



**Аппаратно-программный комплекс  
автоматизированного измерения  
параметров приемной системы  
радиотелескопа РСДБ сети  
«Квазар-КВО»**

Лавров А. С.

*Институт прикладной астрономии РАН,  
Санкт-Петербург*



## Введение

РСДБ сеть “Квазар-КВО” состоит из трех радиотелескопов РТ-32, расположенных в п. Светлое (Приозерский район Ленинградской области), вблизи станции Зеленчукская (Карачаево-Черкесская республика) и урочище Бадары (Республика Бурятия).



Рисунок 1. Географическое расположение обсерваторий и расстояния между ними.



## Актуальность

### Проблемы:

- Отсутствие автоматизации радиометрических наблюдений.
- Специфика инфраструктуры комплекса «Квазар-КВО» - одна команда специалистов, три радиотелескопа, располагающиеся на большом удалении от центра управления.
- Квалификация операторов - для диагностики неисправностей приемной системы требуется значительный опыт работы, профессиональные навыки.

### Решение:

Необходимо создать программно-аппаратный комплекс, в основе которого - система управления аппаратурой приемной системы. Комплекс должен иметь функции автоматизированной компенсации (радиометрия), автоматизированных измерений параметров и диагностики аппаратуры приемной системы. Нужно предусмотреть возможность дистанционного доступа к функциям комплекса из центра управления в ИПА РАН (Санкт-Петербург).



# Приемная система радиотелескопа

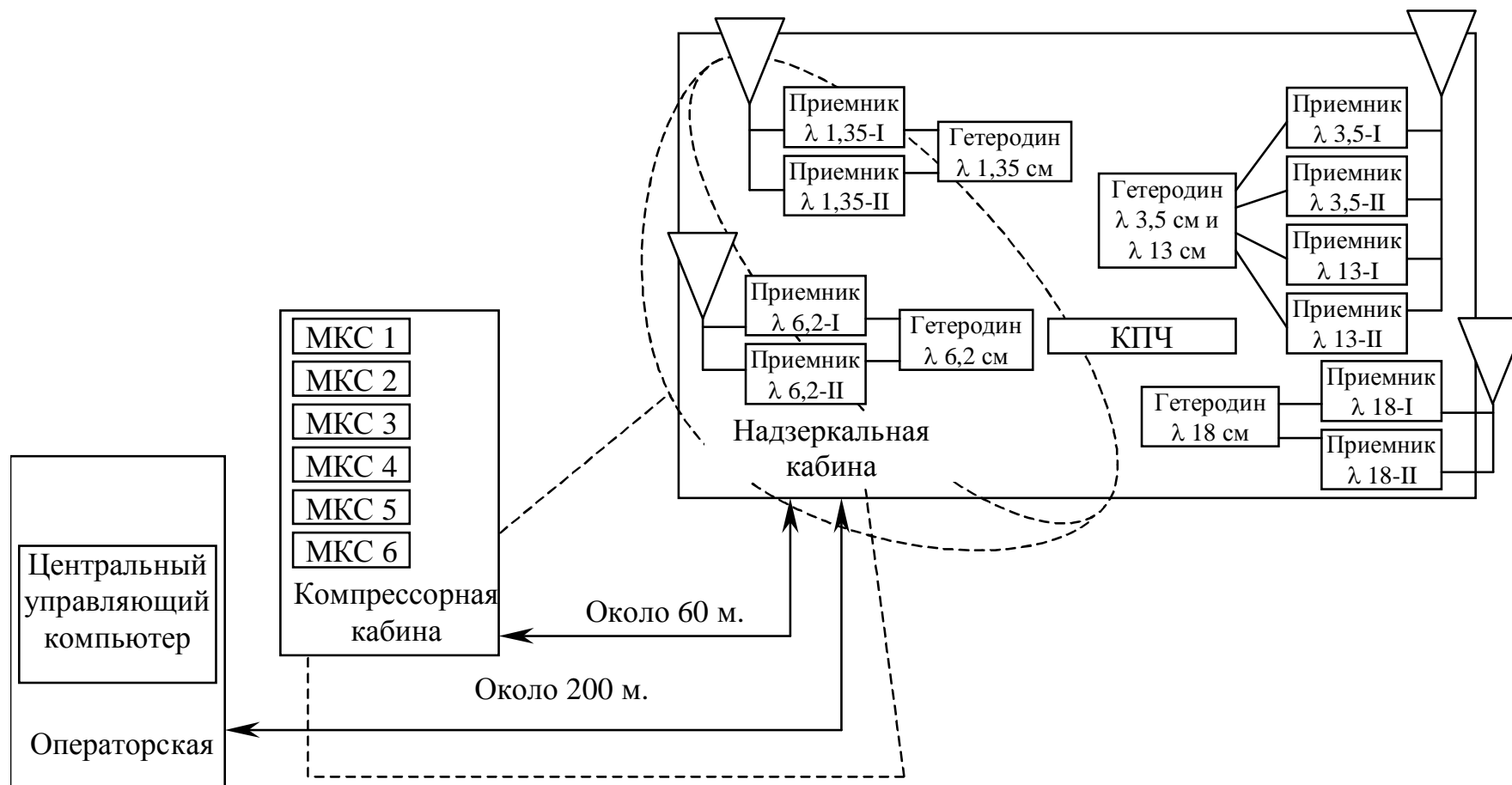


Рисунок 2 - Состав приемной системы и расположение управляемых устройств



## Особенности системы управления

- Непосредственное сопряжение с центральным управляющим компьютером.
- Гибкая, расширяемая архитектура.
- Интеграция приемной системы в единую с точки зрения управления структуру.
- Минимизация количества кабелей и кабельных соединений.
- Повышение надежности за счет увеличения уровня интеграции.
- Наличие “интеллектуальных” функций защиты от сбоев.
- Универсальный протокол обмена данными. (До 127 устройств. 128 команд, 10 из которых - общие.)



