

УДК 520.2.07+681.5

Автоматизированная система управления телескопом Zeiss-50"

В.Г. Шитов, Н.Ф. Панков, А.В. Беляев

НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», Научный, АР Крым, Украина
shitov@crao.crimea.ua

Поступила в редакцию 20 декабря 2012 г.

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с проектом автоматизированной системы управления телескопом Zeiss-50". Сформулированы основные требования к проекту. Дано краткое описание структуры и узлов системы.

Ключевые слова: автоматизированная система управления телескопом

1 Введение

Крымская астрофизическая обсерватория располагает 122-см телескопом – рефлектором, изготовленным в начале минувшего века фирмой Карл Цейс в Германии. В первые послевоенные годы этот телескоп был крупнейшим в стране, на нем успешно проводились исследования звезд и планет. К настоящему времени элементы управления движением телескопа безнадежно устарели. Однако 122-см рефлектор обладает прекрасной оптикой, и это обстоятельство заставило задуматься об оснащении его автоматизированной системой управления и возвращении третьего по величине телескопа на территории Украины в число полноценно действующих современных астрономических инструментов.

2 Цели и задачи

Основными целями и задачами автоматизированной системы управления (АСУ) являются обеспечение быстрого и точного наведения телескопа на наблюдаемый объект, сокращение времени перехода от одного наблюдаемого объекта к другому, увеличение точности часового ведения телескопа, возможность дистанционного автоматического наведения телескопа на наблюдаемый объект. Кроме того, несомненно, важным обстоятельством будет применение аппаратных и программных средств для отождествления исследуемых областей неба и наблюдения (сопровождения) объектов с произвольными законами движения. Управление различными электромеханизмами, непосредственно не относящимися к телескопу (открытие створок, синхронизация движения купола с рефлектором и прочее), сведет к минимуму опасность ошибочных действий наблюдателя при управлении телескопом в ручном режиме, уменьшит энергопотребление, повысит надежность работы, улучшит условия работы наблюдателей. В автоматическом режиме роль наблюдателя сводится лишь к указаниям начала/конца работы. Все это приведет к повышению эффективности работы телескопа в

Автоматизированная система управления...

целом. После автоматизации всех вспомогательных подсистем телескопа (в частности, открытие/закрытие створок, контроль прозрачности неба и метеоусловий и т. д. и т. п.) появится надежда превратить телескоп в автоматический. Все вышесказанное относится к управлению телескопом, но не к процессу собственно наблюдений. Автоматизация наблюдений – отдельная задача.

3 Объект автоматизации – телескоп Zeiss-50"

Телескоп имеет диаметр главного зеркала – 1.2 м. и установлен на параллактической монтировке Мейера. Как следствие – недоступность наблюдений объектов со склонениями больше $+75^\circ$. Противовес полярной оси – 10 т. Противовесы оси склонений – 2 шт. по 3 т. Есть и другие уравнивающие противовесы. Это приводит к увеличению веса и момента инерции телескопа и, соответственно, завышению требований к приводам и алгоритму управления. Кинематические схемы обеих осей имеют отдельные приводы грубой установки (ГУ) и точной коррекции (ТК), переключаемые посредством зажимных муфт (тормозов), что сужает возможности управления движением телескопа.

4 Кинематическая схема (неизменяемая часть)

Для построения контуров управления автоматизированной системы и формулирования технических требований к электронным и программным узлам и блокам необходимо знать точные параметры кинематической схемы телескопа. По причинам солидного возраста телескопа и его неоднократного перемещения из одной географической точки в другую, естественно, документация и чертежи узлов сохранились лишь частично. Поэтому передаточные числа редукторов получены из измерений. Кинематические схемы (рис. 1) идентичны по обеим осям, отличаясь только редукцией.

