

C++ Builder XE 2, новой версии Borland C++ Builder.

2. Cortes J. Motion Planning Algorithms for General Closed-Chain Mechanisms. – Toulouse, 2003. – 170 p.

Литература

1. Merlet J.-P. Parallel Robots. – Netherlands: Springer, 2006. – 417 p.

СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ОРИЕНТАЦИИ РЕФЛЕКТОРА АНТЕННЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С УДАЛЕННЫМ ОБЛУЧАТЕЛЕМ

Яковлев А.С.

Научный руководитель: Малышенко А.М., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: alexyakovlev90@gmail.com

В настоящее время, для приема и передачи сигналов на космических аппаратах (КА) используются антенны самых различных типов. В зависимости от длины излучаемых или принимаемых волн, назначения антенны, а также способов ее развертывания в космосе существуют разнообразные варианты исполнения антенн имеющих различную конструкцию, размеры и даже форму. Наиболее распространёнными антеннами КА являются антенны параболической формы, из-за относительно высокого коэффициента усиления в диапазоне сантиметровых волн. В общем случае, такие антенны содержат отражатель (или рефлектор) и облучатель. Рефлектор выполнен в виде параболоида вращения для того, чтобы иметь возможность фокусировать все падающие на его поверхность (апертуру) лучи, параллельные оси параболоида, в одной точку (фокус параболоида), в которой должен быть размещен облучатель.

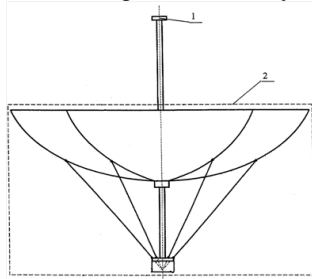


Рис. 1. Типовая схема зонтичной антенны КА: 1 – облучатель и 2 – рефлектор

Проведя анализ всевозможных конструкций и механизмов размещения антенн КА можно выделить общепринятый способ исполнения, т. к. в большинстве случаев они выполнены в виде зонта и состоят из вынесенного облучателя и раскрываемого рефлектора. Типовая схема антенны представлена на рисунке 1.

В отечественной базе патентов и изобретений, зарегистрированных в РФ и СССР, можно найти множество предложенных конструкций зонтичных антенн КА [1,2,3]. Однако, для всех предложенных изобретений характерно жесткое соединение облучателя с рефлектором. Такая конструкция является наиболее удобной, если отсутствуют

проблемы размещения такого устройства в открытом космосе.

В 2013 г. компанией ОАО Информационные спутниковые системы (ИСС) имени академика М.Ф. Решетнёва был предложен механизм размещения антенны КА таким образом, чтобы облучатель и рефлектор были размещены на отдельных штангах, закрепленных на КА. Необходимость использования такой конструкции возникла с уменьшением массогабаритных размеров КА, в результате чего начали возникать трудности с компактным размещением целевой аппаратуры (полезной нагрузки) КА. Кинематическая схема антенны представлена на рисунке 2. Очевидно, что для совмещения точки облучателя и фокуса параболоида необходимо стабилизировать положения рефлектора учитывая, что штанга облучателя подвержена динамическим возмущающим воздействиям. С этой целью было предложено использовать две кинематических пары (вращательное сочленение и карданный шарнир) для системы ориентации рефлектора.

Система функционирует следующим образом: сигнал передается от облучателя (точка O_0), расположенного на конце штанги, к отражателю (точка O_{70}) для его дальнейшей передачи к наземному приемному пункту. Необходимо выполнение следующих условий:

1. Сигнал от передатчика должен передаваться точно в центр рефлектора (точка приема).
2. Плоскость тарелки-приемника должна быть перпендикулярна принимаемому сигналу.

В свою очередь, штанга источника сигнала подвержена нежелательным воздействиям извне, в ходе которых она может изгибаться (угол изгиба φ_u) и/или скручиваться (угол закрутки φ_z). При указанных возмущающих воздействиях подвижность приемника должна обеспечивать выполнение упомянутых условий.

Необходимо выполнение следующих задач:

1. Необходимо определить конфигурацию рефлектора, чтобы после развертывания всех частей КА выполнялись требуемые условия передачи сигнала.

2. Необходимо определить максимально возможные отклонения в кинематических парах ($\gamma_{p,max}$ и $\gamma_{кард,max}$), обеспечивающих подвижность отражателя, при которых будет обеспечиваться выполнение требуемых условий с учетом изгиба и закрутки штанги облучателя.

