоящая из паров натрия, светящихся в лучах Солнца. Эту комету можно было наблюдать с Земли оптическими средствами в течение нескольких минут. Во время прохождения около Луны ракета находилась на небесной сфере между звездами Спика и Альфа Весов.

Путь ракеты на небесном своде при сближении с Луной наклонен к пути Лу-

ны создадо также местное увеличение скорости. Это увеличение достигло максимума в районе наибольшего сближения.

После сближения с Луной космическая ракета продолжала удаляться от Земли, скорость ее относительно центра Земли убывала, приближаясь к величине, равной примерно 2 километрам в секунду.

На расстоянии от Земли порядка 1 миллиона километров и более влияние притяжения Земли на ракету настолько ослабевает, что движение ракеты можно считать происходящим лишь под действием силы тяготения Солнца. Примерно 7—8 января советская космическая ракета вышла на свою самостоятельную орбиту вокруг Солнца, стала его спутником, превратившись в первую в мире искусственную планету солнечной системы.

Скорость ракеты относительно центра Земли в период 7—8 января была направлена примерно в ту же сторону, что и скорость Земли в ее движении вокруг Солнца. Так как скорость Земли равняется 30 километрам в секунду, а скорость ракеты относительно Земли — 2 километра в секунду, то скорость движения ракеты, как планеты, вокруг Солнца была равна приблизительно 32 километрам в секунду.

Точные данные о положении ракеты, направлении и величине ее скорости на больших расстояниях от Земли позволяют по законам небесной механики рассчитать движение космической ракеты как планеты солнечной системы. Расчет орбиты произведен без учета возмущений, которые могут вызвать планеты и другие тела солнечной системы. Вычисленная орбита характеризуется следующими данными:

## Последняя ступень космической ракеты и контейнер с научной аппаратурой

Последняя ступень космической ракеты является управляемой ракетой, крепящейся посредством переходника к предшествующей ступени.

Управление ракетой осуществляется автоматической системой, стабилизирующей положение ракеты на заданной траектории и обеспечивающей расчетную скорость в конце работы двигателя. Последняя ступень космической ракеты после израсходования рабочего запаса топлива весит 1.472 килограмма.

Кроме устройств, обеспечивающих нормальный полет последней ступени ракеты, в корпусе ее расположены:

герметичный, отделяемый контейнер с научной и радиотехнической аппаратурой; два передатчика с антеннами, работающие на частотах 19.997 мгц и 19.995 мгц; счетчик космических лучей; радиосистема, с помощью которой определяется траектория полета космической ракеты и прогнозируется ее дальнейшее движение;

аппаратура для образования искусственной натривей кометы.

Контейнер расположен в верхней части последней ступени космической ракеты и защищен от нагрева при прохождении ракетой плотных слоев атмосферы сбрасываемым конусом.

Контейнер состоит из двух сферических тонких полуоболочек, герметично соединенных между собой шпангоутами с уплотнительной прокладкой из специальной резины. На одной из полуоболочек контейнера расположены 4 стержня антенн радиопередатчика, работающего на частоте 183,6 мгц. Эти антенны закреплены на корпусе симметрично относительно полого алюминиевого штыря, на конце которого расположено датчик для измерения магнитного поля Земли и обнаружения магнитного поля Луны. До момента сброса защитного конуса антенны сложены и закреплены на штыре магнитометра. После сброса защитного конуса антенны раскрываются. На этой же полуоболочке расположены две протонные ловушки для обнаружения газовой компоненты межпланетного вещества и два пьезоэлектрических датчика для изучения метеорных частиц.

Полуоболочки контейнера выполнены из специального алюминиево-магниевого сплава. На шпангоуте нижней полуоболочки крепится приборная рама трубчатой конструкции из магниевого сплава, на которой расположены приборы контейнера.

Внутри контейнера размещена следующая аппаратура:

1. Аппаратура для радиоконтроля траектории движения ракеты, состоящая из передатчика, работающего на частоте 183,6 мгц, и блока приемников.

2. Радиопередатчик, работающий на частоте 19.993 мгц.

3. Телеметрический блок, предназначенный для передачи по радиосистемам на Землю данных научных измерений, а также данных о температуре и давлении в контейнере.

4. Аппаратура для изучения газовой компоненты межпланетного вещества и корпускулярного излучения Солнца.

5. Аппаратура для измерения магнитного поля Земли и обнаружения магнитного поля Луны.

окисно-ртутных батарей, размещенных на приборной раме контейнера.

Контейнер наполнен газом при давлении 1,3 атм. Конструкция контейнера обеспечивает высокую герметичность внутреннего объема. Температура газа внутри контейнера поддерживается в заданных пределах (около 20°С). Указанный температурный режим обеспечивается приданием оболочке контейнера определенных коэффициентов отражения и излучения за счет специальной обработки оболочки. Кроме того, в контейнере установлен вентилятор, обеспечивающий принудительную циркуляцию газа. Циркулирующий в контейнере газ отбирает тепло от приборов и отдает его оболочке, являющейся своеобразным радиатором.

Отделение контейнера от последней ступени космической ракеты происходит после окончания работы двигательной установки последней ступени.

Отделение контейнера необходимо с точки зрения обеспечения теплового режима контейнера. Дело в том, что в контейнере расположены приборы, выделяющие большое количество тепла. Тепловой режим, как указано выше, обеспечивается сохранением определенного баланса между теплом, излучаемым оболочкой контейнера, и теплом, получаемым оболочкой от Солнца.

Отделение контейнера обеспечивает нормальный режим работы антенн контейнера и аппаратуры для измерения магнитного поля Земли и обнаружения магнитного поля Луны; в результате отделения контейнера устраняются магнитные влияния металлической конструкции ракеты на показания магнитометра.

Общий вес научной и измерительной аппаратуры с контейнером, вместе с источниками питания, размещенных на последней ступени космической ракеты, составляет 361,3 килограмма.

В ознаменование создания в Советском Союзе первой космической ракеты, ставшей искусственной планетой солнечной системы, на ракете установлены два вымпела с Государственным гербом Советского Союза. Эти вымпелы расположены в контейнере.

Один вымпел выполнен в виде тонкой металлической ленты. На одной стороне ленты имеется надпись: «Союз Советских Социалистических Республик», а на другой изображены гербы Советского Союза и надписи: «Январь 1959 Январь». Надписи нанесены специальным, фотохимическим способом, обеспечивающим длительное их сохранение.