# Архитектура системы управления

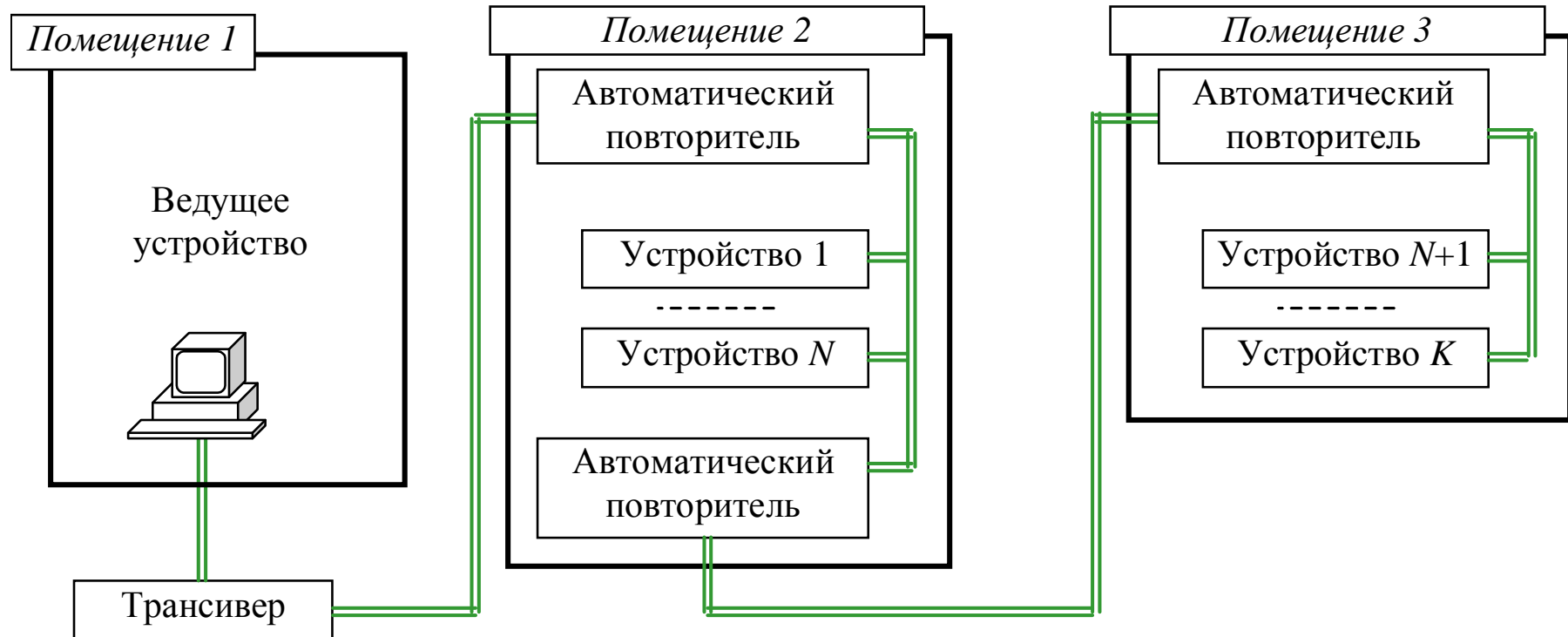


Рисунок 3 - Архитектура системы управления ( $N < K \leq 127$ )



