

Лекция 14

Телевизионный измерительный канал

Курс лекций по лазерным и телевизионным
системам траекторных измерений

Лектор Доцент Бугаев Ю.Н.

2016 г

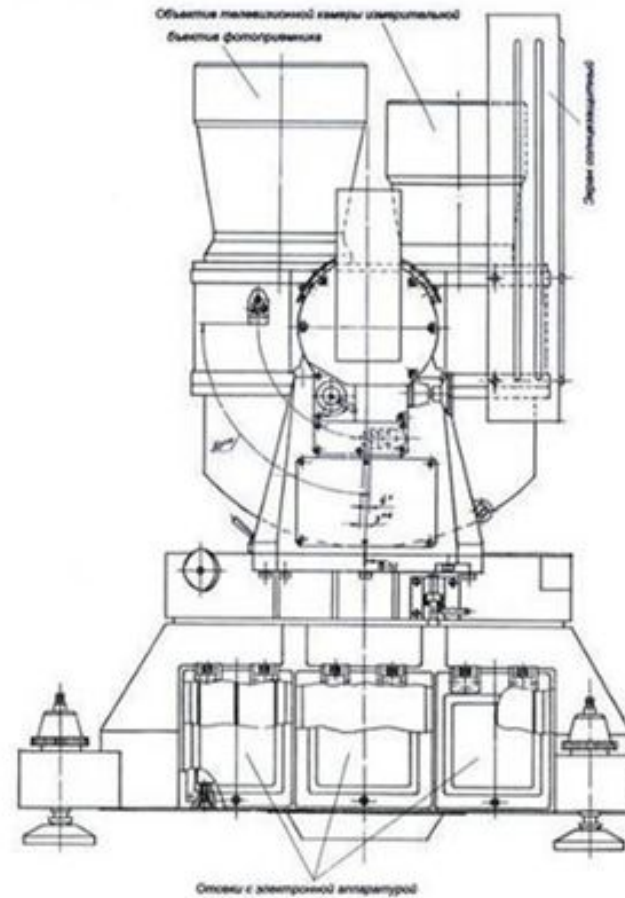
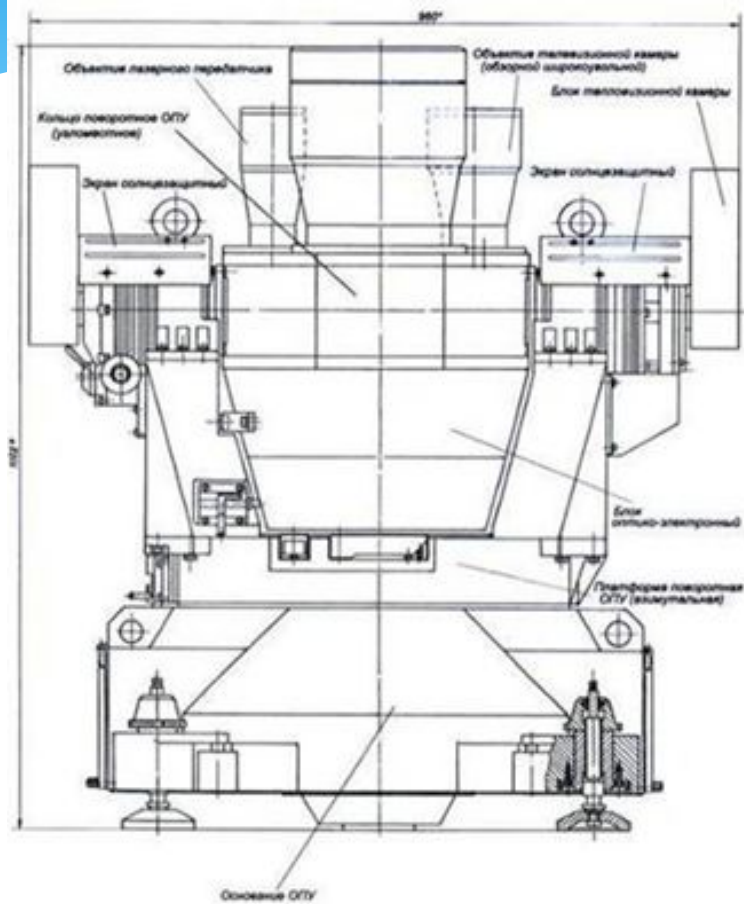
Современный ТВ канал станции Шерна

