

Распределенная система управления астрономическими ПЗС-камерами: текущее состояние и перспективы

Е.В. Клунко, М.В. Еселевич

Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск



V Международная конференция «Наблюдение околоземных космических объектов»
Москва, 10-12 ноября 2011 г.

Введение

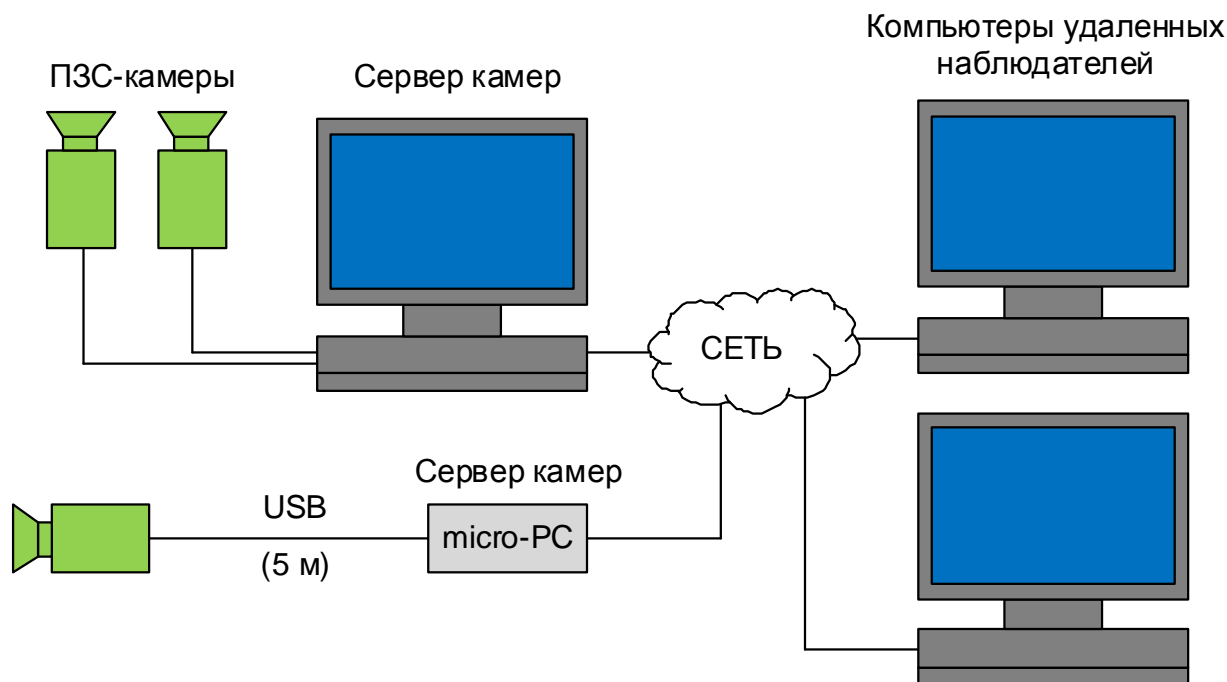
Описывается разработанный в ИСЗФ СО РАН комплект программного обеспечения для управления ПЗС-камерами, установленными на астрономических телескопах для регистрации изображений и спектров космических объектов. Система обеспечивает полнофункциональное дистанционное управление ПЗС-камерами через компьютерную сеть, устраняя необходимость нахождения оператора (наблюдателя) в башне телескопа. При помощи приложения с графическим интерфейсом наблюдатель может изменять режимы работы камер, выполнять экспозиции, загружать, просматривать и сохранять полученные изображения на своем компьютере. Реализовано взаимодействие с системой управления телескопа, что позволяет, в частности, выполнять коррекцию положения телескопа в процессе гидирования объекта наблюдения. Система управления камерами с 2008 года применяется на звездных и солнечных телескопах Саянской обсерватории (АЗТ-3ЗИК, АЗТ-14, внезатменный коронограф).

