

## Модернизация комплекса автоматизированного контроля и управления системами жизнеобеспечения обсерватории

© А. В. Исаенко, И. А. Рахимов

ИПА РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

В статье описан один из этапов модернизации автоматизированного комплекса контроля и управления объектами и системами жизнеобеспечения обсерватории «Светлое», разработанного в 2014 г.

С момента введения комплекса в эксплуатацию контроль за некоторыми процессами осуществлялся операторами дежурной смены вручную. В связи с этим была поставлена задача расширить функционал комплекса — автоматизировать процессы путем разработки и внедрения новых элементов. В результате поэтапной работы были автоматизированы системы вакуумирования и управления процессом криостатирования приемных устройств радиотелескопов РТ-32, также была реализована система мониторинга климатических изменений и разработаны устройства защиты лазерного дальномера «Сажень-ТМ» от атмосферных воздействий.

**Ключевые слова:** РТ-32, «Квазар-КВО», программируемый логический контроллер, управление, контроль, защита от атмосферных воздействий.

<https://doi.org/10.32876/AplAstron.46.68-76>

### Введение

Начиная с 2014 г. в обсерватории «Светлое», входящей в состав комплекса «Квазар-КВО», в штатную эксплуатацию введен автоматизированный комплекс контроля и управления (АККУ) системами жизнеобеспечения обсерватории [1]. С момента ввода в эксплуатацию АККУ удалось повысить уровень эффективности, надежности и отказоустойчивости работы всех важнейших систем обсерватории. Но оставались объекты подготовки и обеспечения наблюдений на РТ-32, весь процесс управления которыми продолжал осуществляться операторами дежурной смены вручную, — это системы вакуумирования и криостатирования криоблоков приемных устройств и система защиты от атмосферных воздействий квантово-оптической системы (КОС) «Сажень-ТМ».

## Структурная схема АККУ

Структурная схема АККУ приведена на рис. 1, где объекты, требующие модернизации, выделены пунктиром.

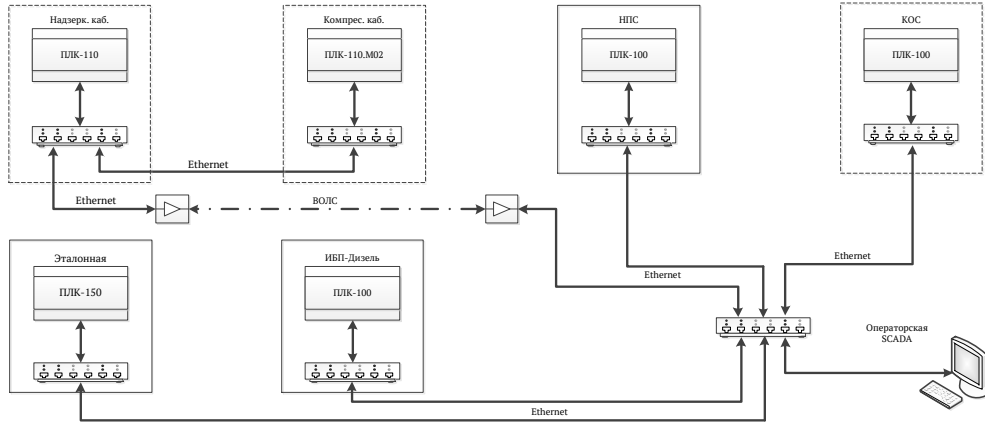


Рис. 1. Структурная схема АККУ, где ПЛК100, ПЛК150 — программируемые логические контроллеры [1]

Вся основная элементная база АККУ-М выполнена на отечественных элементах ООО «Производственное объединение Овен», г. Москва:

Внешний вид программируемых логических контроллеров (ПЛК) представлен на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид ПЛК110-60 и ПЛК100-220

Перечисленные приборы сертифицированы и имеют разрешение Ростехнадзора. Технические характеристики приведены в таблице.