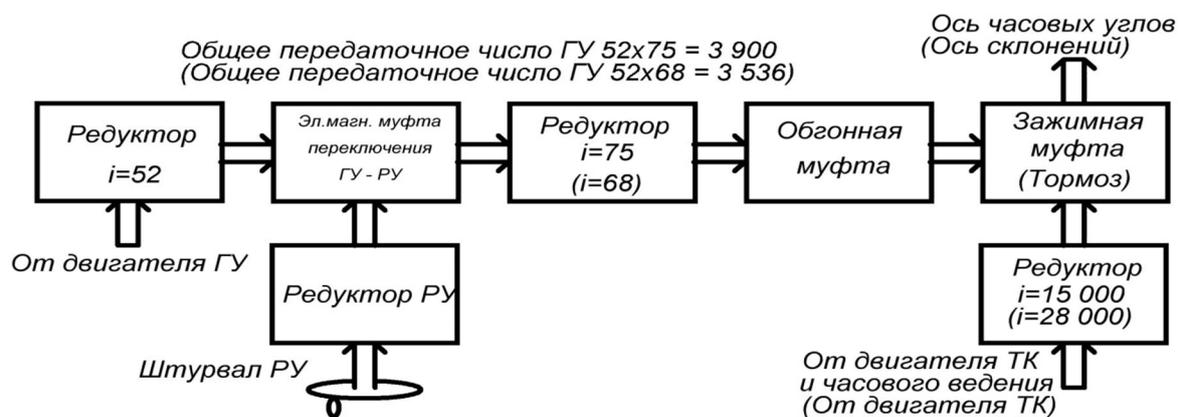


Рис. 1. Кинематическая схема

5 Автоматизированная система управления телескопом Zeiss-50"

Системы управления, как правило, в настоящее время строятся по распределенной схеме. В нашем случае в составе АСУ можно условно выделить отдельные подсистемы, а именно: управление движением рефлектора по двум осям (грубое и точное), управление фокусировкой, управление диагональным зеркалом, управление механизмами купола и некоторые другие.

Основные функции системы:

- Визуализация состояния процесса управления.
- Текущая регистрация характеристик процесса.
- Оперативный анализ состояния оборудования и процесса управления.
- Регистрация действий оператора (наблюдателя), в том числе при аварийных сообщениях.
- Архивация и длительное хранение значений протоколов процесса управления, реализация алгоритмов «советчика».

6 Автоматизированная система управления рефлектором

В качестве примера рассмотрим проект подсистемы (системы) управления собственно рефлектором, как наиболее важной. Ее особенности таковы:

- Возможность управления с любого удаленного компьютера.
- Применение интерфейса типа «общая шина» позволяет наращивание числа внешних устройств с целью дальнейшего развития системы при высокой помехозащищенности.
- Быстрый и независимый доступ к показаниям датчиков углового положения рефлектора через интерфейс Ethernet.
- Широкий диапазон скоростей и высокая надежность работы приводов ГУ вследствие применения современного инвертора (частотного преобразователя).
- Реализация оптимальных алгоритмов работы приводов ТК, обусловленная применением интеллектуального контроллера шаговых двигателей.

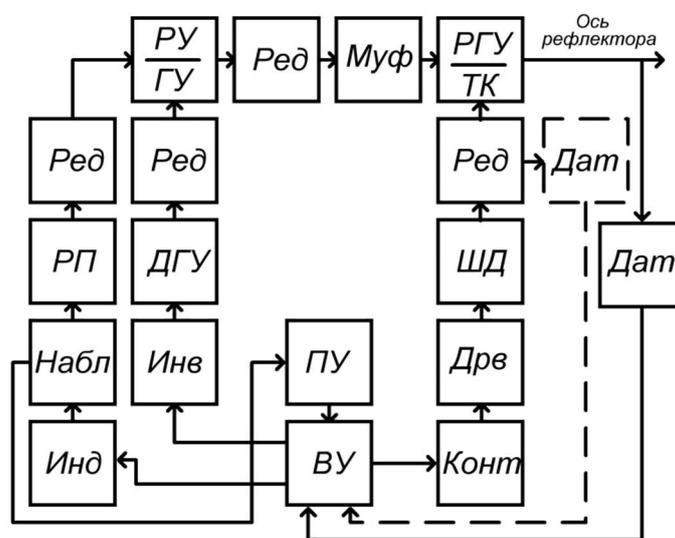


Рис. 2. Контуры управления в АСУ. РУ/ГУ – переключатель режимов ручного/грубого управления, Ред – редуктор, Муф – обгонная муфта, РГУ/ТК – переключатель режимов ручного/грубого управления и точной коррекции, Дат – датчик угла (шифратор), РП – ручной привод, ДГУ – двигатель грубой установки (ГУ), ШД – шаговый двигатель точной коррекции (ТК) и часового ведения (ЧВ), Набл – наблюдатель, Инв – инвертор (усилитель мощности), Дрв – драйвер (усилитель мощности ШД), Инд – индикатор углового положения рефлектора, Конт – контроллер ШД, ВУ – вычислительное устройство (РС + устройства ввода/вывода + программное обеспечение), ПУ – кнопочный пульт управления (локальный).

