



ВНИИА
РОСАТОМ

Цифровая камера с зеркальной разверткой с прямой регистрацией на последовательность матричных сенсоров

В.Н. Туркин, А.С.Бычков, В.Г.Каменев, Ю.Д.Арапов,
А.Е.Дормидонов, А.М.Мягков

XVII Забабахинские научные чтения
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»

Область применения фотохронографов с зеркальной разверткой



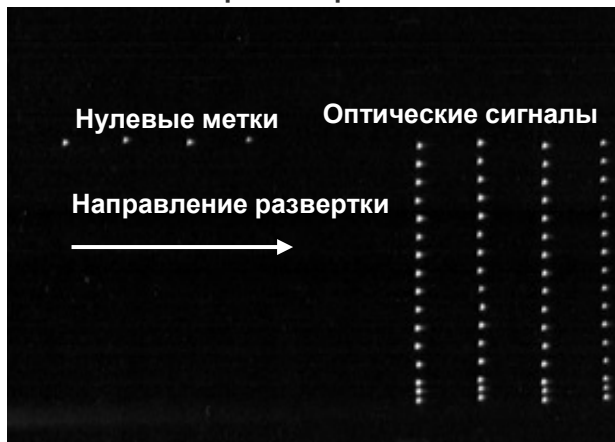
ВНИИА
РОСАТОМ

Регистрация разновременности срабатывания детонационных распределителей

Детонационный распределитель

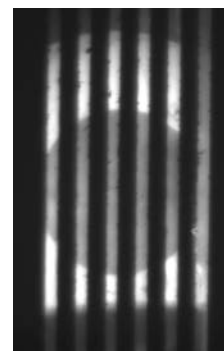


Фотохронограмма

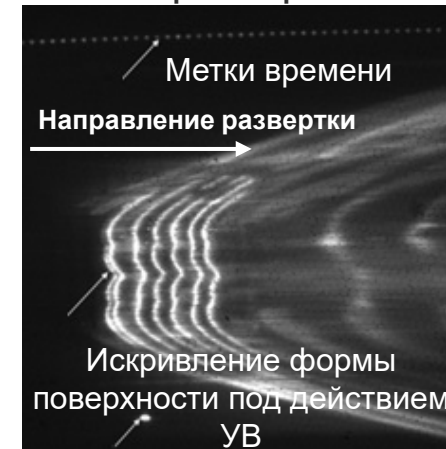


Регистрация разновременности движения поверхности под действием УВ

Изображение объекта через растр

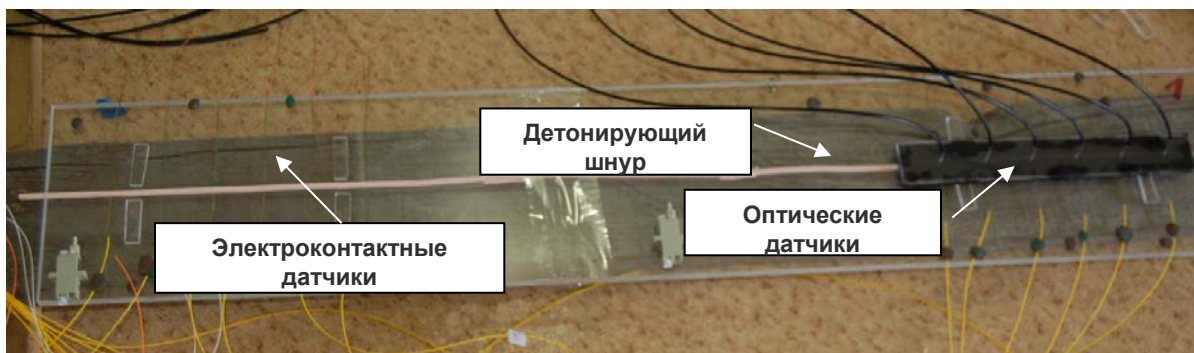


Фотохронограмма

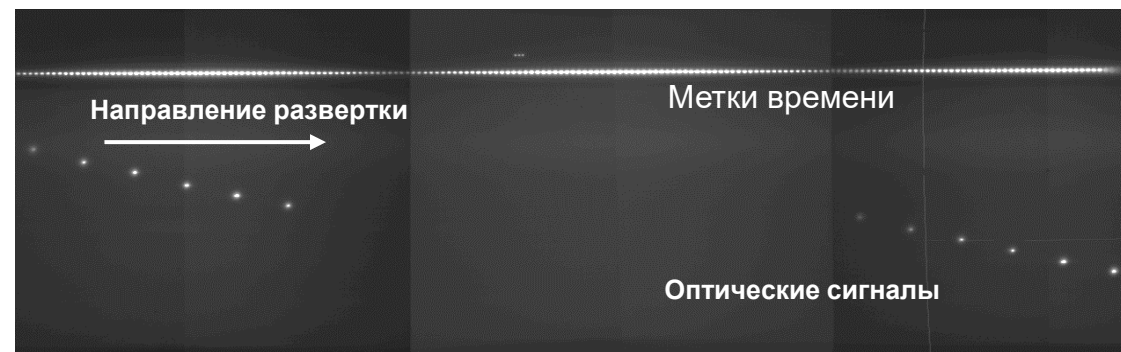


