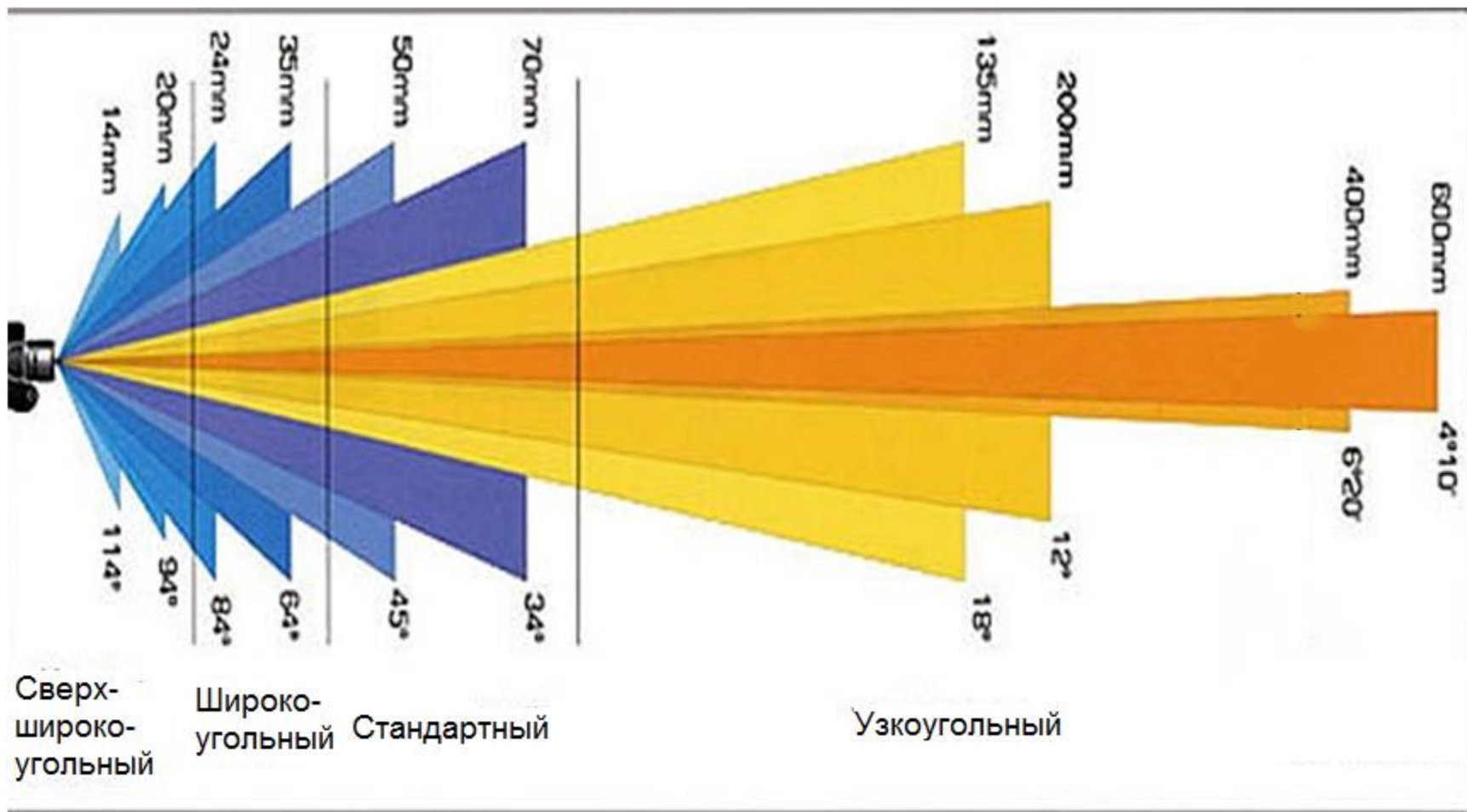


БОРТОВАЯ СЪЕМОЧНАЯ  
АППАРАТУРА.  
КЛАССИФИКАЦИЯ АФА

# По способу экспонирования

- Кадровые - экспонирование происходит прерывисто, отдельными кадрами; при этом направление оптической оси не меняется относительно плоскости основания.
- Щелевые - экспонирование происходит непрерывно, при этом направление оптической оси также не меняется относительно плоскости основания.
- Панорамные - оптическая ось непрерывно изменяет свое направление

