



НИИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Результаты НИР и ОКР по
созданию оптических систем
бортовой аппаратуры
обнаружения с
широкоформатными
фотоприёмными
устройствами. Перспективы
создания оптических систем.

АО «НИИ ОЭП»,
Г. СОСНОВЫЙ БОР,
ЛЕНИНГРАДСКАЯ
ОБЛАСТЬ

2021 г.

Перечень, содержание и сроки выполнения работ АО “НИИ ОЭП” по созданию оптических систем бортовой аппаратуры обнаружения:

1 СЧ ОКР “Иртыш-Е”;

Изготовление оптических систем широкопольного и узкопольного каналов бортовой аппаратуры обнаружения космического базирования (изделия - ОС ШПК и ОС УПК).

Сроки выполнения: 2005 год – по настоящее время.

2 СЧ ОКР “КАС ИКШ”;

Разработка и изготовление комплекса аппаратных средств широкопольного сканирующего оптико-электронного фотоприёмного устройства “Космос-ИКШ” для перспективной аппаратуры обнаружения космического базирования (изделие - КАС ИКШ).

Сроки выполнения: 2012 год – 2015 год.

3 СЧ ОКР “Комплект -1Объектив”;

Изготовление двухспектральной оптической системы для экспериментальной отработки широкоформатных матричных фотоприёмных устройства ИК диапазона (изделие – “Таймыр-2”).

Сроки выполнения: 2017 год – 2018 год.

4 СЧ ОКР “Иртыш-СК-ОМСУ”;

Изготовление оптико-механического сканирующего устройства с широкоформатным субматричным фотоприёмным устройством инфракрасного диапазона для комплектования перспективной широкопольной сканирующей бортовой аппаратуры обнаружения космического базирования (изделие - ОМСУ).

Сроки выполнения – начало 2017 год – по настоящее время.