Регистрация скорости распространения детонационной волны ВВ

Постановка эксперимента



Фотохронограмма срабатывания оптических датчиков

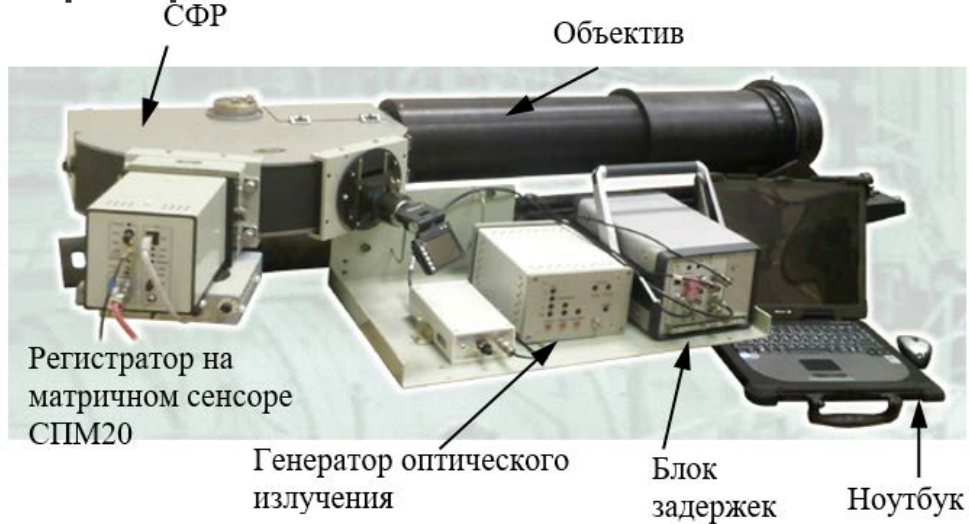


Хронология развития цифровых фотохронографов с зеркальной разверткой



ВНИИА
РОСАТОМ

Приборный комплекс СКПФ254

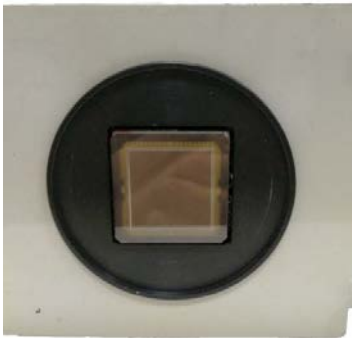


Приборный комплекс ТКПФ269

Регистратор на матричных сенсорах



Конструкция цифрового регистратора СКПФ254



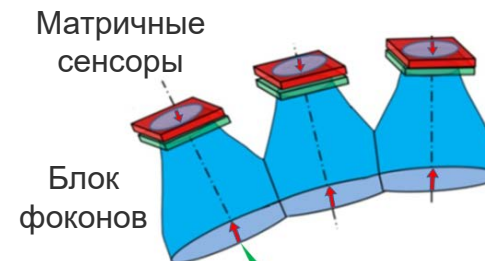
Матричный сенсор
20×20 мм



Фокон
Ø80 мм

Максимальная длина развертки: 60 мм

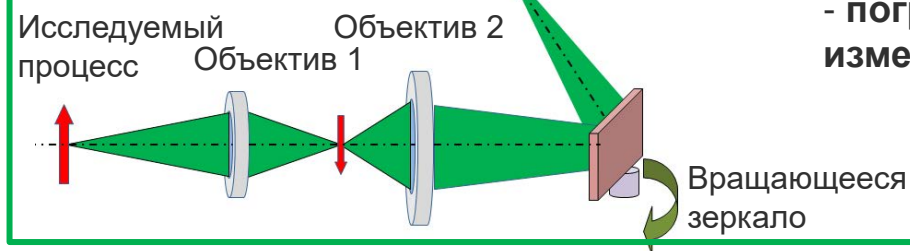
Конструкция цифрового регистратора ТКПФ269



Характеристики
ТКПФ269:

- длина развертки
177 мм;

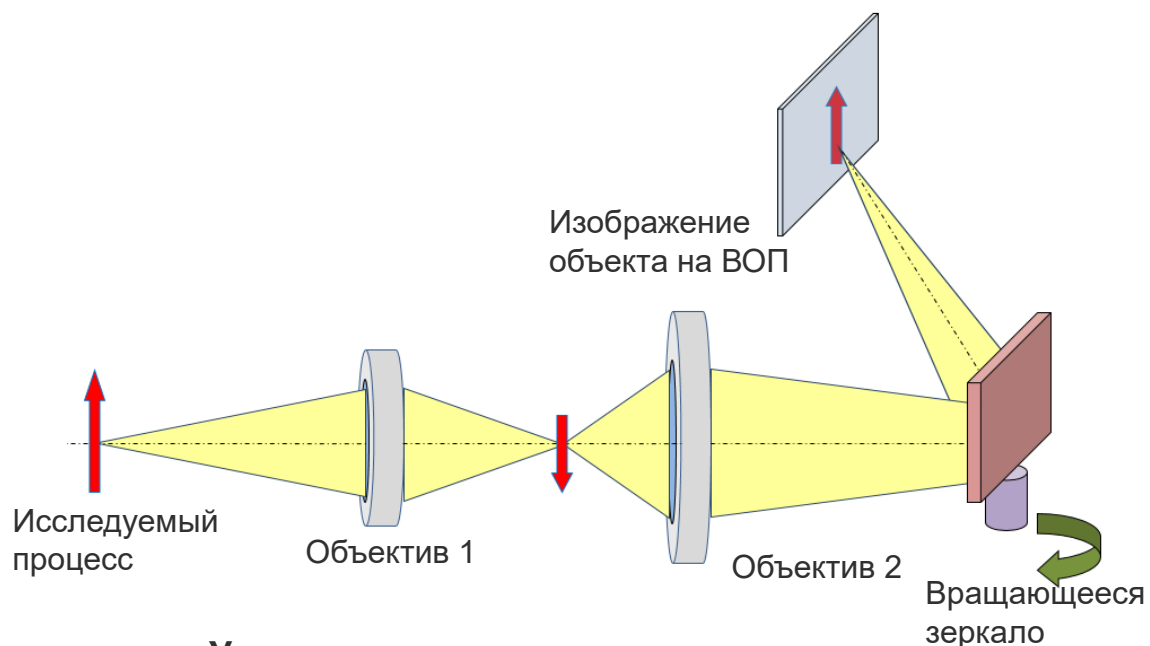
- погрешность
измерений ± 50 нс;