# Классификация АФА по величине угла изображения и фокусному расстоянию



# По назначению

## Топографические

- конструкция должна обеспечивать получение ортоскопических аэроснимков;
- используются центральные затворы;
- неизменяемость элементов внутреннего ориентирования аэрофотокамеры и остаточной дисторсии;
- Наиболее полная регистрация дополнительной информации;
- используют широкоугольные объективы

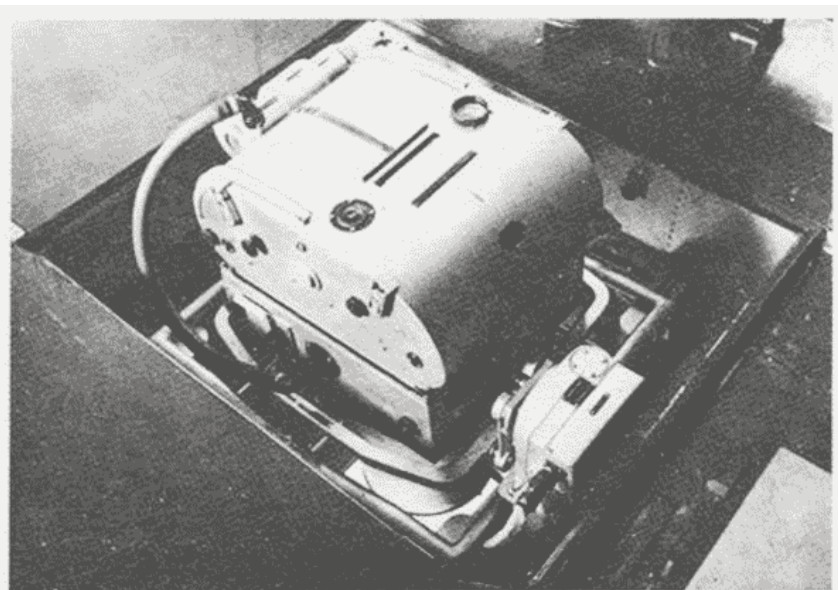
## Нетопографические

- применяются для получения аэроснимков с целью их тематического дешифрирования;
- требования к ортоскопии низкие;
- снабжаются более длиннофокусными объективами

одинаково высокие требования  
к изобразительным свойствам аэроснимков;  
в аэрофотосъемочном комплексе используются одновременно;

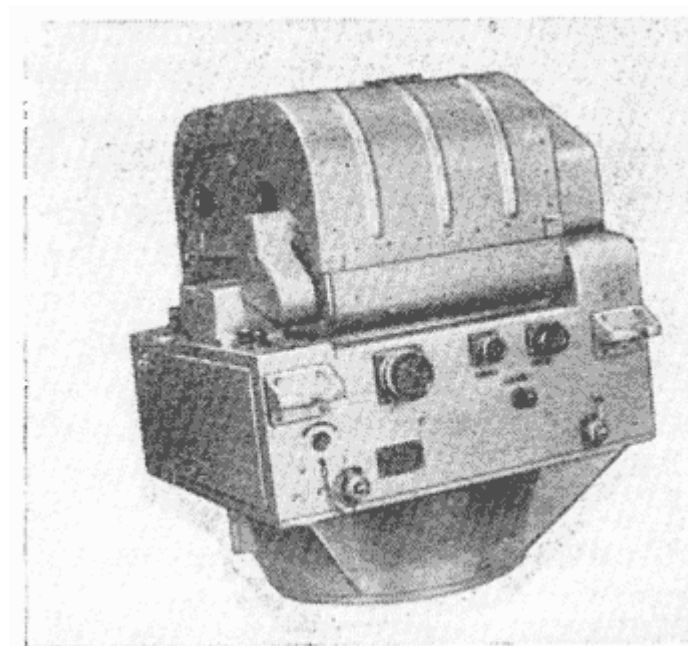
# Топографические АФА

**АФА-ТЭ**



Аэрофотоаппарат АФА-ТЭ-100

**АФА-41**



Аэрофотоаппарат АФА-41

# АФА - ТЭ

- На аэроснимок форматом 18x18 см впечатывались показания круглого уровня, часов и счетчика суммарного числа циклов, отработанных аэрофотоаппаратом в начале его эксплуатации.
- Все части камеры выделены в самостоятельные механизмы с собственным приводом, связанные между собой только общей электросхемой.
- Камеры изначально рассчитаны на работу с объективами разного фокусного расстояния для топографических съемок всех масштабов.
- Камеры АФА-ТЭС снабжены роторным затвором, обеспечивающим выдержки от 1/70 до 1/800.
- Выравнивание фильма (АФА-ТЭ) в плоскость осуществляется пневматическим вакуумным способом с прижимом пленки к поверхности прижимного стола.

