

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ковалёвой Марины Владимировны на тему «Совершенствование алгоритмов обработки траекторных измерений и методик обеспечения гарантированной точности определения и прогнозирования траектории космического аппарата», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Диссертационное исследование, выполненное Ковалёвой Мариной Владимировной, посвящено совершенствованию алгоритмов и методов обработки траекторных измерений при обеспечении высокой точности определения параметров орбит космических аппаратов (КА) и прогноза их движения.

В основе данной работы лежит стремление к повышению эффективности и безопасности процесса управления как отдельными КА, так и орбитальными группировками (ОГ) в части баллистико-навигационного обеспечения (БНО) их полета. В условиях быстрого роста количества искусственных объектов в околоземном космическом пространстве, как управляемых, так и неуправляемых, стремительного увеличения объема баллистико-навигационной информации, требующей незамедлительного автоматизированного анализа, избранная тема диссертационного исследования является весьма актуальной.

Судя по автореферату, построение работы логично. В первой главе представлены основные задачи, решаемые в рамках БНО полета КА, рассмотрены существующие подходы к решению задачи определения траектории КА, дана математическая модель их движения, а также сформулирована постановка задачи научного исследования. Кроме того, в первой главе представлен алгоритм численного интегрирования уравнений движения КА на основе модифицированного метода Эверхарта, приведена методика оценки навигационных данных на основе алгоритма кластеризации.

Вторая глава посвящена описанию методики оценки точности работы навигационных средств, применяемых для БНО полета КА дальнего космоса, методик оценки точности определения орбиты.

В третьей главе диссертационной работы представлена методика анализа безопасного пролета двух космических объектов, определен вероятностный критерий порога опасного сближения.

Четвертая глава посвящена численному исследованию возмущенных орбит. Судя по автореферату основное внимание в четвертой главе посвящено исследованию движения искусственных спутников Луны (ИСЛ).

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

« 2 » 06 2026 г.

Полученные в работе результаты исследования отличаются определенной научной новизной. В частности, разработана работоспособная и оригинальная методика фильтрации навигационных измерений с помощью алгоритма кластеризации анализируемого массива измерений по их среднеквадратичному отклонению. Приведены численные результаты, показывающие, что данный подход позволяет существенно увеличить долю измерений, вошедших в обработку при решении навигационной задачи по сравнению с другими методами фильтрации.

Несомненна и определенная практическая значимость результатов диссертационного исследования. Это подтверждается успешным применением разработанных методик и алгоритмов в реальных задачах БНО полёта ряда КА. В частности, алгоритмы численного интегрирования дифференциальных уравнений движения и обработки внешнетраекторных измерений были внедрены и апробированы в контуре оперативного БНО управления полётом Российского сегмента МКС, а также при сопровождении транспортных пилотируемых кораблей типа «Союз» и грузовых кораблей типа «Прогресс». Задачи оценки качества прогнозирования пространственно-временного состояния КА и точности работы измерительных средств интегрированы в комплекс баллистического сопровождения полёта КА «Спектр-РГ». Методика определения орбит и фильтрации (отбраковки) измерений, описанная в диссертации, внедрена в разработанный комплекс программ БНО управления полётом КА «Луна-Ресурс-1» (ОА) и используется в ходе текущей разработки комплексы БНО для КА «Луна-Ресурс-1» (ПА) и планируются к использованию при создании перспективного комплекса КА «Спектр-РГН».

Обоснованность правильности решения и достоверность результатов подтверждаются использованием адекватных математических моделей движения КА, учитывающих основные возмущающие факторы, использованием апробированных численных методов для решения систем дифференциальных уравнений и методов математической статистики и обработки измерений.

Вместе с тем, судя по автореферату, работа не лишена недостатков.

1. Работа значительно выиграла бы, если бы в первой главе были представлены результаты сравнительного анализа используемого в работе модифицированного метода Эверхарта для численного интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений с другими известными методами.

2. Из текста автореферата не ясно, для какой конкретно орбиты приведены результаты анализа эволюции траектории ИСЛ, приведенные в четвертой главе. Результат такого анализа существенным образом зависит от эпохи начальных условий, положения линии узлов