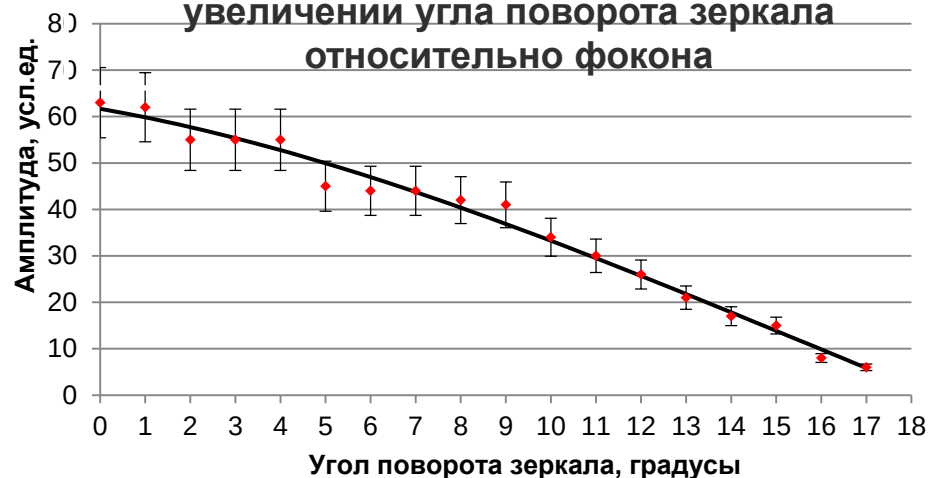
Использование фоконов и волоконно-оптических пластин в фотокамерах с зеркальной разверткой



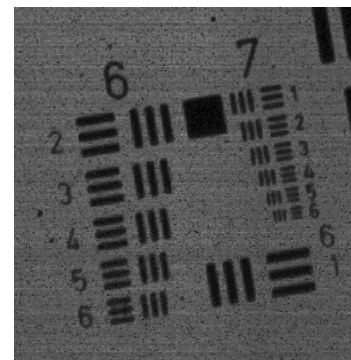
ВНИИА
РОСАТОМ



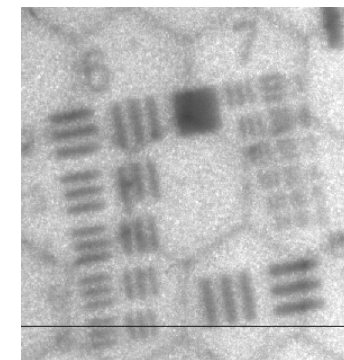
Уменьшение амплитуды сигнала при увеличении угла поворота зеркала относительно фокона



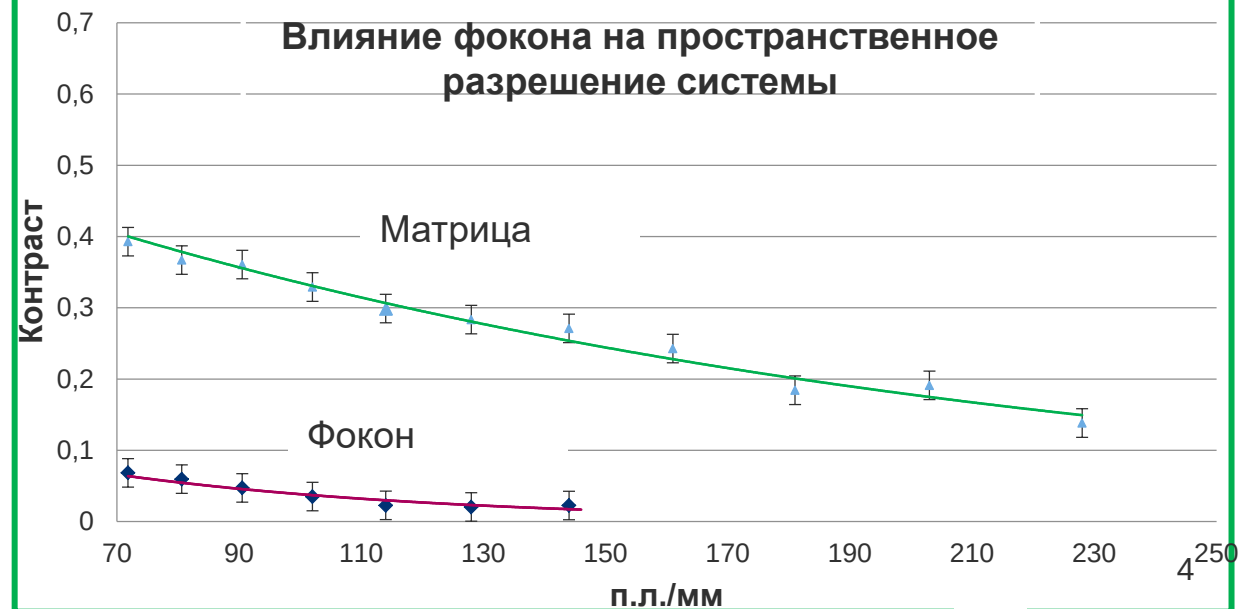
Изображение мира при прямой регистрации на матричный сенсор