# АФА-41

- предназначены для выполнения воздушного фотографирования в картографических целях с высот до 20 км.
- объективный блок, помещен во внешний корпус;
- отдельные приводы корпуса и кассеты;
- фокусировка выполняется независимо от камерной части, вследствие чего каждый объективный блок взаимозаменяем для любой камеры соответствующего варианта;
- Фокусировка выполняется независимо от камерной части, вследствие чего каждый объективный блок взаимозаменяем для любой камеры соответствующего варианта.
- Взвод затвора выполняет электродвигатель камерной части, который через специальный толкатель в виде металлического стержня осуществляет подъем прижимного стола.
- Ход прижимного стола при установленной кассете на камерную часть составляет 1,5 мм, а при снятой — 3,5 мм. Поверхность стола покрыта противозарядным слоем. Транспорт фильма между экспозициями производится с помощью электродвигателя кассеты.
- Конструкцией камеры предусмотрена регистрация показаний часов, уровня, счетчика снимков и отметки каждого пятого снимка, впечатывающихся в межкадровом промежутке.
- Управляющий командный прибор позволяет устанавливать режим работы камеры в интервале от 3 до 90 с, при цикле 2,25 с, дистанционный перевод выдержек.

# Щелевые аэрофотоаппараты (АЩАФА)

- При щелевом фотографировании изображение местности получается в результате непрерывного экспонирования фотопленки, движущейся по направлению летательного аппарата; аэрофотопленка экспонируется при помощи объектива через постоянно открытую щель, расположенную в фокальной плоскости объектива перпендикулярно направлению летательного аппарата.
- Результат - фотографическое изображение маршрута полета летательного аппарата, причем в поперечном направлении (по ширине аэрофотопленки) щелевой снимок представляет центральную проекцию, а в продольном- ортогональную проекцию фотографируемой местности.



- Перемещение аэрофотоплёнки с определенной скоростью в направлении полета летательного аппарата исключает сдвиг, вызывающий нерезкость изображения.
- Для сохранения заданной выдержки  $t$  необходимо с изменением скорости движения аэрофотоплёнки пропорционально изменять ширину щели, которая обычно изменяется от 1,5 до 10 мм.
- Допустимая выдержка в щелевом аэрофотоаппарате, определяемая допустимым сдвигом, значительно больше допустимой выдержки при использовании кадровых аэрофотоаппаратов в тех же условиях.
- В щелевом аэрофотоаппарате затвор отсутствует, регулирование экспозиции производится изменением ширины щели и диафрагмированием.
- Изображение местности получается в виде сплошной ленты.

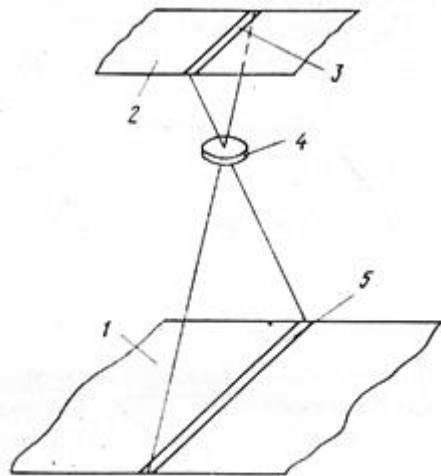


РИС. 62

- изображение местности 1 получается в результате непрерывного экспонирования фотопленки 2, движущейся по направлению летательного аппарата; аэрофотопленка экспонируется при помощи объектива 4 через постоянно открытую щель 3, расположенную в фокальной плоскости объектива перпендикулярно направлению летательного аппарата

- 1. Перемещение аэрофотоплёнки с определенной скоростью в направлении полета летательного аппарата исключает сдвиг, вызывающий нерезкость изображения.
- 2. Для сохранения заданной выдержки  $t$  необходимо с изменением скорости движения аэрофотоплёнки пропорционально изменять ширину щели, которая обычно изменяется от 1,5 до 10 мм.
- 3. Допустимая выдержка в щелевом аэрофотоаппарате, определяемая допустимым сдвигом, значительно больше допустимой выдержки при использовании кадровых аэрофотоаппаратов в тех же условиях.
- 4. В щелевом аэрофотоаппарате затвор отсутствует, регулирование экспозиции производится изменением ширины щели и диафрагмированием.
- 5. Изображение местности получается в виде сплошной ленты.