Программное обеспечение от производителя ПЗС-камеры

Как правило, не обладает достаточным набором функций и не учитывает некоторые особенности применения на телескопе:

- необходимость автоматического добавления в заголовки получаемых изображений служебной информации, связанной с процессом и условиями наблюдений,
- необходимость управления телескопом из программы управления камерой,
- необходимость дистанционного управления камерой.

Дистанционное управление ПЗС-камерой



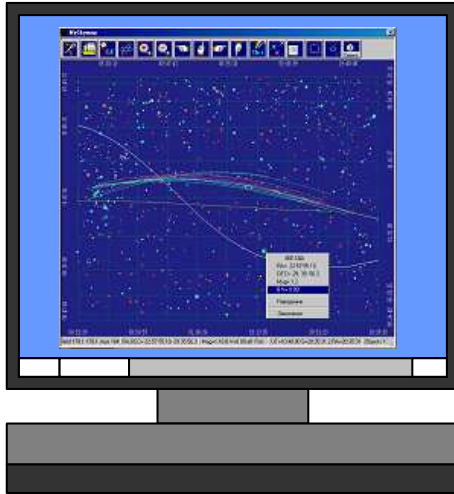
Сервер камер – компьютер, к которому камера подключена напрямую через интерфейсный кабель.

Преимущества дистанционного управления:

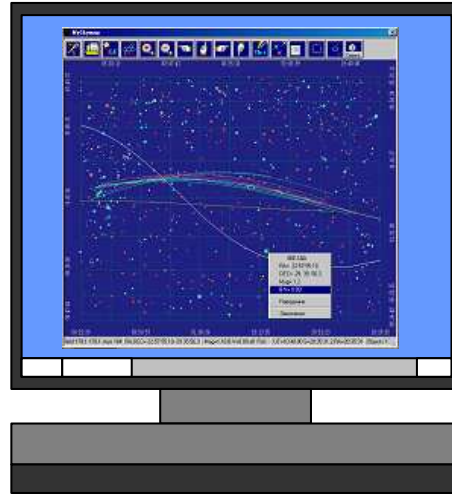
- возможность развертывания нескольких АРМ наблюдателей (на телескопах АЗТ-14 и АЗТ-33ИК организованы по два АРМ в разных помещениях),
- обход ограничения на длину интерфейсного кабеля камеры,
- наблюдения из-за пределов обсерватории (в перспективе).

Удаленный «рабочий стол»

Компьютер на телескопе



Компьютер удаленного наблюдателя



Сообщения о нажатиях клавиш и кнопок мыши

Данные для обновления графического экрана

Распространенные протоколы:
X11, VNC, RDP.

Метод используется для дистанционных наблюдений в Lick Observatory, W. M. Keck Observatory и других.

Удаленный наблюдатель с помощью специального ПО получает доступ к рабочему столу другого компьютера (сервера камер), как если бы он работал непосредственно за ним. Управление осуществляется путём передачи нажатий клавиш на клавиатуре и движений мыши с одного компьютера на другой и передачи содержимого экрана в обратном направлении.

Удаленный «рабочий стол»

Преимущества:

- простота реализации – существует большое количество готового ПО для любой операционной системы (RealVNC, TightVNC, Remote Administrator, TeamViewer и т.д.),
- возможность дистанционного управления практически любой готовой системой, изначально не рассчитанной на такой режим.

