

Система ориентации и управления движением

Система ориентации и управления движением совместно с исполнительными органами (двигателями ориентации) и корректирующей двигательной установкой предназначена для решения ряда задач. Эта система обеспечивает автоматическую и ручную ориентацию станции в орбитальной системе координат, а также разворот и ориентацию осей станции в заданные точки небесной сферы. Она используется также для автоматической и ручной ориентации станции плоскостью солнечных батарей на Солнце с последующей закруткой станции вокруг оси, перпендикулярной плоскости батарей. Кроме того, система служит для автоматической стабилизации станции при работе двигательной установки, для выключения двигателей после достижения заданной величины приращения скорости (при коррекции орбиты станции), для управления процессами сближения и стыковки транспортного корабля со станцией.

Автоматическое управление используется для проведения динамических операций при отсутствии экипажа на борту станции, а также для облегчения работы экипажа. Ручное управление расширяет возможности ориентации станции и повышает надежность выполнения программы полета.

Система ориентации и управления движением включает в себя следующую аппаратуру:

-ионные датчики ориентации по вектору скорости, в которых поток ионов воспринимается четырьмя ионными ловушками, расположенными симметрично относительно продольной оси станции (при отклонении продольной оси от направления вектора скорости на выходе датчика формируются управляющие сигналы, пропорциональные разности токов соответствующих ионных ловушек);

-инфракрасный построитель местной вертикали, принцип работы которого основан на использовании ИК-излучения края земного диска и атмосферы;

-датчик ориентации на Солнце, имеющий центральное поле зрения и четыре боковые обзорные зоны для обнаружения Солнца и приведения его изображения в центральное поле зрения;

-датчики угловых скоростей по трем взаимно перпендикулярным направлениям;

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «11 класс»
Игровой номер 13f134

-блок свободных гироскопов, обеспечивающий программные развороты станции относительно исходных направлений ориентации;

-интегратор продольных ускорений для выключения корректирующей двигательной установки после набора заданного приращения скорости;

-блок стабилизации, служащий для усиления и преобразования сигналов гироскопических датчиков;

-блок включения двигателей ориентации, осуществляющий формирование управляющих сигналов на включение соответствующих двигателей ориентации;

-комплекс радиолокационной аппаратуры сближения, обеспечивающий (совместно с аппаратурой транспортного корабля) измерение углового положения, относительной скорости и расстояния между кораблем и орбитальным блоком станции в процессе сближения на орбите.

Стабилизация станции при работе основного корректирующего двигателя осуществляется двигателями ориентации, а при работе дублирующего двигателя - специальной системой сопел корректирующей двигательной установки. Управление этими соплами происходит посредством рулевых приводов по командам, поступающим из блока стабилизации.

Для наведения оптических приборов на требуемый участок небесной сферы система ориентации и управления обеспечивает вращение станции с постоянной угловой скоростью относительно направления на Солнце (при соответствующей угловой установке солнечного датчика) до появления требуемой звезды в поле зрения прибора.

Одним из важнейших является режим сближения и последующей стыковки транспортного корабля с орбитальным блоком станции. Сближение до расстояния порядка 15-30 км производится изменением орбит орбитального блока и транспортного корабля. Далее взаимное сближение осуществляется транспортным кораблем (который является активным объектом) с помощью комплекса радиолокационной аппаратуры, установленной на его борту, и ответной аппаратуры орбитального блока.

Ручная ориентация станции осуществляется с главного и вспомогательных постов, оборудованных оптическими приборами ориентации и ручками управления. Ручка управления ориентацией обеспечивает управление по трем каналам и имеет соответственно три степени свободы. Она позволяет задавать

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «11 класс»
Игровой номер 13f134

станции угловые скорости до нескольких градусов в секунду, причем возможен прецизионный режим ориентации с минимальными угловыми скоростями.

Оптический прибор орбитальной и солнечной ориентации представляет собой совокупность одной «центральной» оптической системы и восьми «периферийных». Горизонт Земли наблюдается в восьми отдельных зонах, что позволяет ориентировать станцию по местной вертикали в широком диапазоне высот и из любого первоначального положения. Для облегчения ориентации предусмотрена специальная сетка. С целью уменьшения яркости изображения при ориентации на Солнце в приборе используются плотные фильтры.

Система ориентации и управления движением может функционировать в ряде режимов автоматического и ручного управления, в числе которых - режим ориентации солнечных батарей на Солнце. По сигналам датчика солнечной ориентации, ось визирования которого установлена перпендикулярно плоскости солнечных батарей, станция поворачивается. При этом изображение Солнца приводится в центр поля зрения прибора. Затем для обеспечения гироскопической стабилизации станции осуществляется ее «закрутка» (относительно направления на Солнце) с угловой скоростью около $3^\circ/\text{с}$. Для компенсации действия возмущающих моментов направление оси вращения станции периодически корректируется до совмещения ее с направлением на Солнце.

Автоматическая орбитальная трехосная ориентация станции выполняется по сигналам инфракрасного построителя вертикали (по двум каналам управления - тангажу и крену) и сигналам ионных датчиков по каналу курса. Предусмотрена также возможность проведения одноосной ориентации по вектору скорости с использованием ионных датчиков.

Система исполнительных органов функционально является частью системы ориентации и управления движением. Она предназначена для создания управляющих моментов при ориентации и стабилизации станции.

Управляющие моменты создаются жидкостными ракетными микродвигателями ориентации, работающими на двухкомпонентном топливе. Запас топлива и ресурс работоспособности системы обеспечивают проведение динамических операций в длительном орбитальном полете. Для повышения надежности работы системы в ее схеме предусмотрено дублирование наиболее ответственных элементов.

