

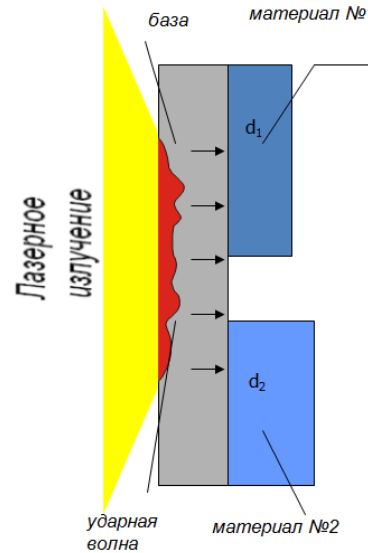
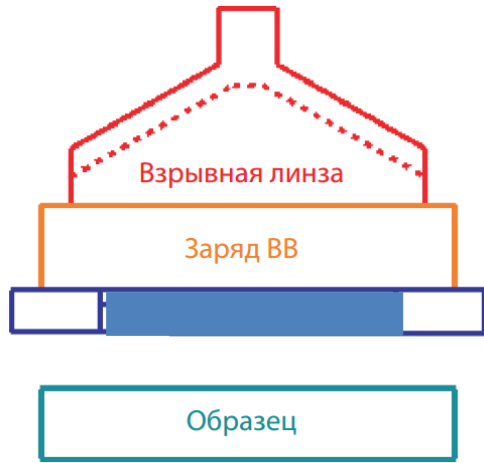


Институт лазерных и плазменных
технологий НИЯУ МИФИ

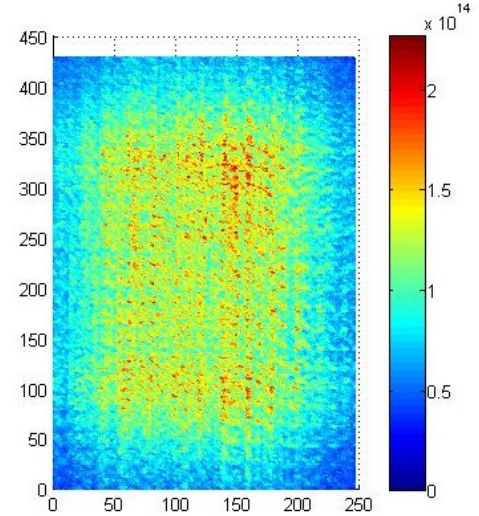
ЛАЗЕРНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЕЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ

Кузнецов А.П., Губский К.Л., Михайлюк А.В., Кошкин Д.С.

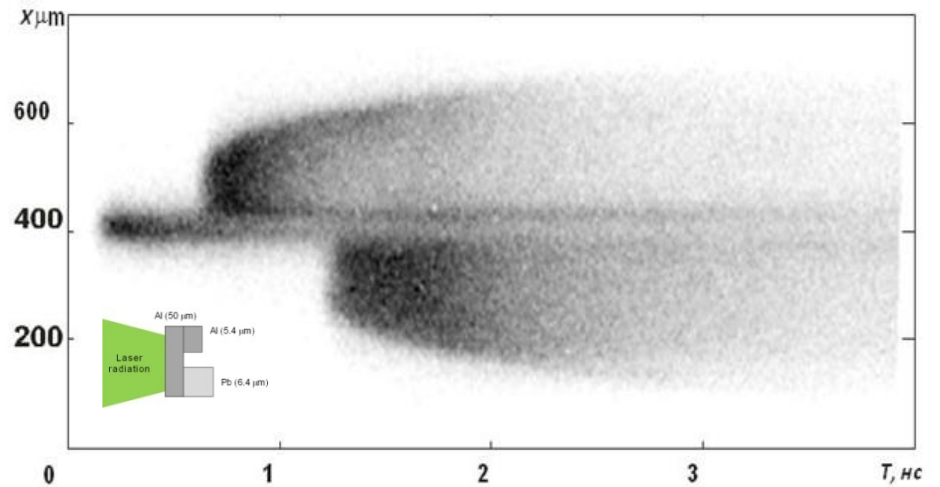
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»



Распределение интенсивности на мишени



Скорость движения свободной поверхности ударно нагруженной мишени



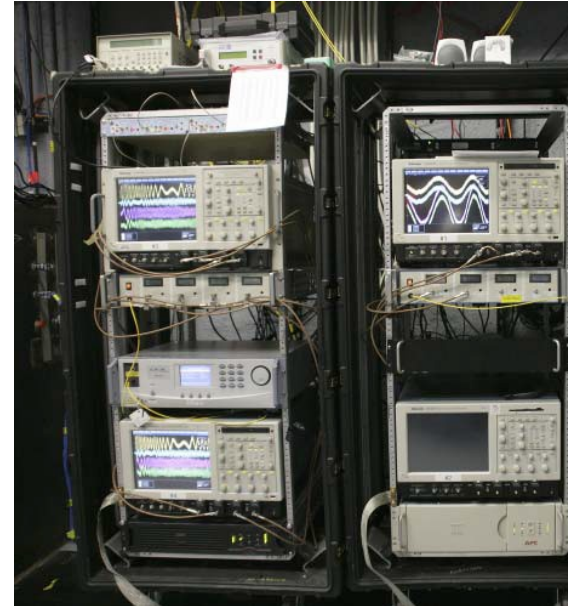
Из всех существующих на сегодняшний день способов непрерывной регистрации скорости, наиболее информативными являются лазерные методики на основе измерения доплеровского сдвига частоты зондирующего излучения, отраженного от поверхности исследуемого объекта.



Fabry-Perot

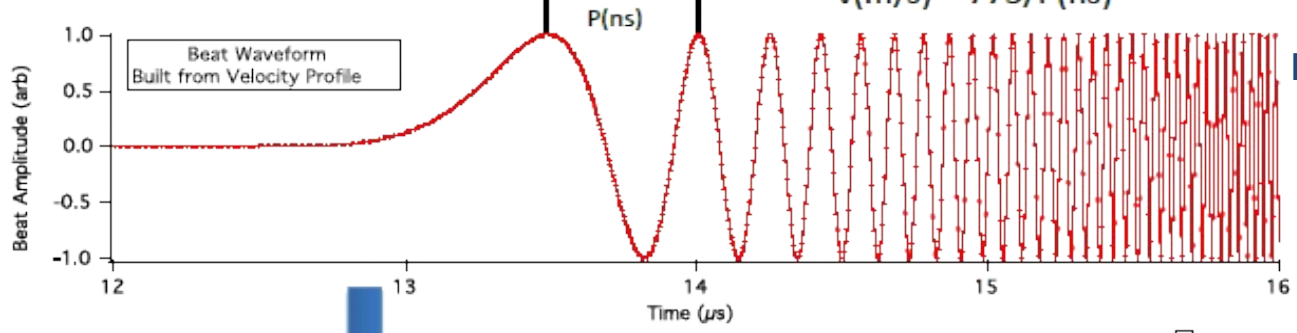
VISAR

PDV



PDV - Photonic Doppler Velocimetry

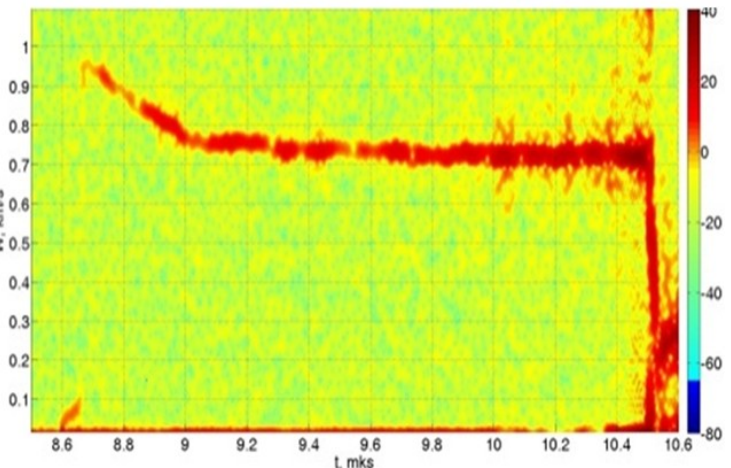
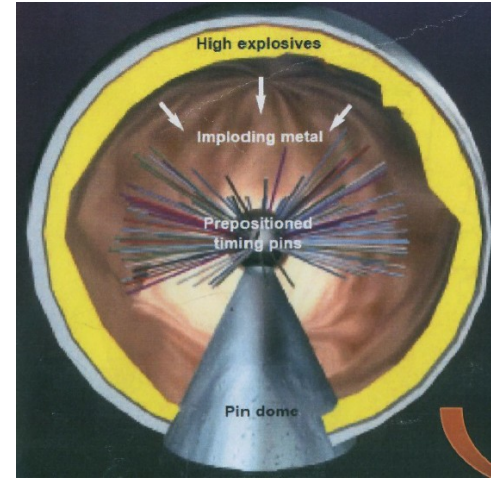
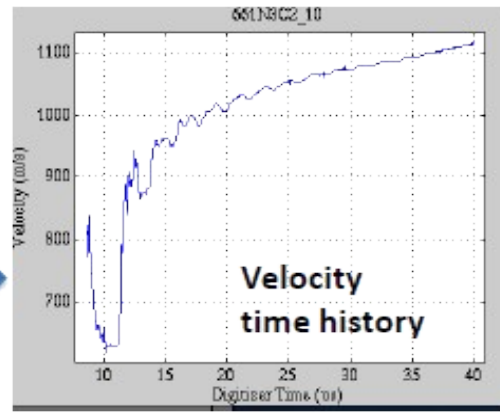
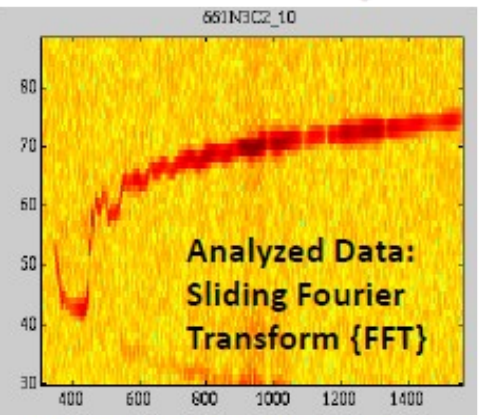
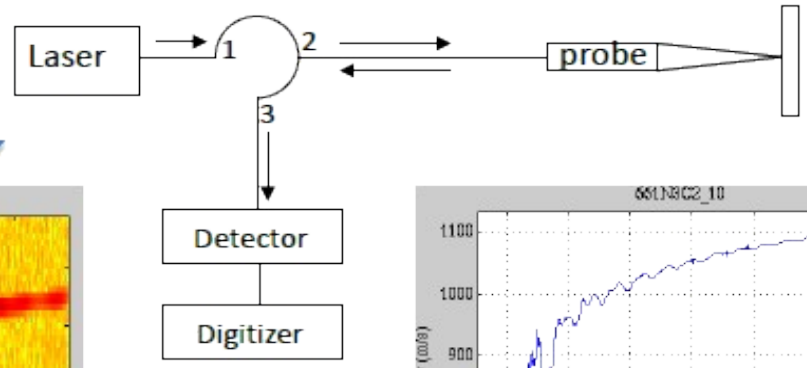
Fringe analysis