# Панорамные АФА

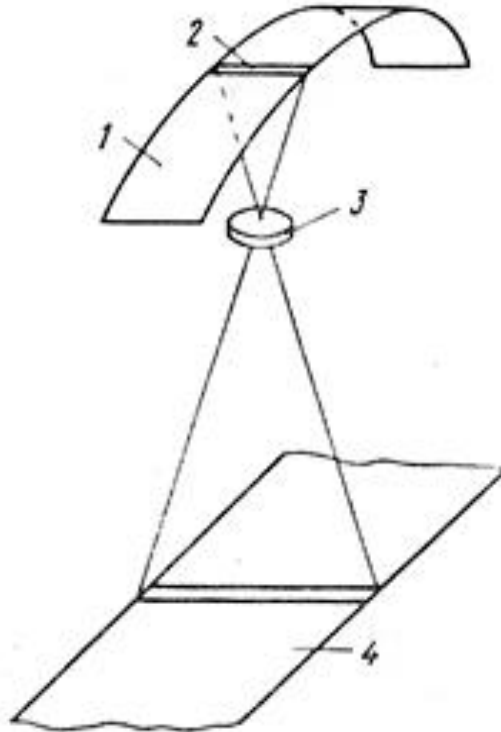


РИС. 63

- При панорамном фотографировании используется объектив 3, оптическая ось которого вращается вокруг оси, проходящей через заднюю узловую точку параллельно образующей цилиндра, на котором располагается фотопленка 1. При этом задняя узловая точка находится на оси цилиндра, которая обычно параллельна направлению полета; радиус цилиндра равен фокусному расстоянию объектива.
- Панорамный аэроснимок получается путем последовательного перемещения щели 2 по поверхности аэрофотопленки и ее экспонирования.
- Экспонирование аэрофотопленки происходит не одновременно, а последовательно в соответствии со скоростью вращения объектива.

# Особенности панорамных аэрофотоаппаратов:

- 1. Используется только центральная часть поля зрения объектива, что способствует получению высоких изобразительных свойств панорамных снимков.
- 2. Скорость поворота проектирующего пучка при сканировании не зависит от путевой скорости  $W$ , что позволяет успешно использовать ПАФА для фотографирования с любого летательного аппарата.
- 3. Большая ширина снимаемой полосы местности (угол панорамирования составляет 140-180°).
- 4. Необходима точная синхронизация поворота проектирующего пучка с движением аэрофотоплёнки мимо щели при косвенном способе сканирования.
- 5. Сравнение ПАФА с многокамерными АФА и АФА в качающих аэрофотоустановках показывает, что трехобъективная система гораздо проще размещается в самолете, чем ПАФА, для вращения объектива или призмы которого необходим люк больших размеров, но аэрофильм, полученный ПАФА, гораздо удобнее для рассматривания, хотя менее удобен для определения координат.
- 6. Применение ПАФА для картографических целей ограничивается сложностью их калибровки (определение элементов внутреннего ориентирования) и недостаточной геометрической определенностью получаемых аэроснимков, что является следствием механических перемещений частей АФА во время экспонирования (неодновременностью экспонирования всего снимка), однако эти трудности не являются непреодолимыми.

Методы классификации и основные  
технические характеристики современных  
цифровых аэрофотоаппаратов

# Пользовательские критерии оценки производительности и качества современных ЦАФА

Фотографическое качество	динамический диапазон, интенсивность шумов, качество цветопередачи
Фотограмметрическое качество	стабильность параметров внутреннего ориентирования, достижимая точность выполнения фототриангуляции
Производительность	по количеству информации – в мегабайтах/сек; по площади картографируемой территории – в км <sup>2</sup> /час
Технологичность	возможность адаптации традиционных технологических процессов, наличие квалифицированного персонала

# Общие свойства ЦАФА

- Использование CCD (ПЗС в русской транскрипции) приемников излучения, матричного или линейного типа.
- Синтезированный кадр (для широкоформатных аэрофотоаппаратов). Т.е. результирующий кадр системы формируется из набора субкадров, соответствующих отдельным CCD матрицам (линейкам) приемников.
- GPS/INS поддержка. Т.е. пространственные линейные и угловые координаты системы координат АФА (элементы внешнего ориентирования) определяются с использованием средств IMU, GPS и (или) ГЛОНАСС.
- Широкий динамический диапазон 12–14 бит.
- Наличие компенсации сдвига изображения в течение времени экспозиции («смаз»).
- Использование гиросtabilизации для поддержания планового положения аппарата в процессе съемки.