Изображение мира при регистрации с использованием фокона



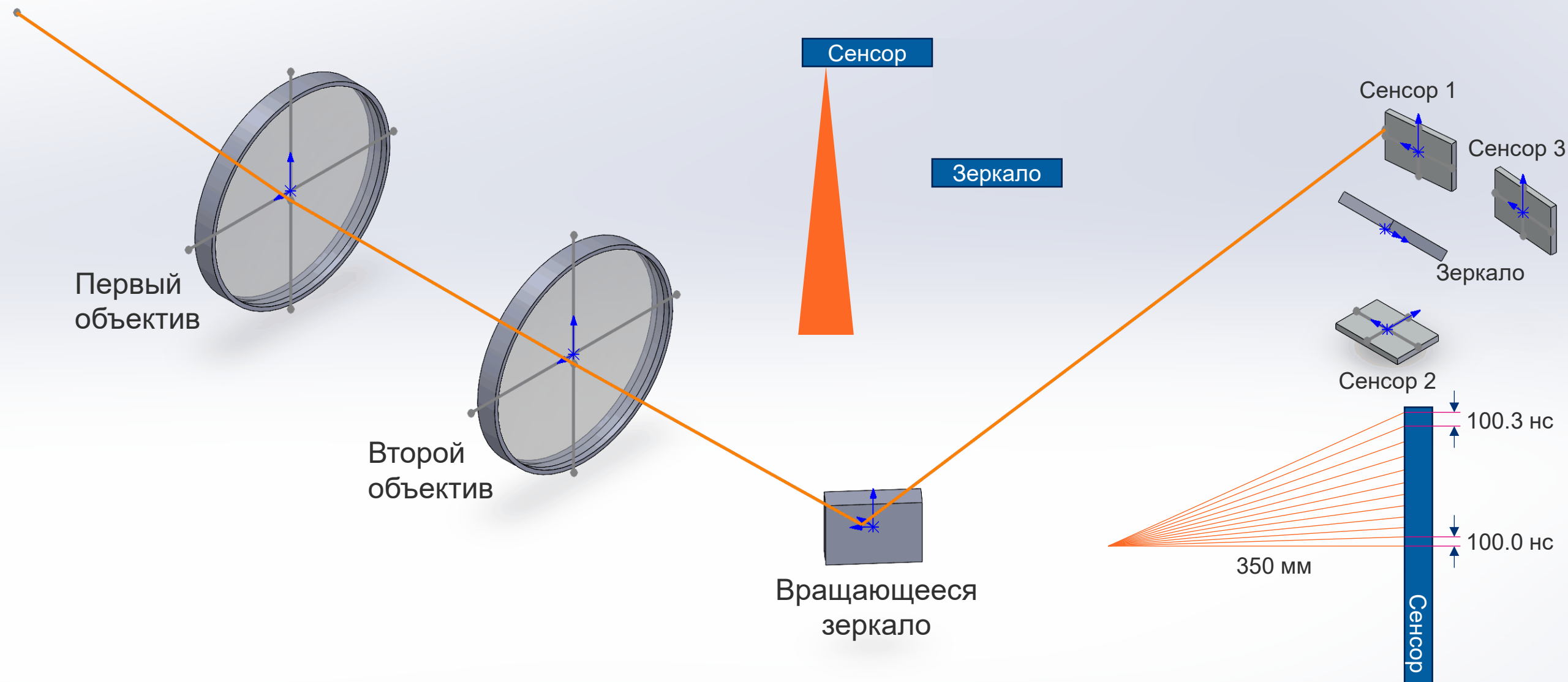
Влияние фокона на пространственное разрешение системы