Таблица 1 Основные технические характеристики оптических систем ШПК и УПК

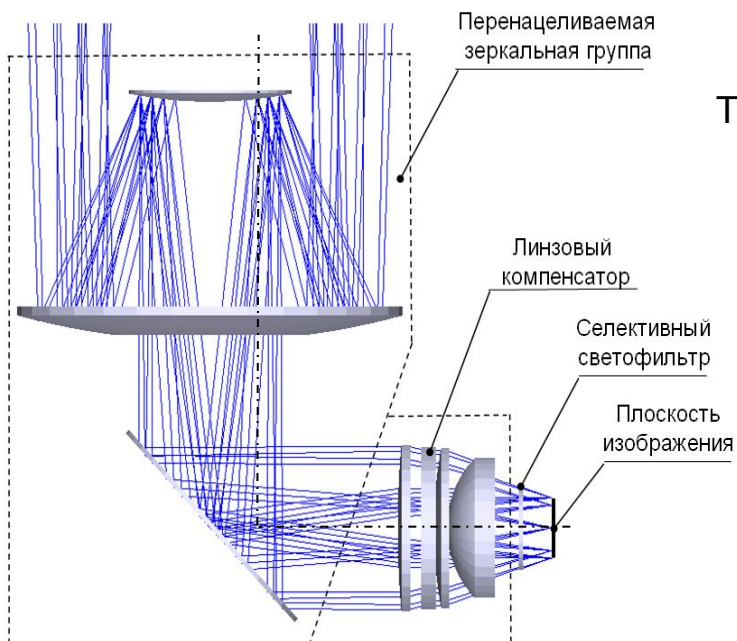


Рисунок 1 Оптическая система узкопольного канала

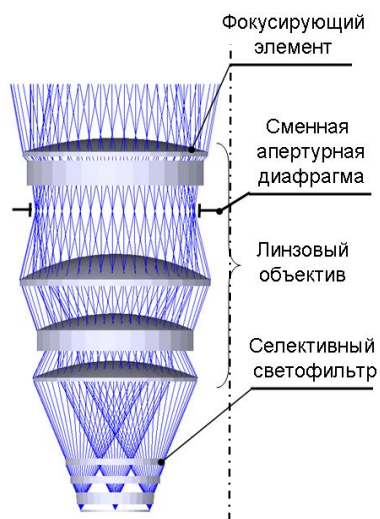


Рисунок 2 Оптическая система широкопольного канала

Наименование характеристики, единицы измерения	ОС ШПК (смотрящий)	ОС УПК (с перенацеливанием)
1 Рабочий спектральный диапазон	Ближний ИК	Ближний ИК
2 Диаметр входного зрачка, мм	150	440
3 Поле обзора, °	глобальный обзор	локальный обзор
4 Период обзора, с	***	***
5 Время накопления, мс	***	***
6 Угловой размер элемента разложения, угл.сек.	33	7
7 Размер проекции элемента разложения в плоскости объекта наблюдения на расстоянии наблюдения 40 000 км, км	6,5	1,3
8 Пороговая облученность, Вт/см ²	***	***
9 Тип и формат фотоприёмника	ЭЛП 2000*2000	ЭЛП 2000*2000

Таблица 2 Основные технические характеристики ОС КАС ИКШ

Наименование характеристики, единицы измерения	ОС КАС ИКШ (со сканированием)
1 Рабочий спектральный диапазон	Ближний ИК
2 Диаметр входного зрачка, мм	270
3 Поле обзора, °	глобальный обзор
4 Период обзора, с	4(6)
5 Время накопления, мс	2,5
6 Угловой размер элемента разложения, угл.сек.	11
7 Размер проекции элемента разложения в плоскости объекта наблюдения на расстоянии наблюдения 40 000 км, км	2,1
8 Пороговая облученность на входном зрачке, Вт/см ²	***
9 Тип и формат фотоприёмника	Полупроводниковый, на основе стыкуемых ВЗН модулей 10*1024

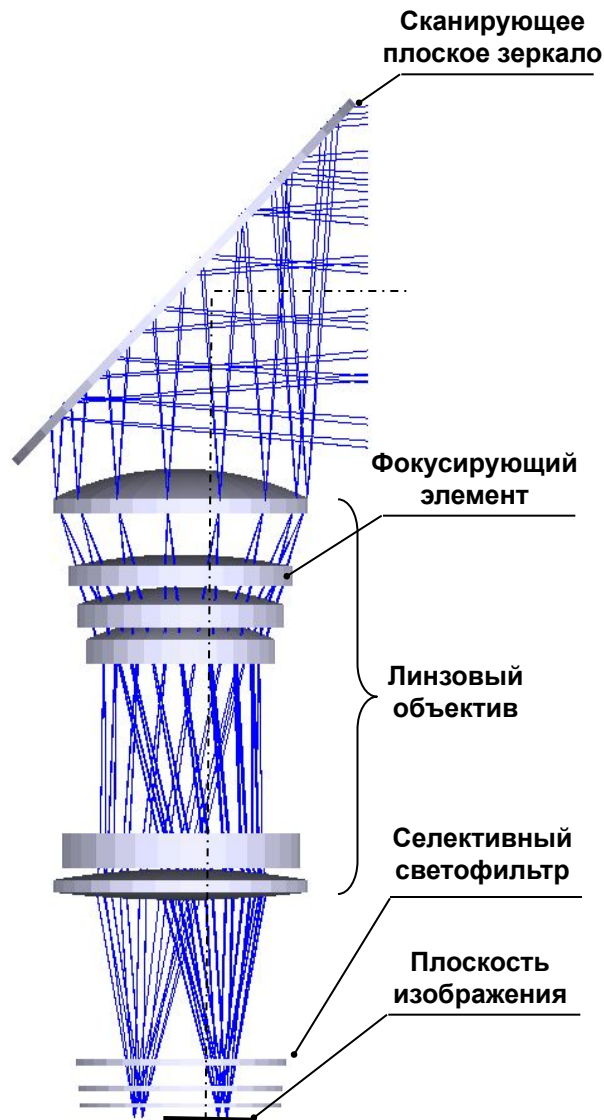


Рисунок 3 Оптическая система КАС ИКШ

Таблица 3 Основные технические характеристики ИК объектива “Таймыр-2”

