

УДК 520.2.07+681.5+004.42

## **Программное обеспечение автоматизированной системы управления телескопом Zeiss-50"**

*Н.Ф. Панков*

НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», Научный, АР Крым, Украина, 98409  
*catspride@mail.ru*

Поступила в редакцию 20 декабря 2012 г.

### **1 Введение**

Телескоп Zeiss-50" был изготовлен в 1915 году фирмой Карл Цейс. После Второй мировой войны, по репарации из Германии, взамен разрушенного 1-м телескопа, был доставлен в Крымскую астрофизическую обсерваторию, и в течение десяти лет являлся самым крупным телескопом в Советском Союзе. Однако за все время активной и плодотворной эксплуатации телескопа никакие электрические или механические части, ни система управления в целом, не подвергались какой-либо существенной модернизации. В связи с чем, возникла острая необходимость в создании новой автоматизированной системы управления, отвечающей всем современным требованиям к процессу наблюдений, обслуживания и безопасности.

Любая современная система управления подразумевает совокупность не только аппаратных, но и программных средств. Причем, как правило, аппаратное обеспечение отвечает за исполнение управляющих команд, формируемых программными средствами. Поэтому для появления работоспособной системы управления недостаточно просто набора аппаратных устройств, пусть и тщательно подобранных, в зависимости от задачи, и объединенных в силовые и информационные цепи. Программно-управляемые компоненты должны быть объединены еще и логически в определенные контуры управления, реализующие тот или иной алгоритм функционирования. Решить эту задачу и призвано программное обеспечение. Естественно, в случае создания систем управления физическими объектами, программное обеспечение, в свою очередь, теряет смысл без наличия исполняющих устройств, поэтому подобные комплексы называются программно-аппаратными, в которых аппаратура и программы являются равноправными составляющими единой системы.

Вообще, под программным обеспечением подразумевают весь комплекс программных средств, призванных решать ту или иную задачу. В нашем случае это операционная система, драйверы устройств, микропрограммы программно-управляемой аппаратуры («прошивки»), средства разработки и отладки, и собственно сама программа управления.

### **2 Программа управления: задачи**

Глобальной целью реконструкции телескопа Zeiss-50" является автоматизация всех его составляющих (таких как рефлектор, диагональное зеркало, фокусировка, купол, створки и т. д.), и их объединение в единую систему управления. Однако первоочередной задачей

является создание системы управления движением рефлектора, фокусировкой, а также сохранение возможности управления рефлектором при помощи пультов, расположенных в подкупольном пространстве. Для выполнения поставленной задачи были сформулированы следующие требования к программе управления:

- Возможность управления рефлектором во всех режимах, предусмотренных кинематической схемой (грубое управление, точная коррекция, по часовому углу и склонению).
- Обработка и выполнение команд, поступающих от существующих кнопочных пультов, которые могут управлять не только рефлектором в режимах грубого управления и точной коррекции, но и фокусировкой оптической системы.
- Автоматическое наведение рефлектора по заданным координатам.
- Часовое ведение рефлектора.
- Вывод информации о положении рефлектора на индикатор, расположенный в подкупольном пространстве.
- Визуализация звездного неба из каталога звезд для облегчения поиска наблюдаемых объектов.
- Программное управление фокусировкой без участия кнопочного пульта.
- Мониторинг состояния исполняющих элементов и положения механических конструкций. Вывод соответствующей информации на экран. Информирование оператора о предполагаемых нештатных ситуациях и способах их решения.
- Исключение действий наблюдателя, которые могли бы привести к аварийной ситуации, или минимизация возможных негативных последствий, если подобная ситуация все-таки произойдет.
- Ведение журнала всех действий наблюдателя, а также параметров всех процессов, происходящих во время управления. Это необходимо для выявления возможных скрытых программных ошибок, неверных действий оператора, отказов системы при авариях.
- Автоматическое восстановление программы в ряде непредвиденных ситуаций, таких как, например, отключение электропитания.
- Программа должна обладать графическим интерфейсом пользователя с эргономичным и интуитивно понятным расположением элементов.

В связи с тем, что первый этап реконструкции телескопа Zeiss-50" не предполагает автоматизацию целого ряда механизмов, таких как купол, створки, диагональное зеркало, при разработке программного комплекса необходимо учитывать возможность дальнейшего развития системы управления. То есть программа должна быть спроектирована по модульному принципу, как с точки зрения алгоритмов управления, так и с точки зрения графического интерфейса пользователя.