Второй вымпел имеет сферическую форму, символизирующую искусственную планету. Поверхность сферы покрыта пятиугольными элементами из специальной нержавеющей стали. На одной стороне каждого элемента вычеканена надпись: «СССР Январь 1959 г.», на другой — герб Советского Союза и надпись «СССР».



Пятиугольные элементы сферического вымпела.

6. Аппаратура для изучения метеорных частиц.

7. Аппаратура для регистрации тяжелых ядер в первичном космическом излучении.

8. Аппаратура для регистрации интенсивности и вариаций интенсивности космических лучей и для регистрации фотонов в космическом излучении.

Радиоаппаратура и научная аппаратура контейнера получают электропитание от серебряно-цинковых аккумуляторов и

## Комплекс измерительных средств

Для наблюдения за полетом космической ракеты, измерения параметров ее орбиты и приема с борта данных научных измерений был использован большой комплекс измерительных средств, расположенных по всей территории Советского Союза.

В состав измерительного комплекса входили: группа автоматизированных радиолокационных средств, предназначенных для точного определения элементов начального участка орбиты; группа радиотелеметрических станций для регистрации научной информации, передаваемой с борта космической ракеты; радиотехническая система контроля элементов траектории ракеты на больших расстояниях от Земли; радиотехнические станции, используемые для приема сигналов на частотах 19.997, 19.995 и 19.993 мгц; оптические средства для наблюдения и фотографирования искусственной кометы.

Согласование работы всех измерительных средств и привязка результатов измерений к астрономическому времени производилась с помощью специальной аппаратуры единого времени и системы радиосвязи.

Обработка данных траекторных измерений, поступающих из районов расположения станций, определение элементов орбиты и выдача целеуказаний измерительным средствам выполнялись координатно-вычислительным центром на электронных счетных машинах.

Автоматизированные радиолокационные станции использовались для оперативного определения начальных условий движения космической ракеты, выдачи долгосрочного прогноза о движении ракеты и данных целеуказаний всем измерительным и наблюдательным средствам. Данные измерений этих станций с помощью специальных счетно-решающих устройств преобразовывались в двоичный код, осреднялись, привязывались к астрономическому времени с

точностью до нескольких миллисекунд и автоматически выдавались в линии связи. Чтобы предохранить данные измерений от возможных ошибок при передаче по линии связи, измерительная информация кодировалась. Применение кода позволяло находить и исправлять одну ошибку в передаваемом числе и находить и отбрасывать числа с двумя ошибками.

Преобразованная таким образом измерительная информация поступала в координатно-вычислительный центр. Здесь данные измерений с помощью входных устройств автоматически наводились на перфокарты, по которым электронные счетные машины производили совместную обработку результатов измерений и расчет орбиты. На основе использования большого числа траекторных измерений в результате решения краевой задачи с применением метода наименьших квадратов определялись начальные условия движения космической ракеты. Далее интегрировалась система дифференциальных уравнений, описывающая совместное движение ракеты, Луны, Земли и Солнца.

Телеметрические наземные станции производили прием научной информации с борта космической ракеты и ее регистрацию на фотопленках и магнитных лентах. Для обеспечения большой дальности приема радиосигналов были применены высокочувствительные приемники и специальные антенны с большой эффективной площадью.

Приемные радиотехнические станции, работающие на частотах 19.997, 19.995, 19.993 мгц, осуществляли прием радиосигналов с космической ракеты и регистрацию этих сигналов на магнитных пленках. При этом производились измерения напряженности поля и ряд других измерений, позволяющих проводить ионосферные исследования.

Изменением вида манипуляции передатчика, работающего на двух частотах

19.997 и 19.995 мгц, передавались данные о космических лучах. По каналу передатчика, излучающего на частоте 19.993 мгц, путем изменения длительности интервала между телеграфными посылками передавалась основная научная информация.

Для оптического наблюдения космической ракеты с Земли с целью подтверждения факта прохождения космической ракеты по данному участку ее траектории была использована искусственная натривей комета. Искусственная комета была образована 3 января в 3 часа 57 минут по московскому времени на расстоянии 113 тысяч километров от Земли. Наблюдение искусственной кометы было возможно из районов Средней Азии, Кавказа, Ближнего Востока, Африки и Индии. Фотографирование искусственной кометы производилось с помощью специально созданной оптической аппаратуры, установленной на мощных астрономических обсерваториях Советского Союза. Для повышения контрастности фотографических отпечатков использовались светофильтры, выделяющие спектральную линию натрия. С целью повышения чувствительности фотографической аппаратуры ряд установок был оборудован электронно-оптическими преобразователями.

Несмотря на неблагоприятную погоду в большинстве районов расположения оптических средств, ведущих наблюдение за космической ракетой, удалось получить несколько фотографий натривей кометы.

Контроль орбиты космической ракеты вплоть до расстояния 400—500 тысяч километров и измерение элементов ее траектории производились с помощью специальной радиотехнической системы, работающей на частоте 183,6 мгц.

Данные измерений в строго определенных моменты времени автоматически выводились и фиксировались в цифровом коде на специальных устройствах.

(Окончание на 4-й стр.)



Цифры на схеме соответствуют последовательным положениям проекции ракеты на поверхность Земли. 1 — 3 часа 3 января, 100 тысяч километров от Земли; 2 — образование искусственной кометы; 3 — 6 часов, 137 тысяч километров; 4 — 13 часов, 209 тысяч километров; 5 — 19 часов, 265 тысяч километров; 6 — 21 час, 284 тысячи километров; 7 — 5 часов 59 минут 4 января, 370 тысяч километров — момент наибольшего сближения с Луной; 8 — 12 часов, 422 тысячи километров; 9 — 22 часа, 510 тысяч километров; 10 — 10 часов 5 января, 597 тысяч километров.

до сближения ее с Луной, основное влияние оказывает сила притяжения Земли.

Вследствие этого, согласно законам небесной механики, траектория движения ракеты относительно центра Земли очень близка к гиперболе, для которой центр Земли является одним из ее фокусов. Траектория наиболее искривлена вблизи Земли и расширяется с удалением от Земли. На больших расстояниях от Земли траектория становится весьма близкой к прямой линии.

В начале движения ракеты по гиперболической траектории она движется весьма быстро. Однако, по мере удаления от Земли, скорость ракеты под действием силы земного тяготения уменьшается. Так, если на высоте 1.500 км скорость ракеты относительно центра Земли была несколько более 10 километров в секунду, то на высоте 100 тысяч километров она равнялась уже примерно 3,5 километра в секунду.