# Устройство и принцип работы

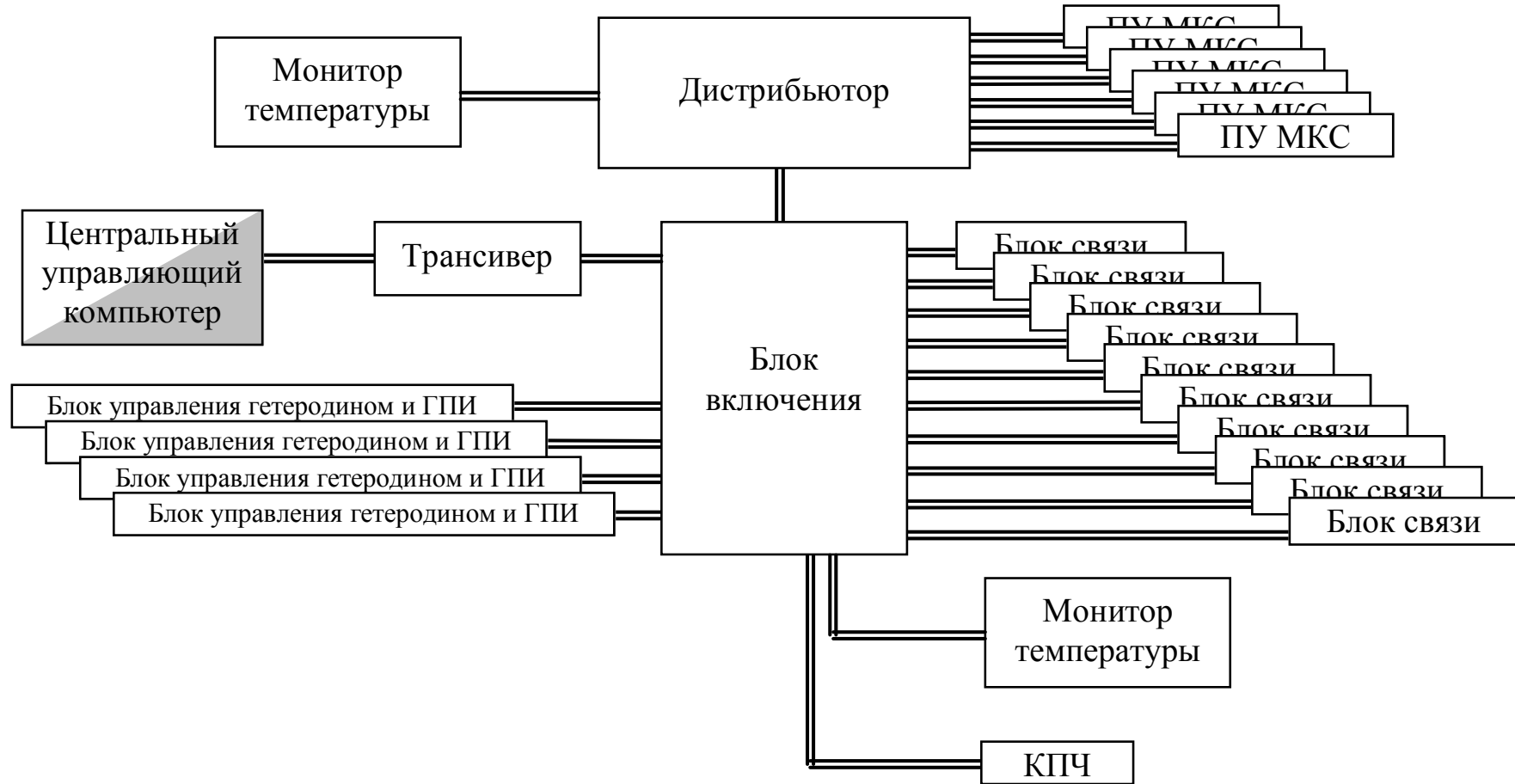


Рисунок 4 - Блок-схема системы управления (некоторые устройства не показаны)



Трансивер выполняет преобразование интерфейса шины обмена данными RS-485 в интерфейс последовательного порта компьютера RS-232.

Центральный управляющий компьютер является ведущим устройством.

Блок включения содержит два автоматических повторителя и основную плату. Основная плата блока включения построена на базе микроконтроллера ATmega8535. Его программа реализует работу протокола обмена данными, распознает определенный набор команд и формирует ответные сообщения. С помощью этих команд можно управлять включением питания 10 приемников, расположенных в надзеркальной кабине телескопа.

Блок связи управляет одним приемником. Отличительной особенностью блока связи является система измерения криогенных температур, которая обеспечивает для грубой шкалы диапазон измерения от 5°K до 300°K с разрешением 1°K и диапазон от 5°K до 60°K с разрешением 0,1°K для точной шкалы.

Устройство и работа платы интерфейса МКС аналогично работе главных плат других устройств. Особенностью является наличие у платы интерфейса МКС “интеллектуальных” функций.

Монитор температуры – это прибор для измерения температуры в местах установки на радиотелескопе чувствительной радиоастрономической аппаратуры. Каждый монитор температуры может иметь от 1 до 8 датчиков температуры, подключенных общим кабелем длиной до 100 м.