Ограничение применимости:
1 км/с – 1,3 ГГц ($\lambda = 1550 \text{ nm}$)

$$g(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{i\omega t} dt$$

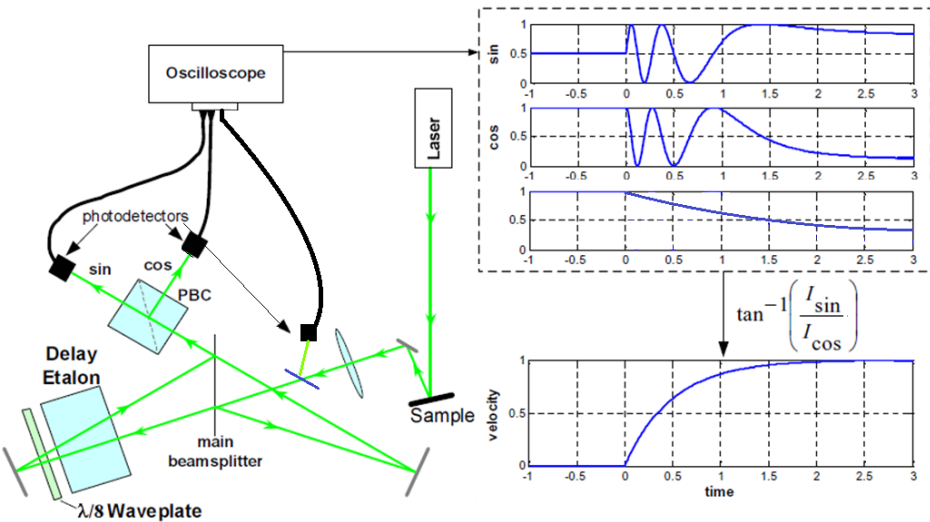
Fourier transform



Strand O.T., Goosman D.R., Martinez C., and Whitworth T.L. **Compact system for high-speed velocimetry using heterodyne techniques** // *Rev. Sci. Instrum.* 77, 083108 2006

Dolan D.H. **Accuracy and precision in photonic Doppler velocimetry** // *Rev. Sci. Instrum.* 81, 053905 2010

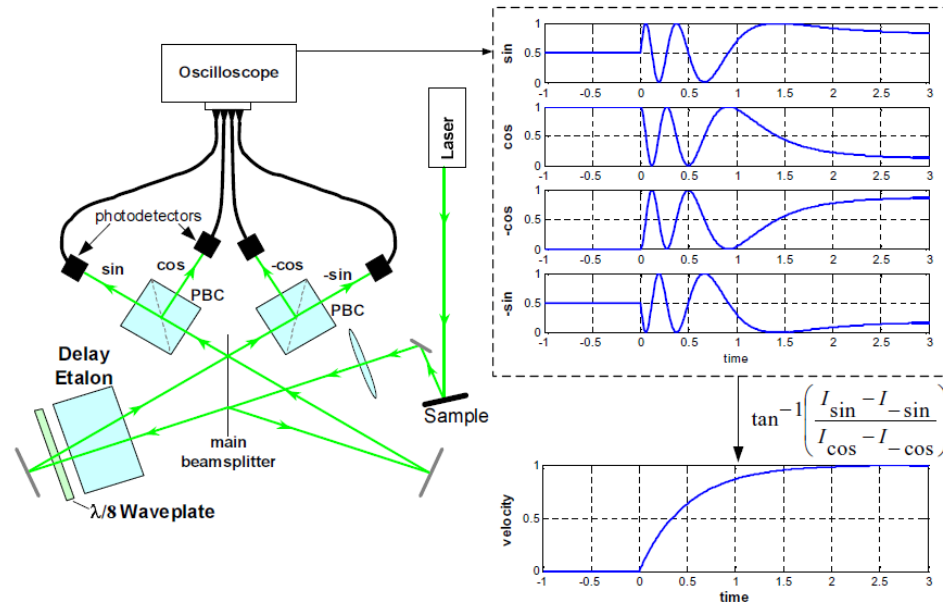
VISAR - Velocity Interferometer System for Any



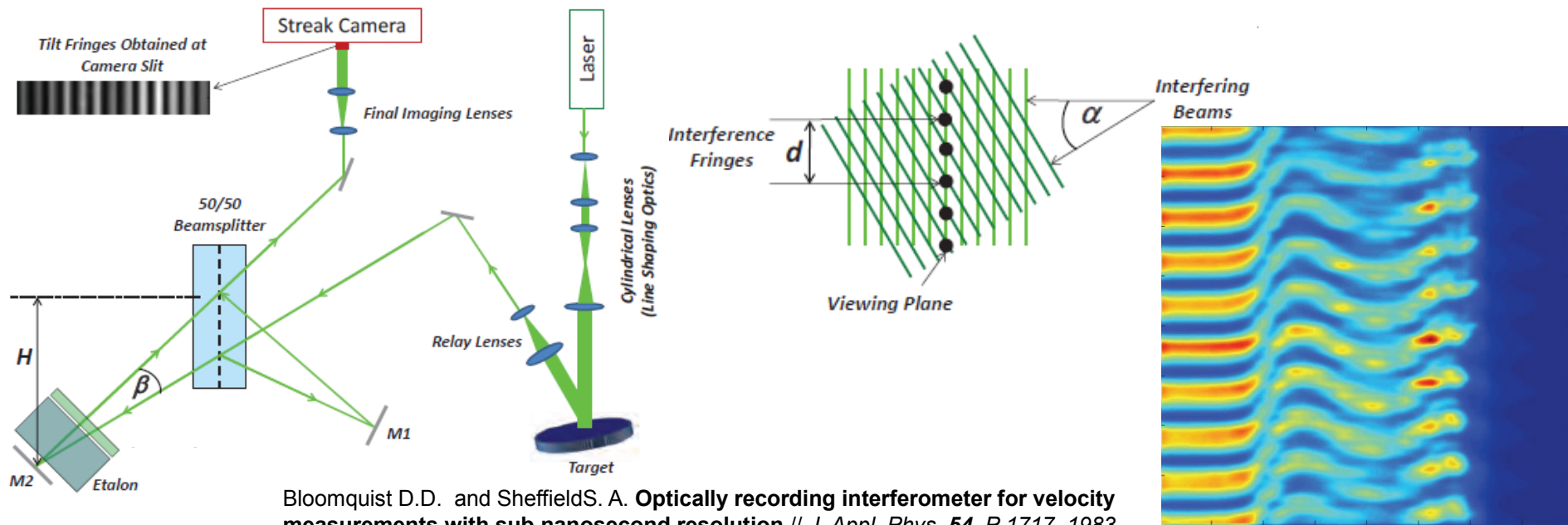
Barker L. M. and Hollenbach R. E. **Laser interferometer for measuring high velocities of any reflecting surface** // *J. Appl. Phys.*, 43(11), 4669, 1972.

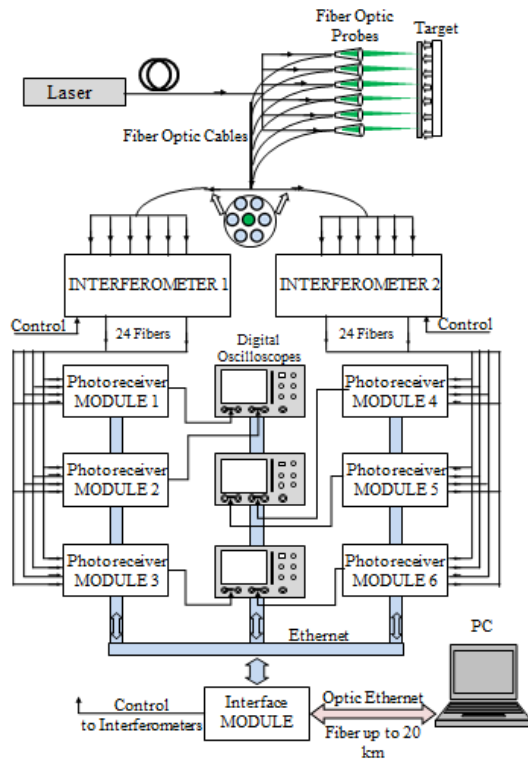
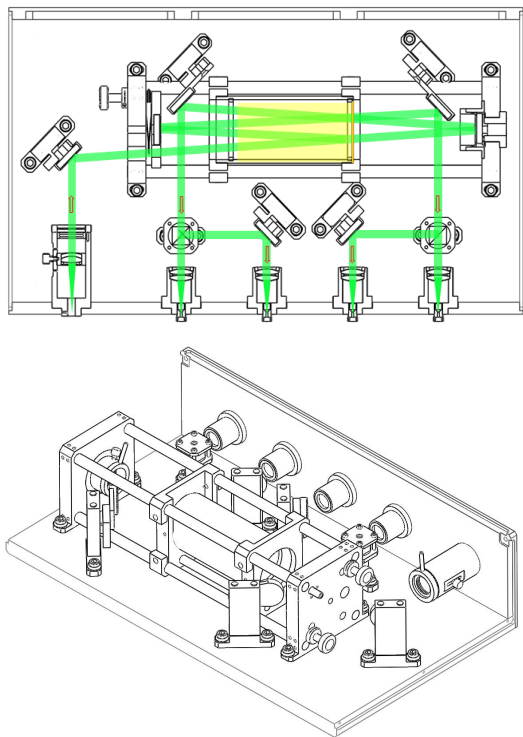
Push-Pull VISAR

5



ORVIS – Optically Recording Velocity Interferometer System (Line - imaging VISAR)