Скорость поворота радиуса — вектора, соединяющего центр Земли с ракетой, убывает, согласно второму закону Кеплера, обратно пропорционально квадрату расстояния от центра Земли. Если в начале движения эта скорость составляла примерно 0,07 градуса в секунду, т. е. более чем в 15 раз превышала угловую скорость сугочного вращения Земли, то примерно через час она стала меньше угловой скорости Земли. Когда же ракета приближалась к Луне, то скорость поворота ее радиуса — вектора уменьшилась более чем в 2.000 раз и стала уже в пять раз меньше угловой скорости обращения Луны вокруг Земли. Скорость же обращения Луны составляет лишь 1/27 угловой скорости Земли.

Эти особенности движения ракеты по

ны примерно на 50°. Вблизи Луны ракета двигалась на небесной сфере приблизительно в 5 раз медленнее, чем Луна.

Луна, двигаясь по своей орбите вокруг Земли, подходила к точке сближения с ракетой справа, если смотреть с северной части Земли. Ракета приближалась к этой точке сверху и справа. В период наибольшего сближения ракета находилась выше и немного правее Луны.

Время полета ракеты до орбиты Луны зависит от избытка начальной скорости ракеты над второй космической скоростью и будет тем меньше, чем больше этот избыток. Выбор величины этого избытка был произведен с учетом того, чтобы прохождение ракеты вблизи Луны можно было наблюдать радиосредствами, расположенными на территории Советского Союза и в других странах Европы, а также в Африке и в большей части Азии. Время движения космической ракеты до Луны составило 34 часа.

Во время наибольшего сближения расстояние между ракетой и Луной составляло, по уточненным данным, 5—6 тысяч километров, т. е. примерно полтора поперечника Луны.

Когда космическая ракета приблизилась к Луне на расстояние в несколько десятков тысяч километров, притяжение Луны начало оказывать заметное влияние на движение ракеты. Действие тяготения Луны привело к отклонению направления движения ракеты и изменению величины скорости ее полета вблизи Луны. При сближении Луна была ниже ракеты, и поэтому, вследствие притяжения Луны, направление полета ракеты отклонилось вниз. Притяже-

ние наклона орбиты к плоскости орбиты Земли составляет около 1°, т. е. весьма мало; эксцентриситет орбиты искусственной планеты равен 0,148, что заметно больше, чем эксцентриситет земной орбиты, равный 0,017;

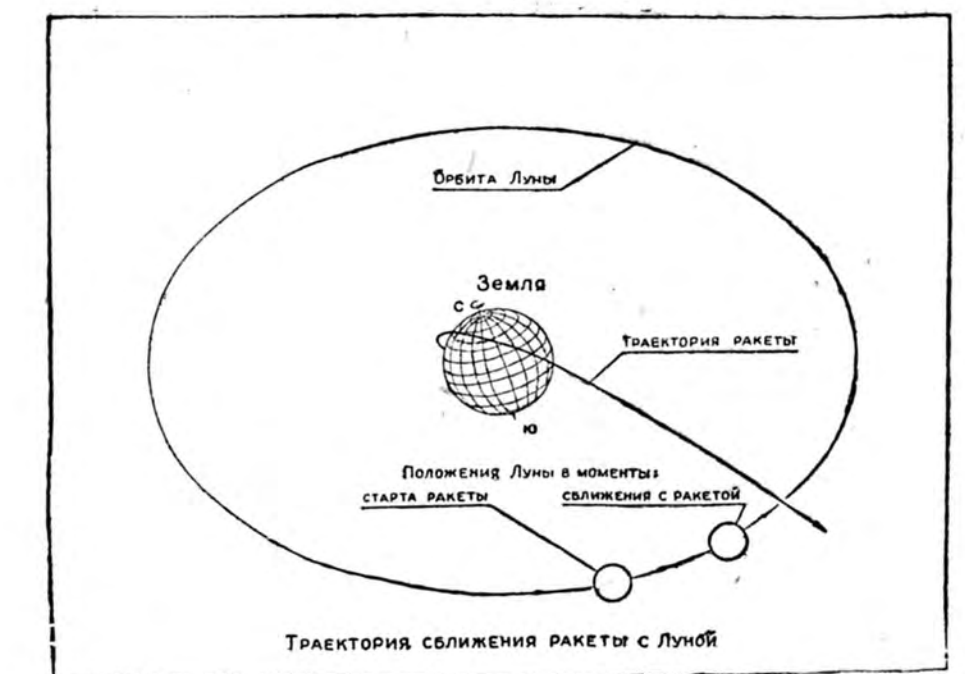
минимальное расстояние от Солнца составит около 146 миллионов километров, т. е. будет лишь на несколько миллионов километров меньше расстояния Земли от Солнца (среднее расстояние Земли от Солнца составляет 150 миллионов километров); максимальное расстояние искусственной планеты от Солнца составит около 197 миллионов километров, т. е. космическая ракета при этом будет находиться от Солнца на 47 миллионов километров дальше, чем Земля;

период обращения искусственной планеты вокруг Солнца будет достигнут впервые в середине января 1959 г., а максимальное — в начале сентября 1959 года.

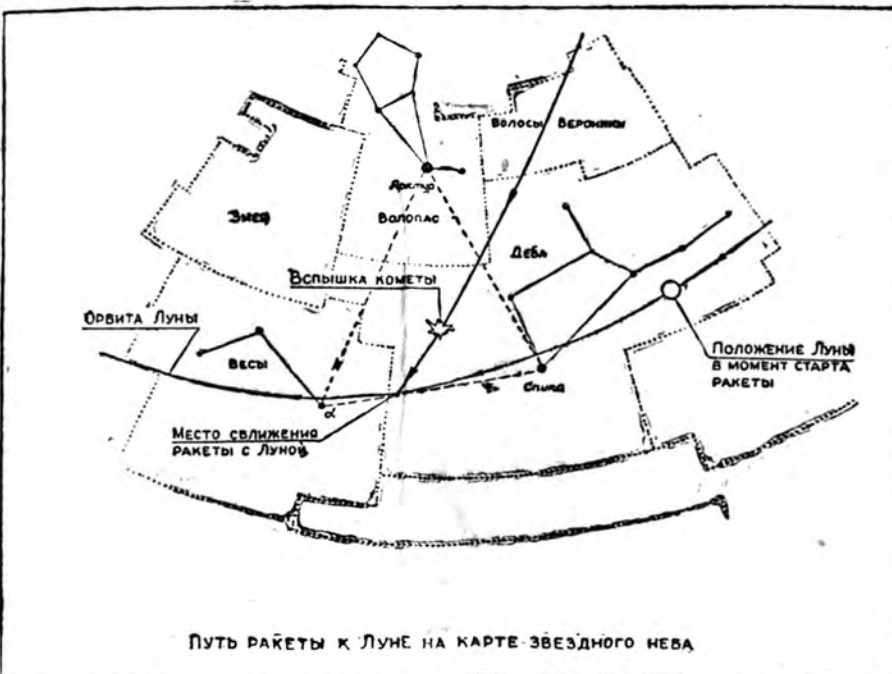
Интересно отметить, что орбита советской искусственной планеты подходит к орбите Марса на расстоянии порядка 15 миллионов километров, т. е. примерно в 4 раза ближе, чем орбита Земли.