### **3 Программное обеспечение системы управления**

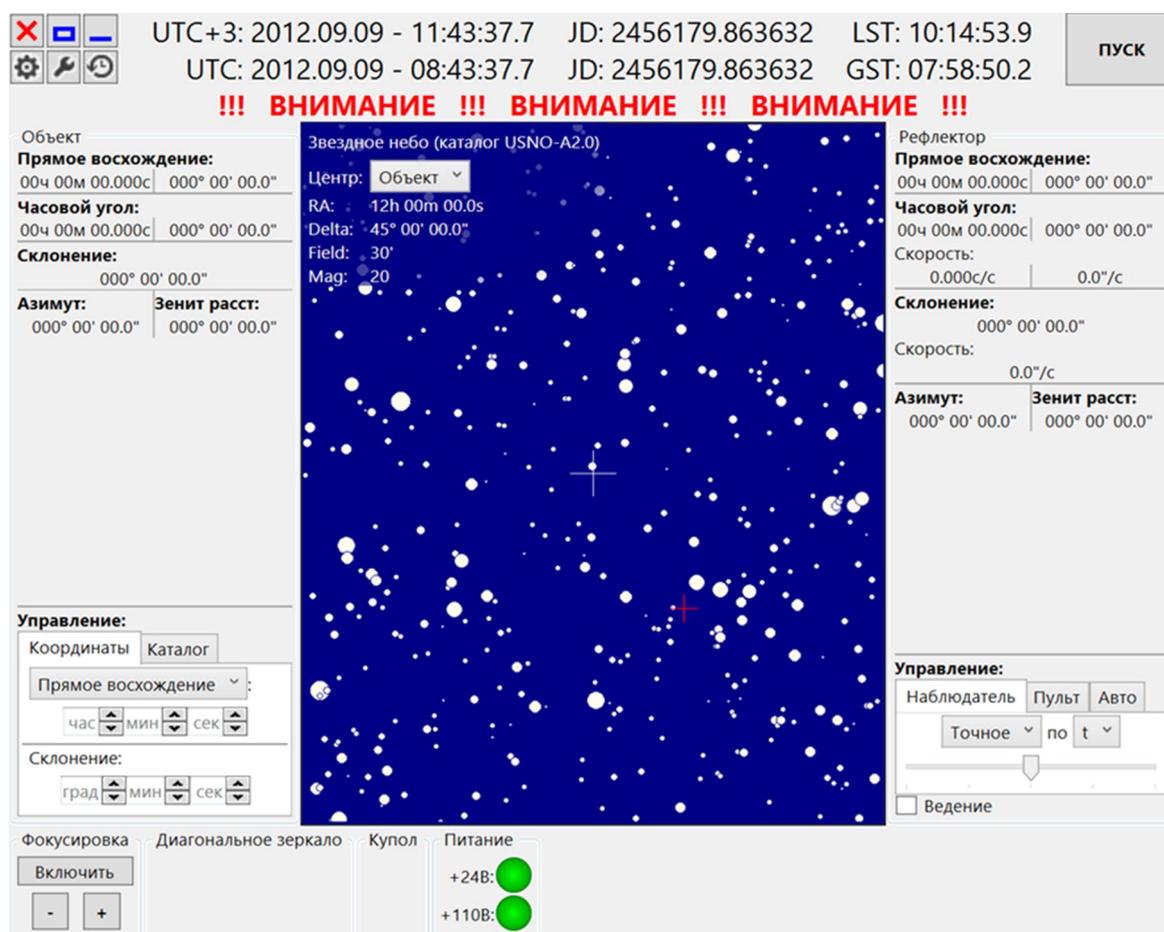
Программа управления создается на базе технологии Microsoft.Net Framework 4.0 и основного для этой платформы языка программирования – C#. Графический интерфейс реализуется при помощи составной части платформы под названием Windows Presentation Foundation соответствующей версии.

Сочетание этих инструментов позволяет создавать приложения практически любой сложности с «богатым» интерфейсом пользователя, минимизировав при этом затраты как на саму разработку, так и на отладку программы, в сравнении с другими инструментами (Java, C++). Отказоустойчивость и быстрдействие соответствуют всем предъявляемым требованиям.

Программное обеспечение автоматизированной системы управления...

Также данная платформа позволяет упростить программирование рутинных задач, таких как, например, обработка ошибок или перевод интерфейса на другие языки, и сосредоточиться на реализации собственно алгоритмов управления.