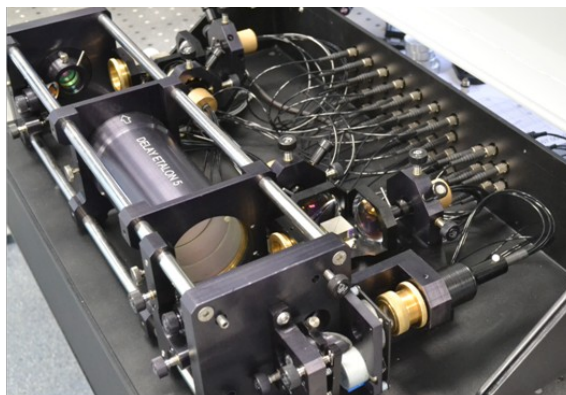


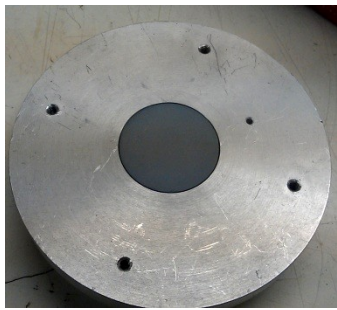
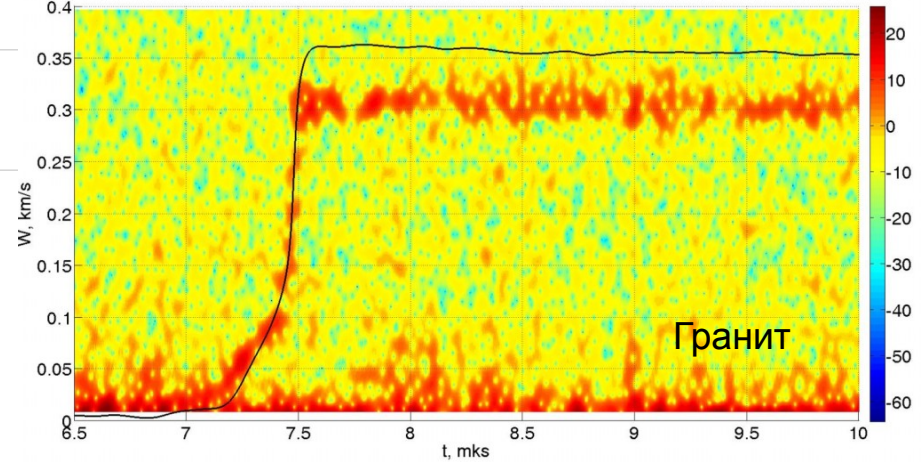
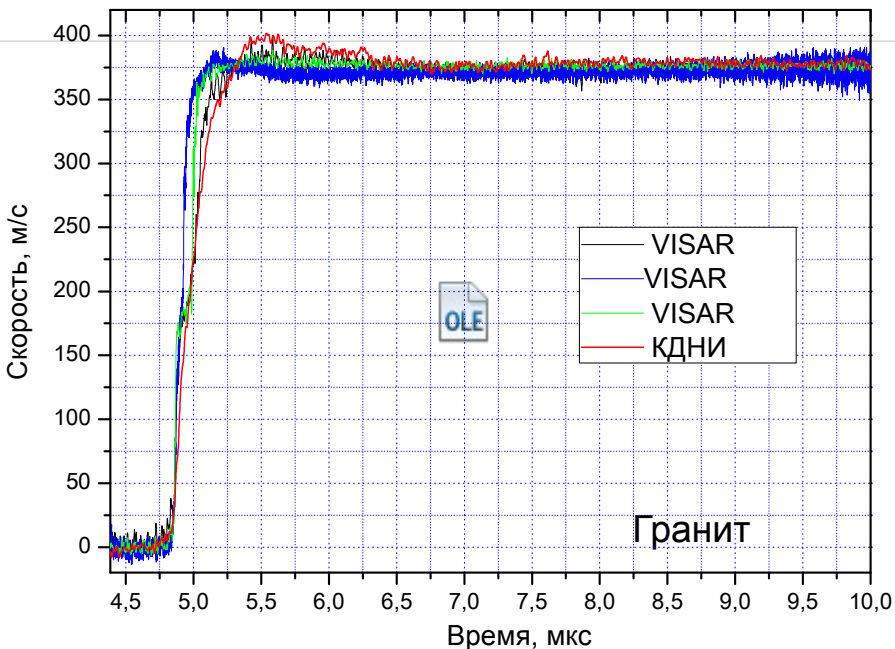
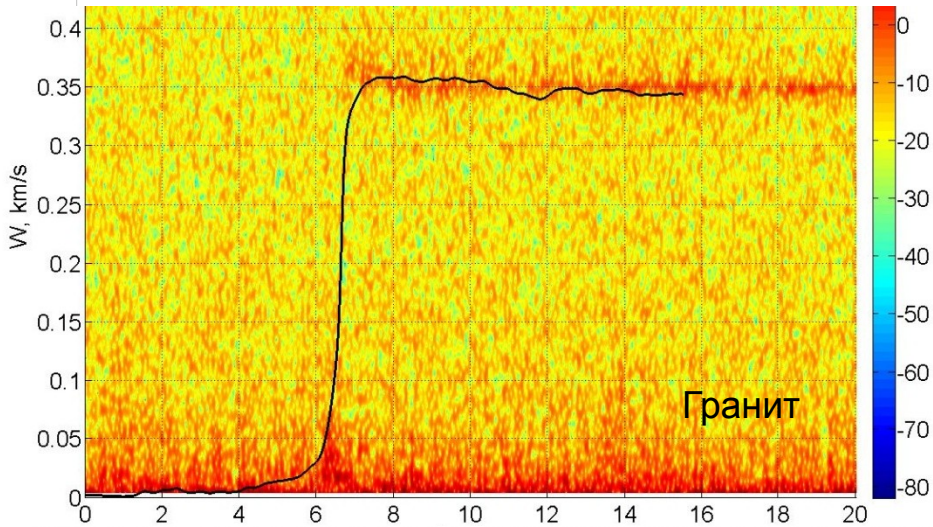
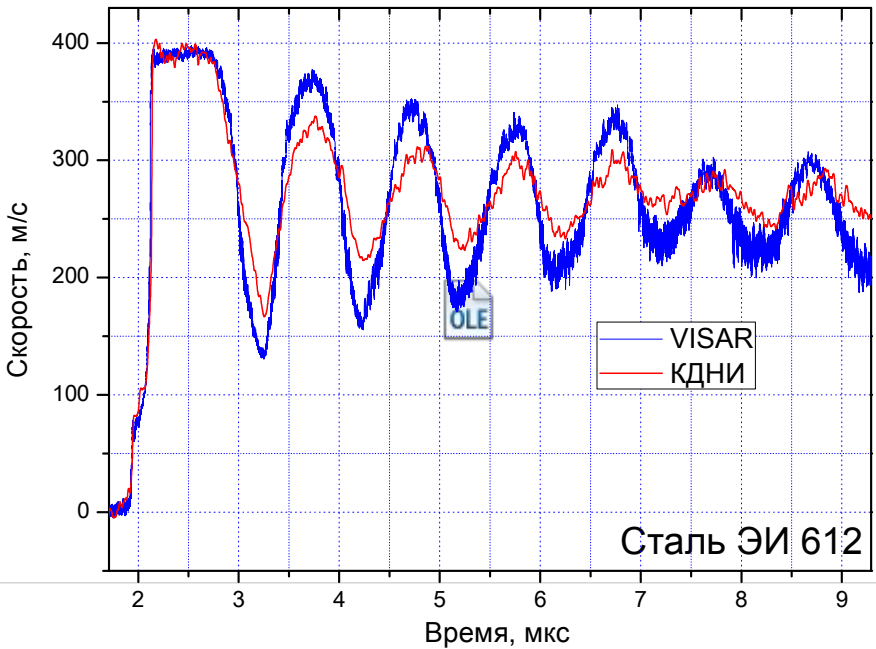
Оптический блок
диагностического комплекса

КДНИ-532 (РФЯЦ ВНИИЭФ)

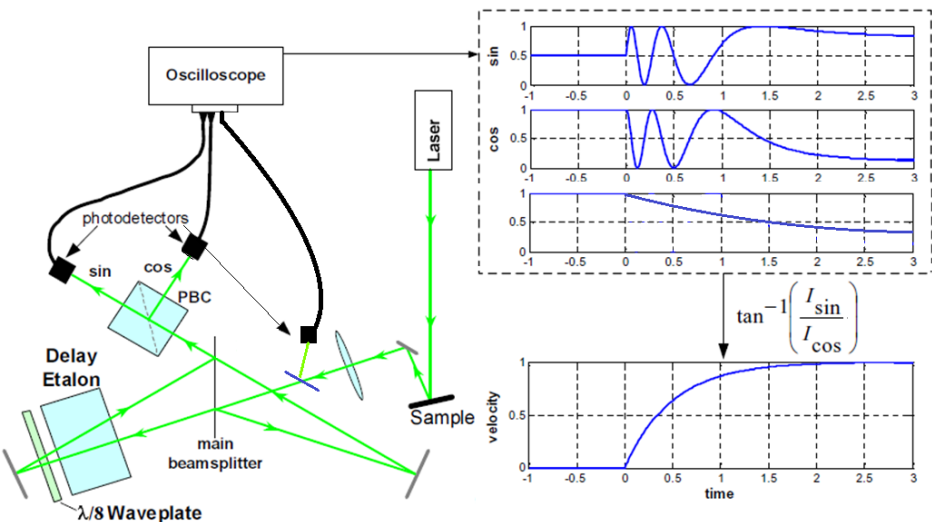


КДНИ-532-7 (ИПХФ РАН и
ОИВТ РАН)





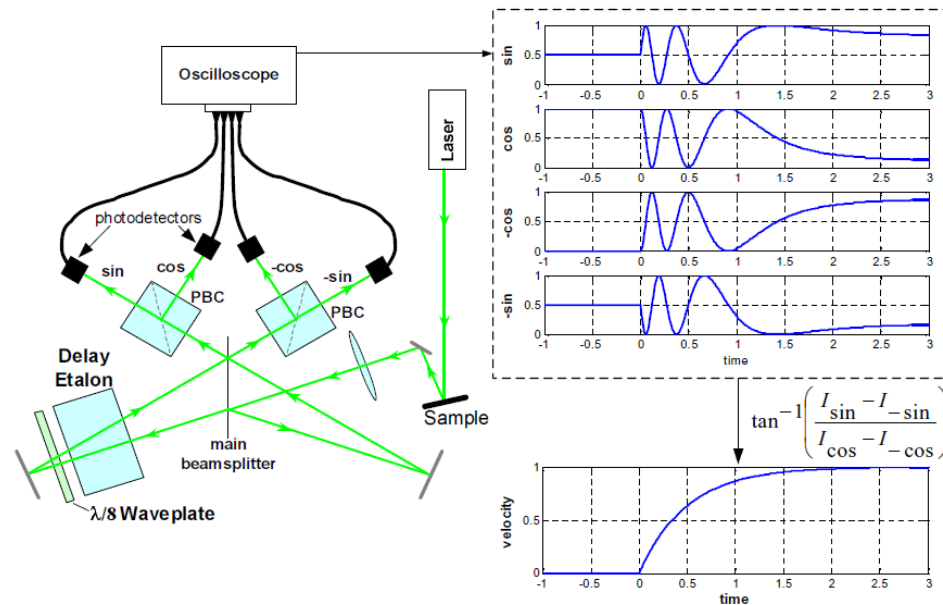
VISAR - Velocity Interferometer System for Any



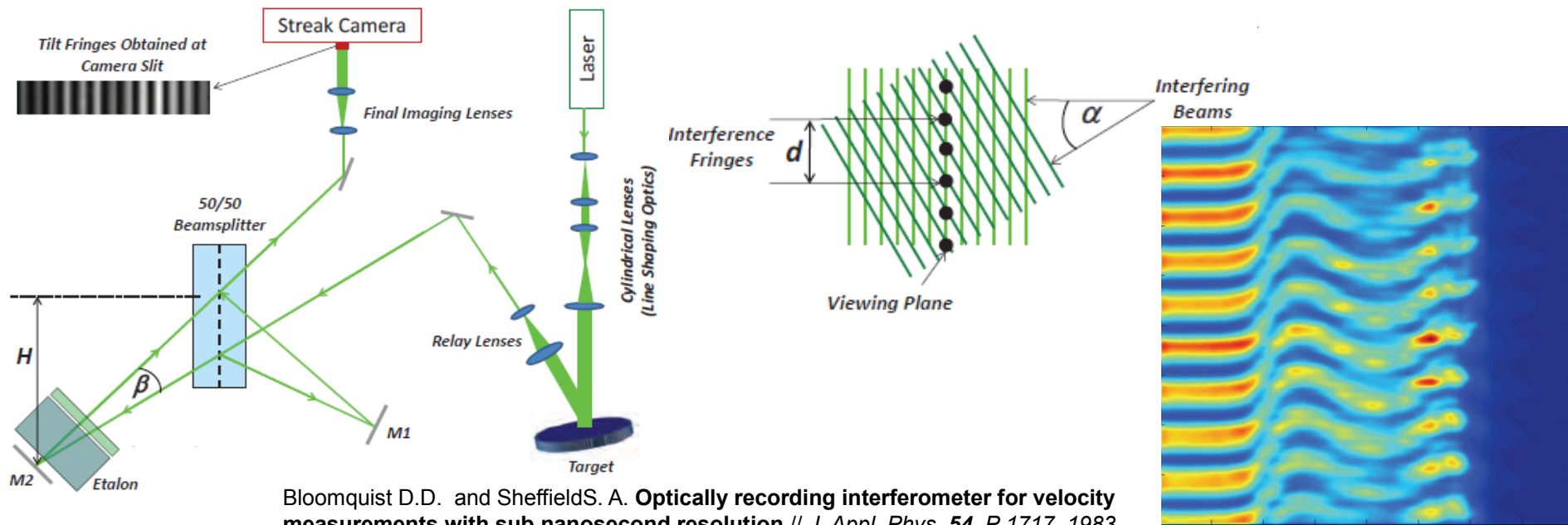
Barker L. M. and Hollenbach R. E. **Laser interferometer for measuring high velocities of any reflecting surface** // *J. Appl. Phys.*, 43(11), 4669, 1972.