Расстояние между ракетой и Землей при движении вокруг Солнца будет изменяться, то увеличиваясь, то уменьшаясь. Наибольшее расстояние между ними может достигать величин 300—350 миллионов километров.

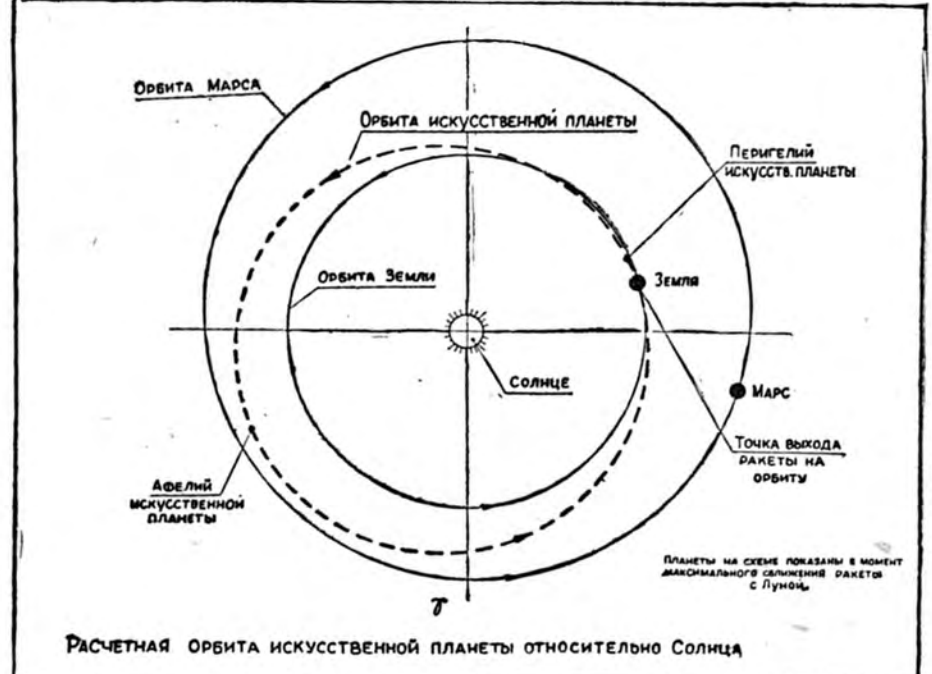
В процессе обращения искусственной планеты и Земли вокруг Солнца они могут сближаться на расстояние порядка миллиона километров.



Траектория сближения ракеты с Луной



Путь ракеты к Луне на карте звездного неба



Расчетная орбита искусственной планеты относительно Солнца



# СОВЕТСКАЯ КОСМИЧЕСКАЯ РАКЕТА

(Окончание. Начало на 1-й и 3-й стр.)

Вместе со временем, в которое производится съем показаний радиотехнической системы, эти данные оперативно поступают в координационно-вычислительный центр. Совместная обработка указанных измерений вместе с данными измерений радиолокационной системы позволяла уточнить элементы орбиты ракеты и непосредствен-

но контролировать движение ракеты в пространстве.

Использование мощных наземных передатчиков и высокочувствительных приемных устройств обеспечивало уверенное измерение траектории космической ракеты до расстояний порядка 500 тысяч километров.

Применение указанного комплекса измерительных средств позволило получить цен-

ные данные научных наблюдений и надежно контролировать и прогнозировать движение ракеты в космическом пространстве.

Богатый материал траекторных измерений, выполненных при полете первой советской космической ракеты, и опыт автоматической обработки траекторных измерений на электронных счетных машинах будут иметь большое значение при запусках последующих космических ракет.

## Научные исследования

### Изучение космических лучей

Одной из главных задач научных исследований, проводимых на советской космической ракете, является изучение космических лучей.

Состав и свойства космического излучения на больших расстояниях от Земли определяются условиями возникновения космических лучей и структурой космического пространства. До настоящего времени сведения о космических лучах были получены путем измерения космических лучей вблизи Земли. Между тем, в результате действия целого ряда процессов состав и свойства космического излучения у Земли резко отличаются от того, что присуще самим «истинным» космическим лучам. Наблюдаемые на поверхности Земли космические лучи мало похожи на те частицы, которые приходят к нам из космоса.

При использовании высотных ракет и в особенности спутников Земли на пути космических лучей из космоса к измерительному прибору уже нет существенного количества вещества. Однако Земля окружена магнитным полем, которое частично отражает космические лучи. С другой стороны, это же магнитное поле создает своеобразную ловушку для космических лучей. Один раз попав в эту ловушку, частица космических лучей блуждает там в течение очень долгого времени. В результате этого вблизи Земли накапливается большое число частиц космического излучения.

До тех пор, пока измеряющий космическое излучение прибор находится в сфере действия магнитного поля Земли, результаты измерений не дадут возможности изучать космические лучи, приходящие из Вселенной. Известно, что среди частиц, присутствующих на высотах порядка 1.000 километров, лишь ничтожная часть (около 0,1 процента) приходит непосредственно из космоса. Остальные 99,9 процента частиц возникают, по-видимому, от распада нейтронов, испускаемых Землей (точнее, верхними слоями ее атмосферы). Эти нейтроны в свою очередь создают космические лучи, бомбардирующие Землю.

Лишь после того, как прибор будет находиться не только вне атмосферы Земли, но и вне магнитного поля Земли, можно выяснить природу и происхождение космических лучей.

На советской космической ракете установлены разнообразные приборы, позволяющие всесторонне изучать состав космических лучей в межпланетном пространстве. С помощью двух счетчиков заряженных частиц определялась интенсивность космического излучения. С помощью двух фотоумножителей с кристаллами исследовался состав космических лучей.

