

Г. А. ГУРЗАДЯН

ОБ ОДНОМ ПРИНЦИПЕ РАБОТЫ ОРБИТАЛЬНОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ, УПРАВЛЯЕМОЙ КОСМОНАВТОМ

С появлением космических кораблей и орбитальных станций, управляемых космонавтами, открываются новые возможности ведения астрофизических наблюдений во внеатмосферных условиях. Прежде всего, на таких станциях можно разместить более крупные телескопы и прочую астрономическую аппаратуру. Во-вторых, присутствие на орбитальной станции космонавта, даже не являющегося профессиональным астрономом, даст возможность предусмотреть программу наблюдений более широкую и более сложную, чем тогда, когда управление обсерватории целиком возлагается на автоматические системы, действующие с вполне определенной, заранее заложенной и не подлежащей изменению программой.

Особо важна роль космонавта в случаях, когда астрономические наблюдения ведутся фотографическим методом, на фотопленках или фотопластинках. При всех неудобствах и трудностях технического характера преимущества применения фотоматериалов и самого фотографического метода для ведения внеатмосферных наблюдений следует считать более чем бесспорными. Фотографический метод есть и остается наиболее эффективным, а порою незаменимым средством в тех случаях, когда речь идет о получении массовой информации от обширных областей звездного неба, об изучении макроструктуры протяженных небесных объектов, исследовании их тонкой структуры с высоким угловым разрешением и т. д.

Далее, имеются признаки того, что фотографические пленки нельзя слишком долго, скажем несколько месяцев, держать в космическом пространстве; они будут завуалированы. Между тем орбитальные станции и обсерватории рассчитываются на многие месяцы активной работы в Космосе, с периодической заменой экипажа станции. Выход из положения, очевидно, следует искать в том, чтобы периодически, скажем раз в месяц, доставлять на Землю кассеты из орбитальных станций с отснятыми фотопленками и, наоборот, доставлять с Земли

на орбитальную станцию свежие фотопленки, с их последующей установкой в кассетные части телескопов и спектрографов.

Представим себе большую обсерваторию на орбите, оснащенную всеми необходимыми средствами для ведения автономной и программной работы, т. е. проведения астрономических наблюдений без присутствия космонавта. В принципе, конечно, мыслимо создание таких систем, которые позволяли бы после выполнения программы наблюдений осуществить отделение кассет с отснятыми фотопленками от орбитальных телескопов, доставку этих кассет на Землю, а затем обратный процесс—доставку на орбитальную обсерваторию новых кассет со свежими фотопленками, стыковку транспортного корабля с ней и установку кассет на свои посадочные места на телескопах и спектрографах с помощью манипуляторов. Но все это будет сложно, громоздко и, быть может, ненадежно.

Операции, связанные с заменой кассет и фотопленок, следует отнести к числу тех, которые могут быть осуществлены гораздо легче и куда надежнее космонавтом с привлечением минимальных средств автоматики. Даже частичное выполнение этих операций космонавтом, скажем, только отделение кассет с отснятой фотопленкой от телескопов, с целью их последующей отправки на Землю, без установки новых кассет, может быть осуществлено значительно эффективнее, чем автоматическими устройствами.

Наконец, главное—управление работой астрофизической обсерватории космонавтом. Независимо от конкретных научных задач, решения которых могут быть возложены на орбитальную станцию, совершенно ясно, что в подавляющем числе случаев обсерватория должна быть размещена *вне* космического корабля или орбитальной станции. Это—во всех тех случаях, когда либо телескоп очень большой, либо же аппаратура, независимо от ее размеров, рассчитана на прием излучения в области далекого ультрафиолета (короче 2000 А) и рентгеновских лучей. Только в отдельных случаях, когда аппаратура с небольшой апертурой рассчитана на работу в области длиннее 2000 А, ее можно разместить и *внутри* орбитальной станции, перед одним из ее иллюминаторов, изготовленных из чистого кварца.

Задачи многоцелевой орбитальной станции, естественно, не могут быть ограничены обеспечением необходимых условий только для нормальной работы находящейся в ней астрофизической обсерватории. Например, нельзя требовать, чтобы орбитальная станция всегда и с высокой точностью занимала вполне определенную ориентацию в течение длительного времени относительно звездных систем координат; в этом случае все было бы проще, поскольку простой программной уставкой можно было бы повернуть и нацелить телескоп на любую область, доступную с данного положения станции.

Поэтому важно найти решение следующей более общей задачи: нацеливания телескопа или телескопов на нужную звезду и на нужную область неба без программной уставки при более или менее произвольной ориентации корабля относительно неба. Иначе говоря, возникает задача о распознавании светила (объекта) на небе, куда следует направить телескоп.

Распознавание объекта на небе и нацеливание на него телескопа следует считать первой и основной задачей, которая может быть решена более эффективно космонавтом, ведущим астрономические наблюдения на орбите.