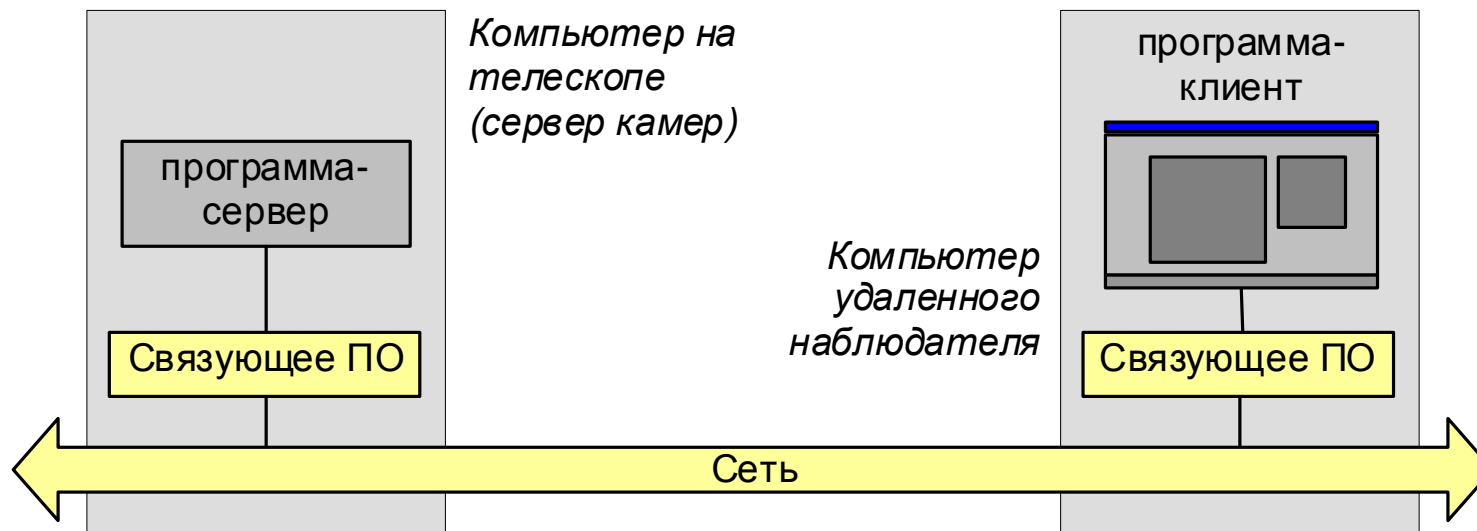
Недостатки:

- передача избыточной информации (любые изменения на рабочем столе удаленного компьютера),
- для комфортной работы необходима полоса пропускания до нескольких мегабит в секунду (выполнимо только в пределах локальной сети обсерватории).

Альтернативный подход – распределенные системы управления

Стремиться передавать через компьютерную сеть только действительно необходимую информацию – команды управления камерой, информацию о ее состоянии, и получаемые изображения.

ПО *распределенных систем* состоит как минимум из двух компонент, исполняемых, в общем случае, на разных компьютерах. *Серверная компонента*, исполняемая на сервере камер, может обслуживать подключения одной или нескольких *клиентских программ*, запускаемых удаленными наблюдателями. Поэтому такие системы также можно считать построенными по технологии *клиент-сервер*.



Примеры распределенных систем

- Спектрограф высокого разрешения SARG на 3.6-метровом телескопе TNG, остров La Palma (передача команд и изображений через TCP/IP-соединение)
- 8.2-метровый телескоп Subaru, Гавайи (передача команд через TCP/IP-соединение, передача изображений в виде готовых FITS-файлов по протоколу FTP)
- 4.1-метровый телескоп SOAR, Чили (дистанционный графический интерфейс на платформе LabVIEW)

Распределенные системы управления – использование связующего ПО

Современный подход в разработке распределенных систем основан на использовании специального слоя программного обеспечения, т.н. *промежуточного*, или *связующего ПО (middleware)*.

Функции *связующего ПО*:

- удаленный вызов процедур (контроль типов, преобразование форматов данных),
- поддержка концепции сетевых сервисов,
- обмен сообщениями, в том числе по схеме многие–многим (publish/subscribe),
- использование различных транспортных протоколов (TCP, UDP и пр.),
- аутентификация и авторизация.

Примеры связующего ПО:

CORBA, DCOM, SOAP, DCE/RPC, XML-RPC, ICE, D-BUS.

Основные свойства разработанной системы управления ПЗС-камерами

- Технология *клиент-сервер*: серверная программа может одновременно обслуживать несколько камер, подключенных к одному серверу камер. Для каждой камеры поддерживается независимое логическое соединение с соответствующей клиентской программой.
- Использование связующего ПО, реализующего функции удаленного вызова процедур (Remote Procedure Call, RPC).
- Серверная программа не имеет графического интерфейса пользователя, но имеет сетевой интерфейс управления; это позволяет иметь несколько вариантов клиентских программ, а также использовать скрипты для автоматического выполнения операций.
- Серверная программа имеет модульную структуру – для поддержки различных типов камер разработаны отдельные программные модули, поддерживающие единый программный интерфейс.

