

УДК 53

О ДВИЖЕНИИ ПАССИВНО ГРАВИТИРУЮЩИХ ТЕЛ ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ МАСС В НЕЦЕНТРАЛЬНОМ ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ

Жапбаров С.А., Ажибеков К.Ж., Ермаханов М.Н., Жайлаубаев Н.М.,
Джамбулова Д.Т., Туркестанбаева Г.

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова, Шымкент,
e-mail: myrza1964@mail.ru*

В статье проведен анализ динамики движения пассивно гравитирующего тела в нецентральной поле тяготения и указан возможный путь решения этой проблемы.

Ключевые слова: гравитирующее тело, переменная масса, поле тяготения

ON MOTION OF A PASSIVELY GRAVITATING BODIES OF VARIABLE MASS IN A NONCENTRAL GRAVITY FIELD

Zhapbarov S.A., Azhibekov K.Z., Ermahanov M.N., Zhajlaubaev N.M.,
Dzhambulova D.T., Turkestanbaeva G.

South Kazakhstan state University M.O. Auezov, Shymkent, e-mail: myrza1964@mail.ru

In the article the analysis of the dynamics of the motion of a passively gravitating body in a noncentral gravity field and reflects a possible way to solve this problem.

Keywords: gravitating body of variable mass, the gravitational field

Известно, что малое тело помещенное в нецентральной поле тяготения совершает поступательно-вращательное движение относительно центрального тела. Дифференциальные уравнения проблемы не могут быть решены в замкнутой форме в квадратурах, поэтому применяются различные приближенные способы интегрирования систем дифференциальных уравнений поступательно-вращательного движения малого тела. В целом малое тело представляет собой упругое тело постоянной или переменной массы, которое притягивается центральным и внешним телом, но не притягивает их. Такое тело называется пассивно гравитирующим телом.

В модельных задачах теоретической механики поступательно-вращательное движение тела разбивают на поступательное движение совместно с центром масс и вращательное движение вокруг центра масс этого тела, затем каждое движение исследуется отдельно. Все спутники планет, по сути являются пассивно гравитирующими телами. Спутники, при выполнении программы полета используя запас топлива для двигателей и становятся телами переменной массы, которые совершают поступательное движение в нецентральной поле тяготения тел постоянных масс.

Таким образом, динамика поступательного движения пассивно гравитирующих тел в нецентральной поле тяготения, явля-

ется актуальной проблемой механики, решения которой в первом приближении дают возможность выполнить необходимые расчеты и служат основой для построения более точных теорий возмущенного движения искусственного спутника Земли.

Решения поставленной проблемы связано с построением, так называемых невозмущенных и промежуточных орбит. При исследовании движения пассивно гравитирующих тел в нецентральной поле тяготения пользуются промежуточным потенциалом тяготения, который уже в первом приближении учитывает основные наиболее значительные неравенства в движении этого тела. Обычно, когда имеют дело с телом постоянной массы, промежуточная орбита, которой соответствует промежуточный потенциал, более точна и ближе к истинной орбите тела, чем кеплеров эллипс. Все промежуточные орбиты выбираются так, чтобы полученные на их основе дифференциальные уравнения движения были интегрируемы в замкнутой форме в квадратурах.

Существующие промежуточные орбиты можно разделить условно на три типа:

1. Невозмущенные кеплеровские орбиты.
2. Полуаналитические промежуточные орбиты, зависящие от элементов кеплеровской орбиты.
3. Некеплеровские промежуточные орбиты.

Выбор кеплеровской орбиты выгоден, когда эксцентриситет и наклон исследуемой орбиты мал и промежуток времени движения невелик. В этом случае для вычисления возмущений можно использовать методы теории возмущенного движения естественных небесных тел.

К полуаналитическим промежуточным орбитам относятся орбиты модельных задач Т. Штерна, В. Гарфинкеля, К. Акснеса. Все эти задачи имеют промежуточные потенциалы, которые допускают интегрирование дифференциальных уравнений движения пассивно гравитирующего тела. Недостатки выше перечисленных промежуточных потенциалов заключаются в следующем. Они зависят не только от характеристик геопотенциала, но и от элементов кеплеровской орбиты.

К некеплеровским промежуточным орбитам относятся орбиты модельных задач Р. Баррара, М. Кислика и задачи двух неподвижных центров Е. Аксенова, Е. Гребеникова [1,2] и В. Демина [3]. Они обладают тремя замечательными свойствами:

1. Аппроксимирующие потенциалы допускают строгое интегрирование диффе-

ренциальных уравнений движения пассивно гравитирующего тела.

2. Аппроксимирующие потенциалы отличаются от геопотенциала членами порядка выше первого относительно сжатия Земли.

3. Аппроксимирующие потенциалы зависят только от характеристик геопотенциала и не содержат кеплеровские элементы.

Каждая промежуточная орбита третьего типа ближе к действительной орбите пассивно гравитирующего тела чем кеплеров эллипс, поэтому разработка новой промежуточной орбиты типа 3 является новым научным направлением в небесной механике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов Е.П. Теория движения искусственных спутников Земли. – М.: Наука, 1977.
2. Абалкин В.К., Аксенов Е.П., Гребеников Е.А., Демин В.Г., Рябов Ю.А. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике. Глав. ред. физ. – мат. лит. – М.: Наука, 1976. – 864 с.
3. Демин В.Г. Движение искусственного спутника в нецентральной поле тяготения. Глав. ред. физ. – мат. лит. – М.: Наука, 1968. – 352 с.
4. Шинибаев М.Д. Динамика поступательного движения пассивно гравитирующих тел постоянной и переменной масс в центральном поле тяготения. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. д.ф. – м.н., 27 с., Бишкек, 2002.