Технические характеристики ПЛК110-60

Параметр	Значение (свойства)
<b>Вычислительные ресурсы</b>	
Процессор	400 МГц
ОЗУ	28 кБайт+3 МБ (размер heap варьируется)
FLASH-диск ПЛК	6 МБ
Операционная система	EmbOS Segger — ОС реального времени
<b>Питание</b>	
Напряжение питания	от 9 до 26 В постоянного тока при $-40^{\circ}\text{C} < T < 20^{\circ}\text{C}$ (номинальное 12 или 24 В)
Потребляемая мощность, не более	31 Вт
<b>Цифровые (дискретные) входы</b>	
Количество входов (из них быстродействующих)	36 (4)
Тип входов по ГОСТ Р 51841–2001	1
Напряжение «логического нуля»	–3 ... –5 В
Максимальный ток «логического нуля»	2 мА
Напряжение «логической единицы»	15...30 В
Максимальный ток «логической единицы»	9 мА (при 30 В)
<b>Дискретные выходы (контакты электромагнитных реле ПЛК110–Х.Х.Р)</b>	
Дискретные выходы (контакты электромагнитных реле ПЛК110–Х.Х.Р)	24
Максимальный ток, коммутируемый контактами реле, не более	3 А
Время переключения контактов реле из состояния «лог. 0» в «лог. 1» и обратно, не более	10 мс (выходы DO1–DO24)
<b>Интерфейсы связи, количество</b>	
RS-485	2
RS-232	2
Ethernet 100 Base-T	1

## Модернизация автоматизированной системы управления надзеркальной кабины РТ-32

### *Внедрение автоматизированной вакуумной системы приемных устройств*

В надзеркальной кабине (НК) была выполнена глобальная модернизация автоматизированной системы управления (АСУ НК). В связи с автоматизацией процесса вакуумирования криоблоков приемных устройств увеличилось число устройств управления и контроля, вследствие чего потребовалась за-

мена ПЛК150 на ПЛК110. Был установлен щит с вакуумметрами ВИТ12Т3, к которому подключены датчики вакуума криоблоков. Функциональная схема приведена на рис. 3.

В процессе модернизации впервые были использованы:

- программируемые логические контроллеры ПЛК110-60;
- сенсорные панели оператора СП207 и СП310Р;
- модули ввода аналогового сигнала МВ110-8А и МВ110-8АС;
- модули ввода электрических параметров сети МЭ110-3М и МЭ110-1М;
- модули ввода-вывода МК110-8Д-4Р;
- модули вывода аналогового сигнала МУ110-6У;
- модули вывода дискретных сигналов МУ110-8Р.

Как видно из функциональной схемы, ядро системы — ПЛК110 — более мощный и ресурсоемкий контроллер, который обеспечивает функционирование автоматизированной вакуумной системы приемных устройств (АВСПУ) [2]. Кроме функции автоматизации вакуумной системы приемных устройств АСУ НК РТ-32 выполняет процессы поддержания оптимальной температуры воздуха в помещении, стабилизации давления, низкой влажности воздуха в облучателях приемных устройств (Дегидр) и подачи питания на блоки приемных устройств (включение БСК), а также процесс запуска генераторов пикосекундных импульсов (ГПИ) и гетеродина (Гет. 6, 2). Особенность данной АСУ — наличие сенсорной панели оператора СП207, в которой совмещены функции отображения и местного управления системой. На главном окне управления СП207 (рис. 4) видно, что давление в криоблоках (КБ) диапазона 6 см (КБ 6.2-1 и КБ 6.2-2) низкое, что свидетельствует о работе приемника под криостатированием.

