УДК 521.312

Е. В. Ислентьев

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

СИСТЕМА КОЛЛОКАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ

Предлагается система коллокации космических аппаратов на геостационарной орбите, обеспечивающая их взаимное безопасное пространственное разнесение в одной точке стояния.

В настоящее время значительно увеличилось количество космических аппаратов (КА) на геостационарной орбите (ГСО) в силу ее эффективности для наземного потребителя – любой спутник, находящийся на данной орбите, практически неподвижен относительно наземного потребителя. Поэтому каждая точка стояния на геостационарной орбите закреплена за отдельным государством. Рост количества аппаратов и ограничение количества точек стояния приводят к необходимости размещения в одной точке стояния нескольких КА. В настоящее время в некоторых точках стояния находится до 7 КА (Astra 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1H, 19,2° восточной долготы), удерживаемых в области ±0,05° по долготе и широте. В связи с этим обеспечение взаимного безопасного удержания КА и их коллокации представляет из себя серьезную научно-техническую проблему.

Для обеспечения расчета коррекций всех КА, находящихся в одной точке стояния, в настоящее время используются средства наземного контура управления (НКУ). С их помощью производится измерение параметров движения всех КА, находящихся в одной точке стояния, по ним определяются параметры их орбит, рассчитываются параметры коррекции удержания для каждого из КА, которые затем закладываются на борт КА. Данная схема требует постоянного привлечения наземного контура управления и наземных измерительных средств для обеспечения коллокации КА на ГСО.

В настоящее время в ОАО «ИСС» разработана и успешно эксплуатируется на КА Радуга-1М – аппаратура радионавигации [1–3], использующая сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS. Использование данной аппаратуры позволяет определять координаты и вектор скорости КА на его борту без привлечения наземного контура управления, а также обеспечивать расчет параметров коррекции КА для обеспечения его удержания в заданной области по долготе и широте.

Использование аппаратуры обеспечивает возможность удержания в заданной области только одного спутника, так как расчет коррекций производится исходя из решения задачи оптимального удержания только данного спутника. Информация о параметрах движения других КА, находящихся в этой же точке стояния, а также совершаемых ими коррекциях, на борту спутника отсутствует.

Предлагается использовать межспутниковую линию связи между несколькими КА, находящимися в одной точке стояния. В силу небольшого расстояния между КА (не более 102 км, определяется исходя из размера точки стояния по долготе и широте ±0,05°) требуется небольшая энергетика линии связи между спутниками. Для передачи информации между КА можно использовать широко направленные приемопередающие антенны командно-измерительной системы, штатно используемые для взаимодействия КА с НКУ. В качестве передаваемой информации выступают параметры орбиты КА, а также параметры маневров всех КА, входящих в группировку. При этом расчет параметров коррекции орбиты для всех КА производится на борту одного спутника по информации о параметрах орбиты, полученных от всех КА. Полученные параметры коррекции орбиты передаются на все КА из состава группировки. При этом решение задачи расчета параметров коррекции может производиться на борту любого КА. Выбор спутника, на котором осуществляется, расчет производится по командам с НКУ.

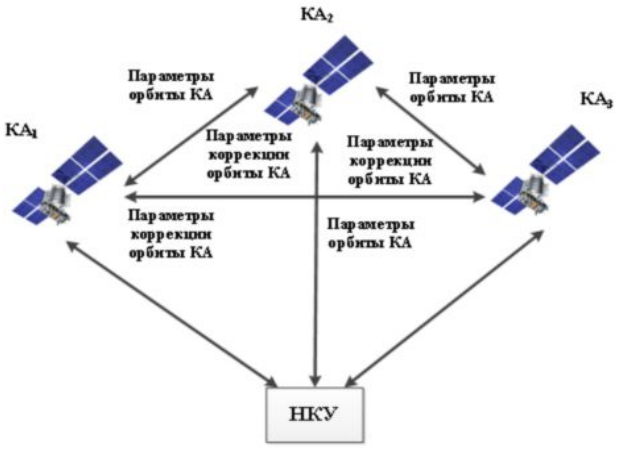


Схема взаимодействия НКУ и КА на ГСО, находящихся в коллокации

Использование данной схемы позволит обеспечить расчет параметров орбиты всех КА на ГСО, находящихся в одной точке стояния, в автономном режиме без привлечения наземного контура управления и наземных измерительных средств. НКУ будет осуществлять лишь функцию контроля и привлекаться в слу-

