

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ

**Третье республиканское совещание
по проблемам
динамики твердого тела**

Тезисы докладов

(Донецк, сентябрь 1981 г.)

Донецк—1981

Совещание проводится при участии Донецкого научного центра АН УССР и в соответствии с планом работы Научного совета АН УССР по проблеме "Общая механика".

Лозова И.Г. (Ленинград). К ВОПРОСУ О ПЕРИОДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЯХ ИСЗ ОТНОСИТЕЛЬНО ЦЕНТРА МАСС.

Рассматривается ограниченная задача движения динамически симметричного ИСЗ относительно центра масс в центральном гравитационном поле. Центр масс спутника движется по круговой орбите. Движение описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений. За счет существования двух интегралов (интеграла типа Якоби и интеграла, выражающего постоянство проекции абсолютной угловой скорости на радиус-вектор орбиты) система уравнений движения может быть приведена к виду

$$\dot{\theta}^2 = \omega_0^2 (\kappa^2(t) - \sin^2 \theta), \quad B \dot{\varphi}^2 = a - 2b \sin \varphi - c \sin^2 \varphi, \quad (I)$$

$$\frac{d\kappa}{dt} = \frac{b}{\omega_0^3} \dot{\theta} \frac{\dot{\varphi}}{\cos \varphi} \left[\gamma + 2 \sin \varphi (\dot{\theta} + \omega_0) \right].$$

В случае $\kappa^2(t) = \text{const}$ первые два уравнения системы (I) могут быть проинтегрированы. Решение выражается через эллиптические функции Якоби

$$\theta(t) = a \text{ arcsin} \left\{ \kappa_0 \text{ sn}(\beta, \kappa_0) \right\}, \quad (2)$$

$$\varphi(t) = a \text{ arcsin} \left\{ \text{sn}(v+u, q) \text{ sn}(v-u, q) + \text{cn}(v+u, q) \text{ cn}(v-u, q) \right\}.$$

Исследовался вопрос о том, существуют ли такие начальные данные и параметры спутника, что $\kappa^2(t) \equiv \text{const}$. Доказано, что $\kappa^2(t) \equiv \text{const}$ соответствует только случаям плоского движения оси динамической симметрии и состояниям относительного равновесия. Тем самым семейство периодических движений вида (2), соответствующее постоянной функции $\kappa^2(t)$, содержит только плоское движение.

Акуленко Л.Д., Лещенко Д.Д. (Москва, Одесса). ЗАДАЧИ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕЛ С ВНУТРЕННИМИ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ.

Естественное развитие исследований задач динамики и управления движением твердых тел вокруг неподвижной точки состоит в учете того обстоятельства, что тела не являются абсолютно жесткими, а в некотором смысле близки к указанным идеальным моделям. Необходимость анализа влияния различных неидеальностей обусловлена ростом требований к точности решения практических задач космонавтики, гироскопии и др. Методы исследования динамики та-

ких сложных механических систем развивались в работах Н.Н.Моисеева, В.В.Румянцев, Ф.Л.Черноусько и др.

В докладе излагаются результаты исследований ряда задач оптимальной по быстродействию стабилизации вращательных движений относительно центра масс "квазикластических" тел при помощи системы управления ограниченной мощности. В качестве модели управляемого объекта в первом случае берется основное тело, соединенное с массой относительно малых линейных размеров посредством упругой связи с диссипацией. Эта связь зависит от относительных смещений и скоростей. Рассматриваются случаи линейной и квадратичной диссипации. Считается, что в невозмущенном состоянии объект динамически симметричен. Коэффициенты упругости и диссипации предполагаются достаточно большими; в пределе имеет место модель твердого тела. В другом случае рассматривается задача управления для твердого тела с полостью, содержащей жидкость большой вязкости, т.е. в случае малых чисел Рейнольдса. Построены законы оптимальной по быстродействию стабилизации и исследованы фазовые траектории, характеризующие изменение вектора кинетического момента.

Анапольский Л.Ю., Петрякова Е.А. (Иркутск). ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА В ПРОСТРАНСТВЕ И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ.

Рассматривается система стабилизации в пространстве твердого тела с тремя управляемыми маховиками, математическая модель которой представляет собой систему дифференциальных уравнений девятого порядка с тремя релейными элементами с гистерезисом. Отыскиваются условия существования некоторых практически важных типов периодических движений и на основе метода точечных отображений анализируется их устойчивость. Вскрываются ситуации, когда устойчивые периодические движения будут асимптотически (орбитально) устойчивыми, и в последнем случае с помощью дискретного варианта метода сравнения находятся их области притяжения. Проводятся численные расчеты, подтверждающие выводы качественного характера.

Барник М.Я. (Киев). ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСШИХ ЧАСТОТ И ФОРМ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ МЕМБРАН И ПЛАСТИН.

Предлагается приближенный метод решения задачи о собственных колебаниях однородных мембран и пластин сложной геометрической формы при произвольных условиях закрепления. Задача решается путем построения системы специальных функций, удовлетворяющих уравнению Гельмгольца и зависящих от двух произвольных параметров. Краевые условия задачи удовлетворяются с помощью метода наименьших квадратов. Путем оптимального выбора параметров удается с достаточно высокой степенью точности определять как низшие, так и более высокие частоты и формы собственных колебаний мембран и пластин. При этом, в отличие от вариационных методов, достаточно учитывать небольшое количество координатных функций.

Бондик М.М., Мухарлямов Р.Г. (Москва). УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

Решение ряда прикладных задач, связанных с движением твердого тела, сводится к осуществлению движения тела по наперед заданной программе. Способы задания программного движения разнообразны: задание закона движения центра масс и закона вращательных движений вокруг центра масс, требование осуществления движения заданной точки тела по пространственной кривой с заданной ориентацией тела, наложение условий на скорости поступательного и вращательного движений тела и так далее. Как правило, движение тела, так же как и условия, накладываемые программой движений, выражается через обобщенные координаты, и управление осуществляется механической системой, движение которой определяется теми же обобщенными координатами. Так определяется движение схвата манипулятора или описывается динамика перекладки поршня двигателя внутреннего сгорания. Задача осуществления программного движения твердого тела сводится к определению управляющих сил и моментов, содержащихся в уравнениях динамики управляемой системы. На программное движение тела накладывается условие осуществления устойчивого выполнения программы и соблюдения заданной точности при расчетах на ЦВМ.