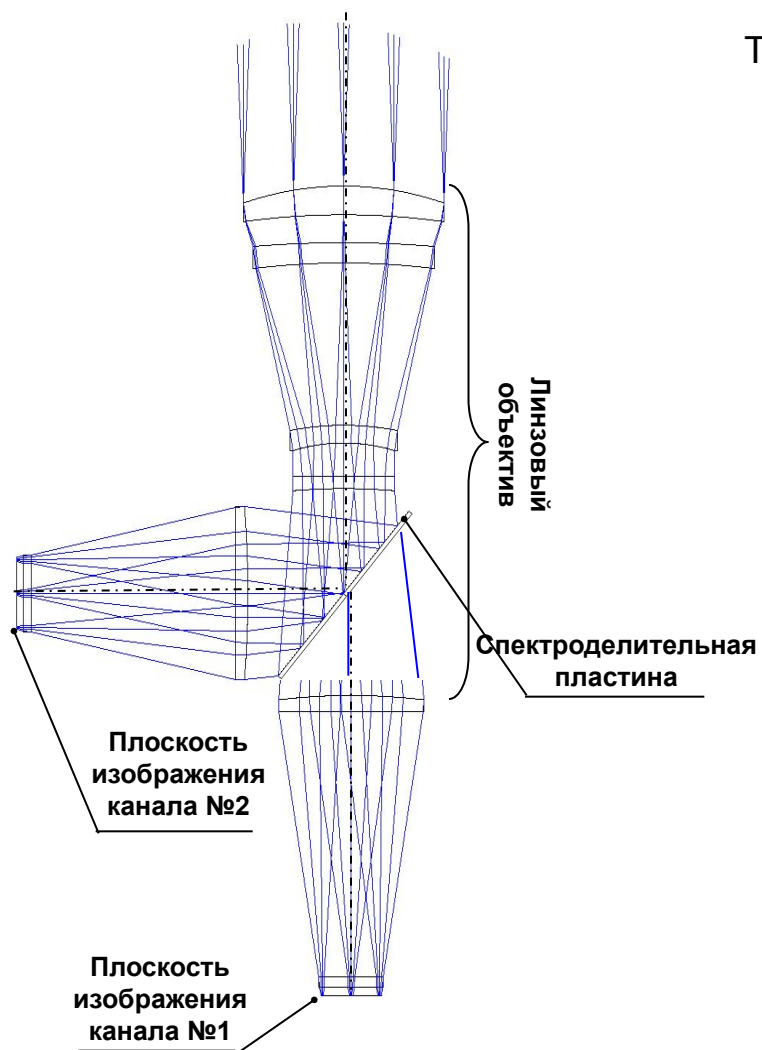


Рисунок 4 ИК объектив двухспектральный “Таймыр-2”

Наименование характеристики, единицы измерения	ИК объектив “Таймыр-2”
1 Рабочий спектральный диапазон	Ближний ИК (канал №1), Средний ИК (канал №2)
2 Диаметр входного зрачка, мм	290
3 Поле обзора, °	5,3*5,3 (∅7,5°) локальный обзор
4 Период обзора, с	***
5 Время накопления, мс	***
6 Угловой размер элемента разложения, угл.сек.	5
7 Размер проекции элемента разложения в плоскости объекта наблюдения на расстоянии наблюдения 40 000 км, км	1,0
8 Пороговая облученность на входном зрачке, Вт/см ²	***
9 Тип и формат фотоприёмника	Полупроводниковый на основе стыкуемых матричных модулей 512*512 (1024*1024)

