

*Р. И. КОКУМБАЕВА, М. А. КРУГОВ, А. В. КУСАКИН,  
Н. В. ЛИЧКАНОВСКИЙ, И. В. РУДАКОВ, В. М. ТЕРЕЩЕНКО*

(ДТОО «Астрофизический институт им. Фесенкова», Алматы, Республика Казахстан)

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕСКОПОМ «ЦЕЙСС-1000». II. БЛОК-СХЕМА И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ**

**Аннотация.** Представлены методы и результаты модернизации системы управления работой телескопа «Цейсс-1000». Новая система управления основана на трех контроллерах, работающих согласно протоколу ASCOM. Контроллер SC II обеспечивает парковку, наведение, часовое ведение и гидирование телескопа. Контроллер ScopeDome обеспечивает синхронное движение трубы, купола и забрал. Третий контроллер управляет фокусерами.

**Ключевые слова:** телескоп, система управления, контроллеры.

**Тірек сөздер:** телескоп, басқару жүйесі, бақылаушылар.

**Keyword:** telescope, driving system, controllers.

Цели, принципы и средства модернизации системы управления телескопом «Цейсс-1000» изложены в работе [1]. Созданная система управляет работой всех механизмов и устройств телескопа и выполняет десятки операций и функций. Система управления базируется на трех контроллерах, работающих в среде ASCOM. В настоящее время зарубежными фирмами выпускается несколько типов специализированных контроллеров, предназначенных для управления телескопами. Поэтому вначале был выполнен их анализ по десяти параметрам. В итоге был выбран контроллер SC II фирмы Sideral Technology (США). Он управляет работой ПЗС-камер, обеспечивает парковку, наведение и гидирование телескопа. Мы здесь не будем подробно останавливаться на каждой операции, выполняемой с помощью данного контроллера, а приведем блок-схему системы управления в целом и краткие комментарии к ней. В систему, помимо контроллера SCII, входят еще два контроллера: Scope Dome, управляющий вращением купола и контроллер, управляющий фоку-сировкой гида и телескопа. Блок-схема автоматизированной системы управления 1-м телескопом представлены ниже на рисунках 1а–1г.