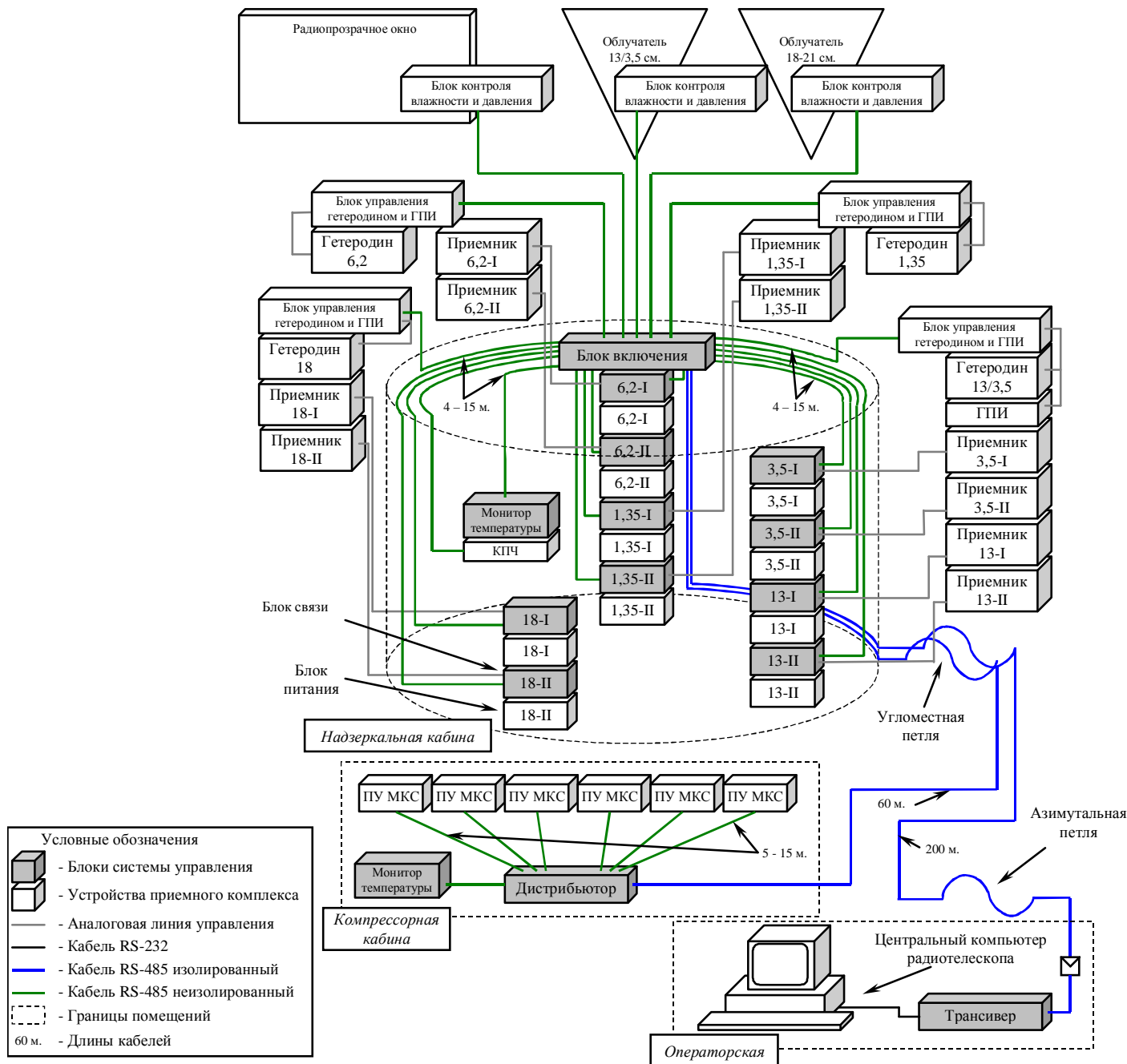


Рисунок 5 - Функциональная схема системы управления с указанием расположения устройств на радиотелескопе