- * Телевизионный измерительный канал предназначен для визуализации объектов наблюдения (ОН), а также для вычисления их координат относительно оси оптической системы (ОС) в процессе обнаружения, захвата и сопровождения этих объектов.

Основные функции телевизионного канала

- * Основные функции телевизионного измерительного канала состоят в следующем:
- * - Обеспечение измерения углового положения объекта наблюдения (ОН) относительно оси ОС;
- * - Обеспечение измерения углового положения каждого ОН относительно оси ОС;
- * - Обеспечение измерения углового положения выделенной части ОН относительно оси ОС;
- * - Обеспечение контроля технического состояния телевизионного канала.
- * -Выдача управляющего сигнала в систему наведения

Общий вид станции «Шерна»



ОМП станции «Шерна»



Малогабаритная
лазерно-телевизионная
измерительная станция

Основные технические характеристики телевизионного измерительного канала

Таблица 12.1. Характеристики телевизионного канала

Наименование параметра	Значение
Матрица	1/3" KAI-1020
Тип развёртки	Прогрессивная
Количество элементов	640 × 480
Размер пикселя	7,4 мкм × 7,4 мкм CCD
Размер камеры	50.8 × 50.8 × 81.5 мм
Тип интерфейса	Gigabit Ethernet до 100м
Максимальная кадровая частота	До 200 кадров/с
Камера телевизионного канала	TM-6740GE фирмы Pulnix
Питание камеры	12В
Контроллер служебных параметров	ADuC 842
Видеопроцессор	Двухядерный P-4 3.2ГГц

Прогрессивная развертка

- * Прогрессивная развертка , или прогрессивное сканирование, является системой формирования видеоизображения, при которой каждая строка изображения передается одна за другой. Как правило, этот режим воспроизведения сигнала противопоставляют традиционному - чересстрочному (interlace). Таким образом прогрессивная развертка должна заведомо обеспечивать более четкое изображение, поскольку при ней кадр рисуется полностью за один проход, а не состоит из двух полукадров, как при чересстрочной развертке. Вместе с тем прогрессивное сканирование позволяет избежать эффекта гребенки, который возникает при горизонтальном перемещении объектов, а также наблюдаемого на экране дрожания тонких горизонтальных линий. Ему свойственны высокое разрешение по вертикали и более гладкая передача вертикального движения.. Такой метод сканирования дает наилучший эффект при использовании монитора высокого качества.

Черезстрочное и прогрессивное сканирование



Снято аналоговой камерой



Детали изображения: черезстрочное сканирование



Снято Axis 2120



Детали изображения: прогрессивное сканирование



Кадры снятые черезстрочной и прогрессивной разверткой

Состав телевизионного измерительного канала

- * В состав ТКИ входят:
- * Объектив,
- * Контроллер диафрагмы, концевых выключателей, температур и напряжений,
- * Телевизионная камера ТМ-6740GE,
- * ЭВМ видеопроцессора с характеристиками не хуже, чем: P-4, частота 3.2 ГГц, ОЗУ – 512 МГб, HDD – 60 Гб, два СОМ-порта RS-485, два канала Ethernet GigE,
- * Монитор видеопроцессора,
- * Комплект кабелей.