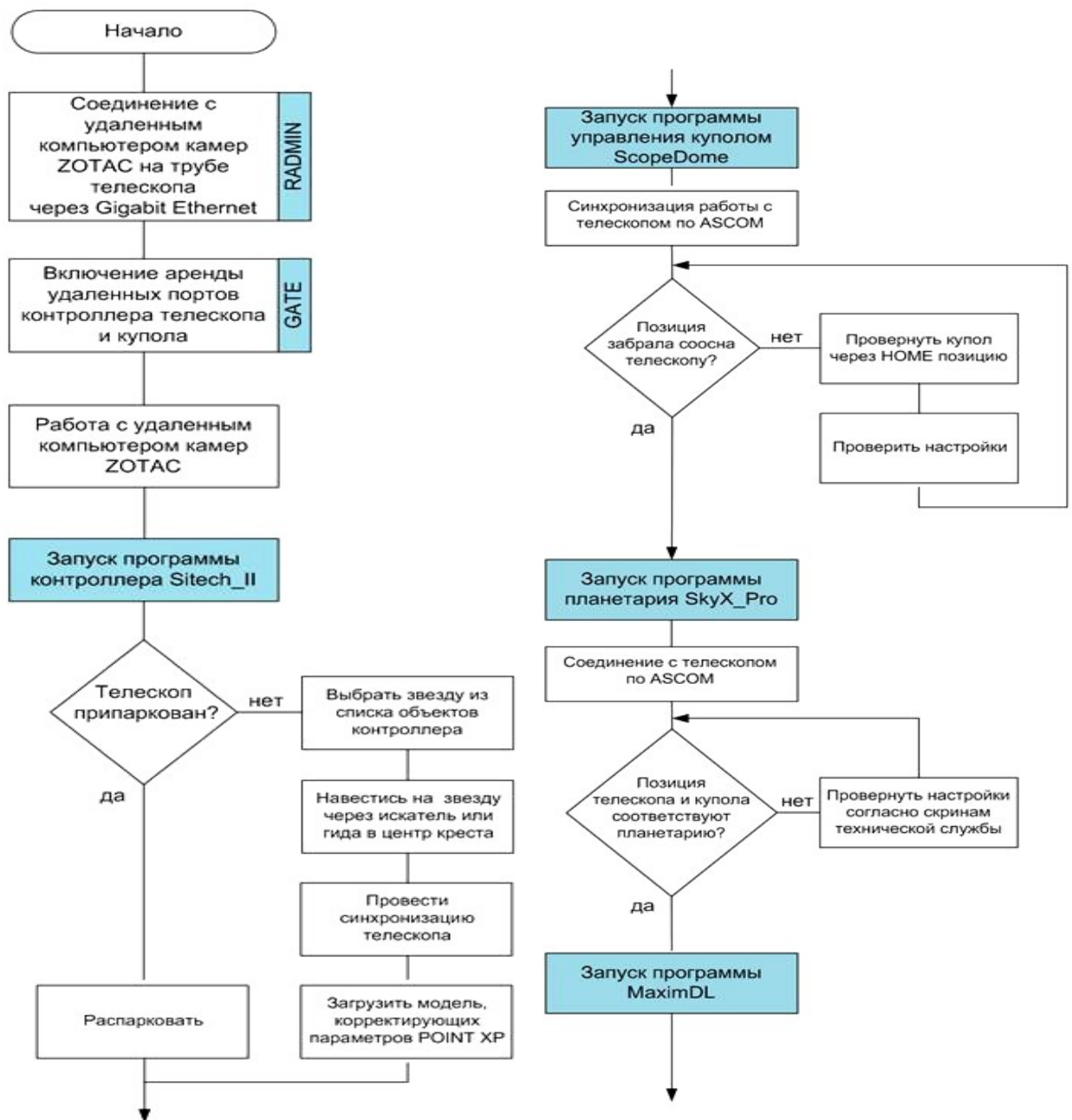


Рисунок 1а 1б – Блок-схема системы управления «Цейсс-1000»

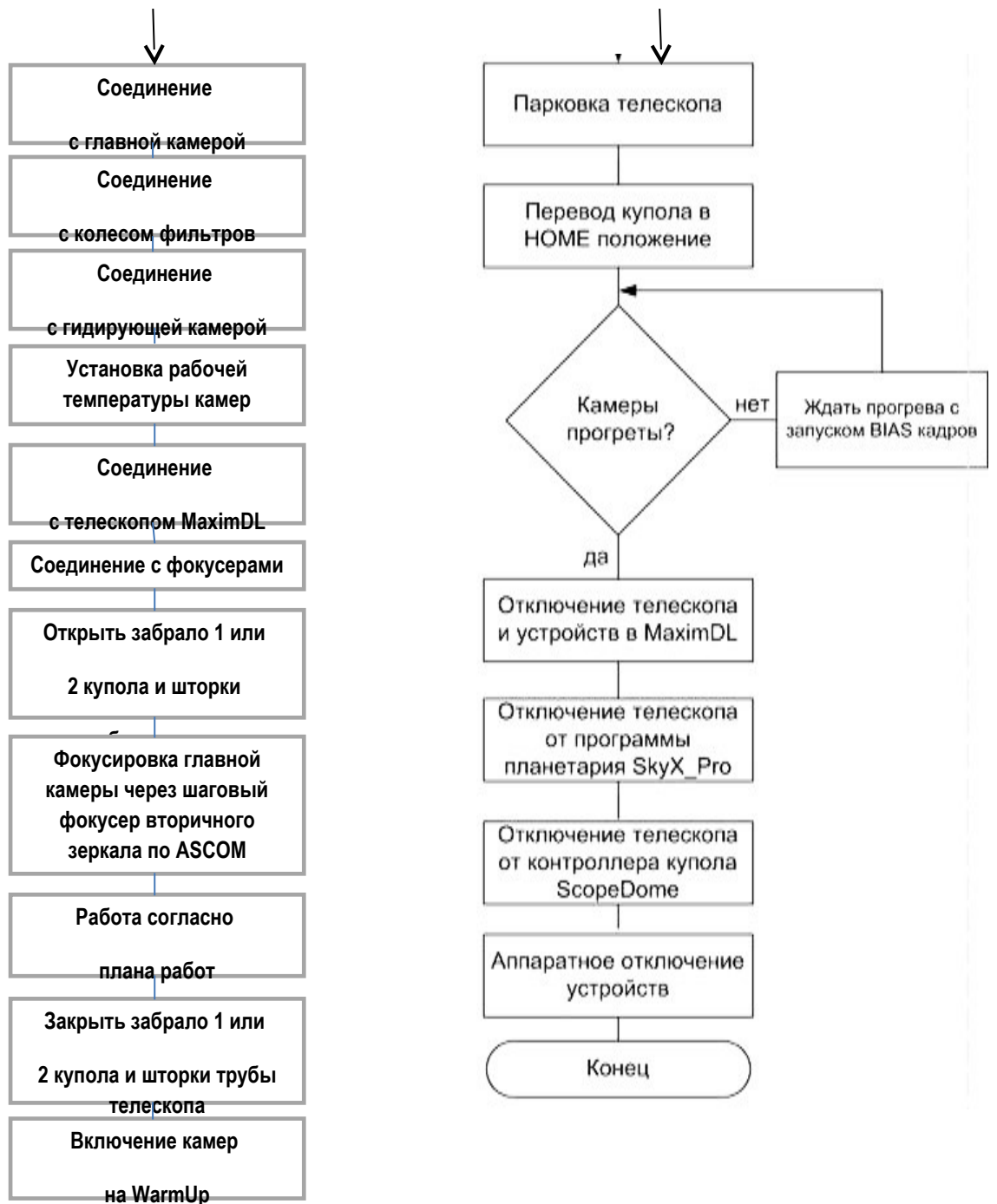


Рисунок 1в и 1г – Блок-схема системы управления «Цейсс-1000»