# Классификация цифровых аэрофотоаппаратов по размеру результатирующего кадра

<b>Класс аэрофотоаппаратов</b>	<b>Размер результатирующего кадра в мегапикселях</b>
Малоформатные	до 16
Среднеформатные	16–64
Широкоформатные	более 64

# Малоформатные ЦАФА



Rollei d507 metric



Kodak (DCS5 Pro 14n)

# Среднеформатные камеры



Rollei AIC modular LS



Hasselblad (H2)



Applanix DSS

# Широкоформатные ЦАФА



Z/I Imaging (DMC)



Leica (DSW700)



VEXCEL (UltraCamX)



DIMAC SYSTEMS (DiMAC)



Jena-Optronik (JAS150)

# Основные параметры крупноформатных камер

Параметр	DMC (Digital Modular Camera), Intergraph	DSW 700, Leica	DiMAC SYSTEMS
Тип	кадровый	Линейный и кадровый	кадровый (модульный)
Размер кадра, пикселей	7680 x 13824	4000 x 2700	от 4080 x 5440 до 8080x10800 в зависимости от количества модулей
Фокусное расстояние, мм	120/25	80/120	на заказ
Минимальный интервал съемки, секунд	от 2.1	от 1.2 мкс на линию сканирования	2
Сенсор	CCD матрицы	CCD линейки	CCD матрица в каждом модуле

# UltraCAM X



# Основные технические характеристики цифровой топографической аэрофотокамеры UltraCAM X

Описание выходных изображений	
Формат изображения	Аналог пленочного формата of 23 x 15 см
Выходные форматы изображений	JPEG; TIFF 8, 12 или 16 bit, scan-line, stripped or tiled
Форматы изображений после уровня 2	Панхроматические снимки полного разрешения, отдельные снимки по цветовым каналам
Форматы изображений после уровня 3	Спектрональные, цветные и/или панхроматические снимки полного разрешения

<b>Технические характеристики сенсорного блока камеры</b>	
Размер панхроматического изображения	14430 x 9420 пикселей
Размер элемента изображения	7.2 мкм
Физический размер матрицы	104 x 68 мм
Фокусное расстояние для панхроматического канала	100 мм
Максимальная диафрагма панхроматического канала	$f = 1/5.6$
Угол обзора поперек полета (вдоль полета)	55°(37°)
Количество цветowych каналов (спектрозональная съемка)	4 канала – RGB&NIR
Размер спектрозонального изображения	4992 x 3328 пикселей
Диапазон выдержек	от 1/500 до 1/32
Максимальная величина компенсации смаза	50 пикселей
Размер пиксела на земле при высоте полета 500 м (300 м)	3.6 см (2.2 см)
Минимальный интервал съемки	1.35 секунд
Разрядность АЦП	14 бит
Динамический диапазон чувствительности	>12 бит
Габаритный размер сенсорного блока камеры, см	45 x 45 x 60
Вес	< 45 кг
Максимальное электропотребление	150 Вт



# По способу формирования изображения

- с одиночным матричным приемником (*matrix*);
- с композитным приемником, состоящим из нескольких физических матричных приемников;
- с приемником в виде одного или нескольких ССД приемников линейного типа. Приемники такого типа называют также линейками или гребенками.

# Технические характеристики ADS100

Модель ADS100

Спецификации получаемых изображений

Формат изображений RGB, NIR

Форматы данных TIFF

Камера

ПЗС

13 CCD линий 20000 пикселей каждая

Динамическая характеристика ПЗС-матрицы

14 бит

Отношение сигнал/шум, дБ

72

Размер точки

5 мкм

Объективы

фокусное расстояние -

62.5 мм

Поле зрения оптика DO65: 65.2° (вперёд), 77.3° (надир), 72.5° (назад) вдоль курса

Электропитание 350 – 700 Вт / 28 В постоянный ток

Размеры компонентов

390 x 670 x 390 мм (SH100); 300 x 260 x 140 мм (контроллер камеры CC33)

Массы компонентов

50.5 кг (SH100 с IMU CUS6), 6.5 кг (контроллер камеры CC33 с MM30); общая масса  
120 кг



# Съемка АДС 100