Взаимодействие сигналов составных частей ТКИ

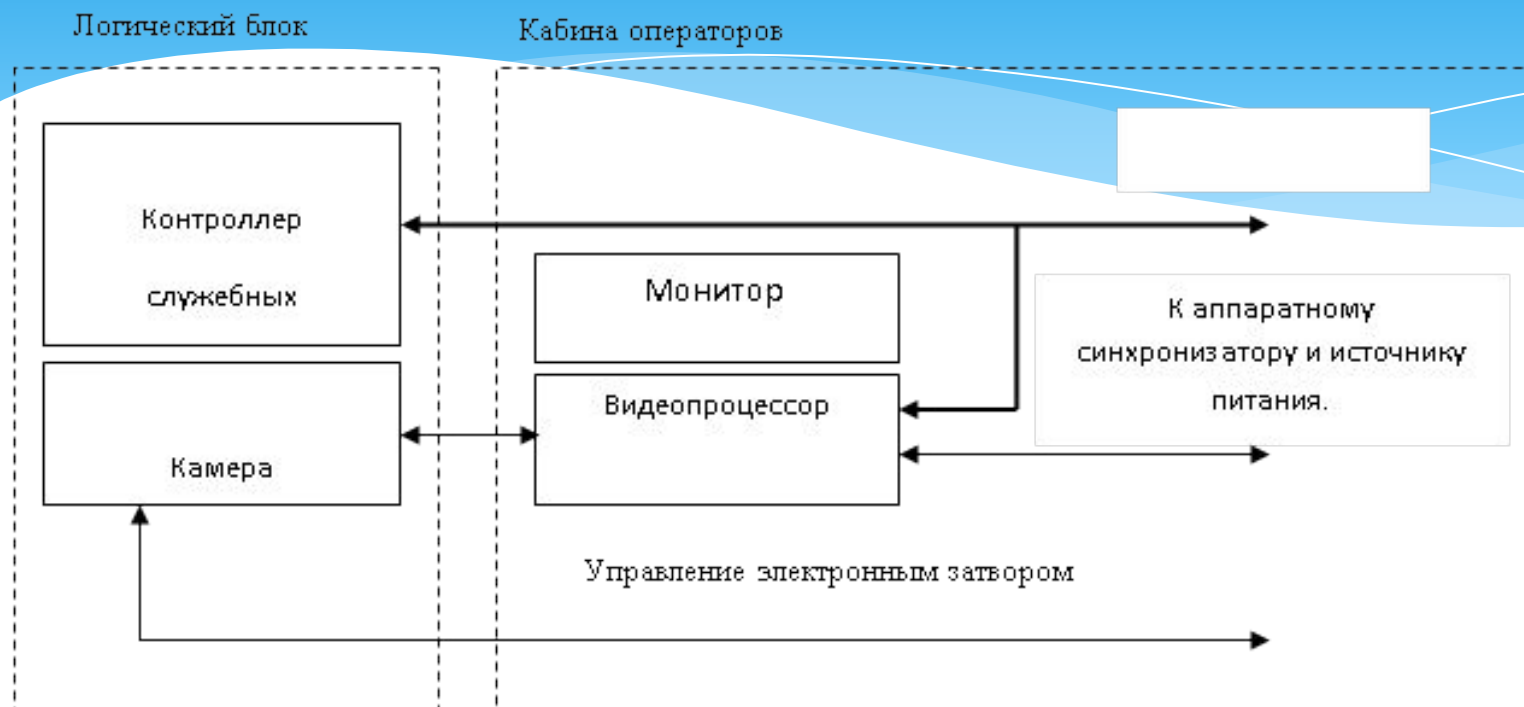


Рис. 12.2 Структура унифицированного телевизионного канала.