3. Необходимо разработать алгоритм и программное обеспечение для решения задачи стаби-

лизации антенны при изменении направления передачи сигнала от излучателя под воздействием нежелательных возмущений.

Также необходимо определиться с вариантом исполнения данной системы, т.к. представленный на рисунке 2 вариант может не удовлетворять упомянутым условиям.

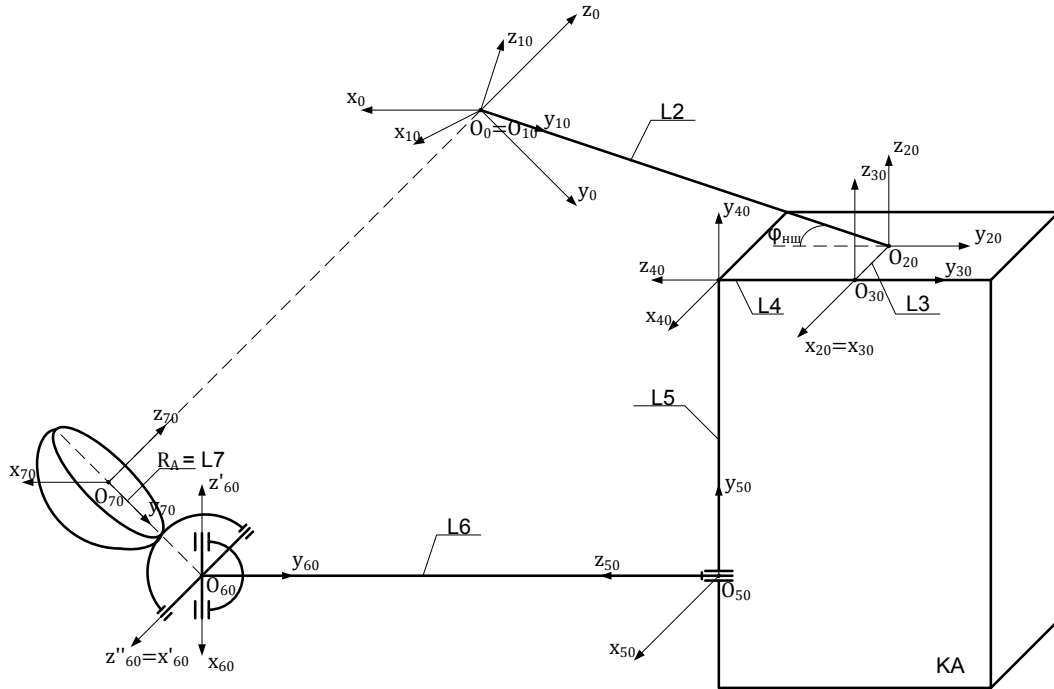


Рис. 2. Кинематическая схема системы ориентации антенны КА

Для выполнения требуемых условий необходимо, чтобы результирующая матрица однородных преобразований при переходе от системы координат точки ОО к системе координат точки приема имела следующий вид:

$$T_{70} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Для получения матрицы такого вида необходимо определить значения средних отклонений в сочленениях (γ_{50} , $\gamma_{61,0}$, $\gamma_{62,0}$) при решении следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} x = f(\gamma_5, \gamma_{61}, \gamma_{62}) = 0; \\ y = f(\gamma_5, \gamma_{61}, \gamma_{62}) = 0; \\ z = f(\gamma_5, \gamma_{61}, \gamma_{62}) = L; \\ a_{11} = f(\gamma_5, \gamma_{61}, \gamma_{62}) = 1; \\ a_{22} = f(\gamma_5, \gamma_{61}, \gamma_{62}) = 1; \\ a_{33} = f(\gamma_5, \gamma_{61}, \gamma_{62}) = 1. \end{cases} \quad (1)$$

Для удобства выбора подходящего варианта конструктивного исполнения системы, при формировании ее кинематической модели удобно использовать формализованное описание (ФО) ки-

нематики [4]. Для получения кинематической модели данной системы формализовано опишем ее кинематику:

$$\begin{aligned} & ZON(1; 10; 0; 0; 0; \alpha; \beta); \\ & ZNN(2; 10; 20; -90; 0; L2; 90 + \varphi_{ши}; 0); \\ & ZNN(3; 20; 30; 0; 90; L3; 0; -90); \\ & ZNN(4; 30; 40; 90; 0; L4; 0; 0); \\ & ZNW(5; 40; 50; 90; 0; L5; -90; 0); \\ & ZWG(6; 50; 60; 0; 0; L6; -90; 0); \\ & ZGK(7; 60; 70; 90; 0; R_A; -90; -90); \\ & SIW(50; 5; 6; \gamma_{50}; \gamma_5; \gamma_{p,max}); \\ & S2G(60; 6; 7; \gamma_{61,0}; \gamma_{61}; \gamma_{кард,max}; 90; \gamma_{62,0}; \gamma_{62}; \gamma_{кард,max}). \end{aligned}$$

На основе данного ФО легко получить кинематическую модель системы с использованием программного приложения [5]. Далее решая необходимую систему уравнений (1) численными методами мы определим конфигурацию рефлектора, если выбранная конструкция удовлетворяет требуемым условиям.