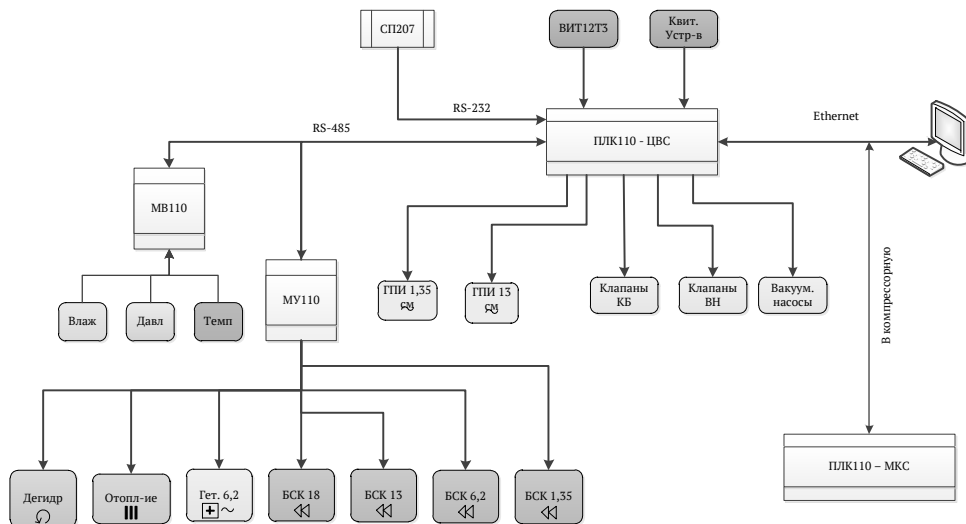


Рис. 3. Функциональная схема АСУ НК РТ-32

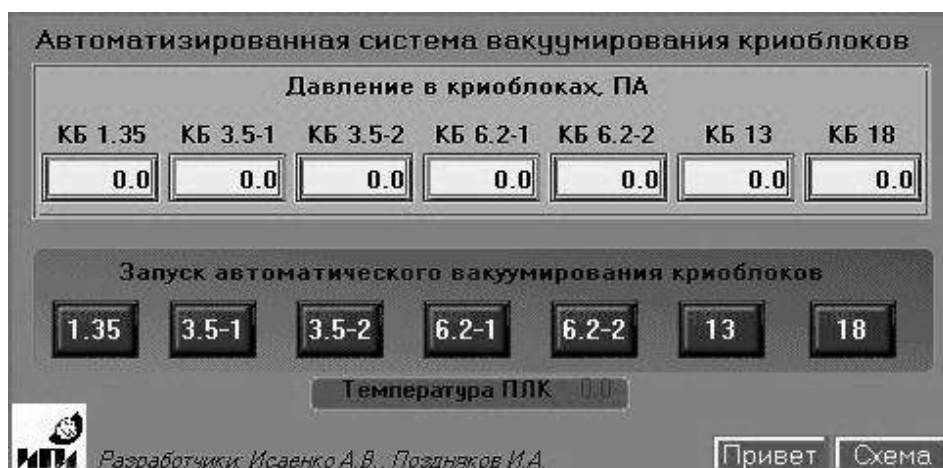


Рис. 4. Панель управления СП207 автоматизированной вакуумной системой приемных устройств

Нажатие на соответствующую клавишу приводит к запуску вакуумирования криоблоков приемных устройств.

#### Функционирование АВСПУ

В АВСПУ предусмотрены следующие режимы работы:

- режим поддержания вакуума в криоблоке;
- режим криостатирования;
- режим ручного управления с сенсорной панели;
- режим полного ручного управления.

В режиме поддержания вакуума система выполняет вакуумирование криоблоков в пределах 10—900 Па, давление задается с помощью вакуумметров ВИТ12Т3. Такой режим позволяет сократить время на предварительное вакуумирование, при этом он является автоматическим и не требует каких-либо действий со стороны оператора. Предусмотрена возможность отключения режима в случае проведения ремонтных работ на криоблоке.

Система начинает работать в режиме криостатирования после нажатия оператором кнопки на панели управления соответствующего криоблока. Запускается насос, через 10 с — открывается клапан насоса (клапан ВН), через 30 с — открывается клапан криоблока (клапан КБ). При достижении давления в криоблоке 7 Па централизованная вакуумная система (ЦВС) посылает сигнал системе «Холод» для начала криостатирования. Вакуумирование прекращается при достижении значений 0.2—0.9 Па в зависимости от криоблока.