Система исполнительных органов состоит из пневмогидравлической системы вытеснительного типа, реактивных микродвигателей ориентации и блоков включения и контроля.

Пневмогидравлическая система предназначена для хранения компонентов топлива и подачи их под давлением к двигателям. В нее входят баллоны стазом высокого давления, агрегаты подачи и редуцирования газа, баки с компонентами, датчики контроля температур, давлений и расхода компонентов.

Реактивные микродвигатели служат для создания импульсов тяги по трем каналам управления станцией - тангажу, рысканию и крену. В системе имеются основной и дублирующий комплекты двигателей.

Блоки включения и контроля осуществляют включение определенных двигателей по командам, поступающим от системы управления, контроль их работы, а также выбор основного или дублирующего комплекта двигателей.

Будет ли течь вода в невесомости

Привычного нам течения воды на Земле, которое происходит благодаря силе тяжести, в невесомости не будет. Сила поверхностного натяжения в условиях невесомости будет больше, чем сила тяжести, поэтому если вынуть воду из ёмкости, то она будет принимать шарообразную форму и парить в невесомости. Однако все вязкостные свойства воды сохранятся, и если ей сообщить ускорение, то вода спокойно «потечёт» в указанном направлении.

Как удалить пузырьки воздуха из воды на космической станции

Эксперименты показали, что в условиях невесомости пузырьки воздуха, образовавшиеся в воде, не стремятся из неё выйти. Они постепенно собираются в один пузырь, расположенный примерно в центре капли воды. Это происходит из-за малой равнодействующей силы, действующей в условиях невесомости, следовательно ничтожно малого веса как воды так и воздуха. Для того чтобы их разделить необходимо придать им вес (силу с которой они будут действовать на опору или подвес). На практике для этого используется центрифуга, которая придаёт воде центростремительное ускорение и увеличивает разницу в весе воды и воздуха.

Что такое радиотелескоп

Радиотелескоп — астрономический инструмент для приёма собственного радиоизлучения небесных объектов (в Солнечной системе, Галактике и Метагалактике) и исследования их характеристик, таких как: координаты, пространственная структура, интенсивность излучения, спектр и поляризация.

Радиотелескоп состоит из двух основных элементов: антенного устройства и очень чувствительного приёмного устройства — радиометра. Радиометр усиливает принятое антенной радиоизлучение и преобразует его в форму, удобную для регистрации и обработки.

Конструкции антенн радиотелескопов отличаются большим разнообразием, что обусловлено очень широким диапазоном длин волн, используемых в радиоастрономии (от 0,1 мм до 1000 м). Антенны радиотелескопов, принимающих мм, см, дм и метровые волны, чаще всего представляют собой параболические отражатели, подобные зеркалам обычных оптических рефлекторов. В фокусе параболоида устанавливается облучатель — устройство, собирающее радиоизлучение, которое направляется на него зеркалом. Облучатель передаёт принятую энергию на вход радиометра, и, после усиления и детектирования, сигнал регистрируется на ленте самопишущего электроизмерительного прибора. На современных радиотелескопах аналоговый сигнал с выхода радиометра преобразуется в цифровой и записывается на жёсткий диск в виде одного или нескольких файлов.

Для направления антенн в исследуемую область неба их устанавливают обычно на Азимутальных монтировках, обеспечивающих повороты по азимуту и высоте (полноповоротные антенны). Существуют также антенны, допускающие лишь ограниченные повороты, и даже полностью неподвижные. Направление приёма в антеннах последнего типа (обычно очень большого размера) достигается путём перемещения облучателей, которые воспринимают отражённое от антенны радиоизлучение.

Принцип работы радиотелескопа больше схож принципом работы фотометра, нежели оптического телескопа. Радиотелескоп не может строить изображение непосредственно, он лишь измеряет энергию излучения, приходящего с направления, в котором «смотрит» телескоп. Таким образом, чтобы получить изображение протяженного источника, радиотелескоп должен промерить его яркость в каждой точке.

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «11 класс»
Игровой номер 13f134

Ввиду дифракции радиоволн на апертуре телескопа, измерение направления на точечный источник происходит с некоторой ошибкой, которая определяется диаграммой направленности антенны и накладывает фундаментальное ограничение на разрешающую способность инструмента:

$$\theta_{min} = \frac{\lambda}{D},$$

где λ — длина волны, D — диаметр апертуры. Высокая разрешающая способностью позволяет наблюдать более мелкие пространственные детали исследуемых объектов. Чтобы улучшить разрешающую способность, нужно либо уменьшить длину волны, либо увеличить апертуру. Однако использование малых длин волн повышает требования к качеству поверхности зеркала (см. критерий Релея). Поэтому обычно идут по пути увеличения апертуры. Увеличение апертуры также позволяет улучшить ещё одну важную характеристику — чувствительность. Радиотелескоп должен обладать высокой чувствительностью, чтобы обеспечить надёжную регистрацию как можно более слабых источников. Чувствительность определяется уровнем флуктуаций плотности потока ΔP :

$$\Delta P = \frac{P}{S\sqrt{\Delta ft}},$$

где P — мощность собственных шумов радиотелескопа, S — эффективная площадь (собирающая поверхность) антенны, — полоса частот и — время накопления сигнала. Для повышения чувствительности радиотелескопов увеличивают их собирающую поверхность и применяют малошумящие приёмники и усилители на основе мазеров, параметрических усилителей и т. д.