Для этой цели измерялись:

1. Поток энергии космического излучения в широком диапазоне энергий.
2. Число фотонов с энергией выше 50.000 электрон-вольт (жесткие рентгеновские лучи).
3. Число фотонов с энергией выше 500.000 электрон-вольт (гамма-лучи).
4. Число частиц, обладающих способностью проходить сквозь кристалл вольфрамата натрия (энергия таких частиц больше 5.000.000 электрон-вольт).
5. Суммарная ионизация, вызываемая в кристалле всеми видами излучения.

Счетчики заряженных частиц давали импульсы на специальные так называемые пересчетные схемы. С помощью таких схем осуществлялся возможный перевод по радио сигнал тогда, когда считано определенное число частиц.

Фотоумножители, соединенные с кристаллами, регистрировали вспышки света, возникающие в кристалле при прохождении сквозь них частиц космического излучения. Величина импульса на выходе фотоумножителя в известных пределах пропорциональна количеству света, излученному в момент прохождения частицы космических лучей внутри кристалла. Эта последняя величина в свою очередь пропорциональна той энергии, которая была истрачена в кристалле на ионизацию частиц космических лучей. Выделяя те импульсы, величина которых больше определенного значения, можно исследовать состав космического излучения. Наиболее чувствительная система регистрирует все случаи, когда энергия, выделяемая в кристалле, превосходит 50.000 электрон-вольт. Однако проникающая способность частиц при таких энергиях очень мала. В этих условиях в основном будут регистрироваться рентгеновские лучи.

Счет числа импульсов осуществляется с помощью таких же пересчетных схем, которые были использованы для счета числа заряженных частиц.

Аналогичным образом выделяются импульсы, величина которых соответствует энергосодержанию в кристалле более 500.000 электрон-вольт. В этих условиях в основном регистрируются гамма-лучи.

Путем выделения импульсов еще большей величины (соответствующих энергосодержанию более 5.000.000 электрон-вольт) отмечаются случаи прохождения сквозь кристалл частиц космических лучей, обладающих большой энергией. Следует отметить, что заряженные частицы, входящие в состав космических лучей и летящие практически со скоростью света, будут проходить сквозь кристалл. При этом энергосодержание в кристалле в большинстве случаев будет равно примерно 20.000 000 электрон-вольт.

Помимо измерения числа импульсов, производится определение суммарной ионизации, создаваемой в кристалле всеми видами излучения. Для этой цели служит схема, состоящая из неоновой лампочки, конденсатора и сопротивлений. Эта система позволяет путем измерения числа зажигания неоновой лампочки определять суммарный ток, текущий через фотоумножитель, и тем самым измерять суммарную ионизацию, создаваемую в кристалле.

Исследования, проведенные на космической ракете, дают возможность определить состав космических лучей в межпланетном пространстве.

### Изучение газовой составляющей межпланетного вещества и корпускулярного излучения Солнца

До недавнего времени предполагалось, что концентрация газа в межпланетном пространстве весьма мала и измеряется единицами частиц в кубическом сантиметре. Однако некоторые астрофизические наблюде-

ния последних лет поколебали эту точку зрения.

Давление солнечных лучей на частицы самых верхних слоев земной атмосферы создает своеобразный «газовый хвост» Земли, который направлен всегда от Солнца. Свечение его, которое проектируется на звездный фон ночного неба в виде противосияния, называется зодиакальным светом. В 1953 году были опубликованы результаты наблюдений поляризации зодиакального света, которые привели некоторых ученых к выводу о том, что в межпланетном пространстве в районе Земли содержится около 600—1.000 свободных электронов в кубическом сантиметре. Если это так, в так как среда в целом электрически нейтральна, то в ней должны содержаться и положительно заряженные частицы с такой же концентрацией. При некоторых предположениях из указанных поляризационных измерений была выведена зависимость электронной концентрации в межпланетной среде от расстояния до Солнца, а следовательно, и плотности газа, который должен быть полностью или почти полностью ионизирован. Плотность межпланетного газа должна убывать по мере увеличения расстояния от Солнца.

Другим опытным фактом, говорящим в пользу существования межпланетного газа с плотностью порядка 1.000 частиц в кубическом сантиметре, является распространение так называемых «свистящих атмосферных» — низкочастотных электромагнитных колебаний, вызываемых атмосферными электрическими разрядами. Для объяснения распространения этих электромагнитных колебаний от места их возникновения к месту, где они наблюдаются, приходится предполагать, что они распространяются по силовым линиям магнитного поля Земли, на расстояниях восьми—десяти земных радиусов (т. е. порядка 50—65 тысяч километров) от поверхности Земли, в среде с электронной концентрацией порядка тысячи электронов в 1 кубическом сантиметре.

Однако выводы о существовании в межпланетном пространстве столь плотной газовой среды отнюдь не являются бесспорными. Так, ряд ученых указывает на то, что наблюдаемая поляризация зодиакального света может гаситься не свободными электронами, а межпланетной пылью. Высказываются предположения о том, что в межпланетном пространстве газ присутствует только в виде так называемых корпускулярных потоков, т. е. потоков ионизированного газа, выбрасываемых с поверхности Солнца и движущихся со скоростью 1.000—3.000 километров в секунду.

По-видимому, при современном состоянии астрофизики вопрос о природе и концентрации межпланетного газа нельзя решить с помощью наблюдений, проводимых с поверхности Земли. Эта проблема, имеющая большое значение для выяснения процессов обмена газом между межпланетной средой и верхними слоями земной атмосферы и для изучения условий распространения корпускулярного излучения Солнца, может быть решена с помощью приборов, устанавливаемых на ракетах, движущихся непосредственно в межпланетном пространстве.

