

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ КАРЕТКИ ОБЛУЧАТЕЛЯ РАДИОТЕЛЕСКОПА РАТАН-600 НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ

Г. С. Голубчин, С. Ф. Гольдшмидт, Э. С. Мучник, Е. К. Нижельская

Приводится описание аппаратных и программных средств системы управления каретки облучателя на базе микро-ЭВМ, характеристики которой удовлетворяют требованиям проведения методических и наблюдательных экспериментов на радиотелескопе РАТАН-600.

The hardware and the program facilities of the automatic control system of the RATAN-600 radio telescope feed, based on a computer are described. The characteristics of this system answer the demands of carrying out the methodical and observational experiments at the radio telescope.

Одним из способов осуществления накопления сигнала источника радиоизлучения на радиотелескопе РАТАН-600 является азимутальное сканирование диаграммы направленности антенны путем перемещения каретки облучателя в пределах допустимых aberrаций [1].

Анализ режимов перемещения каретки и требования к системе управления движением каретки (СУДК) были сделаны в работах [2, 3].

В настоящей работе дается описание аппаратных и программных средств СУДК на базе микро-ЭВМ «Электроника-60М», которая внедрена на радиотелескопе РАТАН-600. Рассматриваемая СУДК позволяет реализовать: полуавтоматическое программное управление, при котором задание вводится оператором; автоматическое управление, при котором задание вводится с ЭВМ более высокого ранга; передачу по каналам связи в систему сбора данных информации о фактическом мгновенном положении и скорости каретки; комплексирование со средствами проведения автоколлимационной юстировки и радиологической измерительной системой [4, 5].

Методы радиоастрономического использования РАТАН-600 обеспечиваются разработанными режимами работы СУДК; позиционированием, программным слежением, многократным возвратно-поступательным движением каретки с отработкой заданных параметров методики наблюдений.

В режиме позиционирования диапазон скоростей перемещения каретки составляет 0.5—200 мм/с с точностью 0.1 мм, в режиме программного слежения — 0.33—16 мм/с с динамической точностью 0.5 мм.

Функциональная схема СУДК: представлена на рис. 1.

Контур СУДК замыкается через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), привод (Пр), механизмы (МК), датчик положения (ДП), аналого-цифровой преобразователь (АЦП), адаптер (Ад) и микро-ЭВМ (ЭВМУ). При этом с точки зрения традиционной системы автоматического управления ЭВМУ выполняет функции задатчика сигнала, элемента сравнения и регулятора положения. Эти ее функции реализуются программным обеспечением, состоящим из набора (пакета) программ, различным образом взаимодействующих между собой в зависимости от решаемой задачи и директив оператора или ЭВМ высшего ранга (ЭВМС).

Исполнительным приводом служит серийный тиристорный электропривод типа ЭТЭС с электродвигателем мощностью 1.75 кВт. В СУДК используется датчик положения типа Б2В10, представляющий собой пять сельсинов типа

БС-155А, соединенных между собой последовательно редукторами с коэффициентом редукции 10. Применение многоступенчатых датчиков обеспечивает однозначность показаний на всей длине перемещения каретки.

Выбор датчика положения Б2В10 определяется также возможностью его применения для однозначного измерения положения облучателя на радиальных и дуговых путях и невысокими требованиями по климатике. Сельсин точного отсчета связан через повышающую передачу редуктора, кинематическое звено зубчатое колесо—рейка с кареткой. Конструктивно это звено является

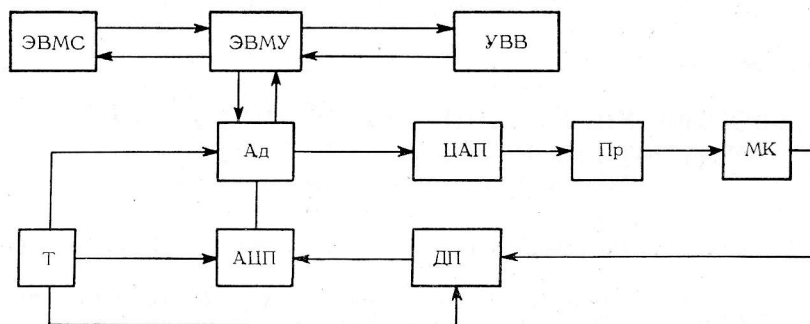


Рис. 1. Функциональная схема СУДК.

