



Все документы (договора и акты выполненных работ) должны храниться в системе в виде электронных копий (сканов). Кроме того, в системе должны быть реализованы функции, связанные с ведением лицензионного обеспечения клиента: хранение файлов лицензий, создание спецификаций лицензии по файлу лицензии, контроль срока действия лицензий.

Доступ к функциям системы возможен не только через главное меню, но и из всех разделов с запоминанием выбранной строки таблицы для дальнейшей работы с ней. На рис. 3 представлен интерфейс системы, в правой части окна располагается дерево, позволяющее отбирать информацию по временному признаку.

Система разрабатывается на языке программирования высокого уровня C# в среде программирования Microsoft Visual Studio 2015, в качестве СУБД выбрана Oracle 10g.

Применение системы на предприятии обеспечит централизованное хранение всей информации, контроль исполнения составленного плана, анализ хода работ и своевременную его корректировку, поддержку соблюдения корпоративного стандарта управления проектами, повысит эффективность реализации проектов.

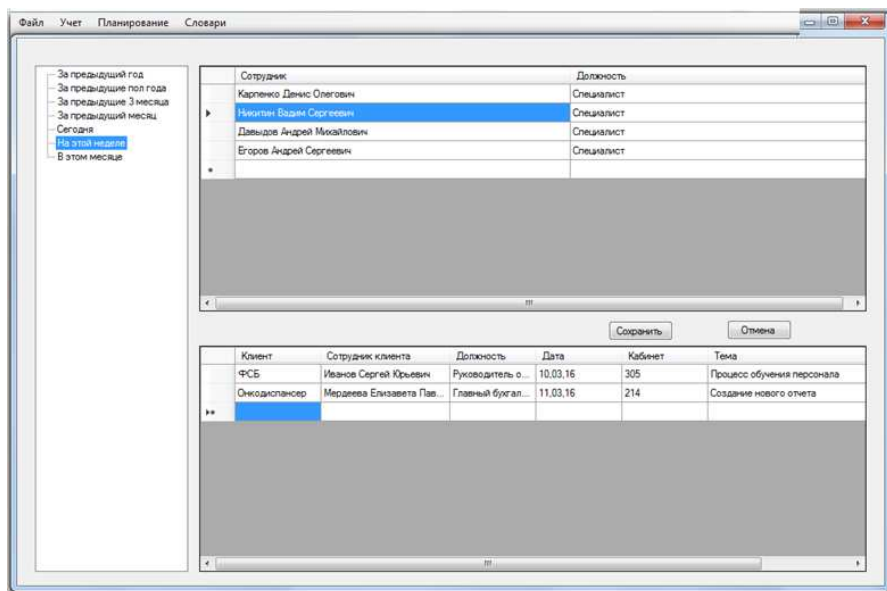


Рис. 3. Интерфейс системы

Литература

Об управлении проектами [Электронный ресурс]. – www.pmonline.ru/pm/introduction (дата обращения 12.12.2015 г.).



Ю.М. Заболотнов, К.О. Сайгак

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет))

В настоящее время применение космических тросовых систем (КТС) является одним из перспективных направлений развития космической техники. Актуальность данной темы объясняется тем, что возможное применение тросовых систем в космонавтике чрезвычайно разнообразно [1]: запуск малых спутников с базового космического аппарата (КА), возвращение с орбиты полезного груза с помощью спускаемой на тросе капсулы, мониторинг верхних слоев атмосферы, орбитальные маневры, съемка земной поверхности с более высоким разрешением, создание искусственной гравитации и т.д.

Космическая тросовая система (КТС) — это комплекс искусственных космических объектов (спутников, кораблей, грузов), соединенных длинными тонкими гибкими элементами (тросами, кабелями, шлангами), совершающий орбитальный полет. В наиболее простом виде — это связь двух космических аппаратов, соединенных тросом длиной в десятки или даже сотни километров. Космические тросовые системы — новые, нетрадиционные структуры, создаваемые человеком в космосе, — позволяют выполнять задачи, которые невозможно, нецелесообразно или неэкономично решать с помощью существующих средств космической техники [2].

За счет использования тросов, проводящих электрический ток, можно не только изменять высоту орбиты КА или космической станции, но и генерировать электроэнергию, необходимую для их работы, и в конечном счете создавать орбитальные электростанции. Перспективность электродинамических космических тросовых систем (ЭДКТС) подтверждается еще и тем, из 26-ти проведенных до настоящего времени реальных космических тросовых экспериментов в двенадцати экспериментах были использованы ЭДКТС [3].

Доклад посвящен моделированию движения ЭДКТС, состоящей из двух малых космических аппаратов (КА), с целью оценки возможностей по изменению параметров орбиты центра масс КТС. В данном случае по проводящему тросу пропускается электрический ток и ЭДКТС работает в режиме генерации тяги. На проводящий трос, по которому пропускается ток, в магнитном поле Земли действует сила Ампера, которая и обеспечивает изменение параметров орбиты КТС.