7 Контур управления в АСУ

В современных автоматизированных системах управления следует отчетливо понимать взаимосвязь аппаратной и программной частей системы. Если состав и технические параметры элементов аппаратной части диктуются на начальном этапе проектирования, в основном, характеристиками точности, быстродействия, климатическими и т. д., то «появление на свет» АСУ происходит только лишь после применения программной части системы к набору аппаратных средств. Программное обеспечение и задает собственно свойства системы, объединяя элементы нужным для решения задачи образом.

На рис. 2 представлены различные контуры управления, возникающие в предлагаемом нами проекте.

1. Ручное управление (РУ): Набл-ПП-Ред-РУ/ГУ-Ред-Муф-РГУ/ТК-Ось-Дат-ВУ-Инд-Набл. Контур замыкается через наблюдателя (анализ и исполнение).
2. Грубая установка (ГУ): ВУ-Инв-ДГУ-Ред- РУ/ГУ-Ред-Муф- РГУ/ТК-Ось-Дат-ВУ.
3. Точная коррекция (ТК): ВУ-Конт-Дрв-ШД-Ред- РГУ/ТК-Ось-Дат-ВУ.
4. Дистанционное управление (ДУ): Набл-ПУ-ВУ. Далее контур также замыкается через наблюдателя (анализ), исполнение через ГУ и ТК, в зависимости от нажатых кнопок пультов.
5. Контур установки привода ТК в середину диапазона (только для оси склонений): ВУ-Конт-Дрв-ШД-Ред-Дат-ВУ.

8 Привод ТК оси склонений

Особенность привода ТК оси склонений заключается в том, что поворот трубы происходит за счет изменения длины линейной тяги. Это потребовало проектирования датчика угловых перемещений на основе абсолютного шифратора с выходным сигналом в виде 10-разрядного двоичного кода. Шестерня, установленная на валу датчика, сцеплена с зубчатой рейкой, перемещающейся вместе с приводной тягой. Таким образом происходит преобразование линейного перемещения в угловое.

Диапазон работы привода ТК угла склонения $\sim 5^\circ$, что соответствует линейному перемещению ~ 100 мм. Вес младшего значащего разряда (МЗР), приведенный к оси склонений – 23". Диапазон скоростей привода ТК – 0...4.3"/сек, шаг скорости – 0.09"/сек. Шаг двигателя ТК, приведенный к оси склонений, – 0.09".

9 Некоторые узлы АСУ Zeiss-50"

Для измерения угловых положений осей часового угла и склонений рефлектора применены датчики (шифраторы) типа OCD-ETA1B-16. Выходной сигнал датчиков – 16 двоичных разрядов. Вес МЗР, приведенный к осям рефлектора – 20". Интегральная нелинейность ± 2 МЗР. Датчики соединены с компьютером посредством Ethernet TCP/IP.

В шкафу управляющего компьютера установлен преобразователь интерфейса RS-232 в интерфейс промышленной информационной сети RS-485, 2-осевой контроллер шагового двигателя (ШД), управляющий приводами ТК и часового ведения (ЧВ), блок питания модулей АСУ, а также элементы старта и стопа всей системы.

Шкаф управления приводами содержит элементы защитно-коммутационной аппаратуры силовых цепей, модули гальванической развязки, модули ввода-вывода дискретной информации, инвертор (частотный преобразователь привода) ГУ, элементы управления переключающими муфтами (тормозами) по обеим осям, элементы системы фокусировки.

Реализована возможность работы с приводами ГУ и ТК от кнопочных пультов управления, расположенных на рефлекторе.

Шкафы управления приводами ТК расположены вблизи соответствующих осей телескопа.

10 Заключение

Проект автоматизированной системы управления Zeiss-50" находится в стадии монтажа на телескоп.

В проект АСУ Zeiss-50" закладывалось быстрое и точное наведение рефлектора на наблюдаемый объект, увеличение точности часового ведения телескопа (расчетная интегральная ошибка часового ведения за 1 час экспозиции – 0.1"; дифференциальная – 0.16"). Удастся ли это реализовать в той или иной мере зависит от состояния кинематической схемы приводов (износ зубчатых зацеплений, люфты и тому подобное).

Представленная работа инициирована и финансируется ГАО НАНУ. Ее сотрудниками реализуется единственная научная программа – систематические фотометрические наблюдения переменных звезд синхронной сетью удаленных телескопов, проводимые Лабораторией быстропротекающих процессов в звездах Главной астрономической обсерватории НАН Украины. В этой кооперативной программе принимают участие обсерватории Украины, России, Греции и Болгарии.