ЭВМС — ЭВМ системы сбора; ЭВМУ — ЭВМ системы управления; УВВ — устройство ввода—вывода; Ад — адаптер; ЦАП — цифроаналоговый преобразователь; Пр — привод; МК — механизмы каретки; Т — таймер; АЦП — аналого-цифровой преобразователь; ДП — датчик положения.

безлюфтовой передачей. Таким образом, положение первичных рупоров в фокальной плоскости вторичного зеркала с точностью до погрешности кинематического звена повышающий редуктор—рейка и упругих деформаций каретки определяется сельсином точного отсчета.

СУДК выполнена в виде двух модулей в конструктиве КАМАК, платы связи внешних устройств с ЭВМУ и собственно ЭВМУ с возможностью комплексирования с машиной сбора информации (ЭВМС).

В модуле размером 1М расположены пять АЦП, преобразующих фазовую информацию сельсинов датчика положения в 12-разрядный двоичный код по

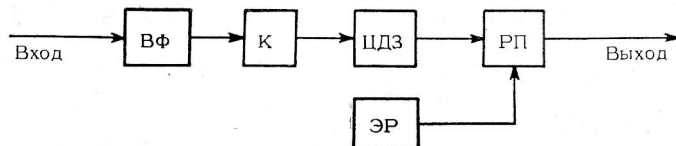


Рис. 2. Функциональная схема АЦП.

ВФ — входной фильтр; К — компаратор; ЦДЗ — цифровое дифференциальное звено; РП — регистр памяти; ЭР — эталонная развертка.

каждому каналу. Функциональная схема такого АЦП показана на рис. 2. Эталонная развертка является общей для всех АЦП на данной плате. Регистры памяти выполнены на интегральных микросхемах с тремя состояниями, поэтому выходы всех АЦП объединены на плате и через буферные усилители подключены к адаптеру. В этом же модуле расположен ЦАП, преобразующий 10-разрядный (плюс знак) выходной код микро-ЭВМ в напряжение управления приводами. Схема ЦАП показана на рис. 3. Кроме того, в этом модуле размещена аппаратная часть программно-аппаратной защиты СУДК от сбоя микро-ЭВМ (ЭВМУ). Регистр памяти на входе в ЦАП имеет два дополнительных разряда, в которых при каждом вводе информации в ЦАП происходит смена состояния 10 на 01 или, наоборот, 01 на 10. В случае, если в течение определенного времени, которое связано с величиной таймерного интервала, не произошло смены информации в этих разрядах по указанной последовательности, логическое устройство отключает выход ЦАП от привода и сигнализирует об этом оператору с помощью

светодиодов на лицевой панели плат. Вход привода обнуляется, и объект управления останавливается в момент сбоя в СУДК.

В другом модуле, размером 2М, расположен блок тактовых импульсов, который вырабатывает служебные сигналы, необходимые для функционирования всех аппаратных средств СУДК, таймер и блок питания сельсинов-датчиков положения. Таймер может работать как от внутреннего кварцевого генератора, так и от внешнего сигнала 1 кГц. Предусмотрена также возможность маскирования таймера непосредственно с пульта оператора или в автоматическом режиме в процессе функционирования микро-ЭВМ по программе.

Адаптер позволяет подключать к микро-ЭВМ управления двадцать два внешних устройства с вводом или выводом 16-разрядного параллельного кода, он устанавливается в ЭВМУ.

Программное обеспечение (ПО) состоит из пакета рабочих и тестовых программ.

В состав рабочих программ входят: диалоговый блок (ДВ), программа передачи данных (PPD), программа преобразования (PREOBR), программа

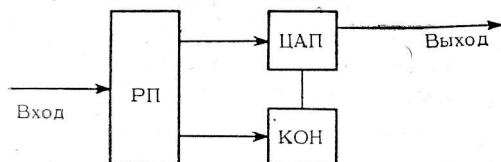


Рис. 3. Функциональная схема ЦАП.