основных проблем при создании системы управления является совместимость блоков и механизмов между собой. Благодаря использованию единого стандарта для астрономических устройств ASCOM, нам удалось избежать ее. ASCOM обеспечивает работу с разными планетариями, передачу параметров контроллеру Score Dome, программе обработки изображений и всем программам и устройствам, необходимых при наведении телескопа. Контроллер SCII предусматривает наличие датчиков «домашнего»

положения, позволяющих телескопу наводиться из парковочного положения и в режиме дистанционного управления. В нем имеются порты высокоточных энкодеров – устройств измеряющих углы поворота осей телескопа. Кроме того, в SCII предусмотрены управление по беспроводному каналу, гибкость настройки моторов. Важно и то, что данный контроллер широко используется в других обсерваториях, а производящая фирма непрерывно совершенствует его.

Для наведения и отождествления в системе используется самый мощный из существующих электронных планетариев – The SkyX Professional Edition, основанный на широко известном каталоге USNO [2]. К недостаткам выполненной модернизации можно отнести замедленную скорость движения телескопа при наведении по прямому восхождению и склонению. Для его устранения необходимо заменить используемые двигатели на более мощные.

На рисунке 2 приведен пример синхронизированного положения телескопа и купола (вид сверху). В то время как телескоп равномерно поворачивается вокруг полярной оси, купол должен поворачиваться по сложному закону. Согласно [3] азимут купола (телескопа) определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} A = (\cos \delta \sin t) / (-\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos (\cos t)), \quad (1)$$

где  $A$  – азимут,  $\delta$  – склонение светила,  $\varphi$  – широта места наблюдения,  $t$  – часовой угол. Однако эта формула справедлива для симметричной схемы монтировки, например, вилочной. В случае же экваториальной (немецкой или английской) монтировки следует учитывать удаление (вынос) оси трубы от полярной оси (см. рисунок 4.1). Алгоритм при этом усложняется, но существующие контроллеры, в том числе и SC II учитывают этот фактор.

Углы поворота купола фиксируются магнитными энкодерами. Мы здесь не затрагиваем вопросов, связанных с работой ПЗС-матриц – съемом и обработкой кадров.



Рисунок 2 – Пример синхронизированного положения телескопа и купола (вид сверху)

Отдельный контроллер управляет фокусировкой основной трубы и гида. Он размещен непосредственно на трубе телескопа, а связь с ПК поддерживается с помощью кабелей.

В течение процесса наблюдения или съемки периодически возникает необходимость в корректировке фокусного положения матрицы CCD или прибора контроля. Для реализации этого процесса применяется схема контроля фокуса с поддержкой на программном уровне.

Существуют как независимые программы фокусировки типа FocusMax (бесплатная), CCD Autopilot, так и интегрированные в программное обеспечение. Принципы управления практически везде одинаковы. Идет поиск наименьшего значения по FWHM звезды перебором, как правило сечения на 2, и принимается за лучшее положение фокусировки.

При смене температуры необходимо настраивать фокусировку не только на основном телескопе, но и гидирующем. Практически все функции управления реализованы посредством ASCOM.