Литература

1. ОАО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева. Зонтичная антенна космического аппарата// Патент № 2423759. 03.08.2009 г.

2. ОАО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева. Развертываемая крупногабаритная двухзеркальная антенна космического аппарата// Патент № 2449436. 04.10.2010 г.

3. ОАО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева. Зонтичная антенна космического аппарата// Патент № 2427948. 04.05.2010 г.

4. Яковлев А.С. Автоматизированное формирование моделей кинематики для открытых кинематических цепей манипуляторов// Тезисы докла-

дов X Международной научно-практической конференции «Молодёжь и современные информационные технологии». – 2012. С. 12–47.

5. Яковлев А.С. Программное обеспечение для автоматизированного формирования математических моделей разомкнутых кинематических цепей механизмов// Свидетельство № 2012617906 о государственной регистрации программы для ЭВМ. 31.08.2012 г.

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ АППАРАТНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

Закомлистов И.В., Берчук Д.Ю., Журавлев Д.В.

Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

E-mail: izakom@mail.ru

Введение

С развитием технологий, приборы усложняются. Поэтому увеличивается потребность в более точных и автоматизированных устройствах контроля.

На сегодняшний день растёт количество домов коттеджного типа с индивидуальными отопительными системами. И в связи с этим повышается спрос на контроль таких параметров как температура и давление. Эта задача реализуется в проектах умного дома. Отличительной характеристикой этих проектов является высокий технический уровень, подразумевающий, в частности, компьютеризацию, без которой в настоящее время не обойтись и доступность для конечного потребителя.

В эпоху технологических инноваций на многих предприятиях используют блок боксы. Которым требуется удаленный контроль состояния внутренних систем. В том числе температуры и давления.

Контроль основан на наблюдении за поведением объекта управления и является одним из основных функций системы управления. Под объектом управления будем понимать устройство, состоянием которого можно и нужно управлять. Основной целью контроля является обеспечение оптимального функционирования системы управления [1].

Функциональные возможности устройств

В исследовании по данной тематике использовались:

1. Микроконтроллер CraftDuino v1.0 (рис. 1).
2. Цифровой датчик температуры DS18S20.
3. Датчик давления BMP085.

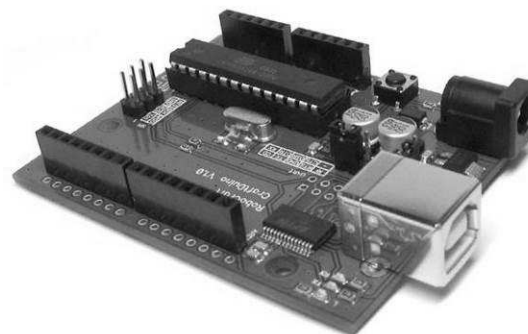


Рис. 1. Микроконтроллер CraftDuino

Arduino – аппаратная вычислительная платформа, основными компонентами которой являются простая плата ввода/вывода и среда разработки на языке Wiring [2]. Для связи компьютера с платформой применяется интерфейс USB. Эта платформа пользуется большой популярностью из-за её низкой стоимости, простоты и удобства использования.

Платформа может не только получать и обрабатывать информацию от датчиков, но и управлять внешними устройствами. Программирование происходит при помощи собственного языка `wiring`. Написанные программы преобразуются на язык C/C++, и затем компилируются компилятором AVR-GCC. Этот процесс происходит в среде разработки Arduino. Она основана на среде `processing`. На данный момент существует большой выбор платформ Arduino. В данном случае была использована CraftDuino v1.0, которая построена на микроконтроллере Atmel ATmega328.

В качестве датчика температуры используется высокоточный цифровой термометр DS18S20 с интерфейсом 1-Wire. Данный протокол очень удобен т.к. использует только одну линию связи. Причём, на эту линию можно подключить до 250 устройств [3]. Датчик имеет 3 контакта – земля, сигнал и питание. Измеряемая температура варьируется от -55 до +125 °С. Для интерфейсной связи