Компоненты системы

На сервере камер:

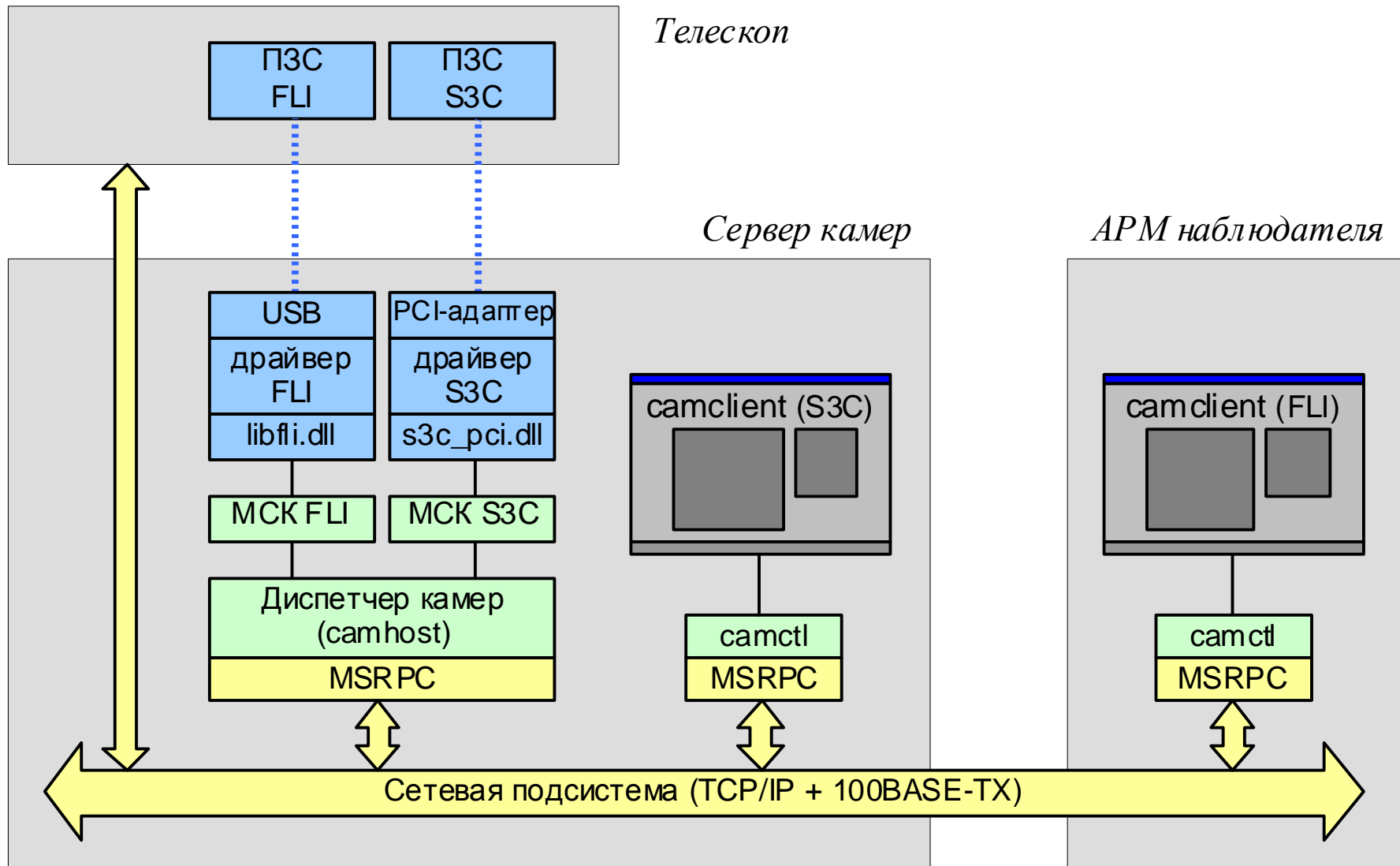
- диспетчер камер (ДК),
- модули сопряжения камер (МСК).