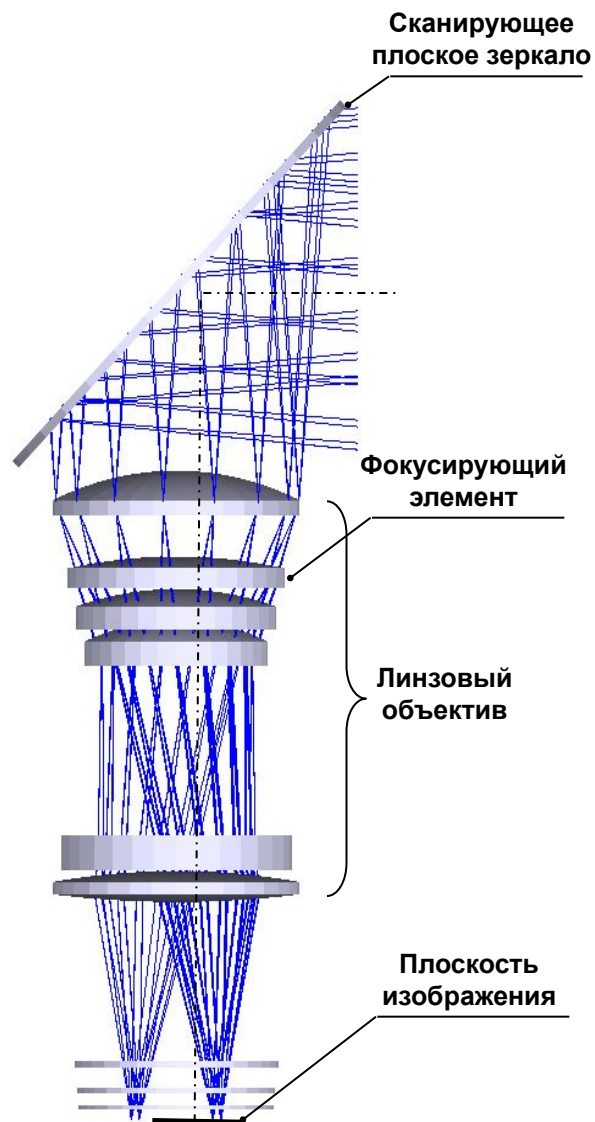


Рисунок 5 Оптическая система ОМСУ

Таблица 4 Основные технические характеристики ОС ОМСУ

Наименование характеристики, единицы измерения	ОС ОМСУ (со сканированием)	
	ИК объектив "Диксон-1"	ИК объектив "Диксон-2"
1 Рабочий спектральный диапазон	Ближний ИК, Средний ИК	Ближний ИК
2 Диаметр входного зрачка, мм	280	280
3 Поле обзора, °	глобальный обзор	глобальный обзор
4 Период обзора, с	4(6)	4(6)
5 Время накопления, мс	2,5	2,5
6 Угловой размер элемента разложения, угл.сек.	11	11
7 Размер проекции элемента разложения в плоскости объекта наблюдения на расстоянии наблюдения 40 000 км, км	2,1	2,1
8 Пороговая облученность на входном зрачке, Вт/см ²	***	***
9 Тип и формат фотоприёмника	Полупроводниковый на основе стыкуемых ВЗН модулей 10*1024	Полупроводниковый на основе стыкуемых ВЗН модулей 10*1024