РП — регистр памяти; ИМС ЦАП — интегральная микросхема «Цифро-аналоговый преобразователь»; КОН — коммутатор опорного напряжения.

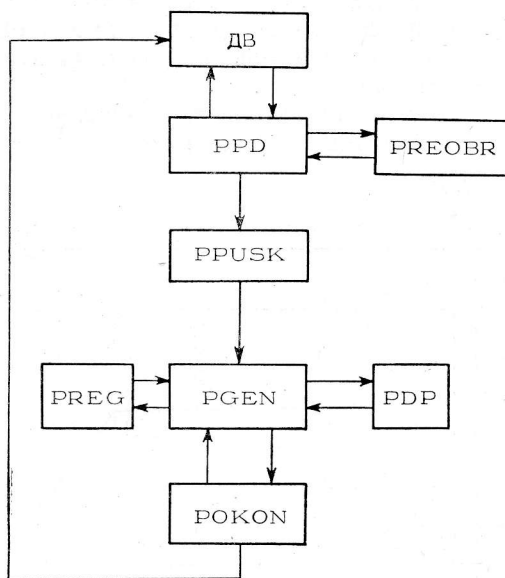


Рис. 4. Блок-схема взаимодействия рабочих программ.

пуска (PPUSK), программа генерации (PGEN), программа обработки датчиков положения каретки (PDPK), программа регулятора СУДК (PREGK), программа окончания (POKON). Тестовое ПО включает тест ЦАП и тест АЦП.

Блок-схема взаимодействия рабочих программ приведена на рис. 4.

ДВ предназначен для ввода в ЭВМУ заданий режима работы, числовых параметров движения каретки, расчета параметров траектории движения каретки и вывода сообщений оператору. Данные в ЭВМУ могут быть введены с устройства ввода—вывода (УВВ) или из ЭВМС. Сообщения оператору содержат информацию о положении каретки, дополнительные параметры движения каретки, рассчитанные с помощью ДВ, а также информацию об аварийных ситуациях и ошибках в действиях оператора. По данным, введенным в ЭВМУ, ДВ рассчитывает параметры траектории движения каретки: длину пути l , длину пути разгона (торможения) l_1 (l_3), время движения t , время разгона (торможения) t_1 (t_3), путь l_2 и время t_2 участка азимутального сканирования диаграммы направленности антенны. Диаграмма движения каретки в общем виде показана на рис. 5. Для устранения мелкомасштабной неоднородности фонового излучения атмосферы и Земли [6] в ДВ может быть организован режим многократного повторения полного цикла движения каретки.

PPD предназначена для связи ДВ, написанного на языках «Фортран» и «Бейсик», с программами, непосредственно осуществляющими и контролирующими движение, использующими язык «Ассемблер». Она также выполняет подготовку памяти под массив данных, задаваемых оператором или ЭВМС.

PREOBR используется для перевода данных движения из формы с плавающей запятой, используемой ДВ, в форму слова двойной длины, используемого

остальными программами. Эта программа производит и обратное преобразование.

PPUSK служит для запуска PGEN и начала движения. Пуск может осуществляться как автономно, т. е. в момент нажатия клавиши оператором на УВВ, так и по внешним часам или через ЭВМС.

PGEN предназначена для расчета в реальном времени параметров траектории движения каретки. Эта программа рассчитывает также рассогласование между генерируемыми и фактическими параметрами движения. С помощью PDPK и PREGK она образует контур управления, вырабатывая сигналы задания на привод подач. Процесс генерации продолжается до момента совпадения расчетных параметров, полученных в результате генерации, с заданными оператором или УВМС.

PDPK используется для съема информации с датчиков положения, согласования показаний датчиков точного и грубого отсчета [7] и преобразования полученного результата в слово двойной длины.