Более определенно постановка задачи следующая. Телескоп со своей монтировкой и вспомогательной аппаратурой находится вне корабля и закреплен к его корпусу. Космонавт все время находится внутри корабля и непосредственного доступа к телескопу—в скафандре или через специальный шлюз—не имеет. Более того, телескоп находится даже вне поля зрения космонавта при нормальном обзоре через иллюминаторы корабля. Требуется, чтобы космонавт с помощью системы дистанционного управления направил телескоп на нужный объект на небе с заданной точностью и с последующим обеспечением его точного слежения (гидирования) за объектом. Ниже мы остановимся на одном возможном принципе практического решения этой задачи.

Этот принцип основан на использовании дополнительной оптической визирной трубки, установленной напротив одного из иллюминаторов корабля, и введении первичной следящей системы грубой наводки между этой визирной трубкой и монтировкой телескопа. При этом в качестве датчика положения (или угла) используются потенциометры, установленные по одной паре на осях монтировок обеих систем—визирной трубки и телескопа.

Общая схема обоих узлов системы приведена на рис. 1. Визирная трубка 1 с полем зрения $5-6^\circ$ устанавливается перед иллюминатором 2 через опору 3 к корпусу корабля и может вращаться вокруг осей ω_1 и ω_2 с помощью небольшой монтировки. Недалеко от этого места, непосредственно к корпусу корабля 4 и во внешнем пространстве от него, закреплен телескоп 5 с двухосной монтировкой 6; последняя также может осуществлять вращательные движения вокруг осей ω_1 и ω_2 . Важно, чтобы соответствующие оси монтировок—визира и телескопа—были параллельны друг другу с точностью порядка $10'$ дуги. Далее, оси вращения обеих монтировок—визира и телескопа—соединены между собой электрически (условные пунктирные линии на рис. 1), т. е. со следящей системой наводки. Тогда любой поворот визирной трубки вокруг оси, например ω_2 , на величину угла φ , будет соответствовать такому же повороту телескопа вокруг той же оси (рис. 1).

Имея в виду нелегкие условия работы космонавта на орбите, небольшую разрешающую силу визирной трубки, необходимость сравнительно быстрого поиска и захвата нужной звезды, в особенности при качке корабля, нельзя ожидать, чтобы таким способом телескоп был направлен на нужную звезду с точностью лучшей, чем ± 0.5 .

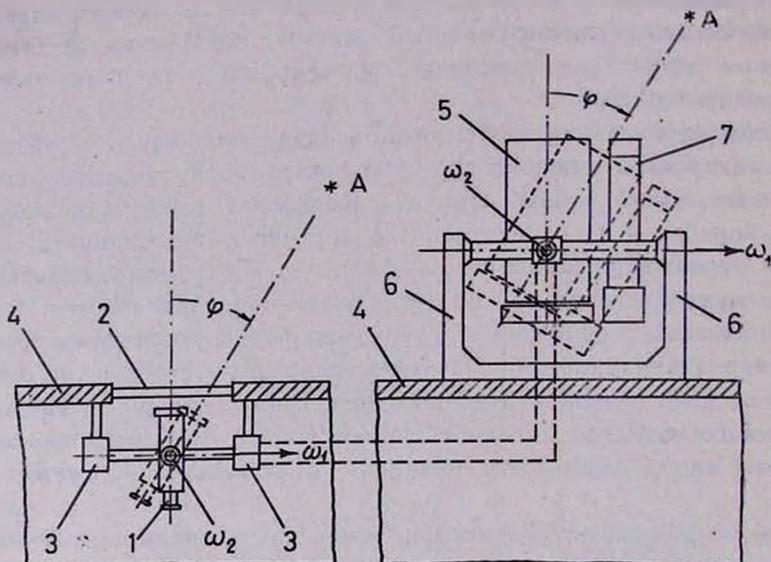


Рис. 1. Принципиальная схема управления работой телескопа (справа) путем его принудительного нацеливания на звезду А с помощью визирной системы (слева).

Նկ. 1. Աստղադիտակի կառավարման սկզբունքային սխեման (աջից) երբ այն աստղի վրա է ուղղվում հեռադիտակային սխեմայի օգնությամբ (ձախից):

Повтому к телескопу, параллельно его оптической оси, крепится звездный двухосный фотогид 7 с полем зрения около 3° —значительно большим, чем точность захвата телескопом (теперь уже фотогидом) звезды А. Как только нацеленная звезда А окажется в поле зрения фотогида, автоматически подключается следящая система тонкой наводки, которая, работая уже независимо от первичной следящей системы, доводит эту звезду до оптической оси фотогида (телескопа) и осуществляет автоматическое слежение за ней с заданной точностью (минуты или секунды дуги). С переходом звезды А в поле зрения фотогида автоматически отключается наводящая следящая система от визирной трубки и монтировки телескопа. Переход телескопа в режим точного слежения за звездой, т. е. появление звезды на оптической оси звездного фотогида, фиксируется зажиганием электрической лампы на пульте управления всей системы, который находится рядом с визирной трубкой. В этот момент космонавт нажимает кнопку пуска программного устройства, которое и программирует всю дальнейшую

работу телескопа, т. е. фотографирование объекта с заданной последовательностью экспозиций. Для перехода на другую звезду отключается следящая система телескопа, подключается первичная следящая система визира, и все начинается снова.