Push-Pull VISAR

8

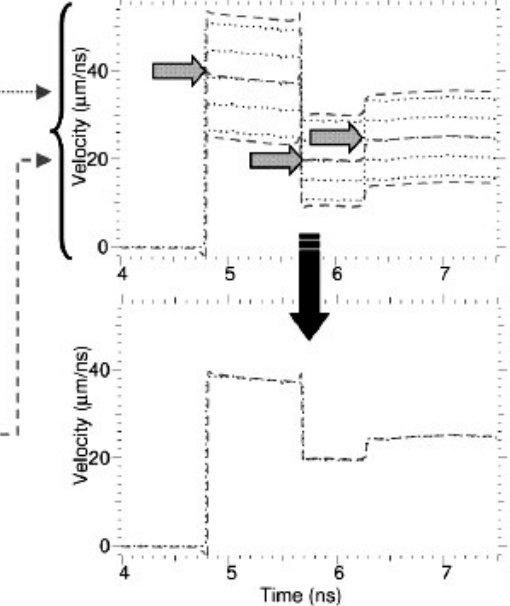
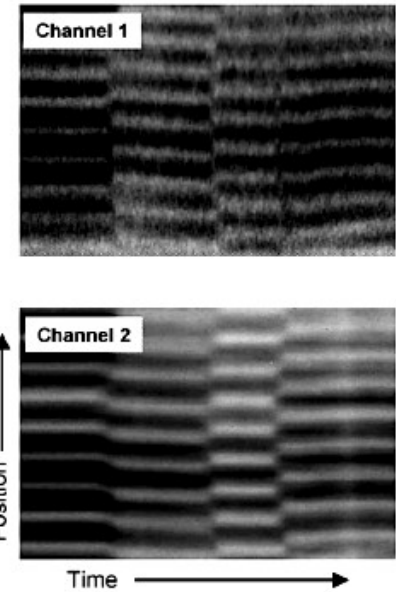
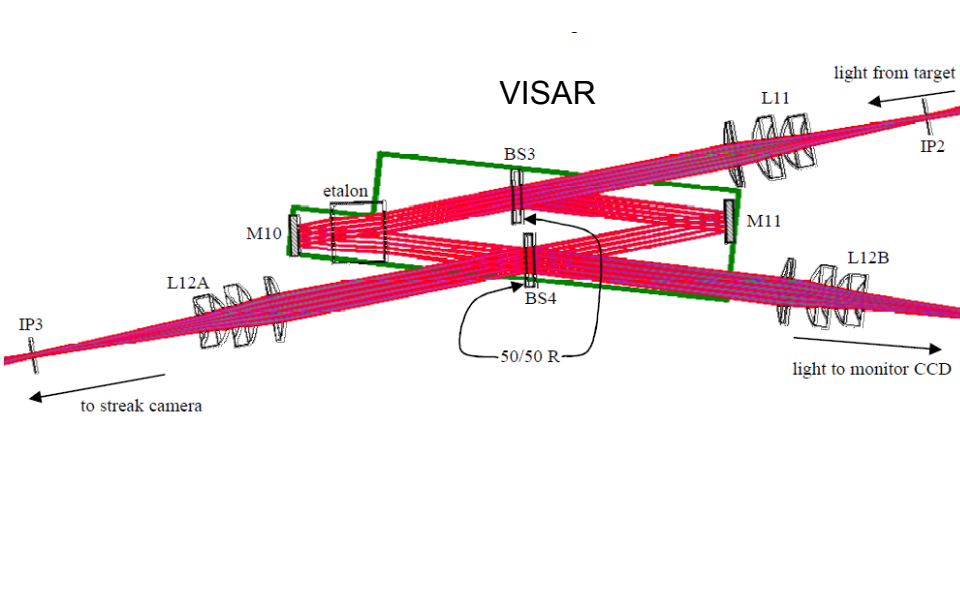


ORVIS – Optically Recording Velocity Interferometer System (Line - imaging VISAR)

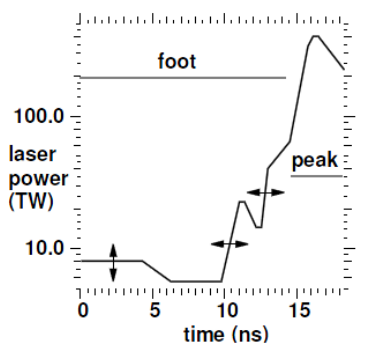


Bloomquist D.D. and Sheffield S. A. **Optically recording interferometer for velocity measurements with sub nanosecond resolution** // *J. Appl. Phys.* 54, P 1717, 1983.

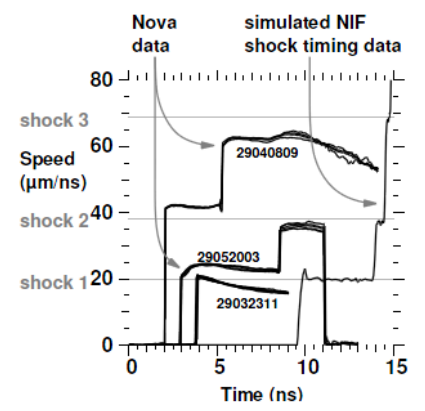
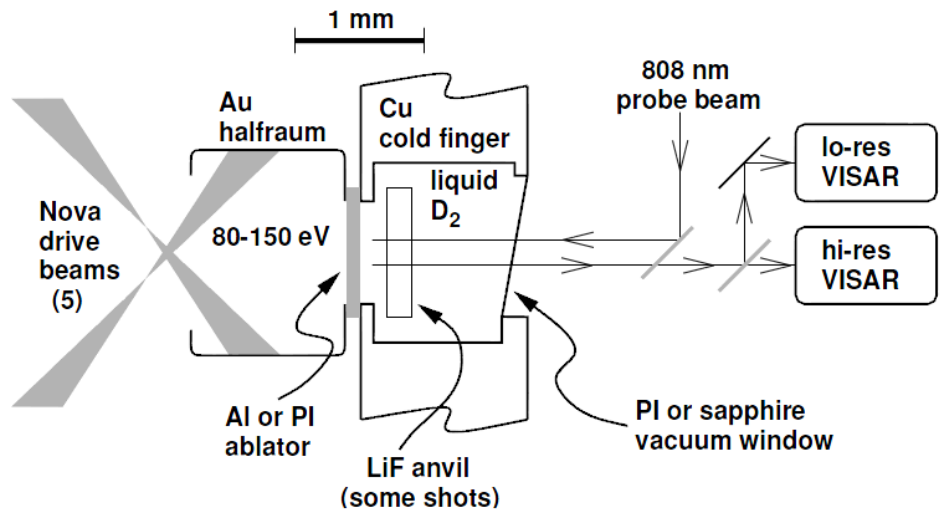
VISAR в экспериментах по исследованию процессов воздействия мощного лазерного излучения с веществом



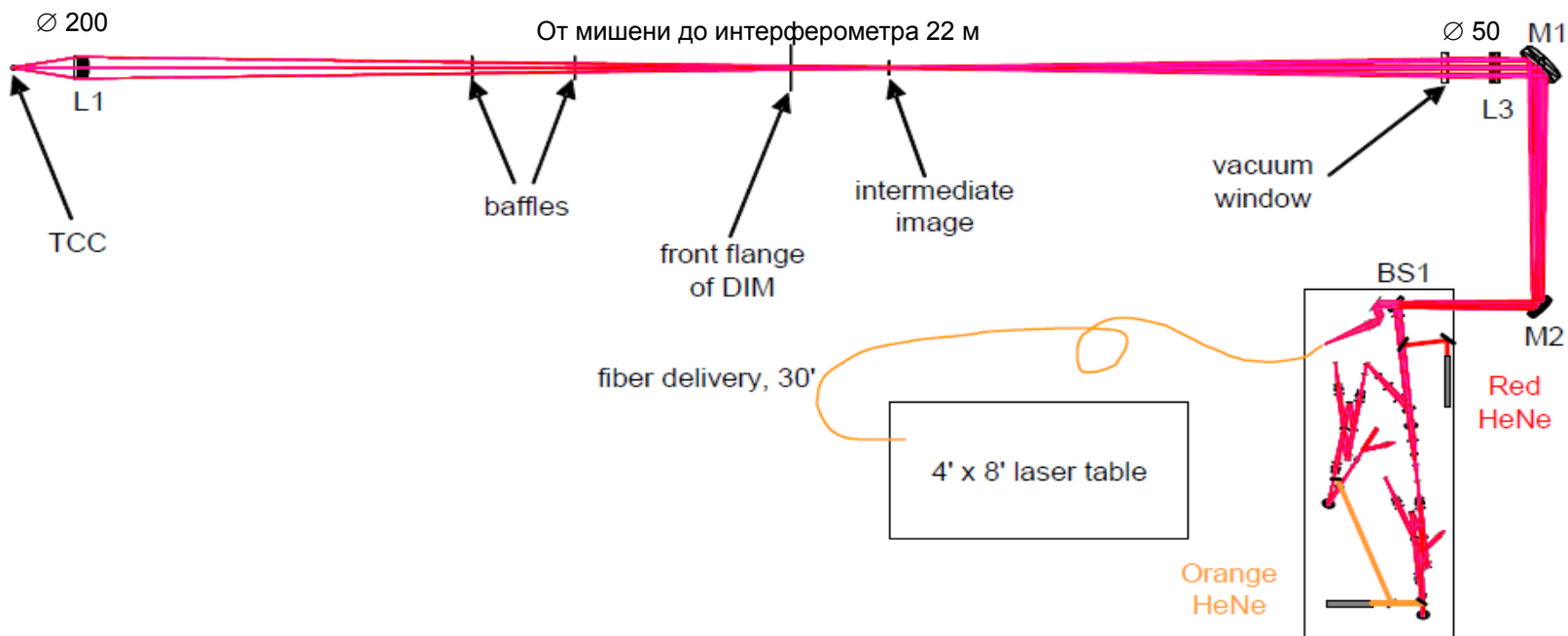
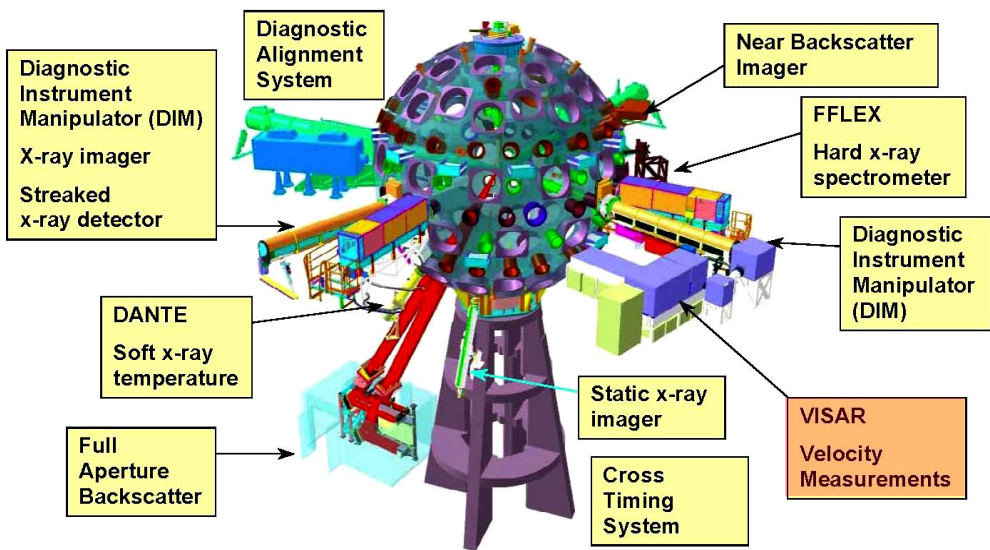
NOVA laser facility (Shock timing)