Режимы работы

- * ручное управление оператором,
- * дистанционное управление от Центральной ЭВМ станции,
- * автосопровождение объекта.
- * Программа управления осуществляет:
 - * отображение «строба» поиска объекта,
 - * выделение объекта внутри строба,
 - * определение координат ОН в ТВ-кадре,
 - * определение координат до пяти объектов в ТВ-кадре,
 - * выполнение внешних команд и выдачу внешнему потребителю координат объектов,
 - * регистрацию показаний датчиков, действий оператора, внешних команд и текущего времени с частотой до 100 Гц;

Режимы работы

- * передачу ТВ-кадров внешнему потребителю по каналу Gigabit Ethernet (GigE),
- * предварительную обработку и распечатку протокола работы,
- * построение параметрических графиков работы ТКИ и траекторных характеристик объекта наблюдения.
- * Программа управления ТКИ отображает на дисплее ЭВМ видеопроцессора следующие параметры:
- * текущее время, дату;
- * текущие координаты и скорости ОН (относительно ТВ-кадра);
- * строб, маркеры координат объектов, маркер оси оптической системы;
- * признаки захвата автосопровождения;
- * Телевизионный канал осуществляет следующие режимы проверки оборудования:
- * автономный контроль ЭВМ видеопроцессора при включении;
- * автономный контроль служебных параметров при включении;
- * проверка связи ЭВМ с контроллером служебных параметров – постоянно при работе программы.
- *

Взаимодействие частей ТКИ

- * Информационное взаимодействие составных частей ТКИ производится по магистралям RS-485 и Gigabit Ethernet.
- * Частота взаимодействия с контроллером служебных параметров до 200 Гц,
- * Частота кадрового потока от камеры в видеопроцессор до 200 Гц,
- * Частота кадрового потока от видеопроцессора в Центральную ЭВМ до 20 Гц,
- * Передача изображений в Центральную (Административную) ЭВМ по интерфейсу Ethernet GigE.
- * Протокол UDP.
- * Смежными изделием для ТКИ является Центральная ЭВМ станции. Информационное взаимодействие с ней производится по магистрали RS-485 и по интерфейсу Ethernet GigE через сетевой коммутатор. Взаимодействие с контроллером синхронизации производится по цепям с гальваническими развязками.
- * В рабочих режимах всё управление осуществляется от Центральной ЭВМ станции. Видеопроцессор и Центральная ЭВМ имеют один комплект клавиатуры и «мыши», который во время отладочных и настроечных операций подключается к нужной ЭВМ с помощью специального коммутатора.

Работа ТКИ

- * Телевизионный измерительный канал состоит из двух частей:
- * Блока камеры, расположенного в ОЭБ;
- * Блока обработки, расположенного в кабине оператора.
- * Соединительный кабель между блоками имеет длину 50 метров.
- * ТКИ может управляться автономно оператором ЭВМ видеопроцессора и дистанционно командами Центральной (Центральной) ЭВМ.
- * Настройку в автономном режиме задаёт оператор ЭВМ видеопроцессора, а в дистанционном режиме видеопроцессор управляется Центральной ЭВМ.

Автономный режим

В автономном режиме последовательность управления следующая:

- * 1) По каналу RS-485 выдаются команды управления и производится чтение состояния **микроконтроллера**
- * 2) В командах управления задаются параметры: положение фокуса и диафрагмы, автономное или дистанционное питание.
- * 3) В ответных кадрах микроконтроллер передаёт текущие значения устанавливаемых параметров.
- * 4) Затвор телевизионного приёмника срабатывает по внешнему синхросигналу от блока синхронизации.
- * 5) Телевизионный приёмник, после завершения регистрации, считывает и передаёт кадр в видеопроцессор
- * 6) Видеопроцессор обрабатывает кадр, получает координаты объекта и отображает кадр на мониторе
- * Видеопроцессор может производить автоматическую оптимизацию яркости и контрастности изображения внутри строка (или во всём кадре).
- * Фокусировка устанавливается автоматически при наличии информации о дальности или по структуре изображения в строке.