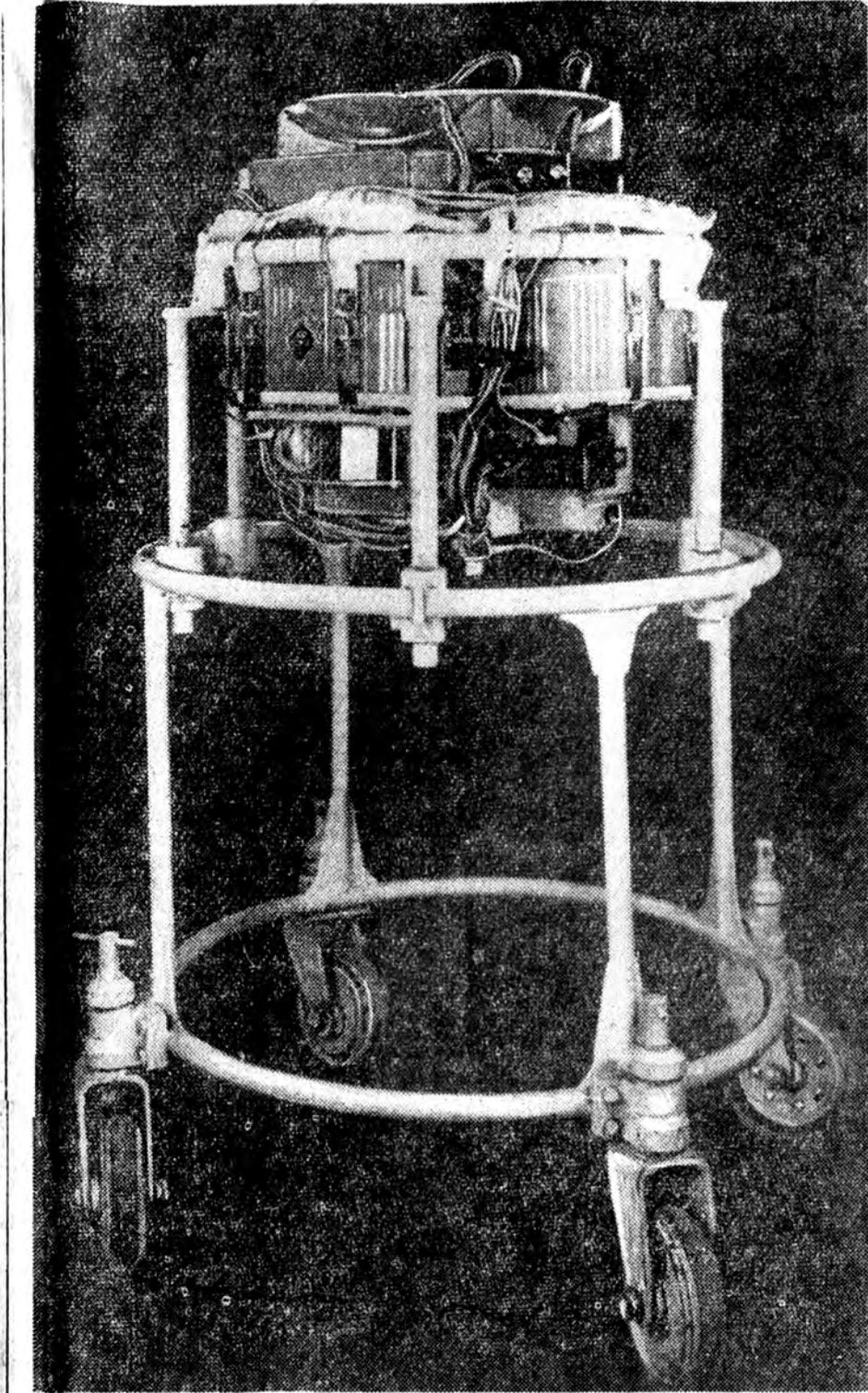
Целью установки приборов для изучения газовой составляющей межпланетного вещества и корпускулярного излучения Солнца на советской космической ракете является проведение первого этапа подобных исследований — попытки прямого обнаружения стационарного газа и корпускулярных потоков в области межпланетного пространства, находящейся между Землей и Луной, и грубой оценки концентрации заряженных частиц в этой области. При подготовке эксперимента на основании имеющихся в настоящее время данных принимаются в качестве наиболее вероятных две следующие модели межпланетной газовой среды:

А. Имеется стационарная газовая среда, состоящая в основном из ионизированного водорода (т. е. из электронов и протонов — ядер водорода) с электронной температурой 5.000—10.000°K (близкой к ионной температуре). Через эту среду времяами проходят корпускулярные потоки со скоростью 1.000—3.000 километров в секунду с концентрацией частиц 1—10 в кубическом сантиметре.

Б. Имеются только спорадические корпускулярные потоки, состоящие из электронов и протонов со скоростями 1.000—3.000 километров в секунду, иногда достигающие максимальной концентрации 1.000 частиц в кубическом сантиметре.

Эксперимент проводится с помощью протонных ловушек. Каждая протонная ловушка представляет собой систему из трех концентрически расположенных полусферических электродов с радиусами 60 мм, 22,5 мм и 20 мм. Два внешних электрода изготовлены из тонкой металлической сетки, третий — сплошной, служит коллектором протонов. Электрические потенциалы электродов относительно корпуса контейнера таковы, что электрические поля, образуемые между электродами ловушки, должны обеспечить как полное собирание всех протонов и выталкивание электронов, попадающих в ловушку из стационарного газа, так и подавление фототока с коллектора, возникающего под действием ультрафиолетового излучения Солнца и других излучений, действующих на коллектор.

Разделение протонов тока, создаваемого в ловушках стационарными ионизированным газом и корпускулярными потоками (если они существуют совместно), осуществляется одновременным использованием четырех протонных ловушек, отличающихся друг от друга тем, что у двух из них на обложки (внешние сетки) подан положительный потенциал, равный 15 вольтам относительно обложки контейнера. Этот тормозный потенциал препятствует попаданию в ловушку протонов из стационарного газа (имеющих энергию порядка 1 электрон-вольта), но не может помешать попаданию на коллектор протонов корпускулярных потоков, обладающих гораздо боль-



Приборная рама контейнера с аппаратурой и источниками питания (на монтажной тележке).

шими энергиями. Две остальные ловушки должны регистрировать суммарные протонные токи, создаваемые как стационарными, так и корпускулярными потоками. Внешняя сетка у одной из них находится под потенциалом обложки контейнера, а у другой — имеется отрицательный потенциал, равный 10 вольтам относительно той же обложки.

Токи в цепях коллекторов после усиления регистрируются с помощью радиотелеметрической системы.

### Исследование метеорных частиц

Наряду с планетами и их спутниками, астероидами и кометами в солнечной системе присутствует большое количество мелких твердых частиц, движущихся относительно Земли со скоростями от 12 до 72 километров в секунду и называемых в комплексе метеорным веществом.

К настоящему времени основные сведения о метеорном веществе, вторгающемся в земную атмосферу из межпланетного пространства, получены астрономическими, а также радиолокационными методами.

Сравнительно крупные метеорные тела, входящие с огромными скоростями в атмосферу Земли, сгорают в ней, вызывая свечение, наблюдаемое визуально и при помощи телескопов. Более мелкие частицы проследиваются радиолокаторами по следу заряженных частиц — электронов и ионов, образующихся при движении метеорного тела.