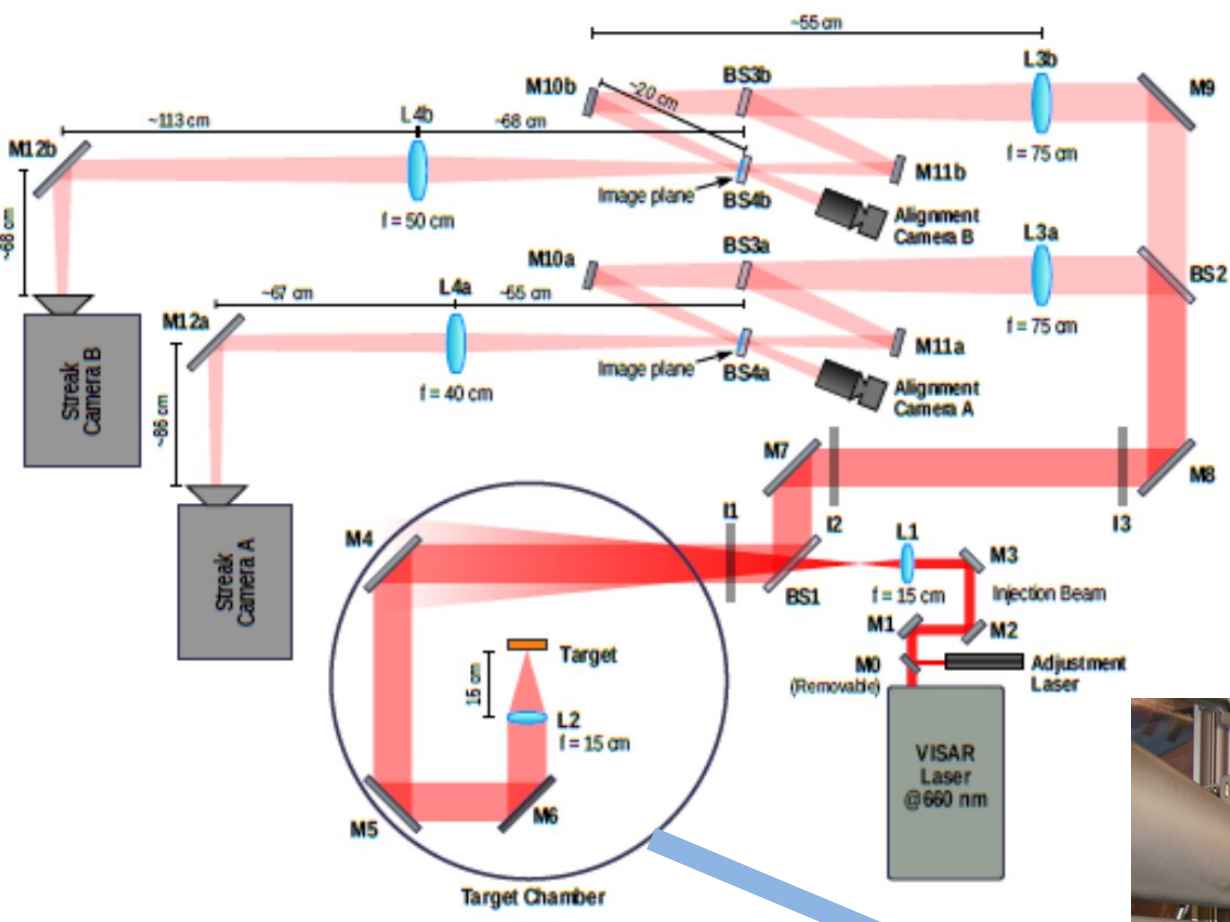
A typical laser pulse for an indirect drive ignition capsule has many adjustable parameters.



The Nova VISAR experiments cover the full range of shock strengths required for the NIF shock timing plan.

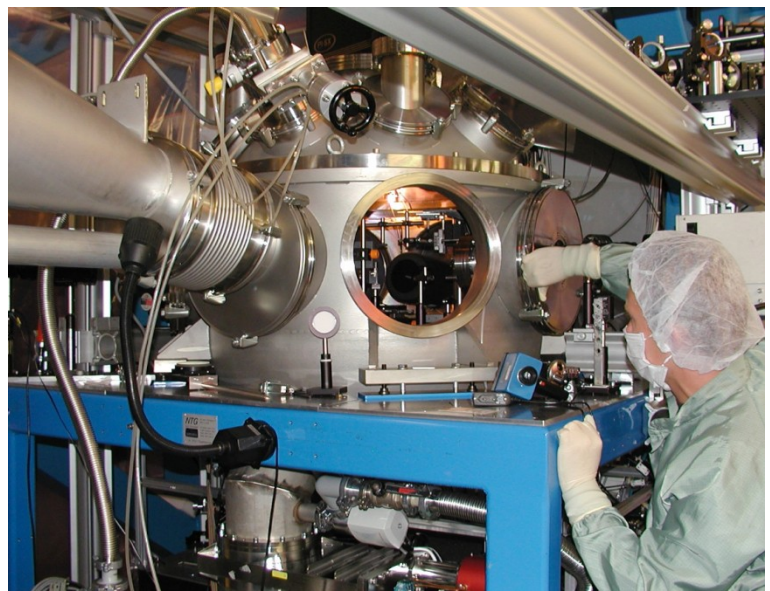


PHELIX (Petawatt High Energy Laser for Heavy-Ion Experiments) GSI Германия



	Long pulse	Short pulse
Pulse duration	0.7 – 20 ns	0.7- 20 ps
Energy	0.3 – 1 kJ	120 J
Max intensity	10^{16}W.cm^{-2}	10^{20}W.cm^{-2}
Repetition rate at maximum power	1 shot every 1h 45	
Temporal Contrast	50 dB	60 dB

Line imaging interferometer Z6 GSI



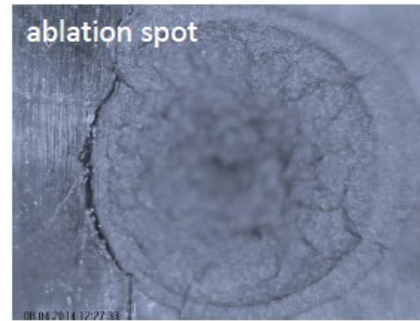
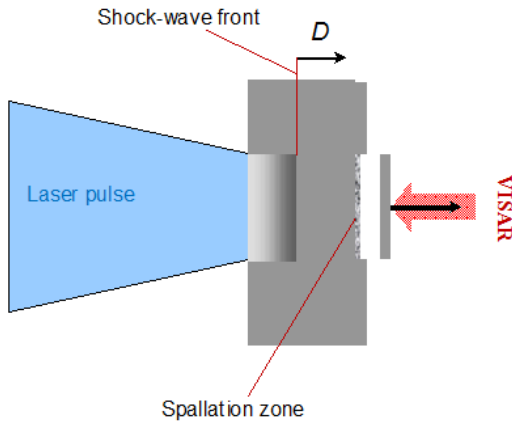
Исследование плоских ударных волн, генерируемых мощным наносекундным лазерным импульсом

GSI (Дармштадт, Германия)

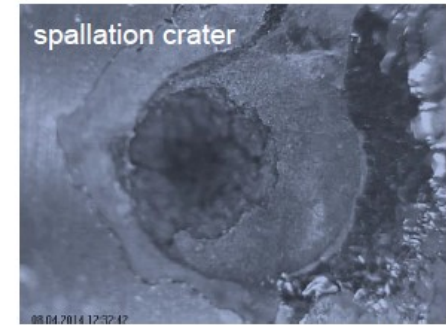
Laser: 2ω (0.530 μm); 1.2 ns ; 120 J, 0.5-1mm Phase plate, $I < 10^{14} \text{ W/cm}^2$
Target: 0.1-2 mm thick plates of Al (standart) and novel Carbon composites
area: Z6

for these laser parametres in Carbon expected
max. presure up to 4 MBar, shock velocitites - up to 23 km/s

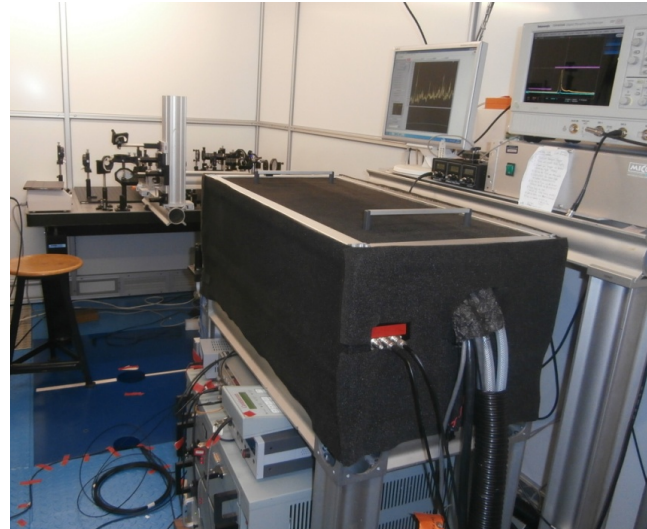
Images of ablation spots and spallation craters, obtained with an optical microscope (2mm thick Al plate,GSI), post shot diagnostic.



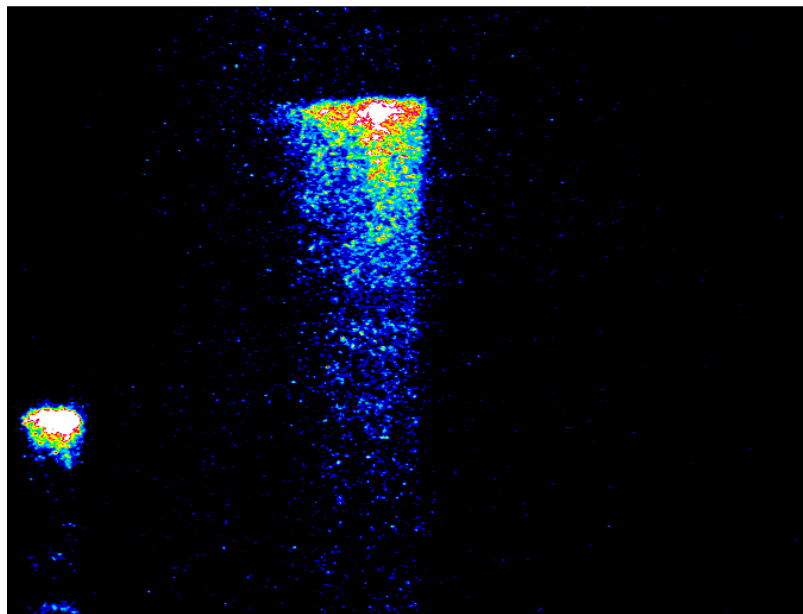
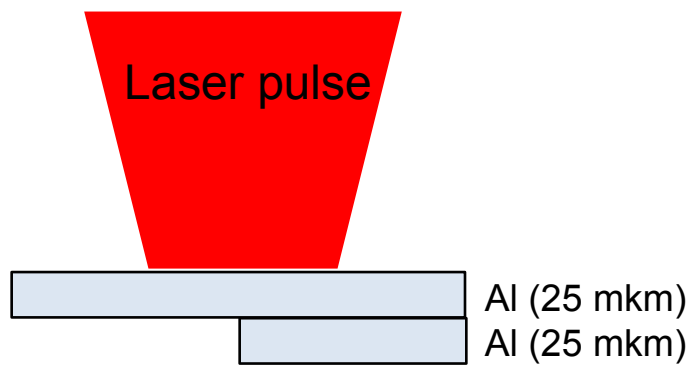
The front side of the target, irradiated by ns-laser pulse



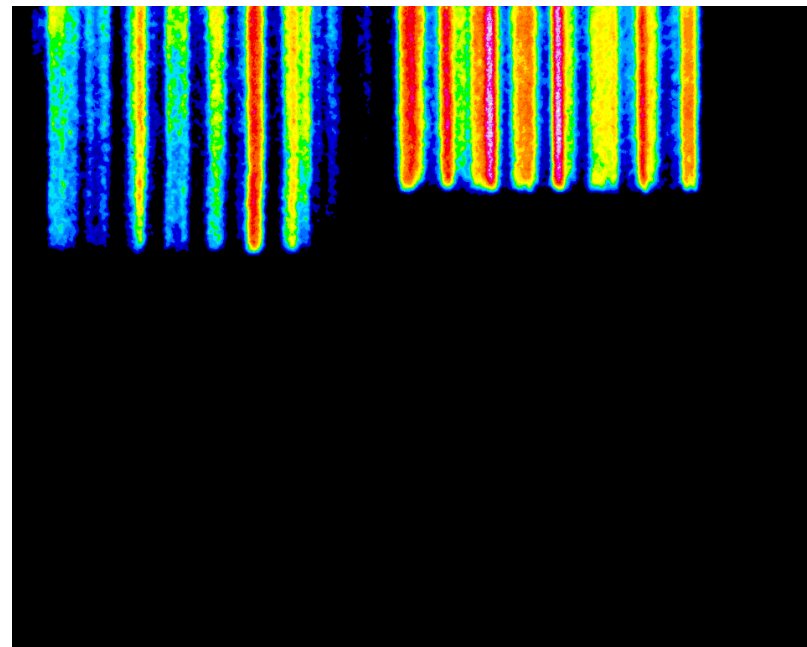
The rear side of the target: spallation crater.