# Аппаратно-программный комплекс

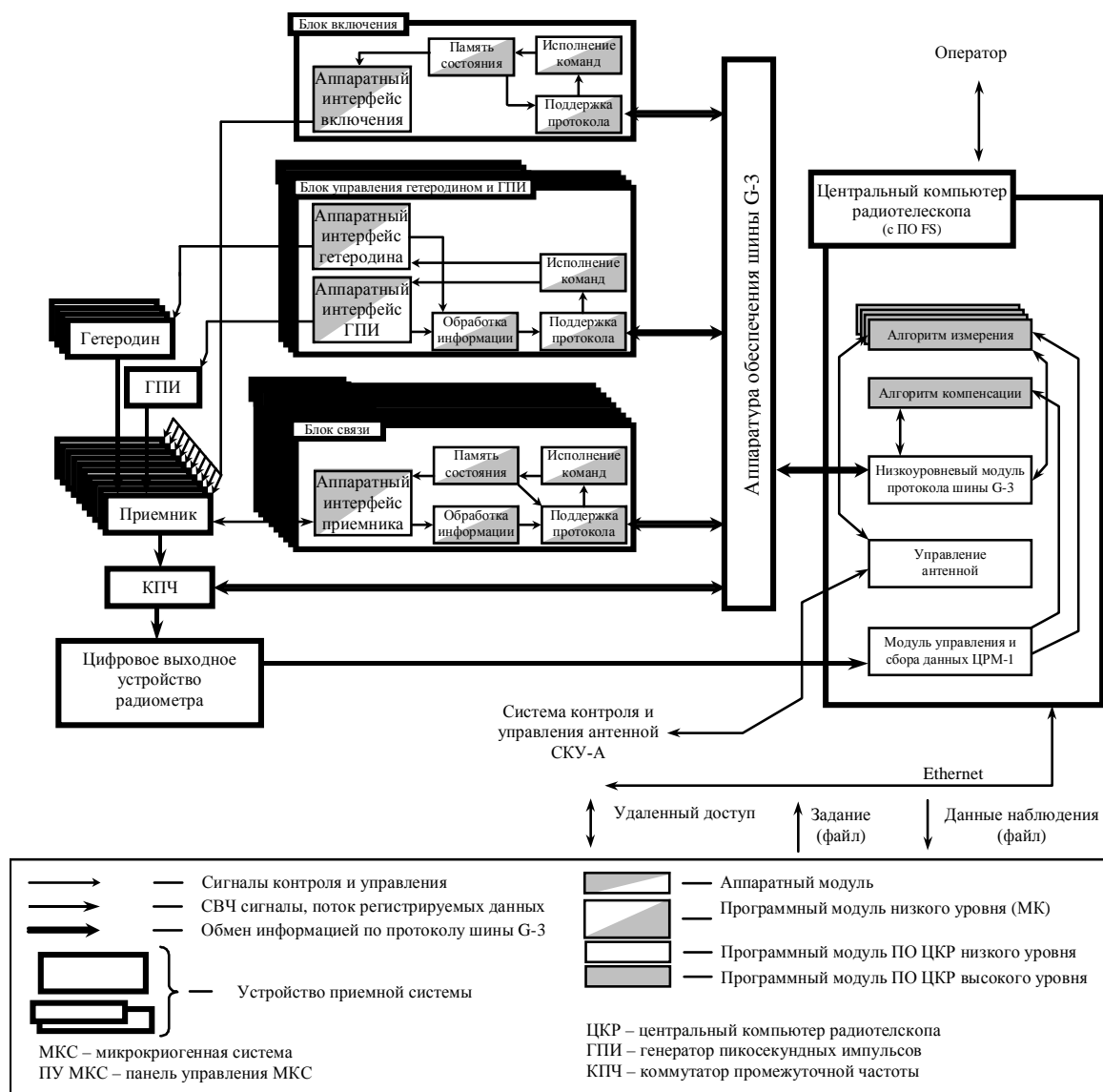


Рисунок 6 - Упрощенная блок-схема программно-аппаратного комплекса 10 (показаны только основные элементы)



## Аппаратно-программный комплекс

Аппаратно программный комплекс интегрирован в ПО ЦКР, основу которого составляет Mark IV FS. Благодаря этому пользователь может включить в файл наблюдения как низкоуровневые (элементарные команды управления приемником) так и высокоуровневые (сложные команды, например автокомпенсация) команды.

Автоматизация измерений параметров приемной системы исключает человеческий фактор, значительно упрощает диагностику аппаратуры приемной системы. Также становится возможным мониторинг - наблюдение за параметрами приемной системы в течение большого периода времени.

Обсерватории комплекса «Квазар-КВО» оснащены оптоволоконными линиями связи и серверами доступа в Интернет. Аппаратно-программный комплекс построен таким образом, что доступ к его функциям можно получить из ИПА РАН в Санкт-Петербурге.



## Аппаратно-программный комплекс

Возможности:

- Автоматическая компенсация в радиометрическом режиме.
- Автоматическое измерение:

Шумовой температуры системы

Чувствительности в радиометрическом режиме (модулированном)

Чувствительности в РСДБ режиме (немодулированном)

Параметров узлов приемника

- Автоматическая диагностика (процедуры автоматического измерения и компенсации автоматически распознают и сообщают вероятные причины неисправности)
- Мониторинг. Автоматическое проведение серий измерений через равные промежутки времени в течение длительного промежутка времени.