Фотохронограф с прямой регистрацией на матричные сенсоры



ВНИИА
РОСАТОМ

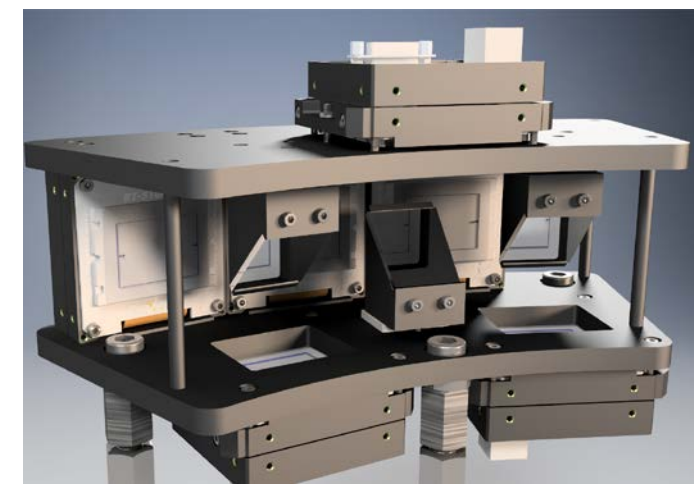


Исправление нелинейности развертки и программная сшивка изображений



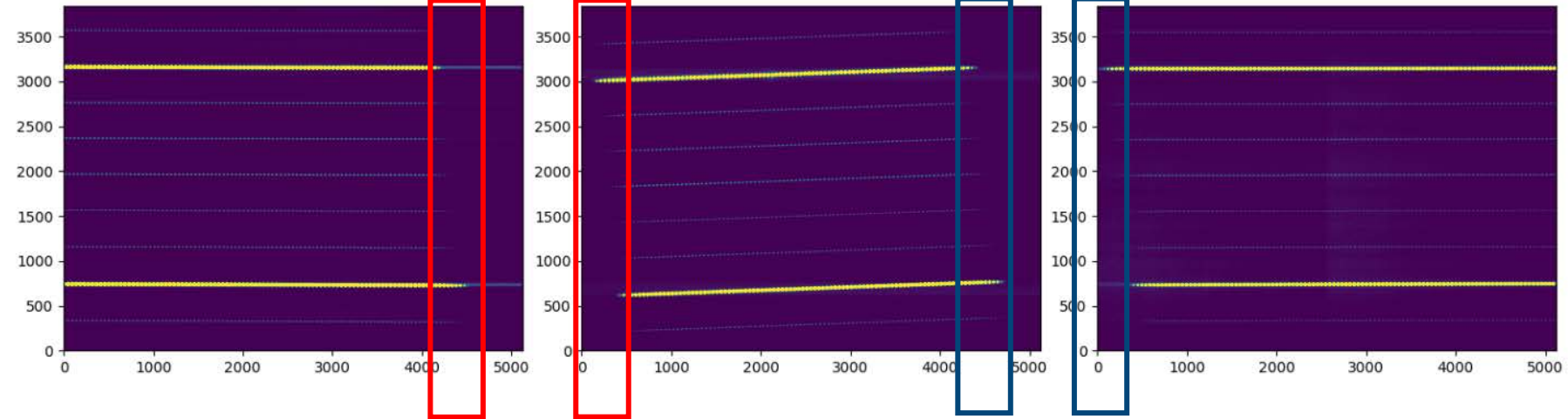
ВНИИА
РОСАТОМ

Устройство цифровой регистрации



Изображения полученные с трех сенсоров

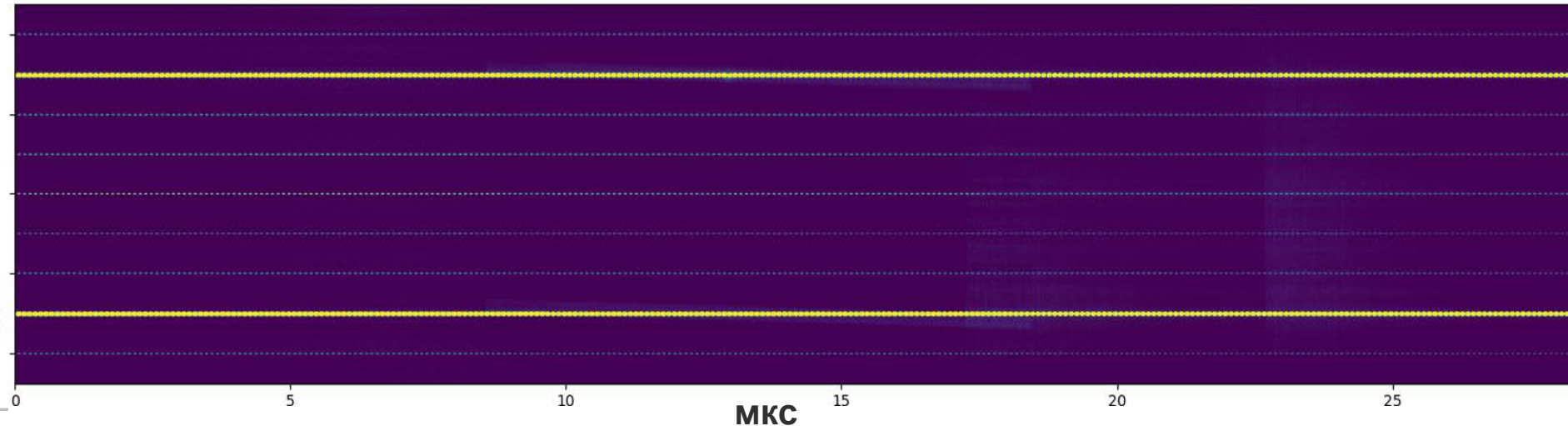
Области перекрытия ~100 мкм



Волоконно-оптическая щель для формирования реперных сигналов

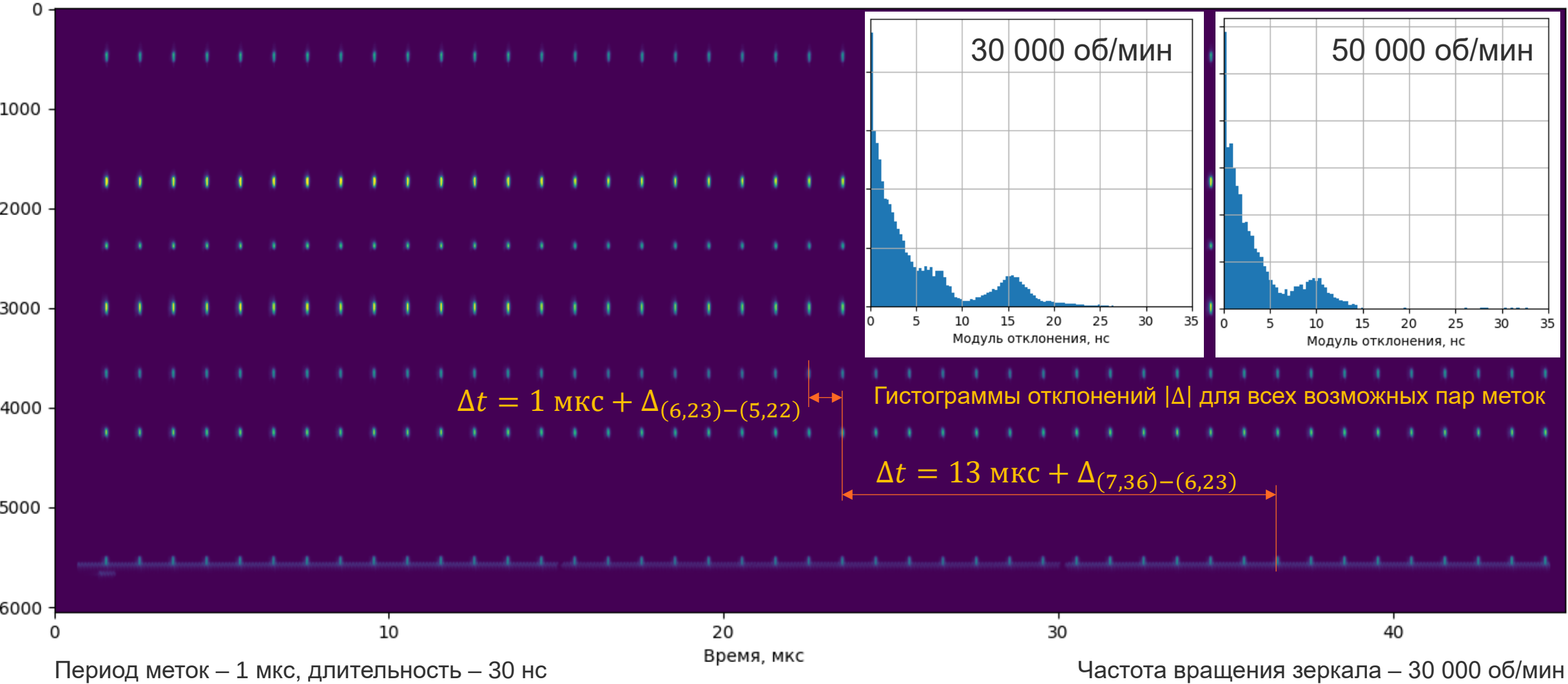


Панорамное изображение, сшитое из трех кадров



Определение точности сшивки

Фотохронограмма 7 рядов меток



Конструкция и состав приборного комплекса

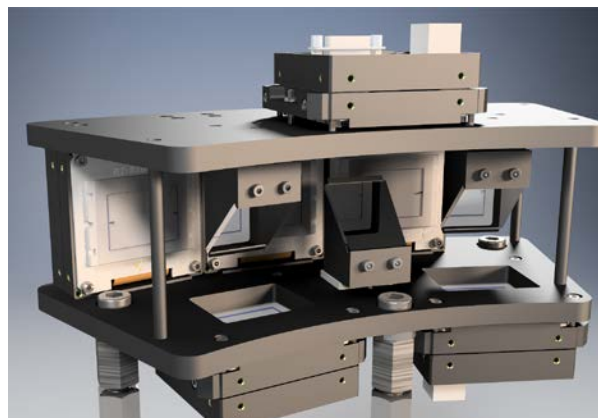


ВНИИА
РОСАТОМ