Режим ручного управления предназначен для управления насосами и клапанами системы с сенсорной панели управления при сохранении работы системы в автоматическом режиме.

Полный ручной режим предусмотрен для ситуаций, связанных с отказом ПЛК.

## **Создание автоматизированной системы управления криостатированием приемных устройств (АСУ КПУ) «Холод»**

### *Модернизация АСУ компрессорной кабины РТ-32*

В 2018 г. была завершена модернизация автоматизированной системы управления компрессорной кабины (АСУ КК).

В качестве ПЛК использован ПЛК110-60 версии М.01, отличительная особенность которого — большая производительность по сравнению с прошлой версией. Произведена доработка компрессорных установок: интегрированы датчики давления и температуры. Главная задача АСУ КПУ — обеспечение криостатирования приемных устройств. Также АСУ КПУ обеспечивает стабильность оптимальной температуры в помещении с помощью средств обогрева и автоматический контроль включения / отключения защитных огней типа ЗОЛ (заградительные огни ламповые) и регулирует процессы вентиляции и кондиционирования.

### *Функционирование системы «Холод»*

По команде централизованной вакуумной системы АСУ КПУ начинается процесс криостатирования: через 10 с запускается микроохладитель, если не возникло ошибок с охладителем — через 40 с запускается компрессорная установка. Во время работы криостатирования ведется постоянный мониторинг параметров давления гелия, температуры компрессорной установки, тока охладителя, работы электросети.

## **Модернизация АСУ КОС «Сажень-ТМ»**

### *Создания устройств защиты КОС от атмосферных воздействий*

С 2011 г. в обсерватории «Светлое» эксплуатируется КОС «Сажень-ТМ». За несколько лет были выявлены проблемы, связанные с климатическими особенностями локации: очень частое запотевание объективов КОС, примерзание створок купола (особенно осенью и весной), воздействие атмосферных осадков. Для борьбы с этими проблемами были созданы следующие средства: «Антироса» — для удаления влаги с объективов [3], «Антидождь» — для предотвращения воздействия атмосферных осадков (рис. 6), подогрев створок — для противодействия примерзанию створок. «Антидождь» состоит из выносного датчика дождя, установленного на мачте метеостанции КОС и модуля аналогового ввода МВ110–8А. Эти средства находятся под управлением ПЛК100–220.А.М, который пришел на смену штатному ПЛК «Vision 130».

### *Функционирование системы*

Основная задача системы — противодействие атмосферным явлениям. При закрытых створках купола КОС включен режим осушения воздуха внутри помещения, если температура воздуха атмосферы ниже 2°С — включается режим подогрева створок купола. При открытом куполе КОС и относительной

влажности воздуха более 75 % включается система «Антироса», препятствующая запотеванию и обмерзанию объективов КОС [3].