## Применение. Автокомпенсация

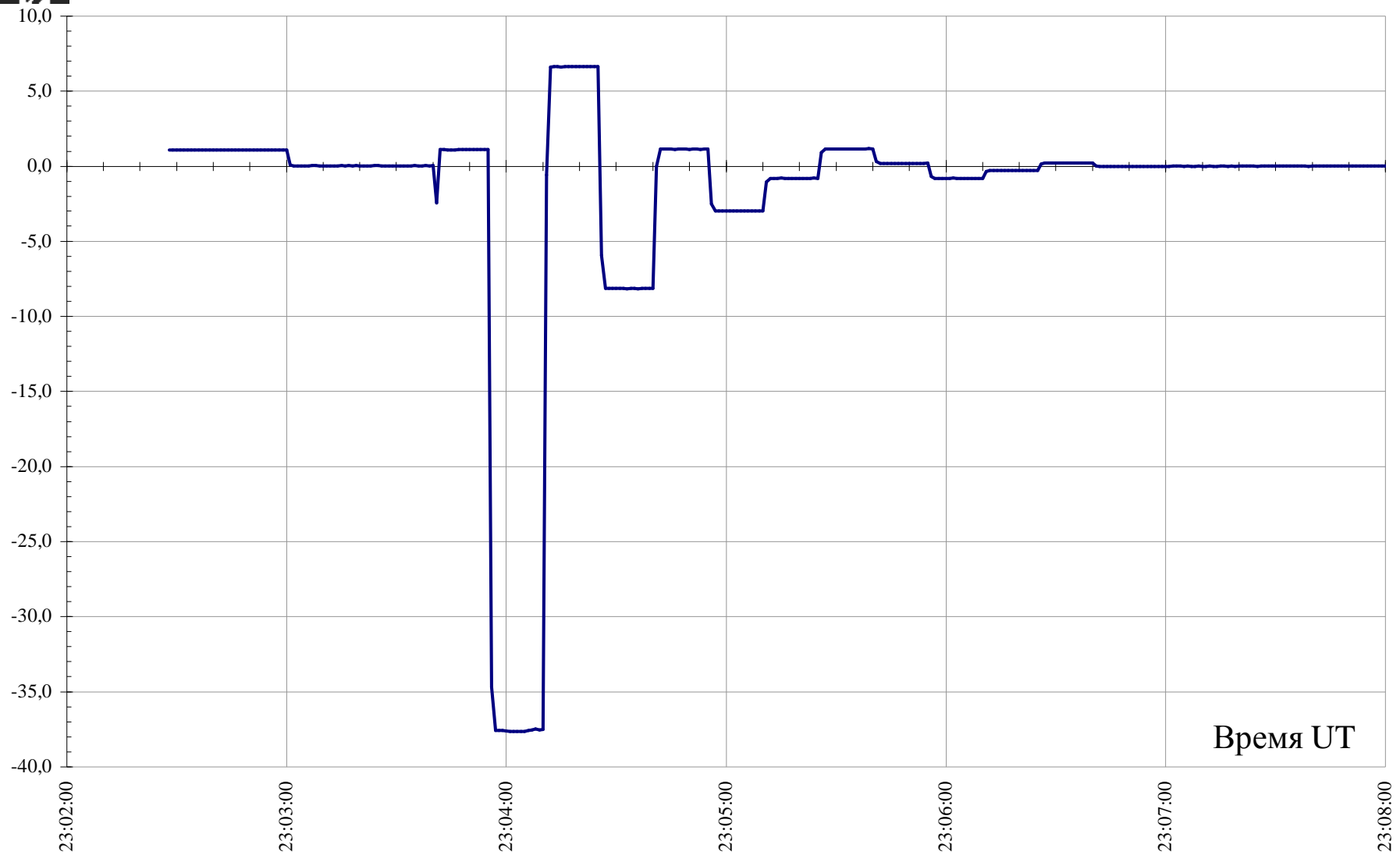


Рисунок 7 - Запись сигнала приемника во время автокомпенсации.

Диапазон 3,5 см. Холод. Обсерватория «Зеленчукская».