В первоначальном состоянии КТС находится в режиме гравитационной стабилизации в развернутом состоянии, то есть трос располагается по местной



вертикали. Если по тросу пропускается электрический ток, то на КТС действует момент сил Ампера, который вычисляется следующим образом

$$M_{\theta} = F \frac{L}{2} \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}, \quad (1)$$

где $F = BIL$ – сила Ампера, I – ток, L – длина троса, $V = \mu R^{-3}$ – вектор магнитной индукции, $\mu = 8 \cdot 10^6 \text{Тл км}^3$ – магнитный момент земного диполя, R – модуль радиус-вектора центра масс системы, m_1, m_2 – массы КА. При определении момента (1) предполагается, что плоскость орбиты центра масс системы близка к плоскости магнитного экватора Земли.

При действии момента (1) КТС будет совершать колебания относительно смещенного положения равновесия, причем направление этого смещения будет зависеть от направления тока. В этом случае колебания ЭДКТС на орбите будут описываться следующим уравнением

$$\ddot{\theta} + \dot{\vartheta} + \frac{3}{2} \nu^{-1} \dot{\vartheta}^2 \sin 2\theta = \frac{M_{\theta}}{m_e L^2}, \quad (2)$$

где θ – угол отклонения троса от вертикали, $m_e = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ – приведенная масса, $\nu = 1 + e \cos \vartheta$, e – эксцентриситет орбиты, ϑ – угол истинной аномалии.

Уравнение невозмущенной орбиты центра масс имеет вид

$$R = \frac{p}{1 + e \cos \vartheta} = \frac{p}{\nu}, \quad (3)$$

где p – параметр орбиты.

Производные для истинной аномалии в невозмущенном движении определяются следующим образом

$$\frac{d\vartheta_0}{dt} = \sqrt{\frac{K}{p^3}} (1 + e \cos \vartheta_0)^2, \quad \frac{d^2 \vartheta_0}{dt^2} = -\frac{2K}{p^3} e \sin \vartheta_0, \quad (4)$$

где K – гравитационная постоянная Земли.

Для описания возмущенного движения центра масс ЭДКТС используется система дифференциальных уравнений в оскулирующих элементах [4]

$$\frac{dA}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}} \frac{2A}{1 - e^2} (a_s e \sin \vartheta + a_T p / R), \quad (5)$$

$$\frac{de}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}} \{ a_s \sin \vartheta + a_T [(1 + R/p) + eR/p] \}, \quad (6)$$

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \sqrt{\frac{p}{K}} \left[\frac{K}{R^2} + a_s \frac{\cos \vartheta}{e} - \frac{a_T}{e} (1 + R/p) \sin \vartheta \right], \quad (7)$$



где $a_T = \frac{F_T}{m_1 + m_2}$ и $a_s = \frac{F_s}{m_1 + m_2}$ – трансверсальное и радиальное ускорение от

силы Ампера, $p = A(1 - e^2)$, $F_T = -F \cos \theta$, $F_s = F \sin \theta$, A – большая полуось орбиты.

Некоторые результаты расчетов представлены на рисунках 1 и 2. На рисунке 1 показан процесс колебаний тросовой системы при положительном токе. В этом случае, если $m_2 > m_1$, то момент $M_{\theta} > 0$, и колебания происходят относительно смещенного вправо положения равновесия. Если $m_2 < m_1$, то положение равновесия смещается влево. Если $m_2 \neq m_1$, то существует предельное значение тока, когда движение ЭДКТС будет неустойчивым (КТС начнет вращаться). Наиболее благоприятный случай, когда $m_2 = m_1$. Тогда не существует ограничения на величину тока.

θ , град

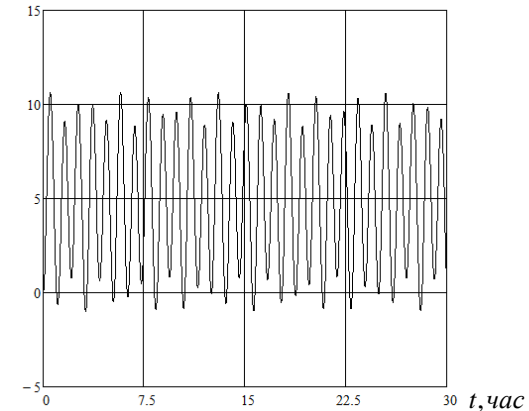


Рисунок 2 – Процесс колебаний тросовой системы

На рисунке 2 показано, как изменяется высота центра масс КТС. Численные расчеты были проведены при следующих исходных данных: начальная высота перигея 1000 км, $m_1 = 20 \text{ кг}$, $m_2 = 20 \text{ кг}$, $I = 1 \text{ А}$, начальный эксцентриситет $e = 0.0167$. Из рисунка 2 следует, что высоты перигея и апогея орбиты центра масс системы уменьшаются приблизительно по линейному закону. Аналогичные результаты получаются, если изменить направление тока. В этом случае указанные высоты увеличиваются. Так, например, приращение высоты перигея изменяется приблизительно на 50 км за 30 час работы ЭДКТС. Эксцентриситет орбиты при этом изменяется не значительно.