На основании этих исследований получены данные о плотности метеорных тел вблизи Земли, их скорости и массе от 10<sup>-4</sup> грамма и больше.

Данные о мелких и самых многочисленных частицах с поперечником в несколько микрон получаются из наблюдения рассеяния солнечного света лишь на огромном скоплении таких частиц. Исследование индивидуальной микрометеорной частицы возможно только при помощи аппаратуры, установленной на искусственных спутниках Земли, а также на высотных и космических ракетах.

Изучение метеорного вещества имеет существенное научное значение для геофизики, астрономии, для решения проблем эволюции и происхождения планетных систем.

В связи с развитием ракетной техники и

началом эры межпланетных полетов, открытой первой советской космической ракетой, изучение метеорного вещества приобретает большой практический интерес для определения метеорной опасности для космических ракет и искусственных спутников Земли, находящихся длительное время в полете.

Метеорные тела при соударении с ракетой способны производить на нее разного рода воздействия: разрушить ее, нарушить герметичность кабины, пробить обложку. Микрометеорные частицы, длительное время воздействуя на обложку ракеты, могут вызвать изменение характера ее поверхности. Поверхности оптических приборов в результате столкновения с микрометеорными телами могут превращаться из прозрачных в матовые.

Как известно, вероятность столкновения космической ракеты с метеорными частицами, способными повредить ее, мала, но она существует, и важно правильно оценить ее.

Для исследования метеорного вещества в межпланетном пространстве на приборном контейнере космической ракеты установлены два баллистических пьезоэлектрических датчика из фосфата аммония, регистрирующие удары микрометеорных частиц. Пьезоэлектрические датчики превращают механическую энергию ударяющей частицы в электрическую, величина которой зависит от массы и скорости ударяющей частицы, а число импульсов равно числу частиц, сталкивающихся с поверхностью датчика.

Электрические импульсы с датчика, имеющие вид кратковременных затухающих колебаний, подаются на вход усилителя-преобразователя, разделяющего их на три диапазона по амплитуде и подсчитывающего число импульсов в каждом амплитудном диапазоне.

### Магнитные измерения

Успехи советской ракетной техники открывают перед геофизиками большие возможности. Космические ракеты позволяют производить непосредственные измерения магнитных полей планет специальными магнитометрами или обнаруживать поля планет благодаря их возможному влиянию на интенсивность космического излучения непосредственно в пространстве, окружающем планету.

Полет советской космической ракеты с

магнитометром в сторону Луны является первым таким экспериментом.

Помимо исследования магнитных полей космических тел, громадное значение имеет вопрос об интенсивности магнитного поля в космическом пространстве вообще. Напряженность магнитного поля Земли на расстоянии 60 земных радиусов (на расстоянии лунной орбиты) практически равна нулю. Есть основания полагать, что магнитный момент Луны невелик. Магнитное поле Луны, в случае однородного намагничивания, должно убывать по закону куба расстояния от ее центра. При неоднородном намагничивании интенсивность поля Луны будет убывать еще быстрее. Следовательно, оно может быть надежно обнаружено лишь в непосредственной близости от Луны.

Какова интенсивность поля в пространстве внутри орбиты Луны при достаточном удалении от Земли и Луны? Определяется ли оно значениями, вычисленными из магнитного потенциала Земли, или оно зависит в от других причин? Магнитное поле Земли измерено на третьем советском спутнике в диапазоне высот 230—1.800 км, т. е. до 1/2 радиуса Земли. Относительный вклад возможной непотенциальной части постоянного магнитного поля, влияющие переменной части магнитного поля, будет больше на расстояния нескольких радиусов Земли, где интенсивность ее поля уже достаточно мала. На расстояния пяти радиусов поле Земли должно составлять примерно 400 гамм (один гамма — 10<sup>-6</sup> вб/см).

Установка магнитометра на борту ракеты, летящей в сторону Луны, преследует следующие цели:

1. Измерить магнитное поле Земли и возможные поля токовых систем в пространстве внутри орбиты Луны.
2. Обнаружить магнитное поле Луны.

Вопрос о том, намагничены ли, подобно Земле, планеты солнечной системы и их спутники, является важным вопросом астрономии и геофизики.

Статистическая обработка большого числа наблюдений, выполненная магнитометрами с целью обнаружения магнитных полей планет и Луны по их возможному влиянию на геометрию корпускулярных потоков, выбрасываемых Солнцем, не привела к определенным результатам.

Попытка установления общей связи между механическими моментами космических тел, известных для большинства планет солнечной системы, и их возможными магнитными моментами не нашла экспериментального подтверждения в целом ряде наземных экспериментов, которые следовали из этой гипотезы.

В настоящее время наиболее часто используется в различных гипотезах происхождения магнитного поля Земли модель регулярных токов, текущих в жидком проводящем ядре Земли и вызывающих основное магнитное поле Земли. Вращение Земли вокруг оси при этом привлекается для объяснения частных особенностей земного поля.

Таким образом, согласно этой гипотезе, существование жидкого проводящего ядра является обязательным условием наличия общего магнитного поля.

О физическом состоянии внутренних слоев Луны мы знаем очень мало. До недавнего времени полагали, исходя из вида поверхности Луны, что, если даже горы и лунные кратеры имеют вулканическое происхождение, вулканическая деятельность на Луне давно окончилась и Луна вряд ли имеет жидкое ядро. При такой точке зрения следовало бы полагать, что Луна не обладает магнитным полем, если верна гипотеза происхождения земного магнитного поля. Однако, если вулканическая деятельность на Луне продолжалась, то не исключается возможность существования неоднородной намагниченности Луны и даже общей однородной намагниченности.

Чувствительность, диапазон измерения магнитометра и программа его работы для советской космической ракеты были выбраны, исходя из необходимости решения указанных выше задач. Так как ориентация измерительных датчиков относительно измеряемого магнитного поля непрерывно меняется из-за вращения контейнера и вращения Земли, для эксперимента используется трехкомпонентный магнитометр полного вектора с магнитно-намагниченными датчиками. Три взаимно-перпендикулярных чувствительных датчика магнитометра закреплены неподвижно относительно корпуса контейнера на специальной немагнитной штанге длиной более метра. При этом влияние магнитных частей аппаратуры контейнера все же составляет 50—100 гамм, в зависимости от ориентации датчика. Достаточно точные результаты при измерениях магнитного поля Земли могут быть получены до расстояний 4—5 земных радиусов.