Опыт создания и эксплуатации программного комплекса автоматизированной системы управления ЗТШ показал, что данная технология надежна и обладает достаточным быстродействием, что говорит о практической возможности ее использования в решении подобных задач. Единственное ограничение, накладываемое платформой, – это необходимость использования операционной системы семейства Windows, начиная с версии Windows XP Service Pack 3.



**Рис. 1.** Макет графического интерфейса пользователя программного обеспечения системы управления телескопом Zeiss-50"

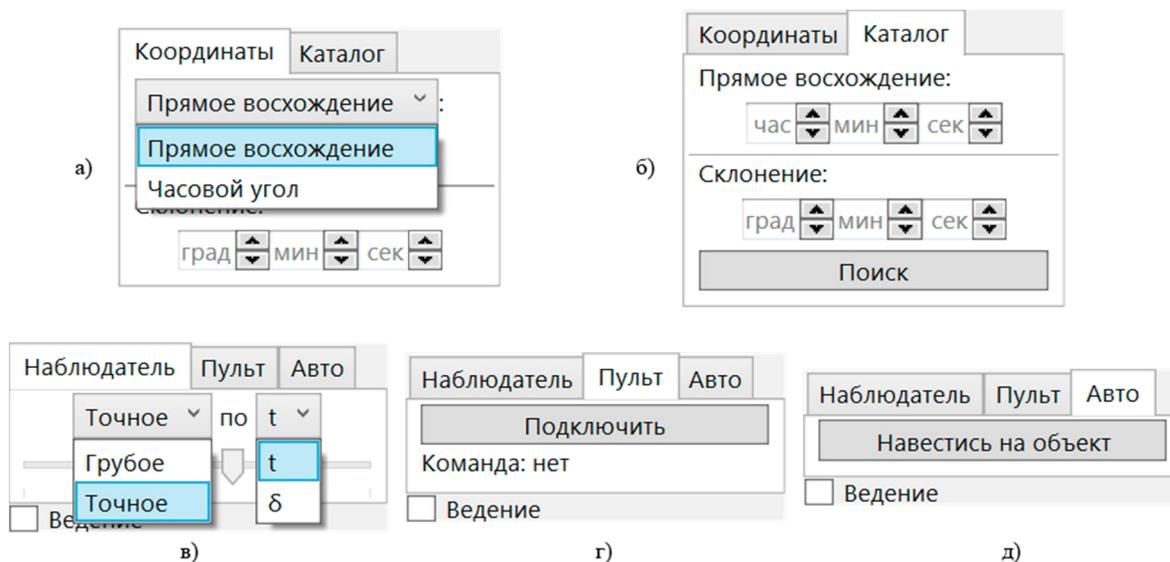
На рис. 1 представлен графический интерфейс пользователя программного обеспечения автоматизированной системы управления. По умолчанию программа запускается в режиме «во весь экран», поверх всех остальных окон, в том числе и панели задач. Программа обладает возможностью запуска в двух режимах – в режиме наблюдателя/пользователя или в режиме администратора/суперпользователя, в зависимости от того какими правами обладает вошедший в систему. В данном случае – режим администратора. Он отличается от обычного режима доступом к настройкам программы, обслуживанию системы (например, регламентные работы), а также возможностью свернуть или восстановить окно программы. Имеется возможность

установить программу на автоматический запуск при загрузке операционной системы вместо рабочего стола. В таком случае, и при условии наличия у пользователя прав администратора, программа, после загрузки, запустит рабочий стол, доступ к которому можно будет получить свернув или восстановив окно.

В верхней области экрана расположены элементы управления окном, кнопки доступа к настройкам программы, подпрограммам, предназначенным для обслуживания отдельных аппаратных элементов системы управления, журналу, а также кнопка запуска и остановки цикла управления. Кроме того, в верхней области выводится дата и время во всех необходимых для наблюдения форматах, таких как: время местное, юлианская дата, местное звездное небо, и дополнительно UTC и гринвичское звездное время (Меёс, 1991). На данный момент источником времени являются системные часы управляющего компьютера, но, при необходимости, источник может быть заменен на часы GPS.

Чуть ниже схематически показана область (!!!ВНИМАНИЕ!!!), предназначенная для вывода сообщений об аварийных ситуациях, или о ситуациях, требующих особого внимания наблюдателя. Отображается только последняя активная ситуация, однако есть возможность оперативного просмотра всех подобных событий, произошедших за время текущего сеанса.

