

Развитие методики для прогнозирования корреляционной матрицы погрешностей на основе представления гравитационных возмущений в виде цветного шума

Краткий обзор

Традиционный подход к прогнозированию небесных тел, развитый в классических трудах по небесной механике, основан на составлении и решении уравнений движения. Этот подход характерен применением допущения, что все действующие на космический объект силы известны и могут быть учтены в правых частях дифференциальных уравнений движения, и что основным источником ошибок прогноза являются погрешности начальных условий. Последние возникают при определении параметров траектории (начальных условий) по методу наименьших квадратов вследствие того, что измерения содержат ошибки.

Традиционный подход широко используется при прогнозировании движения ИСЗ. Однако оказывается, что для ИСЗ не все действующие на спутник силы можно считать известными и что во многих случаях не все известные силы могут быть учтены в правых частях дифференциальных уравнений при их интегрировании. Возникающие в связи с этим погрешности модели движения могут отрицательно сказаться на результатах определения и прогнозирования орбит ИСЗ. Например, одним из отрицательных проявлений этих погрешностей является ограничение временного интервала, на котором используются измерения при уточнении начальных условий.

При изучении погрешностей прогнозирования удобно воспользоваться аппаратом теории вероятностей. В частности, не учтенные при прогнозировании возмущающие силы естественно считать гауссовым случайным процессом (цветным шумом).

В докладе детально рассмотрены следующие вопросы:

1. Основы методики прогнозирования статистических характеристик погрешностей.
Выполнен анализ дифференциальных уравнений для прогнозирования корреляционной матрицы погрешностей вектора состояния и их решения. Показано, что для обеспечения корректности результатов необходимо учитывать взаимную корреляцию погрешностей вектора состояния и цветного шума. Рассмотрена методика определения матричной функции взаимной корреляции в процессе уточнения параметров орбит по измерениям.
2. Статистические характеристики гравитационных возмущений.
Рассмотрен вопрос о выборе порядка гармоник, учитываемых в модели движения. Построена зависимость рекомендуемого порядка от высоты спутника и точности определения коэффициентов C_{lm} , S_{lm} . Выполнено построение корреляционных функций гравитационных возмущений в связанной с Землей геоцентрической системе координат. Детально рассмотрены корреляционные функции для резонансных спутников, а также для спутников типа GPS.