

УДК 629.78

**ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРИВОДАМИ  
И АНИМАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКА ЗЕМЛЕОБОЗОРА**

Сомова Т. Е., Кузнецов П. К.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Для управления ориентацией спутников землеобзора (рис. 1) применяются электромеханические приводы на основе реактивных маховиков (РМ) (рис. 2) и гиродинов (ГД) (рис. 3).

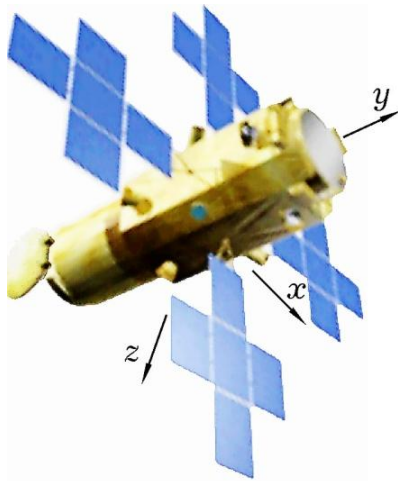


Рис. 1

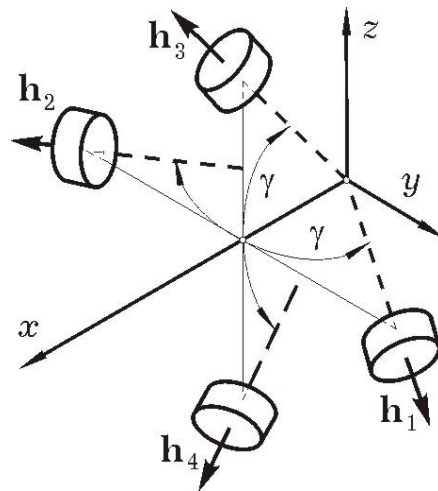


Рис. 2

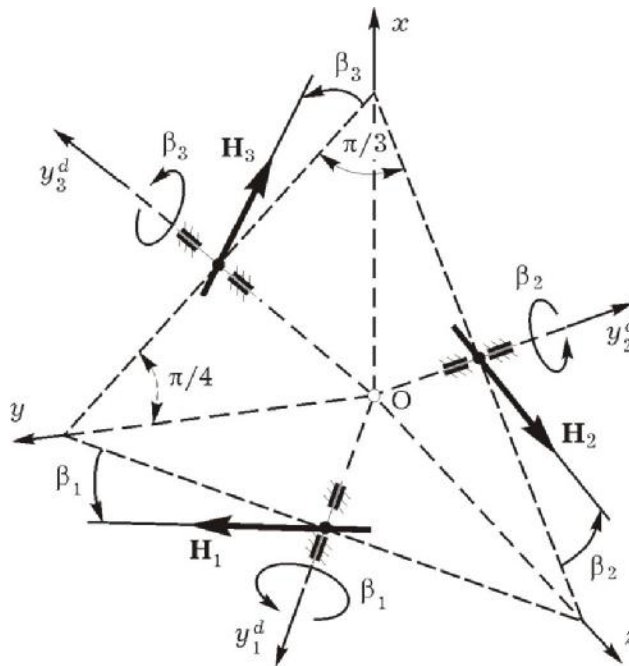


Рис. 3

Спутник землеобзора оснащён телескопом с матрицами оптико-электронных преобразователей (ОЭП) в его фокальной плоскости. При съёмке участков поверхности Земли совокупностью маршрутов их сканирования ОЭП работают в режиме временной задержки и накопления. Конструктивный облик космического аппарата (КА) представляется системой тел, которая содержит корпус спутника, телескоп с подвижной крышкой объектива, четыре панели солнечных батарей, каждая в двухступенном кардановом подвесе (рис. 1), и шесть антенн для приёма сигналов навигационных систем GPS/ГЛОНАСС. Определение углового положения КА осуществляется инерциальной навигационной системой с солнечно-магнитной коррекцией.

При моделировании пространственного движения спутника используются инерциальная, геодезическая, горизонтная, орбитальная и связанная с корпусом КА системы координат, а также визирная система координат телескопа. Законы углового наведения КА при сканирующей съёмке и поворотных маневрах представляются сплайнами компонентов вектора модифицированных параметров Родрига. Дискретная рекуррентная фильтрация измерений углового положения КА выполняется с периодом  $T_q$ , цифровое управление электромеханическими приводами формируется с периодом  $T_u \gg T_q$  в моменты времени  $t_k = kT_u, k \in N_0 = [0, 1, 2, \dots]$ .

В докладе кратко представляются алгоритмы дискретной фильтрации и цифрового управления электроприводами на основе РМ и ГД, которые применялись при компьютерной имитации процессов управления ориентацией спутника землеобзора, совершающего полёт по солнечно-синхронной орбите, а также результаты исследований, которые были выполнены в программной среде *SIRIUS-S* СамГТУ для проектирования систем навигации, наведения и управления движением информационных спутников. Эта среда содержит диалоговый монитор, подсистемы моделирования, синтеза и анализа, а также подсистемы анимации движения КА и документирования результатов.

Подсистема анимации реализована в программной среде *Delphi 7* с применением программного средства *Blender* и графической библиотеки *OpenGL*. С целью повышения надёжности и живучести системы управления движением (СУД) спутника землеобзора при возникновении отказов бортовой аппаратуры в центре управления полетами (ЦУП) обеспечивается её полетная поддержка. Для операторов ЦУП наибольшую сложность представляет проблема восприятия фактической ориентации спутника относительно направлений на объекты внешней космической обстановки при возникновении аварийной ситуации в работе СУД, когда её ресурсы не позволяют выполнить автоматическую диагностику отказавшего прибора и восстановление работоспособности за счёт реконфигурации контура управления.

Наличие в ЦУП среды анимации позволяет исключить эту проблему: на двух соседних мониторах одновременно отображаются пространственные движения спутника на основе как телеметрических данных, так и результатов компьютерной имитации движения КА с соответствующими значениями параметров, начальными условиями и гипотезами о возможных отказах. На рисунке 4 представлены два кадра анимации пространственного движения спутника землеобзора.



*Рис. 4. Кадры анимации движения спутника землеобзора в двух ракурсах*