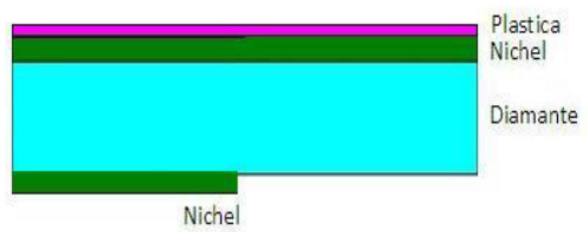
Shot # 22
Energy 139 J



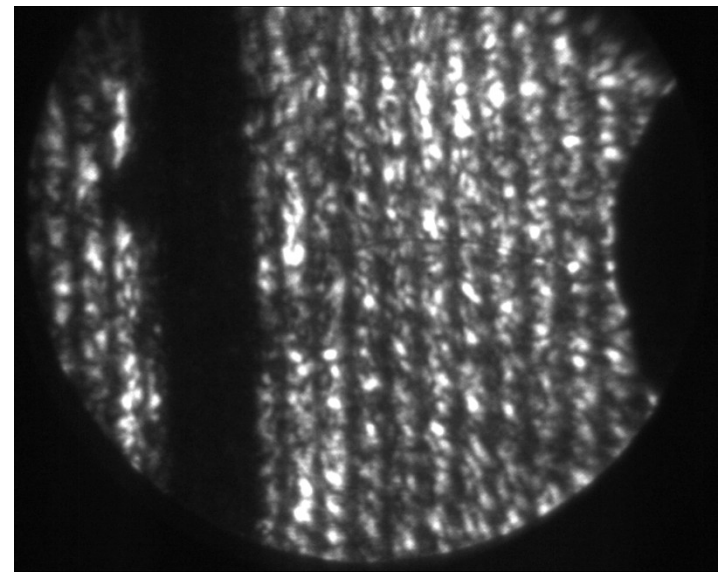
33 ns



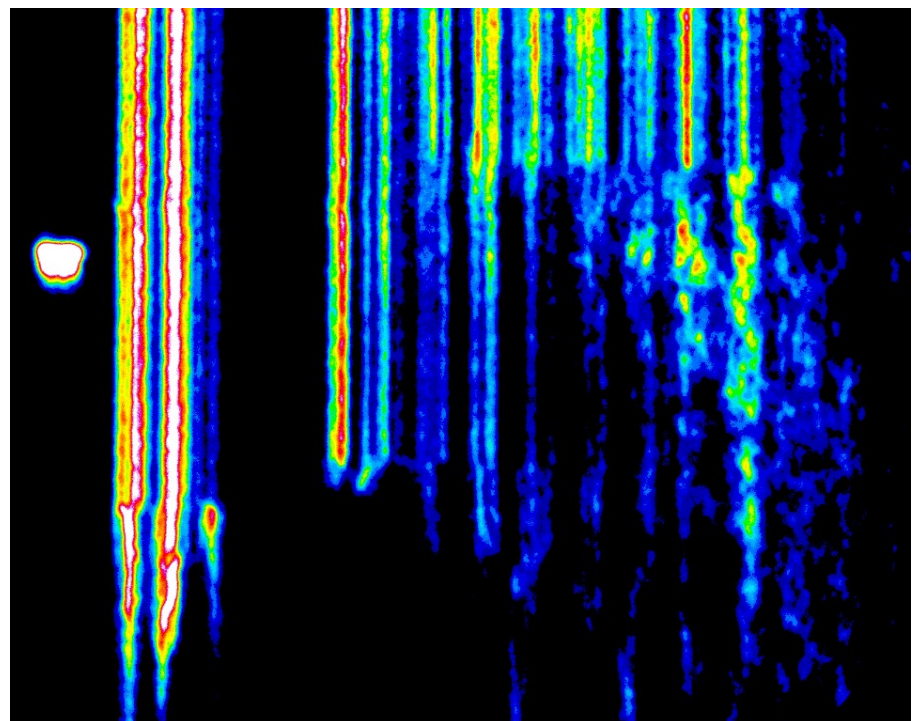
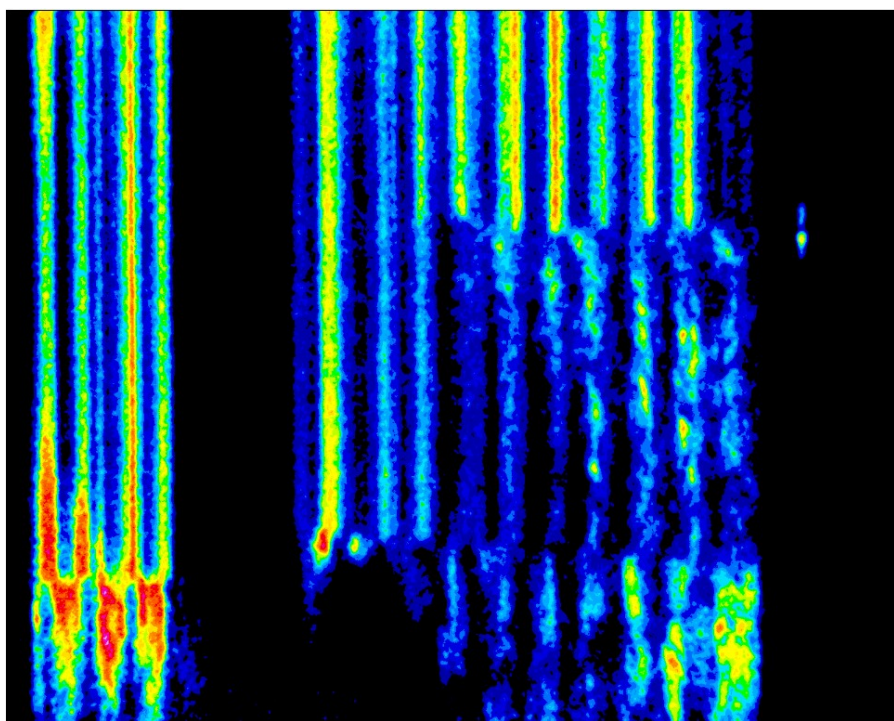
Shot # 15
Energy 149 J



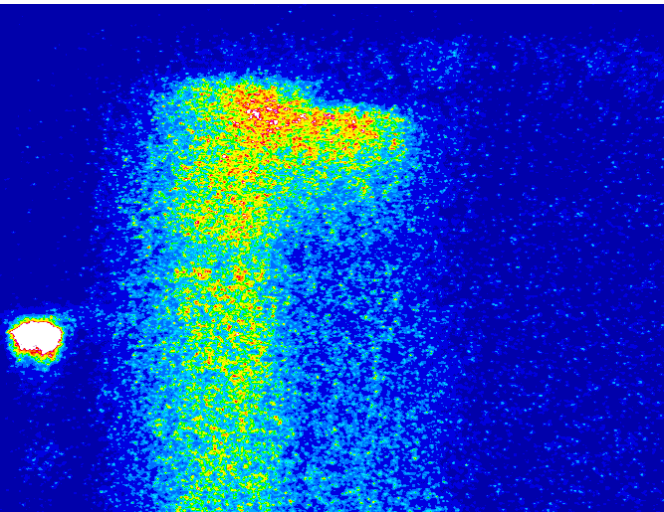
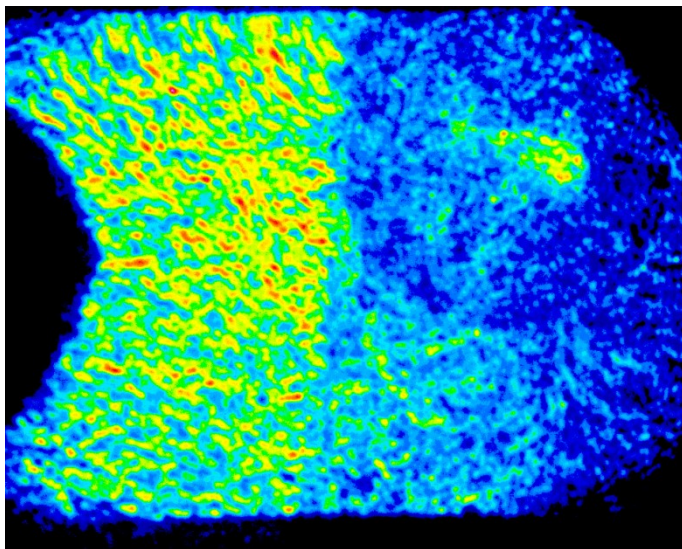
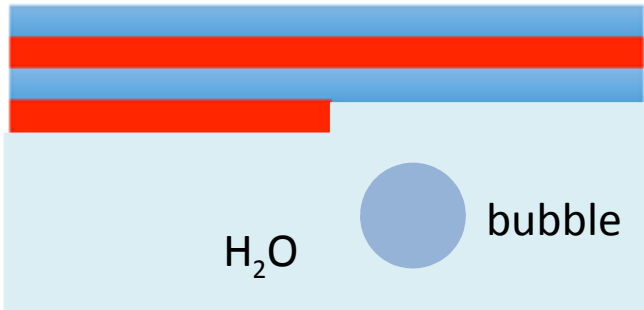
Diamond: 280mkm



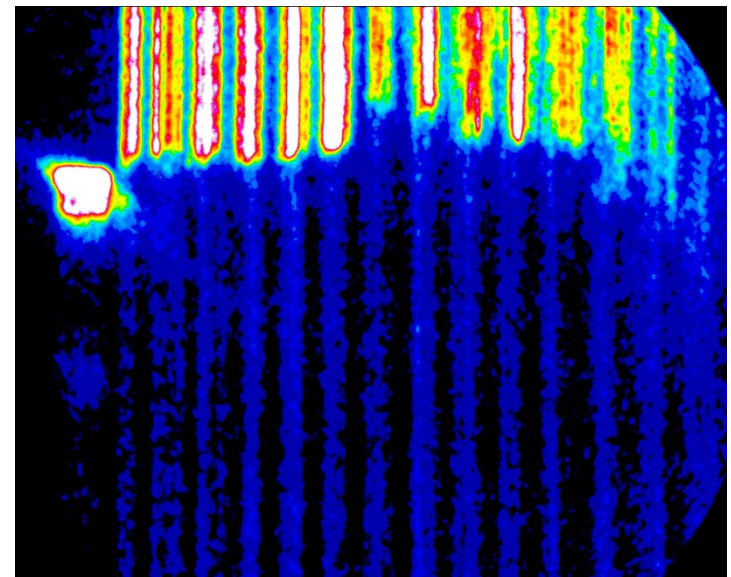
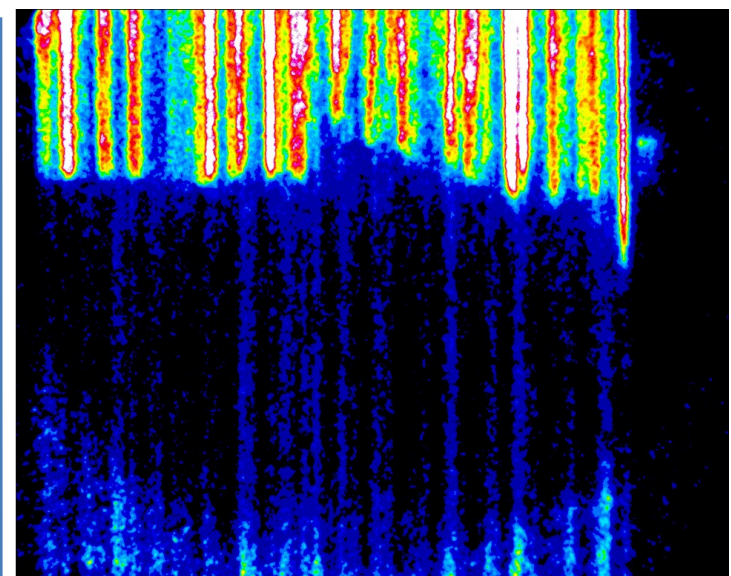
33 ns