На АРМ наблюдателя:

- приложение camclient (с графическим интерфейсом),
- вспомогательный модуль camctl.

Связующее ПО MSRPC (Microsoft RPC).

Структура системы



Диспетчер камер (программа)

- Выполняется на сервере камер.
- Реализован в виде службы Windows, не имеет пользовательского интерфейса.

Основные функции ДК:

- ожидание и обработка запросов на подключение к камерам от программ-клиентов – проверка доступа к камере, загрузка МСК,
- получение команд управления камерой от клиентской программы и передача их в МСК,
- при каждой экспозиции - выполнение запроса к системе управления телескопом,
- по окончании каждой экспозиции - загрузка введенного кадра из МСК, преобразование его к стандартному формату FITS и сохранение в каталоге, доступном программам-клиентам по сети,
- получение команд коррекции положения телескопа от клиентской программы и передача их в систему управления телескопом.

Модули сопряжения камер (МСК)

Представляют собой DLL-библиотеки, загружаемые в адресное пространство процесса ДК.

Назначение МСК – реализация универсального (не зависящего от типа камеры) программного интерфейса управления камерой.

Реализация МСК для конкретного типа камер использует базовое программное обеспечение, поставляемое производителем (обычно включает библиотеку для работы с камерой и драйвер ОС).

Разработаны и используются МСК для следующих типов камер:

- FLI (Finger Lakes Instrumentation, USA),
- SBIG (Santa Barbara Instrument Group, USA),
- ARC (Astronomical Research Cameras, USA),
- S3C («НПП Силар», Россия),
- VS-СТТ-423 («НПК ВИДЕОСКАН», Россия),
- эмулятор камеры (применяется для отладки компонентов системы).