Достоинства линзовых объективов

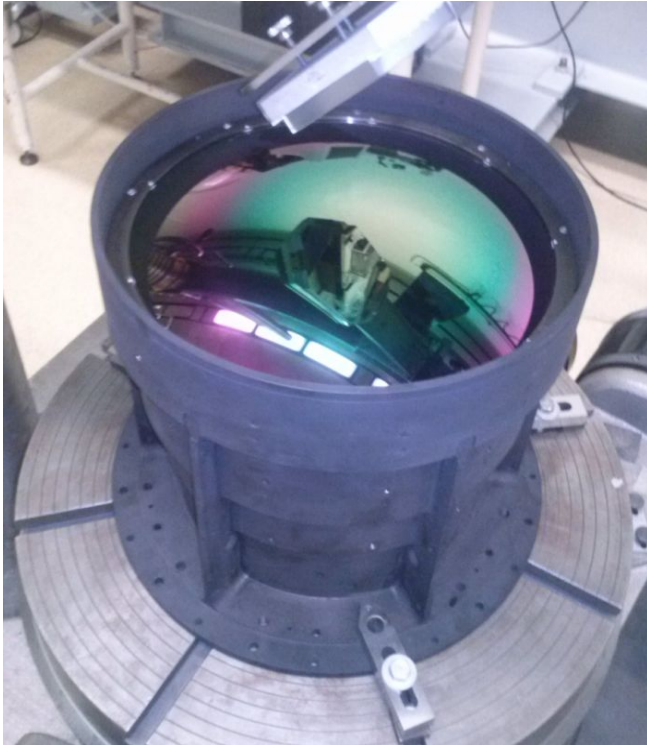


Рисунок 6 – Сборка крупногабаритного ИК объектива КАС ИКШ

- 1 Большие поля зрения (до 20° и более);
- 2 Технологичность изготовления;
- 3 Малые габаритные размеры, сопрягаемость с фотоприёмными устройствами различных типов;
- 4 Сохранность качества изображения в широком диапазоне температур.

Недостатки линзовых объективов

- 1 Отсутствие качественных крупногабаритных заготовок оптических ИК материалов (германий, кремний) приводит к ограничению диаметра входного зрачка значением – не более 300 мм, снижению качества изображения;
- 2 Высокое значение термодефокусировки (смещение плоскости изображения >20 мкм/К и более) требует использования устройств для фокусировки оптической системы;
- 3 Низкое спектральное пропускание;
- 4 Большая масса;
- 5 Ограничение рабочего спектрального диапазона.

Технические характеристики аппаратуры SBIRS (пр-во США)

Таблица 5



Рисунок 7 – Внешний вид БАО СБИРС (пр-во США)

Наименование характеристики, единицы измерения	Сканирующий широкопольный канал	Перенацеливаемый узкопольный канал
1 Рабочий спектральный диапазон	Ближний ИК, (средний ИК)	Ближний ИК, (средний ИК)
2 Диаметр входного зрачка, мм	300	200
3 Поле обзора, °	18,7 (глобальный обзор)	1,6 (локальный обзор)
4 Период обзора, с	3	0,5
5 Время накопления, мс	2,9	500
6 Угловой размер элемента разложения, угл.сек.	11	11
7 Размер проекции элемента разложения в плоскости объекта наблюдения на расстоянии наблюдения 40 000 км, км	2,1	2,1
8 Пороговая сила света объекта наблюдения, Вт/ср	500	100
9 Формат фотоприёмника	Полупроводниковый на основе стыкуемых ВЗН модулей 16*2048	Полупроводниковый со стыкуемыми матричными модулями 512*512