H , км

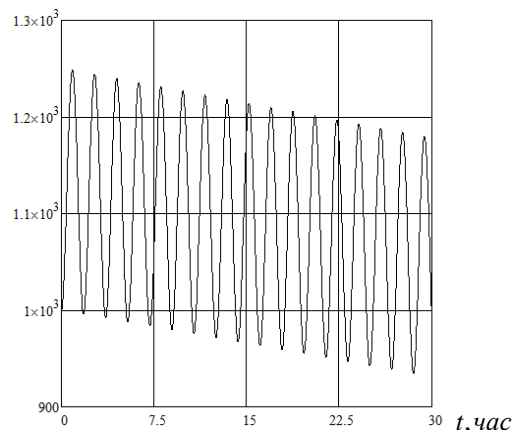


Рисунок 2

Таким образом, в работе показано, что с помощью ЭДКТС можно значительно изменять параметры орбиты центра масс тросовой системы, если обеспечить работу ЭДКТС в режиме генерации тяги.

Литература

1. Белецкий, В.В. Динамика космических тросовых систем [Текст]/В.В. Белецкий, Е.М. Левин. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1990. – 336 с.
2. Осипов В.Г., Шошунов Н.Л. Космические тросовые системы: история и перспективы // Земля и Вселенная – 1998. - №4. – С. 19-29.
3. Zhong R., Zhu Z.H. Dynamics of Nanosatellite Deorbit by Bare Electrodynamic Tether in Low Earth Orbit // J. of Spacecraft and Rockets – 2013. – V.50. – №3. – P.691-700.
4. Охоцимский, Д.Е. [Текст] Основы механики космического полета // Д.Е.Охоцимский, Ю.Г.Сихарулидзе. – М.:Наука, 1990. – 448 с.

В.А.Засов, Е.Н. Никоноров, М.В.Ромкин

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВОЗМУЩЕНИЙ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Разделение сигналов – это решение задачи определения сигналов источников, недоступных для прямых измерений, по измеренным в доступных точках сигналам приемников, сигналы в которых представляют собой аддитивную смесь искаженных в процессе передачи сигналов источников.



Алгоритмы и вычислительные устройства разделения сигналов разрабатываются на основе знания модели образования сигналов, представляемой в виде линейной многомерной динамической системы, описываемой системой уравнений типа дискретной свертки

$$x_m(k) = \sum_{n=1}^N \sum_{g=0}^{G-1} (h_{mn}(g,l)) s_n(k-g).$$

Входные сигналы модели в момент времени k представляются в виде N - мерного вектора $s(k) = [s_1(k), s_2(k), \dots, s_N(k)]^T$, выходные сигналы – в виде M - мерного вектора $x(k) = [x_1(k), x_2(k), \dots, x_M(k)]^T$, $h_{mn}(g,l)$ - элементы $M \times N$ матрицы $h(g,l)$ каналов передачи сигналов, описываемых конечными импульсными характеристиками с числом отсчетов G . Динамические характеристики каналов $h_{mn}(g,l)$ являются квазистационарными, т.е. изменяются в зависимости от некоторого параметра l (времени, температуры и т.д.) [1].

В общем случае решение задачи разделения сигналов может быть представлено как $\tilde{s}_n(k) = \sum_{m=1}^M \sum_{g=0}^G w_{nm}(g,l) x_m(k-g)$, где $w_{nm}(g,l)$ - элемент $N \times M$ разделяющей матрицы, $\mathbf{W}(\omega, \mathbf{l})$ - разделяющая матрица частотных коэффициентов передачи, равная $\mathbf{W}(\omega, \mathbf{l}) = \mathbf{H}^{-1}(\omega, \mathbf{l})$, если смешивающая матрица частотных коэффициентов передачи $\mathbf{H}(\omega, \mathbf{l})$ обратима и $N = M$. Для случая $N < M$ общее решение представляется в виде $\mathbf{W}(\omega, \mathbf{l}) = \mathbf{H}^+(\omega, \mathbf{l})$.

Из общего решения следует, что задача разделения сигналов относится к классу обратных задач, которые в общем случае могут быть некорректными. Из свойства некорректности задачи разделения сигналов следует, что её решение может быть неустойчивым. Для обеспечения устойчивости решения задачи необходимо, чтобы параметры объекта, описываемого моделью образования сигналов, удовлетворяли ряду априорных ограничений, например, количество источников N и приёмников M сигналов должно быть одинаковым, смешивающая матрица должна быть обратимой, полиномы, описывающие передаточные функции каналов $H_{nm}(\omega, l)$ не должны иметь общих корней и др.

В реальных условиях априорные ограничения могут быть нарушены, т.к. параметры объекта могут подвергаться вариациям из-за эволюции объекта во времени, погрешности измерения параметров, неточности изготовления и других причин, которые невозможно предсказать. Таким образом, реальная и расчётная модели будут отличаться, вследствие чего решение из устойчивого может стать неустойчивым, и поэтому непригодным для практического применения.

Поэтому исследование влияния на устойчивость решения как отклонений вышеперечисленных свойств сигналов источников от априори предполагаемых, так и отклонений требований к характеристикам каналов, являются актуальными задачами, которые необходимо решить перед конкретными практическими применениями методов разделения сигналов.