Дистанционный режим

- * В дистанционном режиме видеопроцессор непрерывно передаёт координаты объектов в Центральную ЭВМ, а по команде Центральной ЭВМ передаёт в неё выбранную последовательность кадров и данные от контроллера служебных параметров
- * Оптоэлектронные развязки также способствуют снижению влияния помех. Интерфейс RS-485 обладает высокой помехоустойчивостью к синфазным помехам

Телевизионный обзорный канал

- * Телевизионный обзорный канал (ТКО) предназначен для поиска в широком угле поля зрения объектов наблюдения (ОН) и предварительного наведения ММОЭС на ОН.
- * В порядке унификации телевизионных каналов ТКО имеет характеристики аналогичные ТКИ.
- * Требуемое поле зрения ТКО достигается использованием соответствующего объектива.

Состав ТКО

- * Объектив,
- * Контроллер диафрагмы, концевых выключателей и напряжений,
- * Телевизионная камера ТМ-6740GE,
- * ЭВМ видеопроцессора (из состава ТКИ),
- * Монитор видеопроцессора (из состава ТКИ),
- * Комплект кабелей.

Камера тепловизионная

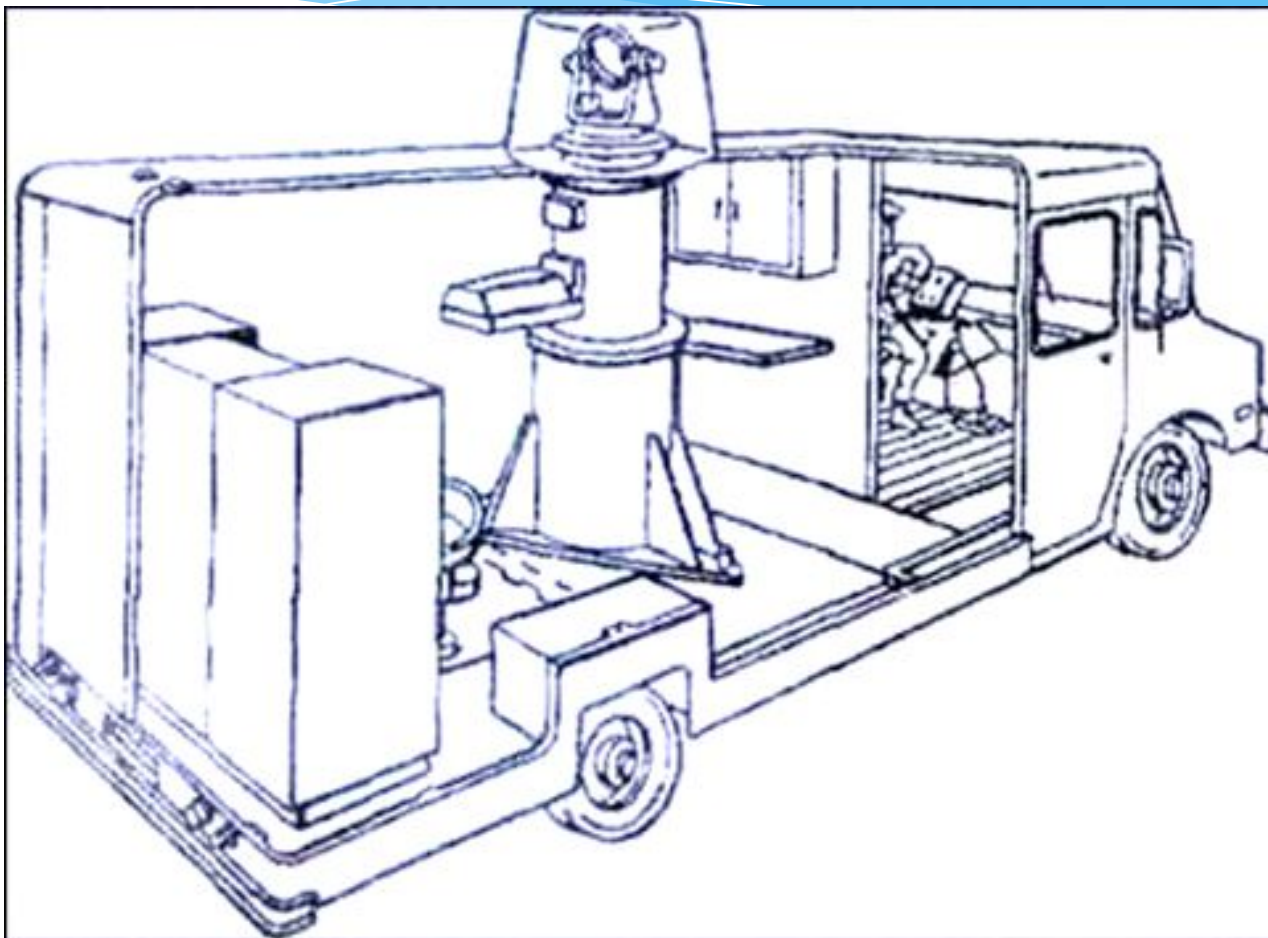
- В качестве тепловизионной камеры используется «Модуль ТпВ»
- * Модуль ТпВ» осуществляет регистрацию ИК излучения в спектральном диапазоне $3\div 5$ мкм и формирование сигнала изображения.
- * Условия эксплуатации «модуля ТпВ»:
 - * - температура окружающей среды от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$
 - * - атмосферное давление $700\div 860$ мм рт. ст.
 - * - напряжения питания $27\text{В}\pm 10\%$.
- * «Модуль ТпВ» состоит из двух частей: «модуля», размещаемого непосредственно в ОЭБ, и «кассеты», располагающейся на неподвижной части МОМ в пылевлагозащищенном объеме.