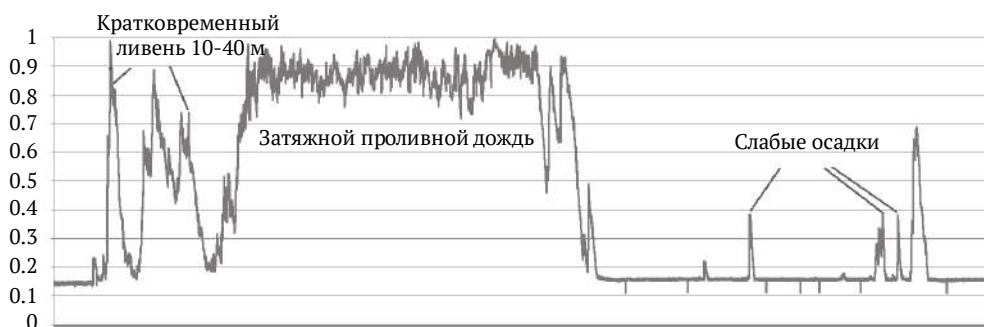


Рис. 5. Регистрация осадков датчиком дождя

Система постоянно отслеживает атмосферные осадки и в случае выпадения дождя или снега автоматически закрывает створки купола КОС. Алгоритм анализа показаний датчика построен на принципе отличия дождя от паразитивной влажности, например тумана. Предусмотрен подогрев сенсора при тумане, дожде и низкой (ниже 2 С) температуре воздуха. При попадании на чувствительный элемент сенсора 1–3-х капель диаметром 1–2 мм на станции мониторинга выдается предупреждение о начинающемся дожде. Если на сенсор попадает более 3-х капель диаметром от 2 мм, происходит автоматическое закрытие купола КОС, также блокируется открытие купола при атмосферных осадках. На рис. 5 показан двенадцатичасовой график регистрации дождя.

### Станция мониторинга и управления

Вся информация по объектам автоматизации поступает на рабочую станцию. На станции установлено бесплатное программное обеспечение «Simple SCADA» версии 1.3.3 производства ООО «Симпл-Скада». SCADA (аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) — программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем АСУ.

Программное обеспечение SCADA представляет собой интерактивный графический интерфейс (рис. 6) между оператором и центрами автоматизации — ПЛК. В рабочем окне 4 панели: «Главная» — основные объекты обсерватории, «Криостатирование» — вакуумирование и криостатирование криоблоков приемных устройств РТ-32, «Лабораторный корпус» — котельная, дизельная и ИБП, РТ-13 — состояние электросети и дизельной электростанции РТ-13. Кроме того, ведется архивирование параметров всех систем в виде трендов, в нижней части окна расположена строка сообщений, куда выводятся аварийные и предупредительные сообщения, которые также архивируются в отдельный файл.



Рис. 6. Окно программы «Simple SCADA»

## Заключение

Модернизация АККУ позволила повысить общий уровень автоматизации обсерватории, удалось автоматизировать такие важные процессы как вакуумирование и криостатирование криоблоков приемных устройств РТ-32, повысить работоспособность КОС, снизив влияние атмосферных воздействий. В помещении водородного стандарта реализован алгоритм работы термостабилизации, который поддерживает среднесуточную температуру на одном уровне, а гистерезис не превышает  $0.5^{\circ}\text{C}$ .

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП/УНУ «Радиоинтерферометрический комплекс «Квазар-КВО».

## Литература

1. Исаенко А. В., Рахимов И. А., Тарасов В. А. Автоматизированный комплекс контроля и управления объектов и систем жизнеобеспечения обсерватории «Светлое» // Труды ИПА РАН — СПб.: ИПА РАН, 2016. — Вып. 37 — С. 76–85.
2. Поздняков И. А., Исаенко А. В., Рахимов И. А., Мардышкин В. В. Автоматизация вакуумной системы радиотелескопа РТ-32 // ВРК-2018 ИПА РАН — СПб., Тезисы докладов 2018. — С 73.
3. Исаенко А. В., Рахимов И. А., Тарасов В. А. Повышение эффективности работы квантово-оптической системы «Сажень-ТМ» в климатических условиях обсерватории «Светлое» // Труды ИПА РАН — СПб.: ИПА РАН, 2016. — Вып. 37 — С 86–92.



## **Upgrading the System of Automated Control and Monitoring Observatory Equipment**

**A. V. Isaenko, I. A. Rahimov**

The article describes one of the improvement stages of the automated control and monitoring “Svetloe” Observatory equipment developed in 2014. Its shift-based employees have been running some of the operations manually since the equipment was established which brought up the necessity to expand the equipment processing units and to automatise them. A few stages of this work have already brought good results. Thus, the RT-32 vacuum systems and receiving devices have been automated, a new climate change monitoring system has been realised and the Sazhen-TM laser rangefinder protection devices against atmospheric influences have been developed.

**Keywords:** RT-32, The “Quasar” VLBI network, programmable logic controller, control and monitoring, protection from weather impacts.