Научная аппаратура, установленная на борту ракеты, функционировала нормально. Получено большое количество записей результатов измерений, которые обрабатываются. Предварительный анализ показывает, что результаты исследований имеют большое научное значение. Эти результаты будут публиковаться по мере обработки наблюдений.

## Искусственная натриевая комета и аппаратура для ее образования

Искусственная натриевая комета представляет собой облако паров натрия в атомном состоянии, которое выбрасывается в космическое пространство с борта ракеты в определенный момент времени. Свечение натриевого облака происходит в результате резонансной флуоресценции. Сущность этого явления состоит в том, что атомы натрия рассеивают солнечный свет в узком интервале частот в желтой части солнечного спектра.

Свет, рассеиваемый натриевым облаком, обладает монохроматичностью, что делает возможным в значительной степени ослабить фон неба при наблюдении облака через специальные световые фильтры. Жесткость натриевого облака, содержащего 1 килограмм натрия и образованного на расстоянии 113.000 километров от Земли, по расчету должна быть примерно шестой звездной величины, что соответствует предельной возможности наблюдения облака невооруженным глазом.

Для сравнения следует указать, что яркость самой космической ракеты в полете на этом расстоянии равна примерно четырнадцатой звездной величине.

Следовательно, создание искусственной натриевой кометы позволяет осуществлять оптическое наблюдение с Земли определенной точки траектории космической ракеты.

Наблюдение натриевой кометы возможно только в ночное время. Это обстоятельство определяет время и место образования натриевого облака при полете космической ракеты. Время образования искусственной кометы было выбрано с таким расчетом, чтобы ее могло видеть возможно большее число наблюдательных станций Советского Союза.

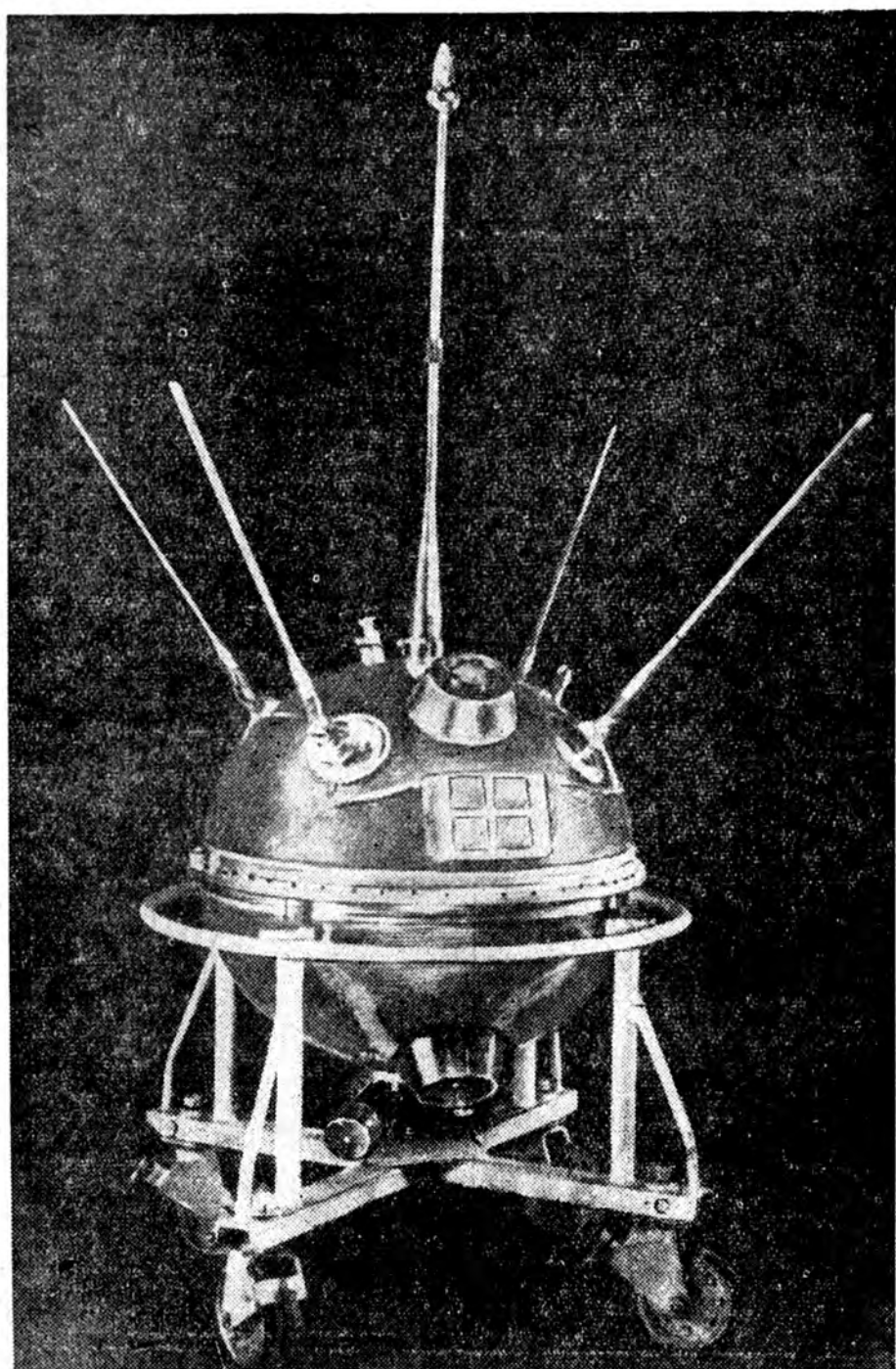
Для образования искусственной натриевой кометы использовалась специальная аппаратура, установленная на последней ступени космической ракеты. Основным узлом этой аппаратуры является испаритель

натрия. Конструкция испарителя дает возможность осуществить испарение одного килограмма натрия в течение 5—7 секунд и выброс натриевого облака в условиях невисокого и глубокого вакуума космического пространства.

Команда, необходимая для срабатывания испарителя в строго определенный момент времени, подается от малогабаритного электронного командного устройства, основой которого являются кварцевые часы.

Успешный запуск советской космической ракеты в сторону Луны и создание первой искусственной планеты — выдающееся достижение советской науки и техники.

Уже недалеко то время, когда по космическим путям, начало которым положено запуском советской ракеты, будут выдвигаться межпланетные корабли к самым отдаленным уголкам солнечной системы. Человечество ступило в эпоху непосредственного проникновения во Вселенную.



Контейнер с научной и измерительной аппаратурой (на монтажной тележке).