

Yu. M. Yermoshkin, V. A. Raevsky, V. M. Urusov

GEOSTATIONARY SPACECRAFT ATTITUDE AND ORBIT CONTROL BY MOTIONLESS ORBIT CONTROL THRUSTERS

There is considered the application of the geostationary SC orbit control thrusters to attitude and orbit control together. It is analyzed the scheme of motionless thrusters. It is given the possible method to fulfill the orbit control thrusters firings with a control moments creation. It is considered the preferences and deficiencies of this method.

Keywords: spacecraft, propulsion subsystem, orbital control, attitude control, thruster allocation.

© Ермошкин Ю. М., Раевский В. А., Урусов В. М., 2009

УДК 621.7(07)

Е. Н. Гарин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ КООРДИНАТ НА ОСНОВЕ РЕТРАНСЛЯЦИИ НАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ СИСТЕМ ГЛОНАСС И GPS

Рассматривается возможность определения навигационных параметров объекта (координат, скорости и направления движения, параметров частотно-временной шкалы, пространственной ориентации) на основе результатов измерения радионавигационных параметров (задержки, доплеровского сдвига частоты и др.) ретранслированных сигналов НКА.

Ключевые слова: сигнал, координаты, частота, опорный генератор, навигационный космический аппарат, фаза.

Под ретрансляцией сигналов НКА систем ГЛОНАСС и GPS понимается их повторное излучение после приема и обработки в аппаратуре ретрансляции (далее ретранслятор). Обработка сигналов в ретрансляторе может включать в себя усиление, преобразование частоты, фильтрацию и дополнительное кодирование сигнала НКА. Ретранслированный сигнал проходит по радиоканалу и поступает в аппаратуру приема и обработки ретранслированного сигнала (АПОРС). В АПОРС производится обработка сигналов, передаваемых ретранслятором в соответствии с алгоритмом, обеспечивающим решение целевой задачи, в том числе выполняется измерение радионавигационных параметров (задержки, доплеровского сдвига частоты и пр.) сигналов НКА, принятых на объекте, а также решение навигационно-временной задачи (НВЗ) для объекта. Ретрансляция сигналов НКА с борта объекта может использоваться в различных целях:

– дистанционное определение координат и скорости объекта (подвижного или неподвижного) на опорной станции (подвижной или неподвижной);

– определение координат объекта, который не принимает сигналы НКА (или принимает их недостаточно для решения НВЗ) по ретранслированным сигналам НКА, излучаемым ретрансляторами, находящимися в условиях благоприятных для приема сигналов НКА.

Дистанционное определение навигационных параметров объекта (координат, скорости и направления движения, параметров частотно-временной шкалы, пространственной ориентации) возможно при организации в

АПОРС решения навигационно-временной задачи (НВЗ) на основе результатов измерения радионавигационных параметров (задержки, доплеровского сдвига частоты и др.) ретранслированных сигналов НКА. Такой подход может использоваться как альтернатива системе дистанционного определения навигационных параметров объекта, построенной на основе размещенного на объекте комплекта из «традиционной» АРН, выполняющей решение НВЗ, и аппаратуры передачи информации о результатах решения НВЗ. При использовании ретрансляции аппаратура передачи информации заменяется аппаратурой ретрансляции, а АРН значительно уменьшается по массе, габаритам, потребляемой мощности и стоимости за счет исключения из ее состава таких узлов как блок цифровой обработки сигналов (БЦОС) и вычислительный блок (ВБ).

Дополнительным преимуществом решения навигационно-временной задачи по ретранслированным сигналам является возможность реализации на АПОРС относительного режима определения навигационных параметров объекта в реальном времени. При этом, для организации такого режима, не требуется передачи от объекта никакой дополнительной информации.

Необходимо отметить, что поскольку решение НВЗ производится в АПОРС, на самом объекте информация о его навигационных параметрах отсутствует. Такое положение нормально для задач наблюдения за объектом. Если же для объекта требуется одновременно решать задачи навигации и/или управления (наведения), то возникает необходимость в дополнительном канале передачи информации на объект.

При распространении сигнала НКА по трассе ретрансляции возникает его дополнительная задержка, определяемая расстоянием между ретранслятором и АПОРС, а также дополнительный доплеровский сдвиг частоты, обусловленный взаимным перемещением ретранслятора и АПОРС. Эти факторы искажают результаты измерения радионавигационных параметров НКА, выполняемого в АПОРС с целью решения НВЗ и определения навигационных параметров объекта.