Что касается угла обзора визирной трубки, в пределах которого может быть осуществлен поиск и захват нужной звезды, то он зависит от размеров иллюминатора и визирной трубки. Практически этот угол может быть довольно большим—порядка $\pm 30^\circ$. Это одновременно является предельным углом качки орбитальной станции, допустимым при работе обсерватории.

Описанный принцип управления работой орбитальной обсерватории космонавтом был заложен в основу разработки системы „Орион“, установленной на орбитальной станции „Салют“ и предназначенной для получения индивидуальных спектрограмм звезд в области длин волн 2000—3800 А.

В системе „Орион“ роль космонавта заключается, главным образом, в распознавании нужного объекта (звезды) на небе и нацеливании на него визирной трубки. Само гидирование звезды с заданной точностью, экспонирование, а также программирование работы телескопа осуществляется автоматически, без вмешательства космонавта.

Одной из основных задач, поставленных во время первого полета космической обсерватории „Орион“, была проверка в натуральных условиях практичности и жизнеспособности описанного выше принципа работы обсерватории, управляемой космонавтом, не являющимся профессиональным астрономом, но прошедшим некоторую подготовку на Земле. При этом необходимо было обеспечить требуемую точность получаемых научных данных и надежность работы автоматических систем и кинематических узлов.

Как показывает анализ данных первого полета „Ориона“ на „Салюте“, заложенный в его основу принцип работы орбитальной обсерватории совместно с космонавтом оправдал себя полностью и может быть применен в дальнейшем при разработке более мощных космических обсерваторий.

Филиал БАО по Космическим Исследованиям,
СКБ „Астро“

ՏԻՆՁՆԵՐԱԳՆԱՑԻ ԿՈՂՄԻՑ ԿԱՌԱՎԱՐՎՈՂ ՈՒՂՆԾՐԱՑԻՆ
ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՄԻ ՍԿՋՐՈՒՆՔԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Քննարկվում է բազմանպատակային ուղեծրային կայանի վրա դրված որևէ աստղադիտարանի միջոցով բարձր ճշտությամբ դիտումներ կատարելու հնարավորությունը այն դեպքում, երբ աստղադիտարանի կառավարումը իրագործվում է ոչ աստղագետ տիեզերագնացի միջոցով: Հստ էության խոսքը վերաբերվում է կայանից դուրս տեղակայված աստղադիտակի (կամ աստղադիտակների) այս կամ այն աստղի վրա ուղղելուն՝ տիեզերանավի ավել կամ պակաս շափով կամայական կողմնորոշման դեպքում: Այդ խնդիրը ներկա դեպքում լուծվում է լրացուցիչ հեռադիտակային սիստեմի օգնությամբ, որը նախօրոք դրված է տիեզերանավի պատուհաններից մեկի առջև (ներսից) և որը միացված է դրսում գտնվող աստղադիտակի նախնական հետևող սիստեմի հետ: Որպես դիրքի կամ անկյան տվիչ՝ այս դեպքում օգտագործվում են պոտենցիոմետրերը: Տիեզերագնացը հիշյալ հեռադիտակի օգնությամբ բռնում է ուսումնասիրության ենթակա աստղը, իսկ նախնական հետևող սիստեմը ինքնըստինքյան ուղղում է աստղադիտակը հենց այդ նույն աստղի վրա՝ $\pm 0^{\circ}.5$ ճշտությամբ: Դա բավական է, որպեսզի աստղը բռնվի այս անգամ արդեն աստղադիտակի վրա տեղակայված ճշգրիտ օպտիկական սարքի միջոցով, որը և ապահովում է աստղին հետևելը՝ բարձր ճշտությամբ: Այս պահից էլ սկսվում է աստղադիտակի ծրագրային աշխատանքը, որը տարվում է ինքնակամ կերպով՝ առանց տիեզերագնացի միջամտության:

G. A. GURZADYAN

HIGHLIGHTING A MODE OF OPERATION OF THE ORBITAL
ASTRONOMICAL OBSERVATORY MANNED
BY A COSMONAUT

S u m m a r y

The paper deals with the problem of introducing high-precision astronomical observations with the help of an astrophysical observatory installed in a multipurpose orbital station and manned by a cosmonaut who is not a professional astronomer. As a matter of fact the principal concern is to level the telescope or telescopes outside the spaceship at the proper star without programmed assignment when the ship is more or less arbitrarily oriented in respect of the sky. The task assigned is resolved with the help of an additional optical aiming tube set

against one of the illuminators of the spaceship and by introducing a primary follow-up system of rough sighting between the aiming tube and the installation of the telescope. In this case potentiometers are used as position (or angle) sensors. The spaceman levels the aiming tube at the proper star while the primary system directs the telescope to the same star with the accuracy of ± 0.5 . This is sufficient for the proper star to be caught by the photoguide, set on the telescope, which does the automatic tracking of the star with high precision. This marks the beginning of the programmed work of the telescope controlled by a board programming device.