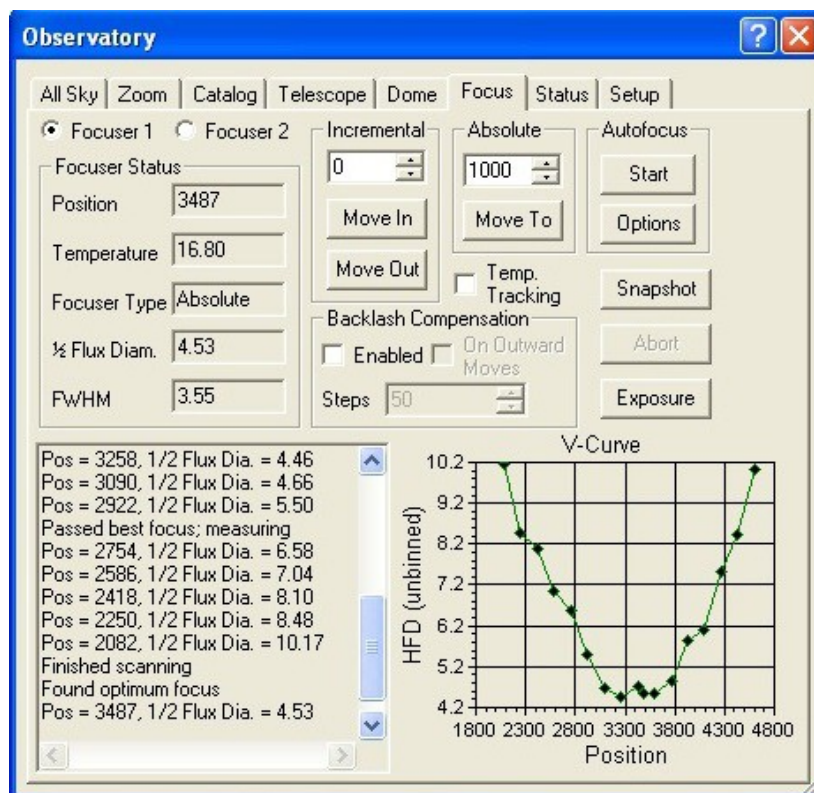


Рисунок 3 – Скриншот экрана фокусировки из MaximDL

*Работа выполнена в рамках проекта «Развитие методов и технологий исследований звезд раннего спек-трального класса с инфракрасными избытками» республиканской бюджетной программы 002 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности».*

## ЛИТЕРАТУРА

1 Кругов М.А., Личкановский Н.В., Терещенко В.М. Модернизация системы управления телескопом «Цейсс-1000». I. Основные принципы модернизации и исследование механики телескопа // Известия НАН РК. Сер. физ.-мат. – 2013. – № 5. – В печати.

2 <http://www.nofs.navy.mil/data/fchpix>

3 Михайлов А.А. / Ред. Курс астрофизики и звездной астрономии. – Т. 1. – М.: Наука, 1973. – 608 с.

4 <http://sideraltechnology.com>

## REFERENCES

1 Krugov M. A., Lichkanovsky N.V., Tereschenko V.M. Modernizatsiya sistemy upravleniya teleskopa «Zeiss-1000». I. Osnovnie printsipy modernizatsii i issledovanie mehaniki teleskopa // Izvestiya NAN RK. Ser. fiz.-mat. – 2013. – № . – V pechati.

2 <http://www.nofs.navy.mil/data/fchpix>

3 Mihaylov A. A. / Ed. Kurs astrofiziki i zvezdnoy astronomii. T. 1. M.: Nauka, 1973. 608 s.

4 <http://sideraltechnology.com>

## Резюме

*Р. И. Қоқымбаева, М. А. Кругов, А. В. Кусакин, Н. В. Личкановский, И. В. Рудаков, В. М. Терещенко*

(«Фесенков атындағы Астрофизика институты» ЕЖШС, Алматы, Қазақстан Республикасы)

«ЦЕЙСС-1000» ТЕЛЕСКОБЫМЕН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЖАҢҒЫРТУ.

II. ЖҮЙЕНІ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ЖӘНЕ БЛОК-СҰЛБАСЫ

«Цейсс-1000» телескобымен басқару жүйесін жаңғыртудың негізгі шарттары және талаптары берілген. Жаңа басқару жүйесі үш басқарушыға негізделген ASCOM хаттамасының келісімімен жұмыс жасайды. Бақылаушы SCPI тұрақтануды, бағдарлауды, сағаттық бағдарлауды және телескопты гидтауды қамтамасыз етеді. Бақылаушы Scope Dome құбырдың (трубаның) синхронды қозғалысын, күмбездің ашылуын қамтамасыздандырады. Үшінші бақылаушы фокусты басқарады.

**Тірек сөздер:** телескоп, басқару жүйесі, бақылаушылар.

## Summary

*R. I. Kokumbaeva, M. A. Krugov, A. V. Kusakin, N. V. Lichkanovsky, I. V. Rudakov, V. M. Tereschenko*

(DТОО «Fesenkov Astrophysical Institute», Almaty, Republic of Kazakhstan)

# THE MODERNIZATION OF DRIVING SYSTEM OF TELESCOPE «ZEISS-1000».

## II. BLOCK-SCHEME AND REALIZATION

The methods and results of modernization of driving system telescopes was presented. New driving system on three controllers, which according to protocol ASCOM works, is base. Controller SC II the parking, pointing, hour tracking and guide of telescope is provide. Controller «ScopeDome» the synchronous movement of tube, dome and visors is provide. The third controller by focusers is drive.

**Keyword:** telescope, driving system, controllers.

*Поступила 2.09.2013г.*