чае возникновения нештатных ситуаций на борту КА, а также формировать управляющие воздействия для выбора спутника, который будет рассчитывать параметры безопасной коррекции орбиты для всех КА, входящих в группировку.

Библиографические ссылки

1. Бартенев В. А., Гречкосеев А. К., Ислентьев Е. В. Бортовые алгоритмы навигации космического аппарата на геостационарной орбите по сигналам космических навигационных систем ГЛОНАСС и GPS // Фундаментальные и прикладные проблемы современной механики : докл. IV Всерос. науч. конф. (5–7 окт. 2004, г. Томск). Томск : Изд-во Томс. ун-та, 2004. С. 4–5.

2. Ислентьев Е. В., Гречкосеев А. К. Определение параметров орбит геостационарных космических аппаратов по сигналам навигационных систем ГЛОНАСС и GPS // Изв. вузов. Приборостроение. Т. 47, № 4. 2004. СПб. : А-принт, 2004. С. 5–9.

3. Патент РФ RU2325667C7. Е. В. Ислентьев, А. К. Гречкосеев, В. И. Кокорин. Способ определения вектора состояния космического аппарата по сигналам космических навигационных систем. МПК7 G01S 5/12.

E. V. Islentev

JSC «Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems», Russia, Zheleznogorsk

SYSTEM OF GEOSTACIONERY SATELLIES COLLOCATION

The system of collocation of geostationary satellites providing their safety spatial disposition interference in one node of orbit is proposed.

© Ислентьев Е. В. 2012

УДК 521.312

Е. В. Ислентьев

ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева», Россия, Железногорск

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ

Предлагается система обеспечения безопасного управления движением космического аппарата на геостационарной орбите, определяющая наличие космического мусора в окружающем спутник пространстве и формирующая параметры коррекции орбиты спутника таким образом, чтобы избежать столкновения с мусором.

Геостационарная орбита (ГСО) активно используется, начиная с 70-х годов прошлого века в силу ее эффективности для наземного потребителя, так как космические аппараты (КА), находящиеся на орбите, практически неподвижны относительно наземного потребителя. В силу длительного использования на данной орбите появилось большое количество КА на ГСО, отработавших свой ресурс либо пришедших в негодность в силу отказа, и превратившихся в космический мусор. Также на данной орбите появилось большое количество космического мусора (КМ), образовавшегося в результате столкновения вышедших из строя КА как между собой, так и с действующими спутниками [1].

Увеличение количества КМ представляет угрозу для активных КА, выполняющих свою целевую задачу на геостационарной орбите. Данные по известному КМ каталогизируются, например, в базе данных NORAD. Однако в силу неуправляемого движения космического мусора происходят его взаимные столкновения, и требуется время для определения параметров орбиты вновь образовавшегося мусора. Также параметры орбит КМ известны с определенной погрешностью, и поэтому со временем деградируют.

Для обеспечения безопасного управления движением КА необходимо постоянно учитывать параметры движения КМ, находящегося в непосредственной близости от КА, производить в центре управления полетом расчет параметров коррекции спутника таким образом, чтобы избежать столкновения с ним.

В настоящее время в ОАО «ИСС» разработана и успешно эксплуатируется на КА Радуга-1М – аппаратура радионавигации [2; 3], производящая измерения по использующим сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS, и функционирующая в составе системы навигации и управления движением (СНУД). По полученным измерениям СНУД производит определение координат и вектора скорости КА, а также обеспечивает расчет параметров коррекции орбиты для обеспечения его удержания в заданной области по долготе и широте.