

УДК 531.5+537.63+004.942

ОРИЕНТАЦИЯ СПУТНИКА НА ПОЛЯРНЫХ ОРБИТАХ ДЛЯ РАЗНЫХ СТАНДАРТНЫХ МОДЕЛЕЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Алексеева Л. А., Гусейнов С. Р.

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

Объектом исследования является движение космического аппарата на стендовой базе центра управления полетами (ЦУП) КазННТУ им. К.И. Сатпаева. Разрабатываемый в ЦУП наноспутник «Политех-1» является научно-образовательным космическим аппаратом, предназначенным для оперативного измерения магнитного поля Земли на высоте около 400 км и передачей измерительной информации на средства приёма университетского центра управления полетами. Для анализа технологических процессов эксплуатации орбитальных средств, разработки технологии полунатурного исследования систем бортового оборудования, а также в образовательных целях необходимо разработать компьютерные математические модели движения, управления и стабилизации наноспутника в окрестности программного движения с учетом его конструктивных особенностей.

Для обеспечения программного движения спутника на орбите, связанного с его назначением, необходим учет и оценка всех действующих сил. На космический аппарат (КА), помимо притяжения Земли, действуют разнообразные силы, среди них электромагнитные, аэродинамические и др., которые в разной степени влияют на его движение. Оболочка КА также быстро намагничивается магнитным полем Земли и как следствие, возникает гистерезисная картина, которая создает эффект затухания угловой скорости вращения спутника. Эффект этого влияния зависит от типа КА и условий его движения: вид орбиты, ее наклонение, положение на орбите и др.

В настоящей работе проводится математическое моделирование с использованием системы программирования Matlab-Simulink динамики намагниченного наноспутника в гравимагнитном поле Земли на основе модели абсолютно твердого тела, которое разделяется на два основных этапа: моделирование механики поступательного движения центра масс наноспутника и собственного вращательного движения вокруг его центра масс [1,2].

Ранее авторами разработана компьютерная модель движения КА на различных околоземных орбитах в геомагнитном поле Земли для упрощенной модели ее гравитационного поля, как поля однородного шара с постоянной плотностью массы, ось вращения которого совпадает с магнитной осью Земли [3]. Здесь разработана и программно реализована математическая модель движения наноспутника «Политех-1» для новой стандартной модели Земли: в гравитационном (Spherical Harmonic Gravity Model EGM2008, EGM96) и магнитном (World Magnetic Model (WMM 2015)) полях Земли, в системе Matlab Simulink. Разработанный программный комплекс позволяет моделировать орбитальное движение наноспутников вокруг центра масс на различных околоземных орбитах. Варьирование кеплеровых параметров орбит позволяет моделировать широкий класс орбитальных движений космических аппаратов с учетом их физико-механических свойств (массы, тензора инерции, свойств его намагничивания и наличия магнитных систем).

На основе разработанной модели проведены многовариантные расчеты орбитального движения наноспутника на полярных орбитах с расчетными физико-механическими параметрами, близкими к параметрам научно-образовательного наноспутника «Политех-1». Проведен сопоставительный анализ влияния на движение и

ориентацию спутника разных моделей гравитационного и геомагнитного поля без учета и с учетом отклонения магнитной оси Земли от оси ее вращения, с более точным описанием гравитационного поля Земли.

Библиографический список

1. Белецкий В.В. Движение спутника вокруг центра масс в гравитационном поле Земли // Москва: Наука. – 1977. – 300 с.
2. Белецкий В.В. Хентов А.А. Вращательное движение намагниченного спутника // М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. – 1985. – 424 с.
3. Суйменбаев Б.Т., Алексеева Л.А., Суйменбаева Ж.Б., Гусейнов С.Р. Моделирование динамики космического аппарата в гравимагнитном поле Земли в системе «Matlab Simulink»//Известия НАН РК. Серия физико-математическая. -2016. - №4. - С. 188-207.