# Применение. Мониторинг шумовой температуры

Время UT

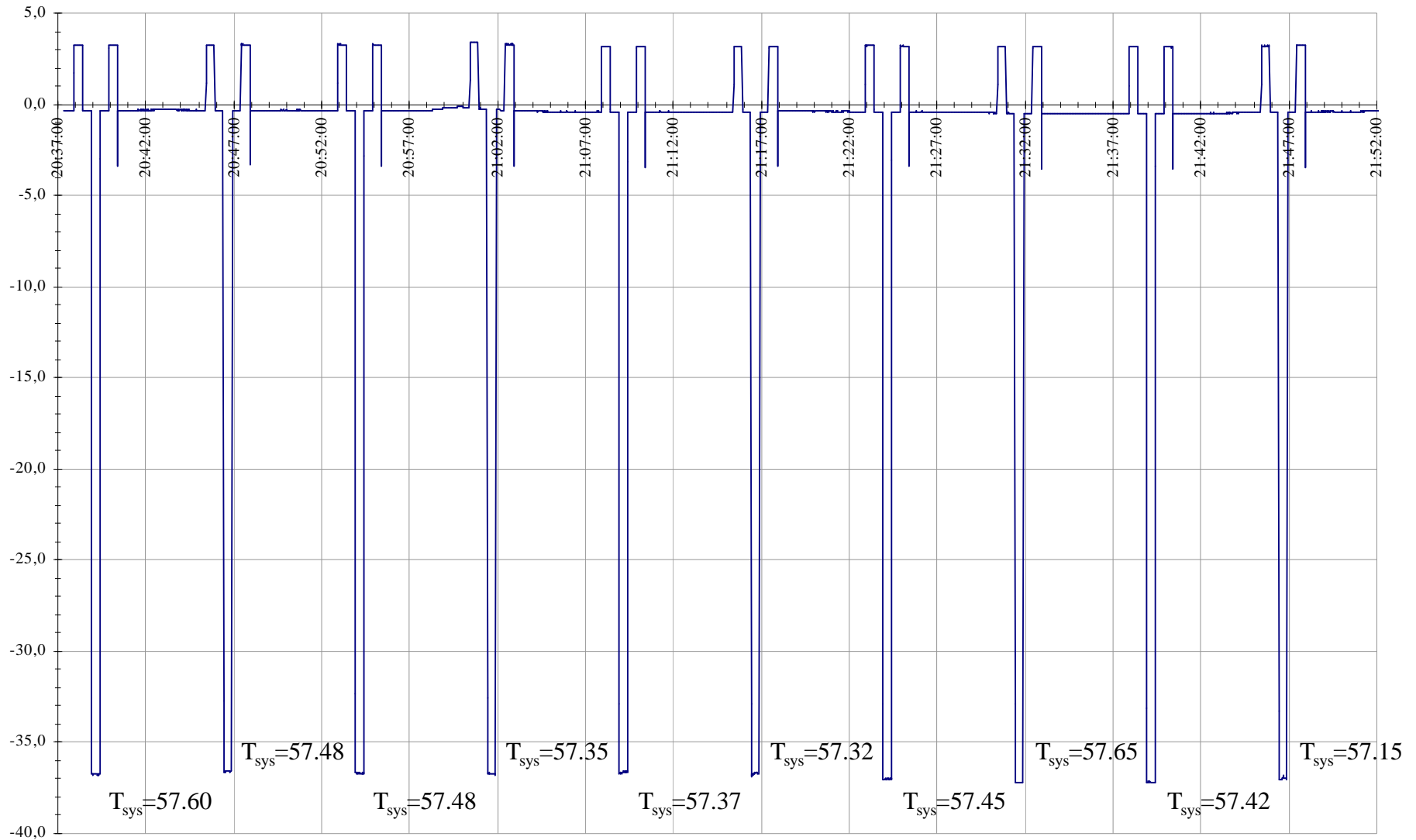


Рисунок 8 - Запись сигнала приемника во время мониторинга  $T_{sys}$ .

Диапазон 3,5 см. Холод. Обсерватория «Зеленчукская».



## Применение. Мониторинг чувствительности (радиометрия)

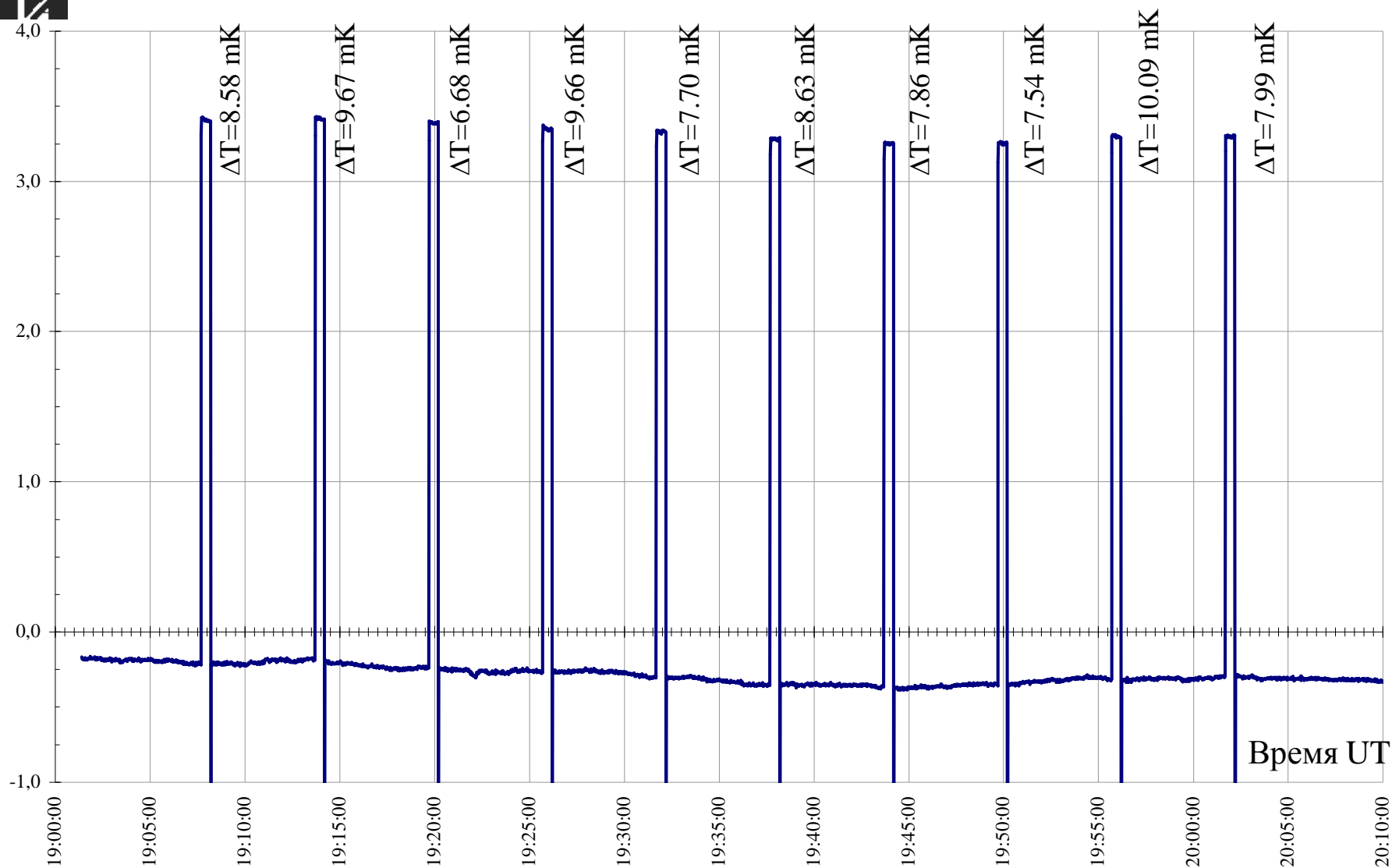


Рисунок 9 - Запись сигнала приемника при мониторинге чувствительности.