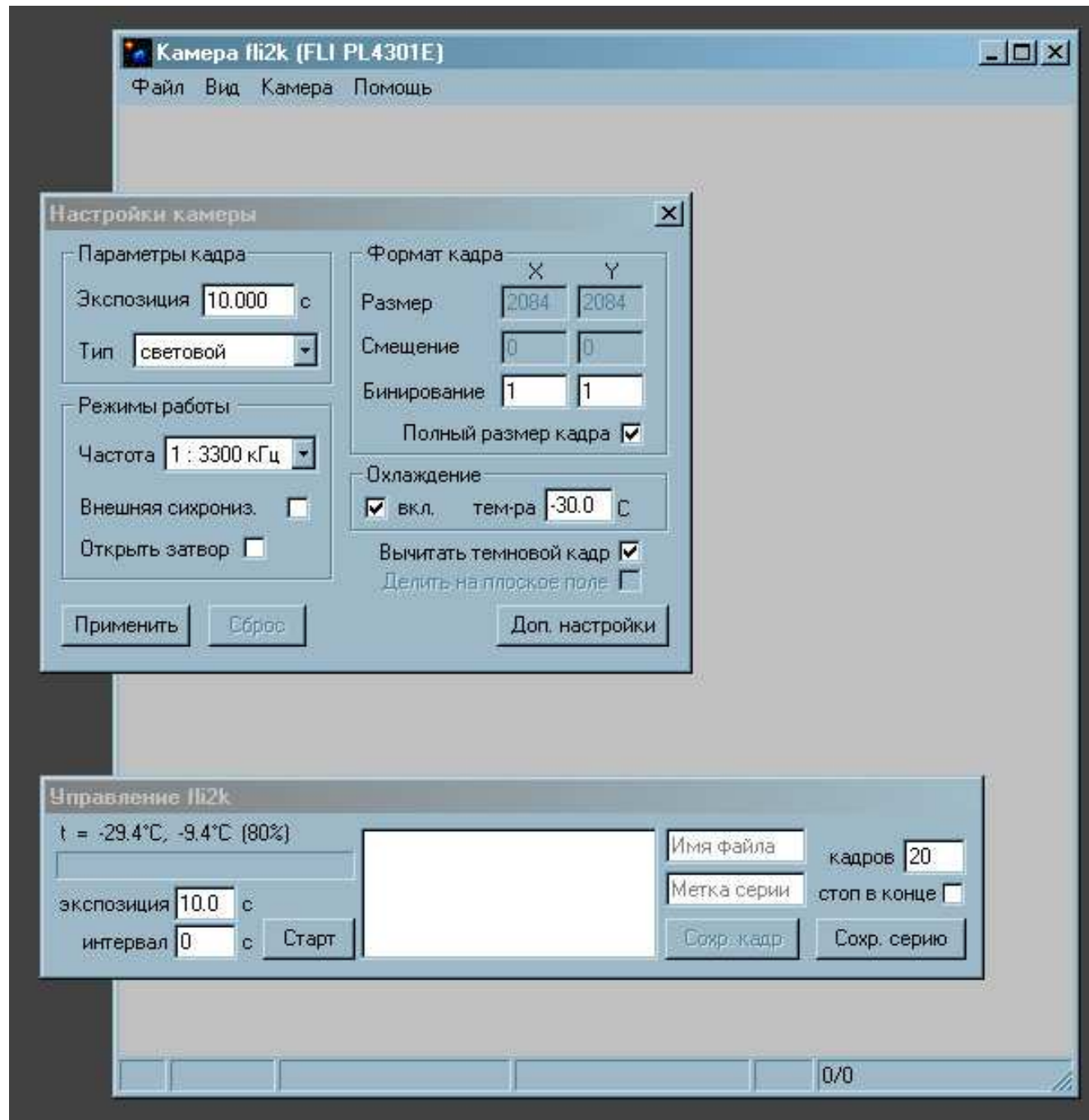
Приложение camclient

32-разрядное Windows-приложение с графическим интерфейсом, с помощью которого наблюдатель выполняет все действия по управлению камерой.

На одном компьютере может быть запущено несколько экземпляров программы camclient для управления различными камерами.

Поддерживается *режим просмотра* (подключение к занятой камере).

Графический интерфейс приложения camclient



Графический интерфейс приложения samclient



Приложение samclient – основные функции:

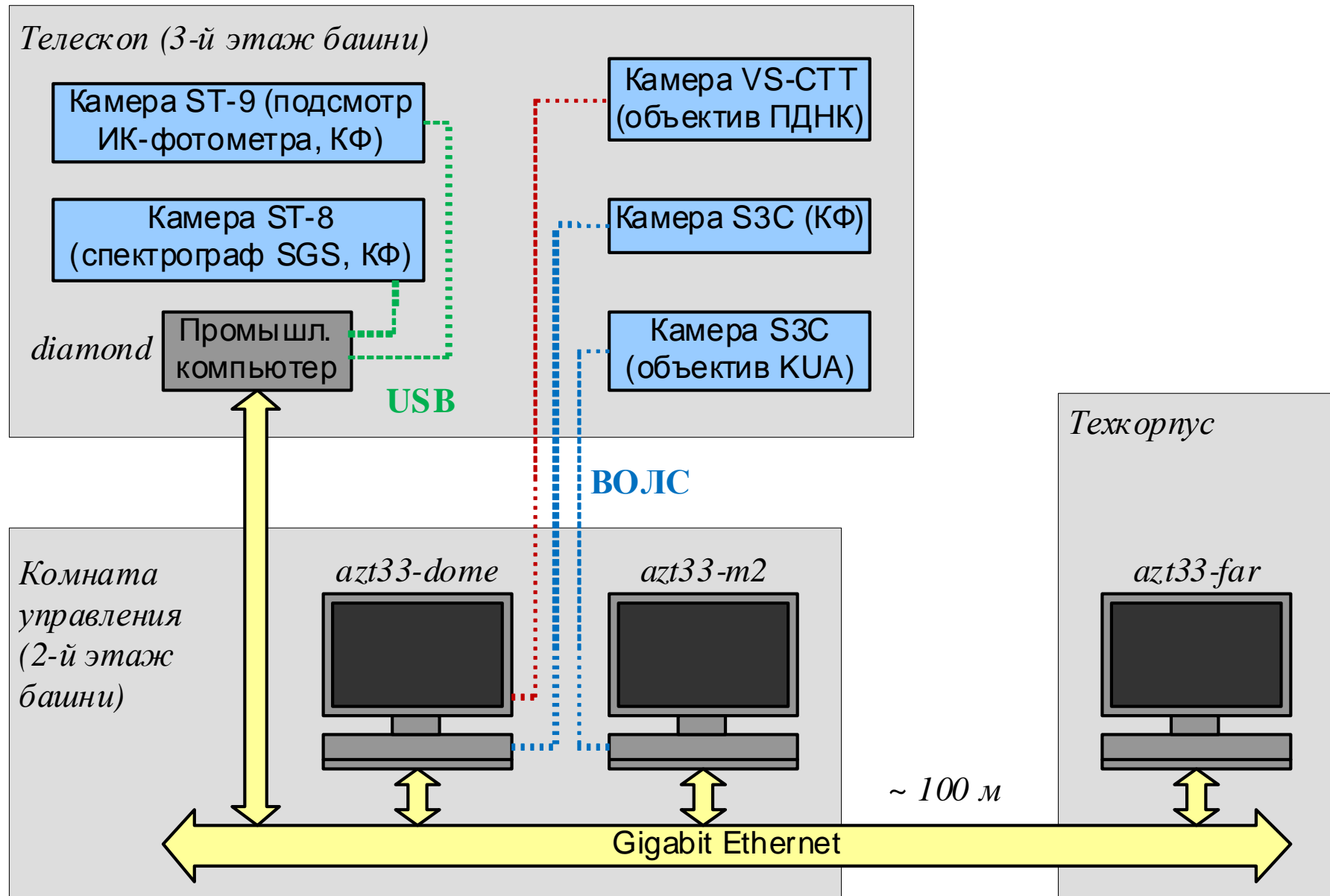
- просмотр информации о выбранной камере (размер кристалла, и пр.),
- настройка параметров работы камеры и системы охлаждения,
- запуск и останов экспозиций,
- отображение получаемых кадров (можно изменять масштаб кадра, передаточную функцию, диапазон отображения),
- вывод сведений о кадре (оптический фильтр, x,y-координаты пикселя под курсором мыши, значение пикселя в единицах ADU, α , δ -координаты пикселя),
- отображение параметров звезды, выбранной на кадре (инструментальная звездная величина, профиль интенсивности звезды, оценка параметра FWHM профиля),
- сохранение на диск одиночных кадров либо серии кадров (с автоматическим назначением имен файлов),
- коррекция положения телескопа (операция «Сдвинуть в центр» в контекстном меню).

Использование системы

Применяется на трех телескопах Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН:

- Звездный телескоп АЗТ-33ИК – с начала 2008 года (рабочие места наблюдателей в башне телескопа и здании техкорпуса).
- Звездный телескоп АЗТ-14 – с сентября 2008 года (рабочие места наблюдателей в зданиях ВЦ и техкорпуса).
- Большой внезатменный коронограф – с 2010 года (1-й и 2-й этажи).

Использование на телескопе АЗТ-3ЗИК



Дальнейшее развитие системы

В перспективе планируется:

- Разработка инсталлятора для облегчения установки и настройки системы.
- Разработка скриптов (библиотека `camctl.py` на Питоне).
- Возможность задания настроек, специфичных для данной камеры.
- Возможность отбора управления между клиентами.
- Оптимизация обмена данными для работы по медленным линиям связи.

Заключение

- Разработана система дистанционного управления фотоприемной аппаратурой астрономического телескопа (ПЗС-камерами), позволяющая при помощи приложения с графическим интерфейсом управлять работой камеры, просматривать и сохранять изображения на компьютере наблюдателя.
- Обеспечивается взаимодействие с системой управления телескопа (сохранение текущих параметров телескопа в FITS-файлы, коррекция положения телескопа в процессе гидирования).
- Возможность адаптации для различных типов ПЗС-камер и телескопов.
- С 2008 года применяется на телескопах Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН.