

Аннотация научных трудов проф. А.Ю. Александрова и проф. А.А. Тихонова

**«Цикл работ по управлению и стабилизации вращательного
движения космических летательных аппаратов»,**

выдвигаемых на соискание премии

АЛЕКСАНДРОВ Александр Юрьевич —

Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации,
доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой управления медико-биологическими системами
факультета прикладной математики-процессов управления
Санкт-Петербургского государственного университета

ТИХОНОВ Алексей Александрович —

Почетный работник сферы образования Российской Федерации,
доктор физико-математических наук, профессор
кафедры теоретической и прикладной механики
математико-механического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета

«Цикл работ по управлению и стабилизации вращательного движения космических летательных аппаратов», основанный на результатах интенсивной научно-исследовательской работы А.А. Тихонова и А.Ю. Александрова в последние 5 лет, является вкладом в фундаментальную и прикладную математику, нелинейную механику, теорию управления и динамику космических летательных аппаратов, отличается актуальностью в постановке решаемых задач, а также оригинальностью разработанных методов и подходов.

Проблема синтеза электродинамического управления, гарантирующего асимптотическую устойчивость программного движения космических летательных аппаратов (КЛА) относительно центра масс, является сложной нелинейной проблемой механики, которая была поставлена проф. А.А. Тихоновым и стала рассматриваться сравнительно недавно (2012). Она быстро вызвала интерес специалистов ведущих космических держав (США, Китай, Канада, Индия), однако, ввиду упомянутой сложности, решалась лишь в той или иной конкретной аппроксимации геомагнитного поля и при существенных ограничениях как на возмущающие моменты, так и на параметры орбиты. В последние 6 лет А.Ю. Александровым и А.А. Тихоновым получены новые результаты, опубликованные в данном цикле работ и представляющие собой решение поставленной проблемы без ограничений на точность аппроксимации геомагнитного поля, причем с учетом дополнительных усложняющих обстоятельств, вызванных движением КЛА по регрессирующей (некеплеровой) орбите. Получены достаточно простые и пригодные для практического использования условия на параметры управления, гарантирующие асимптотическую устойчивость программного движения КЛА относительно центра масс. Синтезированное управление позволяет повысить эффективность решения задачи стабилизации КЛА в условиях экономии ресурсов на борту КЛА и отказа от использования реактивных систем управления. Полученные результаты применимы в задачах угловой

стабилизации орбитальных объектов различного назначения в условиях полета в околоземном космическом пространстве.

Рассматривалась также задача управления угловым положением КЛА с использованием восстанавливающего и диссипативного моментов. В связи с ограниченностью ресурсов реактивных систем управления, возникает закономерный вопрос о возможности реализации таких систем управления, в которых та или иная составляющая момента стремится к нулю с течением времени. С математической точки зрения, рассматриваемые варианты исчезающего с течением времени управления известны и общепризнанны в мировой науке как наиболее сложные в проблеме анализа устойчивости механических систем с нестационарным параметром. В представленном цикле работ А.Ю. Александров и А.А. Тихонов доказали возможность реализации системы управления угловым положением КЛА, в которой один из двух управляющих моментов стремится к нулю с течением времени. При этом авторы работ представленного цикла развили новые, не применявшиеся ранее подходы к анализу устойчивости управляемого движения КЛА относительно центра масс. Так, в известных к настоящему времени работах, для решения задачи трехосной стабилизации в случае не зависящего от времени диссипативного момента использовались параметры Родрига-Гамильтона. Однако применение такого подхода для систем с эволюционирующим со временем диссипативным моментом является недостаточно эффективным и приводит к серьезным техническим трудностям в аналитических исследованиях. Поэтому А.Ю. Александров и А.А. Тихонов, вместо введения параметров Родрига-Гамильтона, разработали новый подход, основанный на специально доказанной для этой цели лемме об оценке снизу нормы восстанавливающего момента в окрестности стабилизируемого движения твердого тела. В результате, с использованием метода сравнения, метода функций Ляпунова и вышеупомянутой леммы доказан ряд теорем об асимптотической устойчивости стабилизируемого движения КЛА. Доказанные теоремы позволяют гарантированно решать задачу управления ориентацией КЛА в условиях экономии ресурсов реактивных систем управления.

Полученные результаты применимы в разнообразных задачах управления ориентацией тел различного назначения, как в условиях движения вблизи поверхности Земли, так и в условиях полета в околоземном космическом пространстве.

This series of papers, based on the results of intensive research work fulfilled by A.A. Tikhonov and A.Yu. Alexandrov in the last 5 years, is a contribution to fundamental and applied mathematics, nonlinear mechanics, control theory and spacecraft dynamics. It is topical in the formulation of problems to be solved, as well as in the originality of the methods and approaches developed for their solution. The obtained results are applicable in a variety of topical spacecraft attitude control problems.