Shot # 25
Energy 148 J



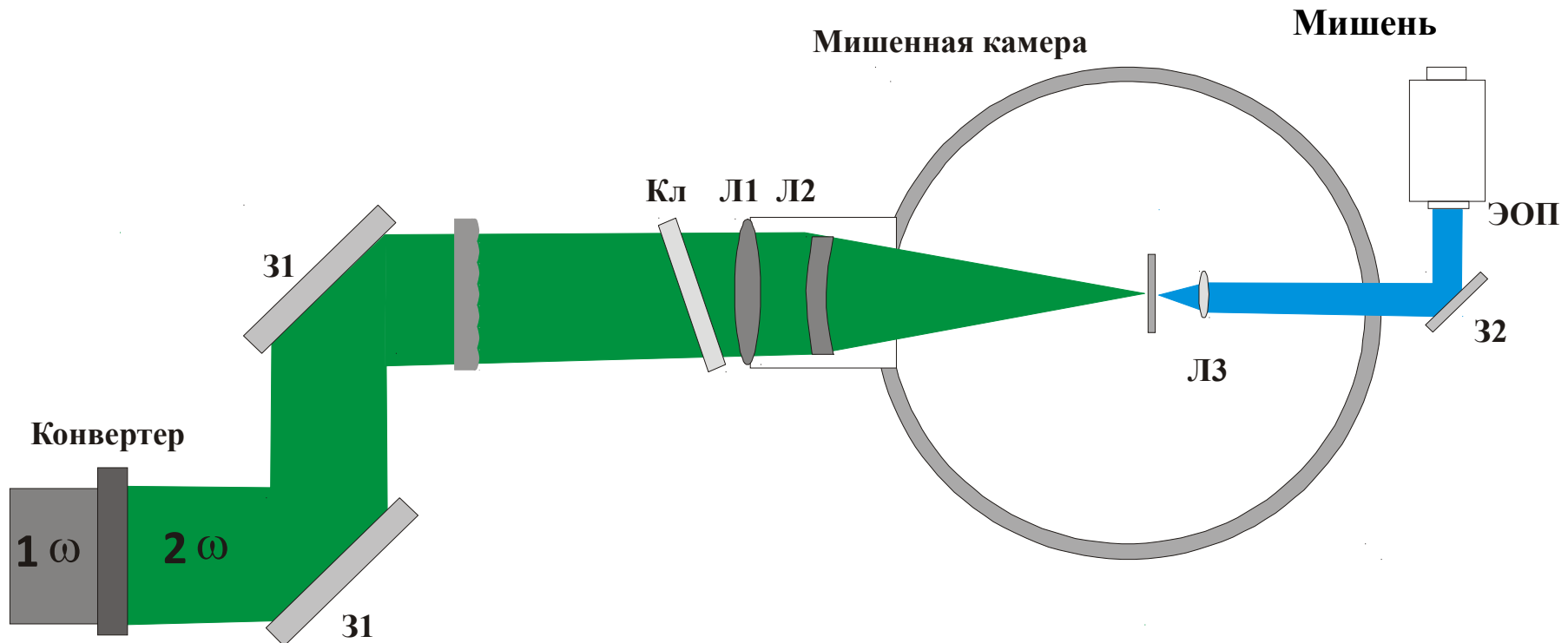
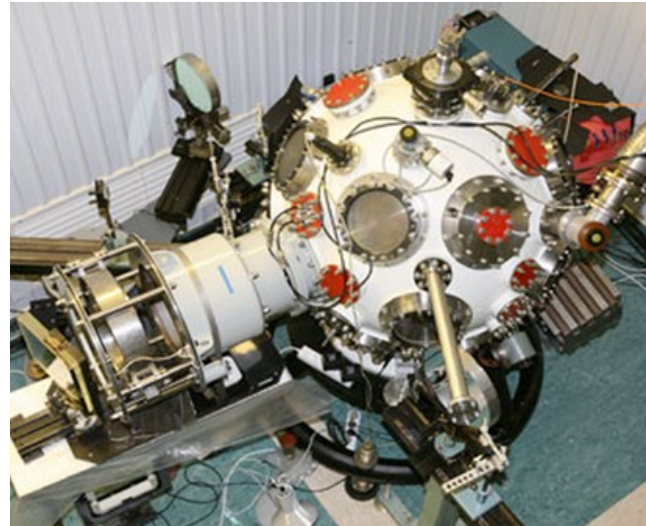
13 ns

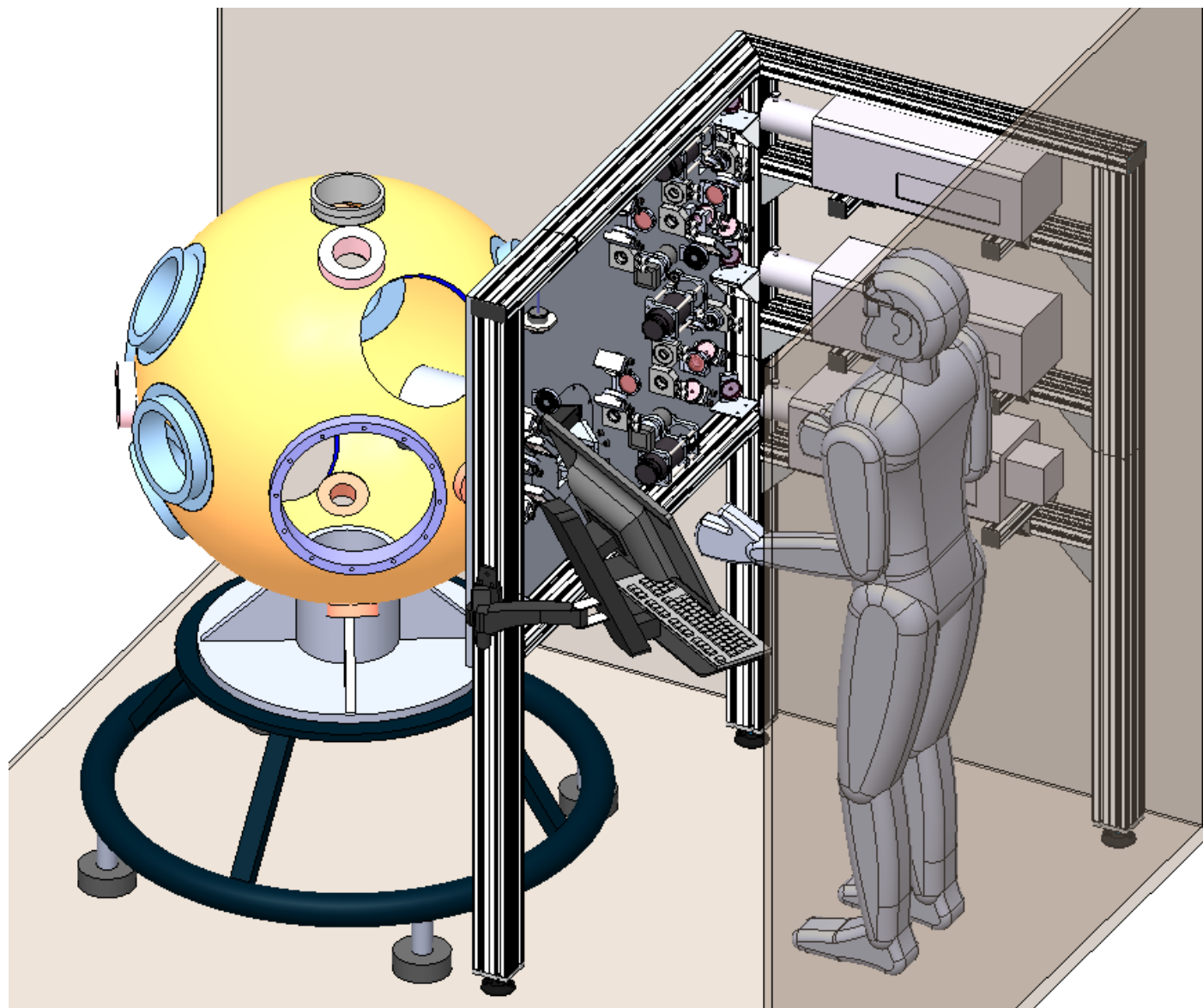


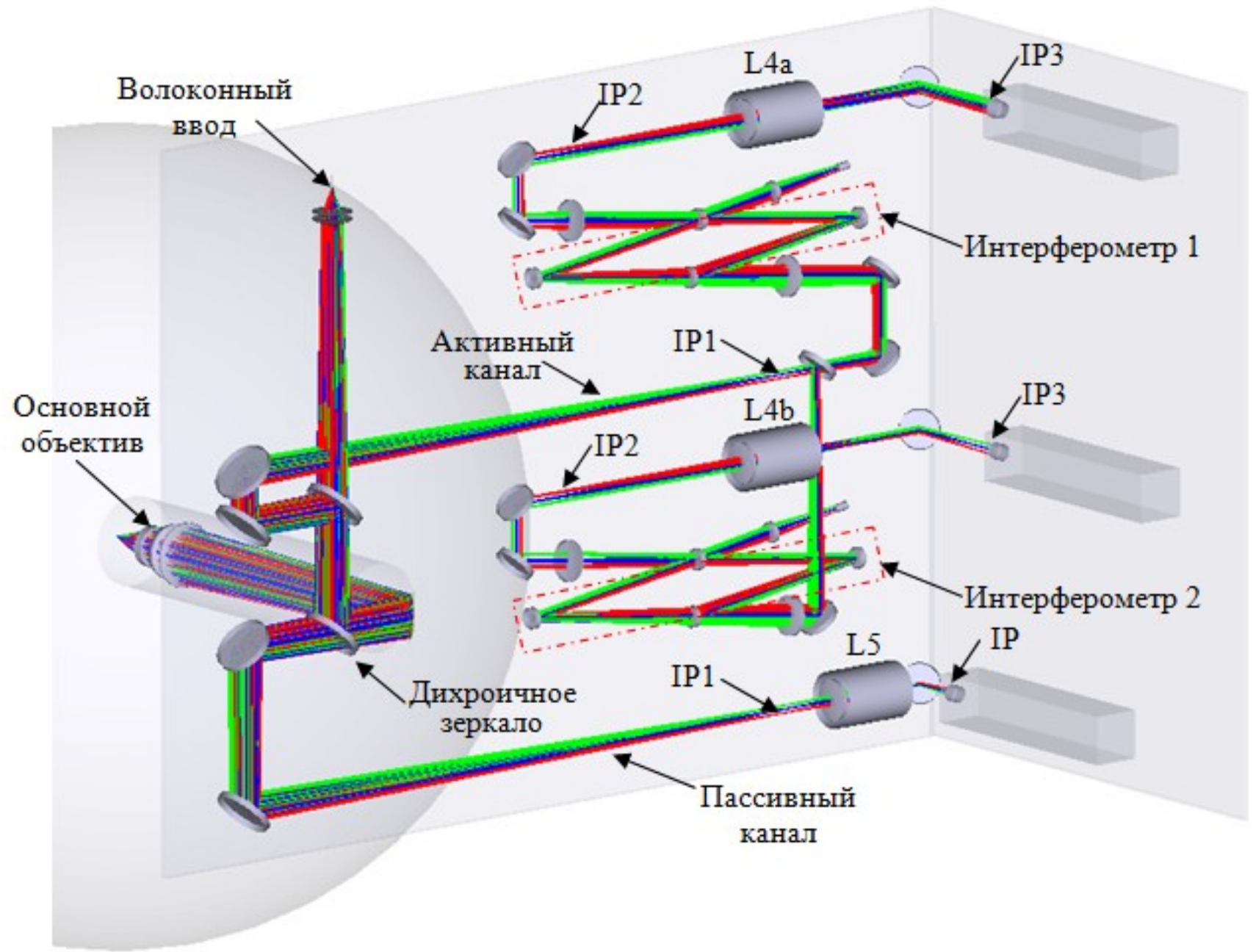
Стенд установки «ЛУЧ» для исследования УРС веществ