- * В «модуле» находится фотоприемное устройство, чувствительным элементом которого является матрица ИК ПЗС 1091 на основе диодов Шоттки из силицида платины (PtSi). Матрица смонтирована в вакуумноплотный корпус и охлаждается до рабочей температуры (79К) микрокриогенная холодильной машиной Стерлинга (Sterling cooler) замкнутого типа RM5-7i производства Thales SA (Франция). В состав «модуля» входят электронные блоки управления матрицей и преобразования выходного сигнала в цифровую форму.
- * В «кассете» расположены устройства предварительной цифровой обработки изображения (двухточечная коррекция, маскирование дефектов) и устройства формирования выходных сигналов (цифрового и аналогового). Кроме того, в кассете расположены вторичные источники питания.
- * В таблице 12.2 приведены основные характеристики «Модуля ТпВ».

Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Число элементов (прогрессивное разложение)	320(H)×240(V)
Размер элемента, мкм	40(H)×40(V)
Размер чувствительного поля, мкм	12.8(H)×9.6(V)
Спектральный диапазон чувствительности, мкм	$(3\pm 0,1) \div (5\pm 0,1)$
Пороговая мощность (в диапазоне 3÷5 мкм), Вт/элемент	$(2\pm 0,2)\times 10^{-12}$
Время установления рабочего режима после включения питания при $T_{\text{окр}} +45^{\circ}\text{C}$, минут	15
Частота кадров, Гц	25
Выходной сигнал: - аналоговый - цифровой	ГОСТ 7845 (ч/б) 12 бит

Лазерная локационная система - PATS



Лазерная локационная система PATS

- * Лазерная локационная система PATS (Precision Aircraft Tracking System) предназначена для автоматического сопровождения и определения координат целей снабженных уголковыми отражателями. Она смонтирована на подвижном шасси.
- * Для исключения влияния перемещения оператора внутри кабины на точность измерения угловых координат предусмотрена стабилизация шасси с помощью независимых опорных домкратов.

Состав PATS

Лазерная локационная система - PATS состоит из:

- * инфракрасного лазерного передатчика с длиной волны излучения 1,06 мкм,
- * приемного устройства,
- * инфракрасной; телевизора с видеоконтрольным устройством,
- * опорно -поворотного устройства,
- * устройства обработки и регистрации результатов измерения .