## Применение. Мониторинг чувствительности (РСДБ)

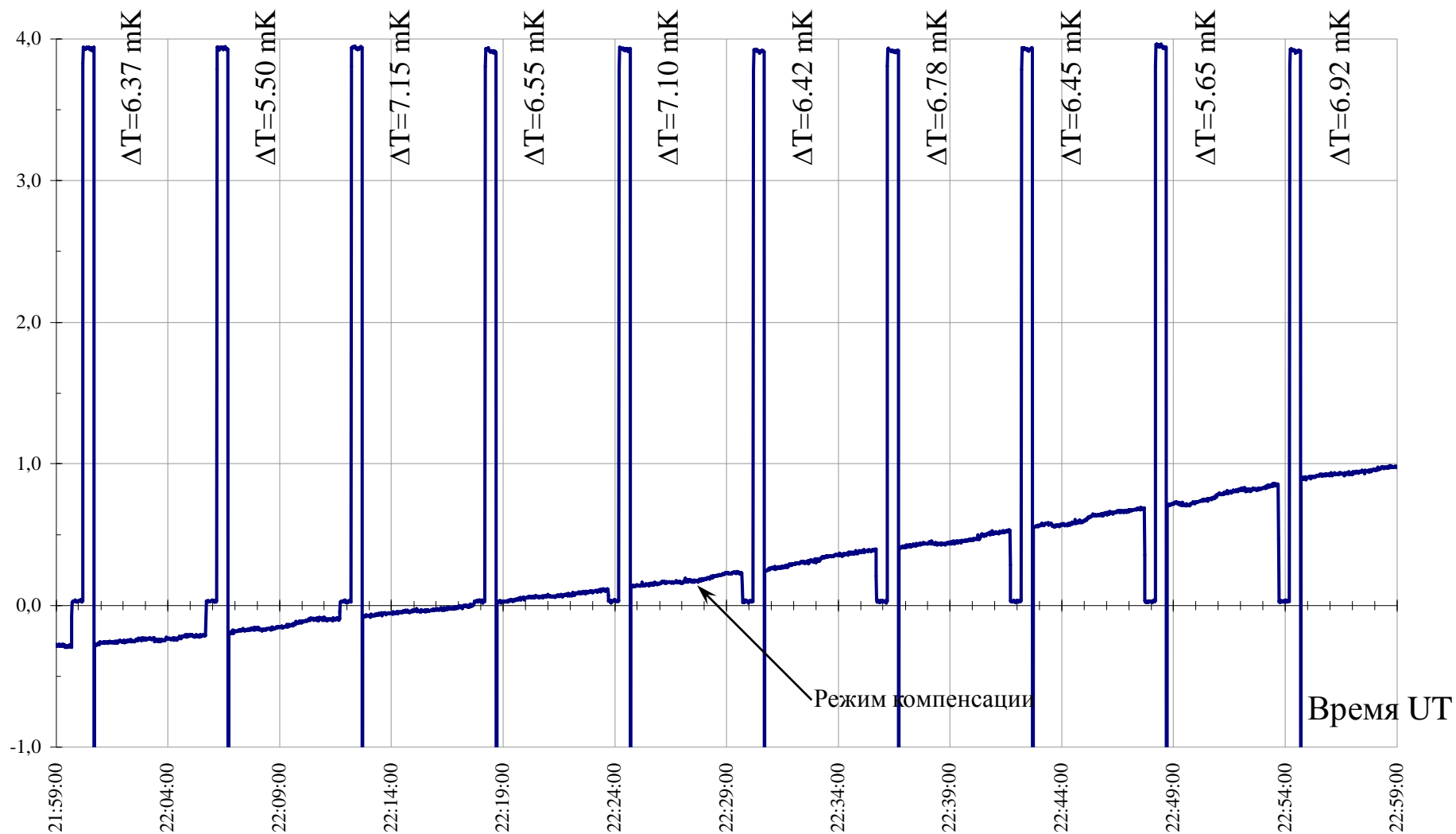


Рисунок 10 - Запись сигнала приемника при мониторинге чувствительности.

Диапазон 3,5 см. Холод. Обсерватория «Зеленчукская».





## Состояние

На настоящий момент все радиотелескопы комплекса «Квазар-КВО» оснащены системой управления G-3. Ведется разработка и изготовление новых устройств, подключаемых к системе управления (монитор температуры, монитор влажности и давления). Создана программа, которая позволяет управлять устройствами приемной системы и получать информацию об их состоянии.

Алгоритмы автоматической компенсации и измерений параметров проходят окончательную отладку в тестовой программе автоматических измерений.

В ближайшее время перечисленные программные решения будут интегрированы в структуру ПО центрального компьютера радиотелескопа.



## Заключение

Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет:

- Полностью автоматизировать процесс радиометрических наблюдений.
- Автоматизировано производить измерения важнейших параметров приемной системы: шумовой температуры и чувствительности, а также производить их мониторинг.
- Автоматизировано собирать информацию о условиях и режимах работы аппаратуры приемной системы с целью изучения их влияния на параметры приемной системы.
- Автоматизировано и/или дистанционно проводить диагностику аппаратуры приемной системы и измерять параметры ее узлов.

**Спасибо за внимание!**



Обсерватория «Бадары»

26.11.2006