PREGK предназначена для выработки законов управления СУДК. Она осуществляет устойчивое движение каретки с заданными показателями качества и ошибками позиционирования и слежения. PREGK воспроизводит пропорционально-интегральный закон регулирования [8] с возможностями введения зоны нечувствительности и ограничения, а также проведе-

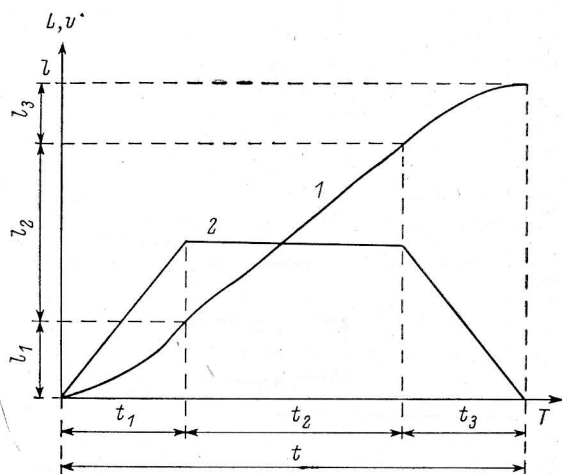


Рис. 5. Диаграмма движения каретки. 1 — кривая $L(T)$; 2 — кривая $v(T)$.

ния скоростной компенсации. Выходная величина, вычисляемая в программе, имеет вид (без учета ограничений и зоны нечувствительности)

$$y = kv + k_p D + k_r \int D dt,$$

где v — скорость, формируемая PGEN; D — величина рассогласования; k , k_p , k_r — масштабные коэффициенты скоростной, пропорциональной и интегральной составляющих соответственно.

РОКОН предназначена для определения момента окончания процесса управления и передачи управления ДВ для запроса новых данных.

Пакет рабочих программ имеет модульный характер и допускает как замену одних программ другими, так и наращивание дополнительных программ. Все программы имеют общий массив данных и работают с помощью индексного метода адресации. Общий объем памяти рабочих программ составляет 17 кбайт, таймерный интервал — 10 мс. С помощью СУДК параллельно-последовательным методом спектральных измерений с повышенным разрешением были проведены наблюдения радиолинии водяного пара на волне 1.35 см с сопровождением первичным облучателем в течение 30 с. Получена дополнительная информация об узких ярких деталях профиля этой радиолинии [9].

Авторы выражают благодарность сотрудникам САО АН СССР В. И. Фурсе и Э. И. Коркину за участие в работе, С. Р. Желенкову за полезные замечания.

Литература

1. Стоцкий А. А. Аберрации главного зеркала антенны переменного профиля и сканирование диаграммы направленности путем смещения облучателя. — Изв. ГАО, 1972, № 188, с. 63—76.
2. Авдусhev С. А., Голубчин Г. С., Перченко Ю. В. Система автоматизиро-

- ванного управления приводом облучателя радиотелескопа РАТАН-600. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 1983, 18, с. 131—138.
3. Двухкоординатная следящая система управления радиотелескопом на базе микро-ЭВМ / С. Ф. Гольдшмидт, Г. С. Голубчин, Л. Л. Лившиц, Г. П. Ханина. — В кн.: Система электропривода и промышленной автоматики с управлением от микропроцессоров и ЭВМ. Л.: ЛДНТП, 1983, с. 73—77.
 4. Ходжамухаммедов Н., Стоцкий А. А., Боровик В. Н. Автоколлимационный метод юстировки и контроля антенны переменного профиля. — *Радиотехника и электроника*, 1970, № 2, с. 257—262.
 5. Пинчук Г. А., Стоцкий А. А. Применение радиолографии для исследования радиотелескопа РАТАН-600. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 1982, 16, с. 135—145.
 6. Метод «скольжения» на радиотелескопе РАТАН-600 / М. Г. Мингалиев, З. Е. Петров, В. И. Филипенко, Л. Н. Черков. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 1985, 19, с. 76—81.
 7. Зверев А. Е., Максимов Л. П., Мясников В. А. Преобразователи угловых перемещений в цифровой код. Л.: Энергия, 1974, с. 164—168.
 8. Бесекерский В. А. Цифровые автоматические системы. М.: Наука, 1976, с. 227—231.
 9. Грачев В. Г. Параллельно-последовательный метод спектральных измерений с повышенным разрешением. — В кн.: Радиоастрономическая аппаратура. Тез. докл. 17 Всесоюз. конференции. Ереван, 1985, с. 86.

Поступила в редакцию 12.10.85