Габаритные размеры: **500×500×500 мм**;
Диапазон регистрируемых интервалов времени: **от 1 до 900 мкс**;
Разрешающую способность по времени: **$4 \cdot 10^{-9}$ с**;
Погрешность измерения интервалов времени **± 15 нс**;
Скорость развертки изображения **от 0,1 до 7,1 мм/мкс**.

Устройство цифровой регистрации



Длина области регистрации **200 мм**;
Чувствительность к оптическому излучению в диапазоне **от 400 до 800 нм**;

Блок управления



Обеспечивает формирование пусковых сигналов;
Формирование меток времени и световой отметки;

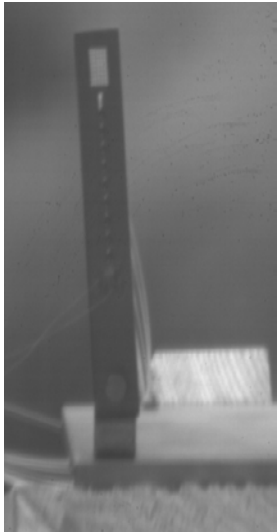
Высокоскоростной привод



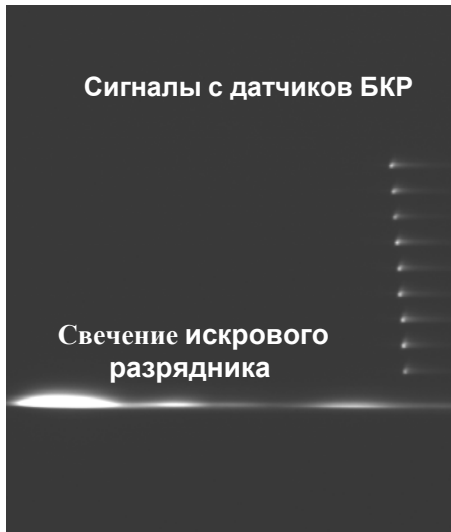
Обеспечивает вращение зеркала **от 6000 до 100000 об/мин**;