Таблица 6 Основные технические характеристики двухканальной ОС БАО

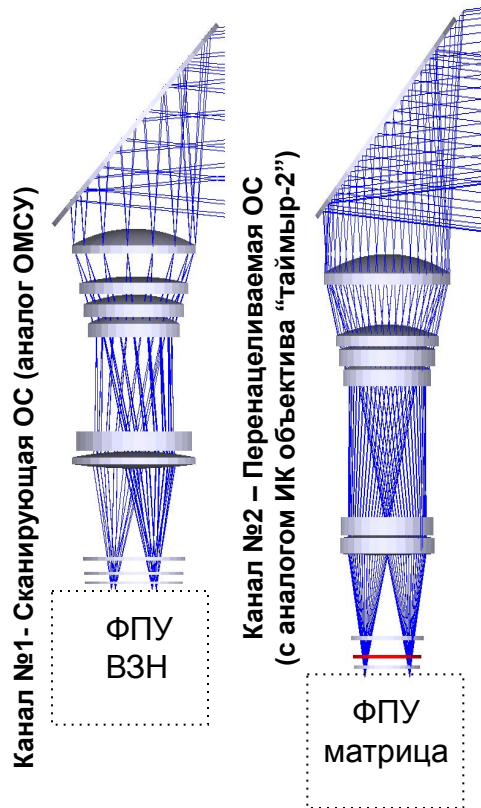
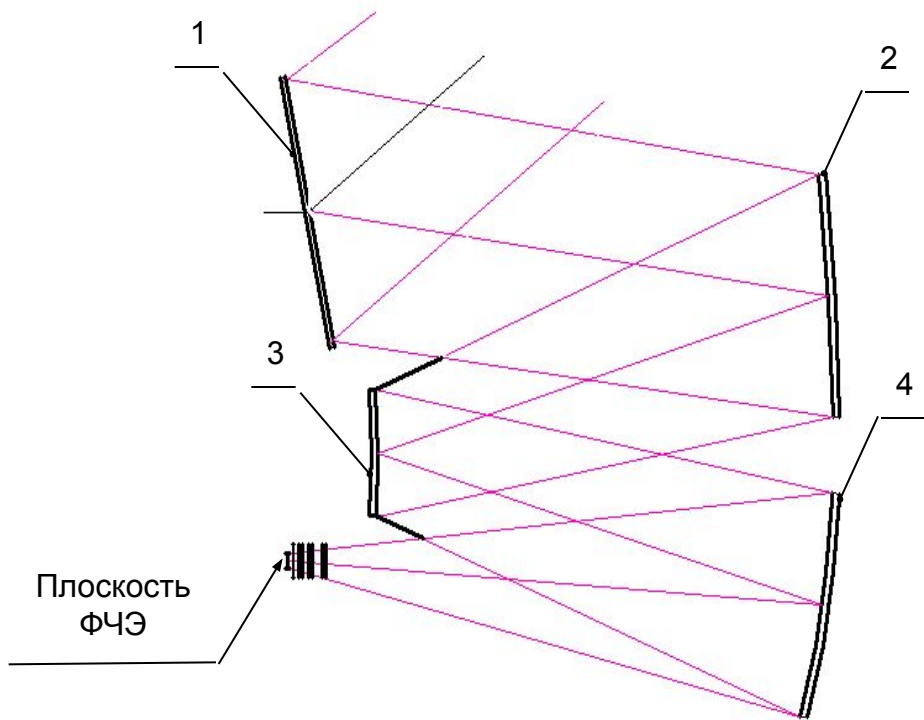


Рисунок 8 – Двухканальная оптическая система

Наименование характеристики, единицы измерения	Двухканальная ОС БАО	
	Канал №1 (широкопольный, сканирующий)	Канал №2 (узкокопольный, смотрящий)
1 Рабочий спектральный диапазон	Ближний ИК, (средний ИК)	Ближний ИК, (средний ИК)
2 Диаметр входного зрачка, мм	280	280
3 Поле обзора, °	глобальный обзор	локальный обзор
4 Период обзора, с	4(6)	0,5
5 Время накопления, мс	2,5	0,5
6 Угловой размер элемента разложения, угл.сек.	11	5-11
7 Размер проекции элемента разложения в плоскости объекта наблюдения на расстоянии наблюдения 40 000 км, км	2,1	1,0
8 Пороговая облученность на входном зрачке, Вт/ср	***	***
9 Тип и формат фотоприёмника	Полупроводниковый на основе стыкуемых ВЗН модулей 10*1024	Полупроводниковый со стыкуемыми матричными модулями 512*512 (1024*1024)