По центру экрана располагается область отображения звездного неба, центр которого можно выбрать по текущим координатам рефлектора или по заданным вручную в области «Объект». Звездное небо формируется при помощи каталога USNO-A2.0, содержащего более чем полмиллиарда звезд (USNO A2.0 Catalog // [http://ad.usno.navy.mil/star/star\\_cats\\_rec.shtml#usnoa2](http://ad.usno.navy.mil/star/star_cats_rec.shtml#usnoa2)). В данном случае для примера выбрана область с координатами  $RA = 24^h$  и  $Delta = 24^\circ$  и полем зрения в  $30'$ . Диаметр звезд выбран в соответствии с их видимой звездной величиной (Эрик Мамеджек, 2010), причем максимально возможная звездная величина выбрана равной 20. Белым перекрестьем обозначен центр поля, т. е. координаты объекта, а красным – текущие координаты рефлектора (схематически).



**Рис. 2.** Элементы управления: а) – задание координат объекта для наблюдения, б) – поиск ближайшей звезды из каталога USNO-A2.0, в) – ручное управление рефлектором, г) – управление рефлектором при помощи кнопочных пультов, д) – автоматическое наведение рефлектора на объект

В левой области экрана отображены всевозможные варианты координат объекта для наведения на него рефлектора, а также инструменты для их задания, причем есть возможность

Программное обеспечение автоматизированной системы управления...

выбора ввода координат или для прямого восхождения, или для часового угла (рис. 2а). На вкладке «Каталог» расположены инструменты для поиска координат ближайшей звезды из каталога USNO-A2.0 (рис. 2б).

В правой области находятся элементы, предназначенные для отображения координат рефлектора во всех системах небесных координат, а также его скоростей. Тут же расположены элементы управления рефлектором. Существует три варианта управления: ручное (рис. 2в), когда наблюдатель лично выбирает режим управления (грубое управление, точная коррекция), ось поворота рефлектора, и задает скорость и направление вращения; при помощи существующих кнопочных пультов (рис. 2г), расположенных в подкупольном пространстве (есть возможность отображения последней полученной команды); и автоматическое наведение рефлектора на координаты, указанные в поле «Объект» (рис. 2д). Кроме того, в этой же области расположено включение/отключение ведения рефлектора.

В нижней области расположены модули мониторинга и управления питанием и фокусировкой оптической системы. В этой же области есть возможность расширения набора модулей управления за счет дальнейшей автоматизации механизмов телескопа, в число которых могут быть включены купол, створки, диагональное зеркало и т. д.

#### 4 Заключение

На данный момент реализованы и апробированы все алгоритмы, необходимые для мониторинга и управления элементами аппаратного обеспечения, как то: интеллектуальный инвертор асинхронных двигателей грубого управления движением рефлектора по обеим осям; контроллер шаговых двигателей точной коррекции положения рефлектора, также по обеим осям (шаговый двигатель по часовому углу отвечает в том числе и за ведение); модули цифрового ввода/вывода; шифраторы угла поворота рефлектора по часовому углу и по углу склонений; индикатор положения рефлектора в подкупольном пространстве; муфты переключения режимов грубого управления и точной коррекции; дистанционные кнопочные пульты ручного управления рефлектором в режимах грубого управления и точной коррекции, а также фокусировкой. На основе этих алгоритмов разработаны элементарные модули-программы, которые могут быть использованы индивидуально для наладки и обслуживания исполняющей аппаратуры. Эти подпрограммы, по мере введения в эксплуатацию узлов контура управления, будут внедрены в основную программу управления телескопом в целом.

Создано программное обеспечение для управления непосредственно телескопом Zeiss-50" в целом, как инструментом. Оно представляет из себя программу с графическим интерфейсом, реализующую, помимо алгоритмов, описанных ранее, непосредственно алгоритм цикла управления рефлектором во всех необходимых режимах (наведение различными способами, ведение), алгоритмы, предотвращающие аварийные ситуации или минимизирующие их последствия. Для упрощения наведения в программу встроен звездный каталог USNO-A2.0 с возможностью визуализации звездного неба в выбранном диапазоне координат. Реализованы системы аутентификации, журналирования, оповещения о нештатных ситуациях (графическое и звуковое) и набор подсказок наблюдателю по работе системы управления.

Модульная архитектура программного обеспечения позволяет не только расширять ее возможности, при необходимости, но и использовать ее в автоматизации других телескопов.

#### Литература

Эрик Мамеджек (Eric Mamajek) // Deriving V Magnitudes from USNO-A2.0 Photographic Photometry: [http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/memo\\_USNO-A2.0.html](http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/memo_USNO-A2.0.html). 2010.  
Меёс (Meeus J.) // Astronomical Algorithms. Richmond.: Willmann-Bell, Inc. 1991.