Регистрация разновременности срабатывания оптических датчиков



Планка макета БКР

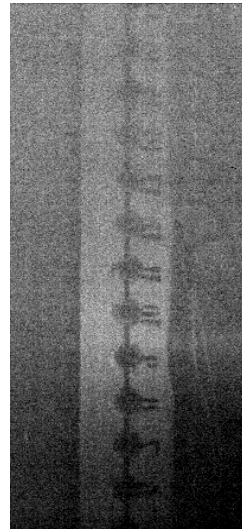


Фотохронограмма момента срабатывания оптических датчиков

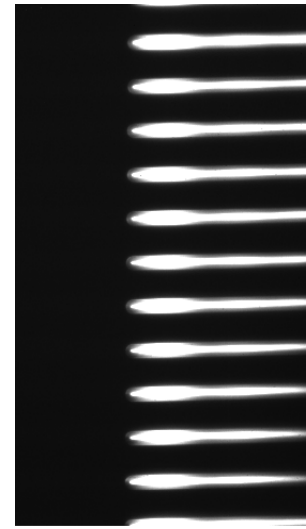
Время работы сборки составило 3,15 мкс

Разновременность срабатывания составила ± 10 нс

Регистрация разновременности срабатывания разрядников



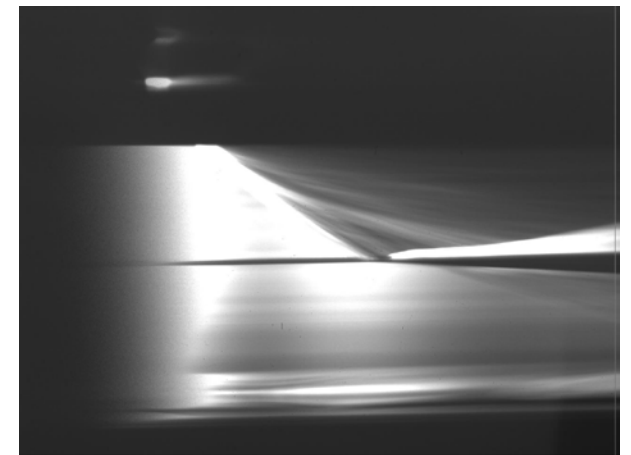
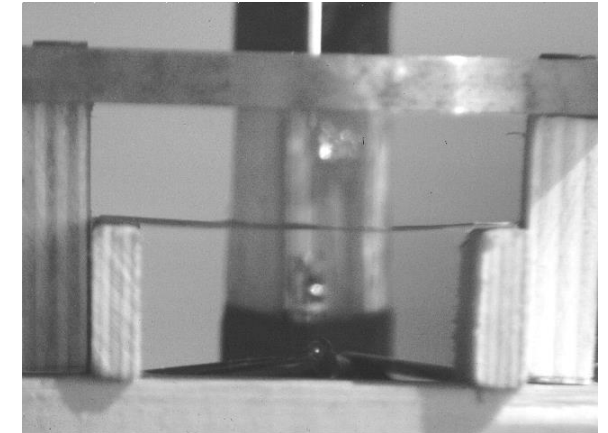
Планка с разрядниками



Время свечения разрядников ~ 3 мкс

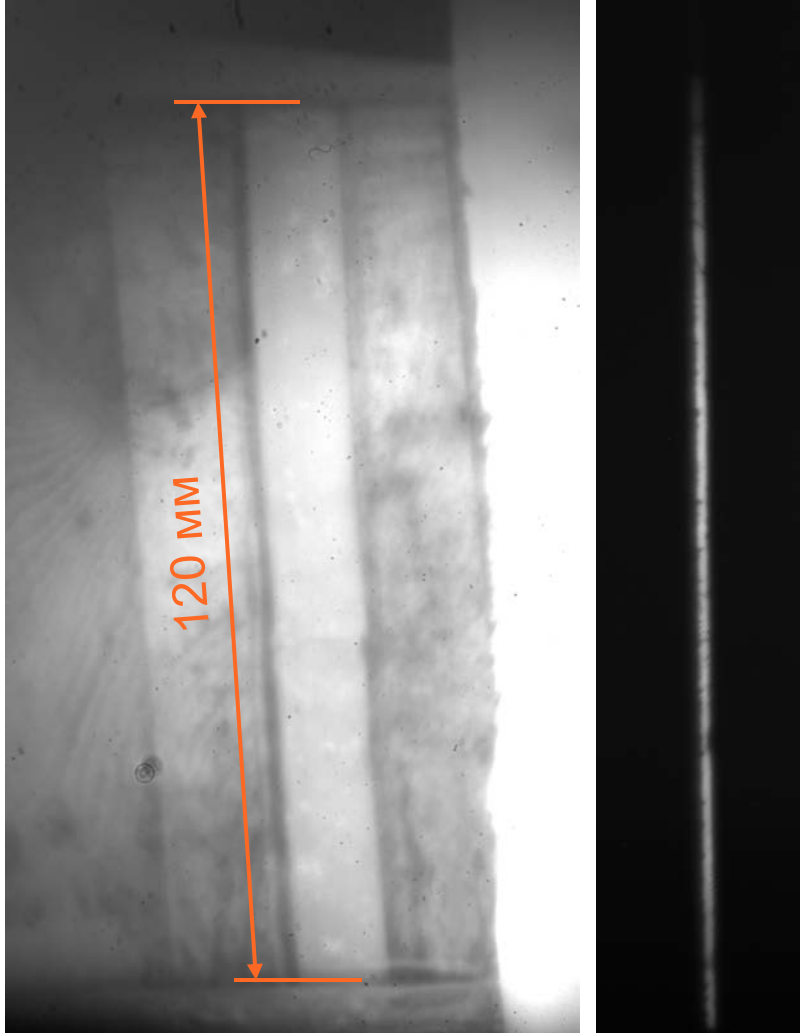
Разновременность срабатывания разрядников составила ± 30 нс