Структурная схема ЛЛС - РАТС

Работа ЛЛС РЛС

Работает ЛЛС следующим образом.

Вначале оператор с помощью ВКУ(11), сопряженного с телевизором (9), ведет поиск цели с помощью джойстика(12)

Формирует сигналы управления приводами(6), которые, вращая поворотное зеркало (8), ориентируют в пространстве оптическую ось системы.

Когда отметка цели попадает в центр поля зрения телевизора (9), ЛЛС переходит в режим автоматического сопровождения цели, одновременно измеряя угловые координаты цели и дальность до нее.

Автоматическое сопровождение цели осуществляется по сигналам пеленгатора (15), а дальность измеряется как величина задержки распространения лазерного импульса до цели и обратно. Для уменьшения влияния фонового излучения в приемнике имеется интерференционный фильтр 14,

Угловое положение цели измеряется датчиками угла поворота (10) осей цели, выходной сигнал которых представляет 16 раз. Двоичный код.

Для компенсации больших изменений мощности отраженного лазерного сигнала, обусловленных изменением расстояния до цели, используются автоматические **аттенюаторы**, исходное положение которых устанавливается вручную по **начала** поиска цели.

Работа ЛС PATS

- * В передающем **канале**, аттенюатор **которого** имеет три дискретных положения, излучение лазера ослабляется на 20, 40 и 60 дБ, а в приемном канале – непрерывно в диапазоне от 0 до 20 дБ, при этом полный диапазон ослабления сигнала в приемном канале составляет от 0 до 80 дБ.
- * Использование в ЛС PATS отдельного поворотного зеркала в качестве системы наведения вместо платформы, вращающейся целиком со всем оптическим трактом, позволило улучшить ее динамические характеристики.
- * Использование в ЛС PATS отдельного поворотного зеркала в качестве системы наведения вместо платформы, вращающейся целиком со всем оптическим трактом, позволило улучшить ее динамические характеристики.
- * При поворотах зеркала в общем случае возникает вращение абсолютной-угломестной системы координат относительно поля зрения неподвижного пеленгатора.
- * Для устранения этого нежелательного явления вращение фотодетектора было синхронизировано с поворотом зеркала вокруг азимутальной оси, а телевизор установлен на подвижной части опорно-поворотного устройства, также вращавшейся вокруг азимутальной оси.
- *

Лазерная локация Луны

В 1963 г. по инициативе Николая Геннадиевича Басова на Крымской научной станции ФИАН (пос. Кацивели) с использованием рубинового лазера, разработанного в ФИАНе, на телескопе ЗТШ-2.6 была смонтирована лазерно-локационная аппаратура для лазерной локации Луны.

- * Хронологически этот опыт был вторым, первый провели в США годом раньше.
- * Указанные эксперименты положили начало новому направлению исследований - лазерной локации космических объектов.
- * Хотя они несколько различались по технической реализации, в обоих использовались рубиновые лазеры в режиме свободной генерации с длительностью импульса порядка 1-2 мс, что соответствовало ошибке в определении расстояния до Луны ~ 150 — 300 км, поэтому задача измерения расстояний не ставилась.
- * Цель этих экспериментов заключалась в подтверждении практической возможности лазерной локации Луны.

- * Первые измерения расстояний до Луны, имевшие определенную практическую ценность, были выполнены в 1965 г. [3]. В них уже использовался лазер с длительностью импульса $\sim 5 \times 10^{-8}$ с (ошибка 7.5 м). Однако реальная ошибка в расстоянии определялась не параметрами аппаратуры, а «глубиной» лоцируемого объекта, т. е. неровностями рельефа Луны в пределах освещаемой площадки и ее наклоном по отношению к лучу
- * лазера, и составляла примерно 200 м. Этот результат уже можно было использовать для оценки точности эфемерид Луны (точность в топоцентрическом расстоянии до поверхности Луны к тому времени была доведена до 3 км).