Дополнительным фактором, искажающим результаты решения в ЛПОРС НВЗ для объекта ретранслировавшего сигнал НКА, является отклонение частотно-временной шкалы АПОРС от частотно-временной шкалы ретранслятора.

Для исключения (учета) влияния на результаты решения НВЗ в АПОРС трассы распространения ретранслированного сигнала НКА, а также параметров частотно-временной шкалы АПОРС можно использовать специальный пилот-сигнал, который формируется в ретрансляторе и транслируется с объекта вместе с ретранслируемым сигналом НКА. На опорной станции производится измерение параметров, таких как задержка и доплеровский сдвиг частоты (ДСЧ) пилот-сигнала относительно частотно-временной шкалы АПОРС. Результаты этого измерения позволяют определить дополнительную задержку сигнала НКА, обусловленную трассой ретрансляции и отклонением временной шкалы АПОРС от временной шкалы ретранслятора, а также дополнительный доплеровский сдвиг частоты сигналов НКА, обусловленный взаимным перемещением ретранслятора и АПОРС и отклонением частоты опорного генератора (ОГ) АПОРС от частоты ОГ ретранслятора.

Можно предложить несколько методов использования пилот-сигнала. Во-первых, это непосредственная синхронизация ОГ АПОРС по пилот-сигналу. В этом варианте реализуется контур автоподстройки (аналоговый или цифровой) частоты ОГ АПОРС по частоте принятого пилот-сигнала. Преимуществом данного варианта является отсутствие дополнительного усложнения программного обеспечения АПОРС в части первичной обработки и решения НВЗ. Недостатком варианта с непосредственной подстройкой частоты ОГ АПОРС по частоте пилот-сигнала является ограничение пропускной способности АПОРС. В данном варианте АПОРС может одновременно обрабатывать сигнал только одного ретранслятора.

Другим вариантом использования пилот-сигнала может быть измерение частоты пилот-сигнала относительно ОГ АПОРС. В этом варианте синхронизация процессов в АПОРС производится от собственного ОГ, частота которого не подстраивается под частоту принятого пилот-сигнала. В АПОРС выполняется оценка отклонения частоты принятого пилот-сигнала от номинального значения и с использованием этой информации осуществляется исключение из оценки частоты ретранслированного сигнала НКА дополнительной составляющей, обусловленной трассой распространения и параметрами частотно-временной шкалы АПОРС.

Данный вариант несколько сложнее в реализации, поскольку требует переработки программного обеспечения первичной обработки информации АПОРС. Преимуществом является отсутствие принципиальных ограничений на пропускную способность АПОРС. Одна АПОРС может одновременно обслуживать несколько ретрансляторов.

Возможен режим работы АПОРС «как на объекте». В этом режиме в АПОРС обеспечивается решение НВЗ так же, как если бы оно происходило непосредственно на объекте. АПОРС как бы представляет собой «продолжение» навигационного приемника объекта, например, его БЦОС и ВБ. Аппаратура ретранслятора, трасса ретрансляции и приемные блоки АПОРС «вставлены в разрыв» между приемной антенной, радиотрактом (его частью) и остальными блоками «традиционной» АРН.

Работа АПОРС в режиме определения относительных координат будет выглядеть следующим образом. В этом режиме АПОРС наряду с приемом ретранслированных сигналов от ретранслятора в частотном диапазоне ретрансляции производит прием сигналов НКА в стандартном частотном диапазоне. Совместная обработка результатов измерения сигнала НКА, принятого навигационной антенной АПОРС, и сигнала НКА, принятого на объекте и ретранслированного с помощью ретранслятора, позволяет реализовать высокоточное определение относительных координат объекта относительно АПОРС. Причем в данном режиме возможна реализация для подвижного объекта как кодового, так и фазового режима определения относительных координат. Реализация фазового режима возможна за счет того, что на АПОРС, благодаря использованию пилот-сигнала, имеется полная информация о частотно-временной шкале объекта.

E. N. Garin

THE DETERMINATION OF RELATIVE COORDINATES BASED ON THE RETRANSMISSION OF NAVIGATION SIGNALS OF THE GLONASS AND GPS SYSTEMS

A determination possibility of navigation parameters of an object (coordinates, speed and direction of movement, parameters of the frequency-time scale, spatial orientation) based on the results of radio navigation parameters measurement (signal delay, Doppler frequency shift, etc.) of NSV retransmitted signals is overlooked.

Keywords: signal, coordinates, frequency, reference generator, navigation spacecraft, phase.

© Гарин Е. Н., 2009