Регистрация разлета продуктов взрыва щелевым методом



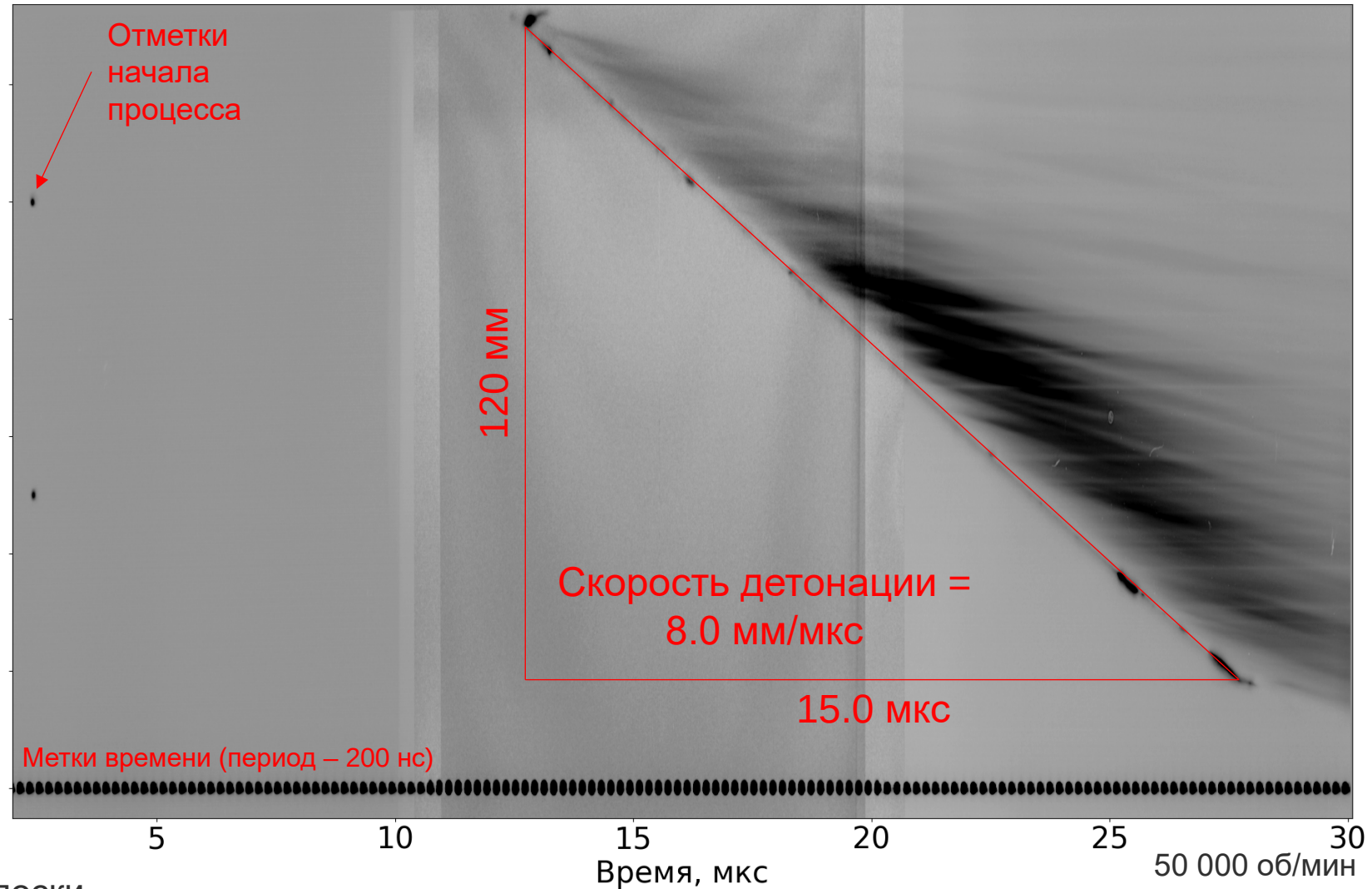
Результаты регистрации скорости детонации ВВ

Фотография полосы из ВВ



Фотография полосы
из ВВ через щель

Фотохронограмма процесса распространения детонационной волны



Выводы:



На современной элементной базе создан фотохронограф с зеркальной разверткой с прямой регистрацией на матричные сенсоры

Разработаны процедура калибровки и алгоритм сшивки изображений с матричных сенсоров в цифровом фотохронографе с зеркальной развёрткой.

Увеличена точность измерений интервалов времени до 15 нс;

Улучшена разрешающую способность по времени до 4 нс;

Увеличена длина чувствительной к излучению область регистрации до 200 мм;

Увеличена скорость развертки изображения до 7 мм/мкс.

Спасибо за внимание