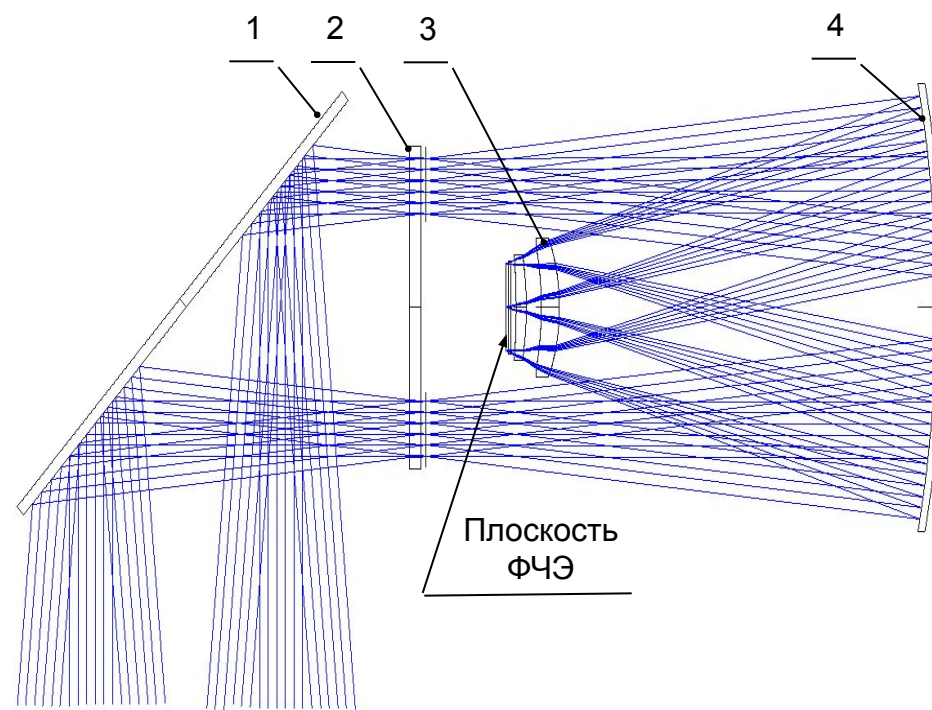


Перспективные оптические системы для использования с широкоформатными фотоприёмными устройствами



- 1 – подвижное двухкоординатное плоское зеркало
- 2,3,4 – асферические зеркала

Рисунок 9 – Оптическая схема объектива типа “Зеркальный триплет Кука”



- 1 – подвижное двухкоординатное плоское зеркало
- 2 – planoидная пластина
- 3 – асферическое зеркало
- 4 – линзовый компенсатор

Рисунок 10 – Оптическая схема объектива типа “Короткий Шмидт”

Заключение

- 1 АО “НИИ ОЭП” выполнило ряд работ по разработке, изготовлению и экспериментальной отработке оптических систем в сочетании с широкоформатными фотоприёмными устройствами в интересах создания перспективных широкопольного и узкопольного каналов бортовой аппаратуры обнаружения.
- 2 Изготовленные оптические системы с крупногабаритными линзовыми объективами обладают близкими к предельно достижимым значениям по диаметру входного зрачка (до 300 мм), качеству оптического изображения (дифракционно-ограниченное) и обеспечивают работу каналов БАО в широком спектральном диапазоне (ближний ИК и средний ИК). Допустимыми совершенствованиями данного типа систем является повышение пространственного разрешения и обеспечение одновременной работы в двух спектральных интервалах для узкопольного канала.
- 3 Зеркальные и зеркально-линзовые оптические системы дают возможность повышения спектрального пропускания, расширения рабочего спектрального диапазона, увеличения входного зрачка для улучшения порога чувствительности аппаратуры применения. Однако их применение в составе широкопольного канала требует проектных разработок, в т.ч. в части фотоприёмных и сканирующих (перенацеливающих) устройств.

**Благодарю за
внимание!**