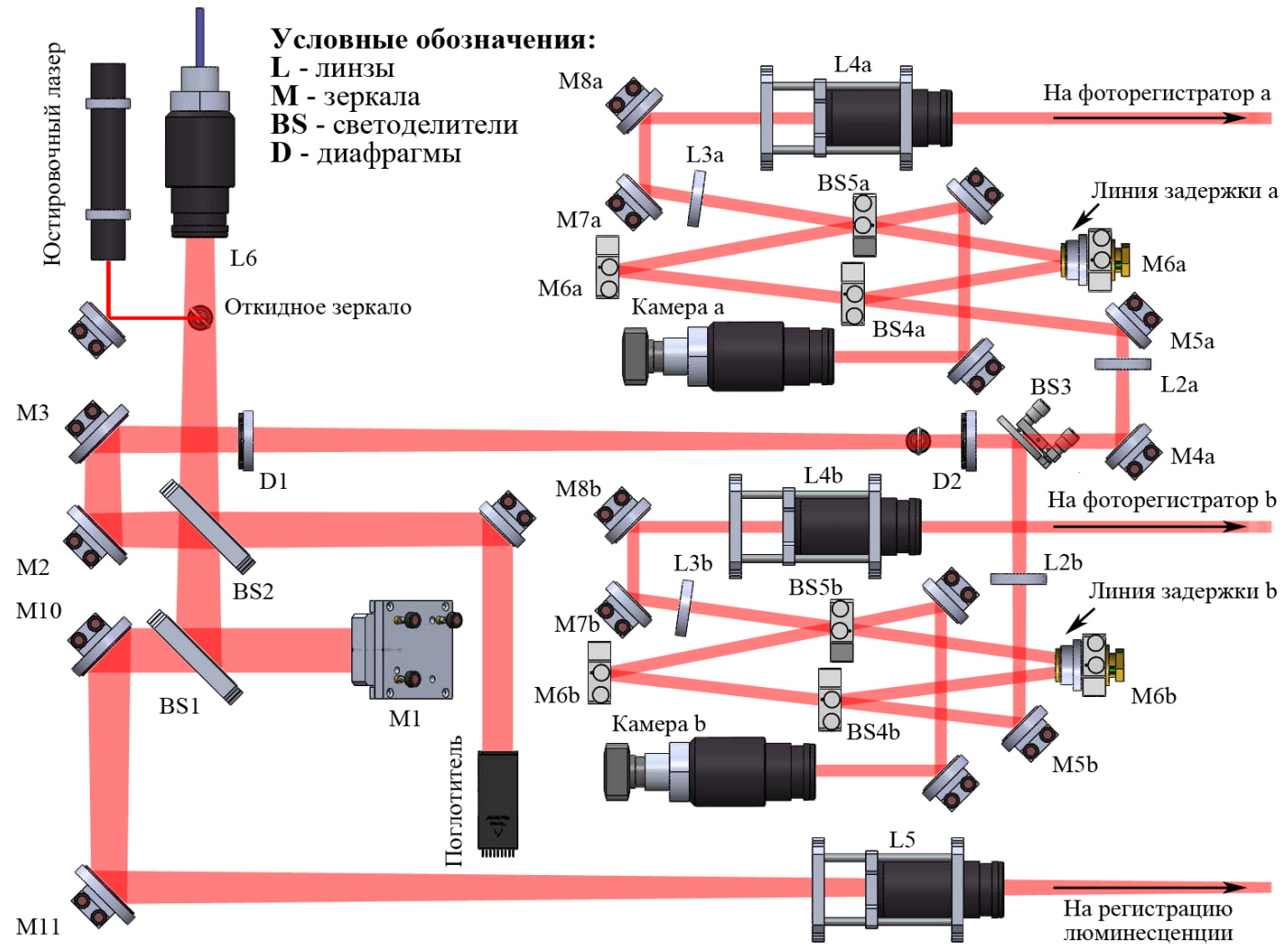
Лазерные параметры:

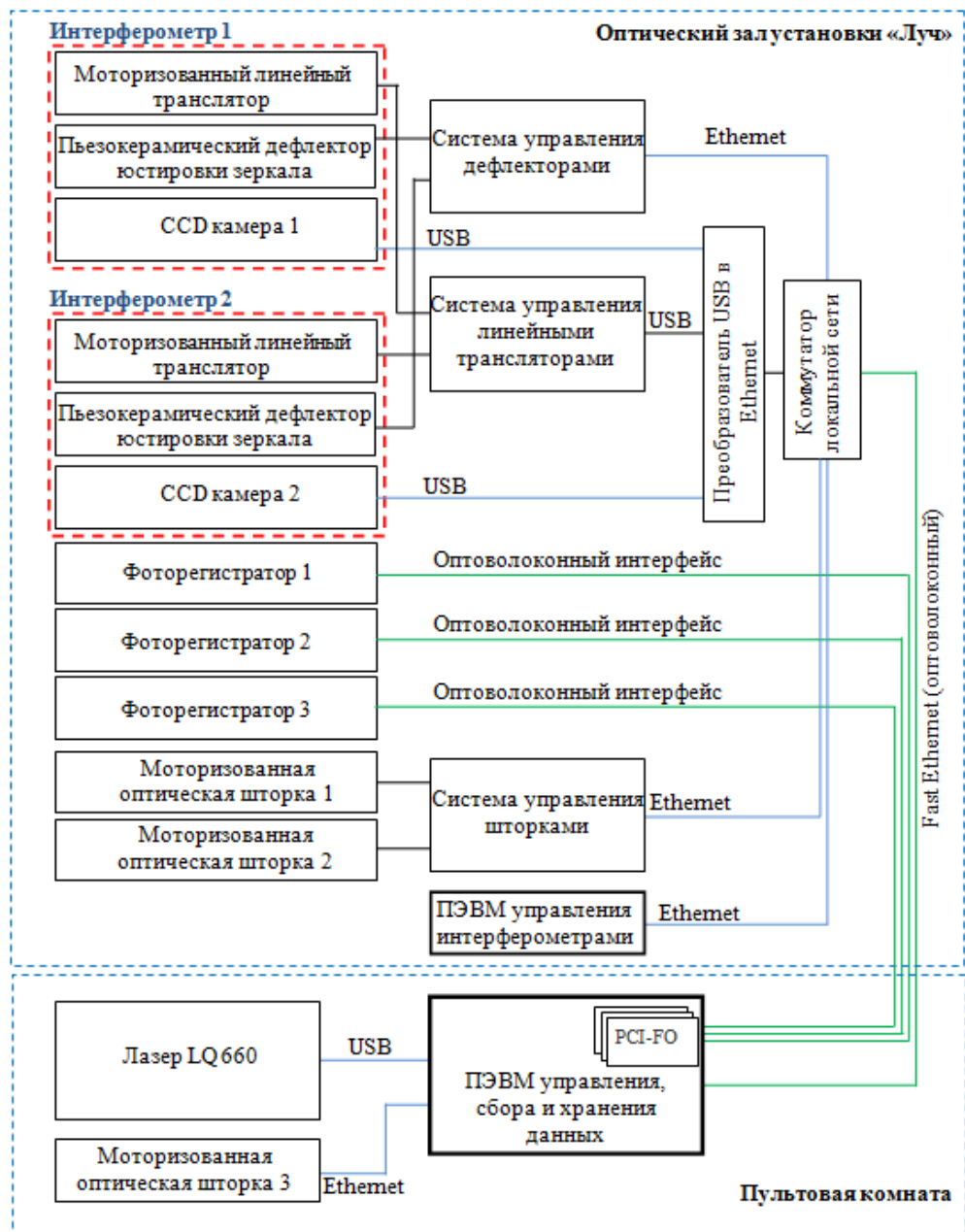
- длина волны 0,527 мкм;
- энергия 150-600 Дж;
- длительность импульса 2 нс;
- контраст $>10^7$;
- интенсивность $5 \cdot 10^{13} - 2 \cdot 10^{14}$ Вт/см²
- размер пучка на мишени 550x280 мкм²
- однородная область 400x160 мкм²
- неоднородность пиковая $<7\%$;
- неоднородность среднеквадрат. $<2\%$



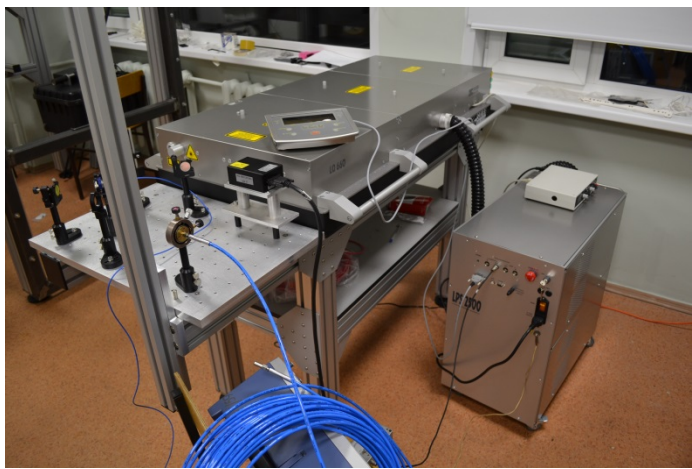
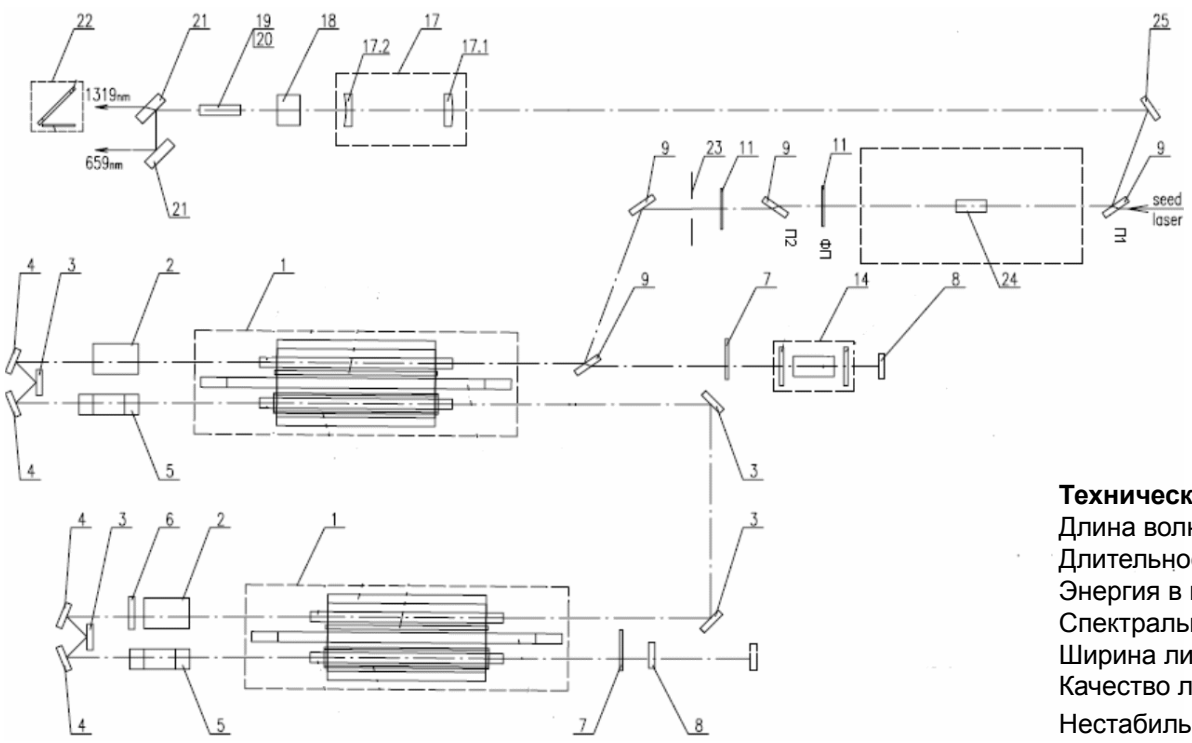






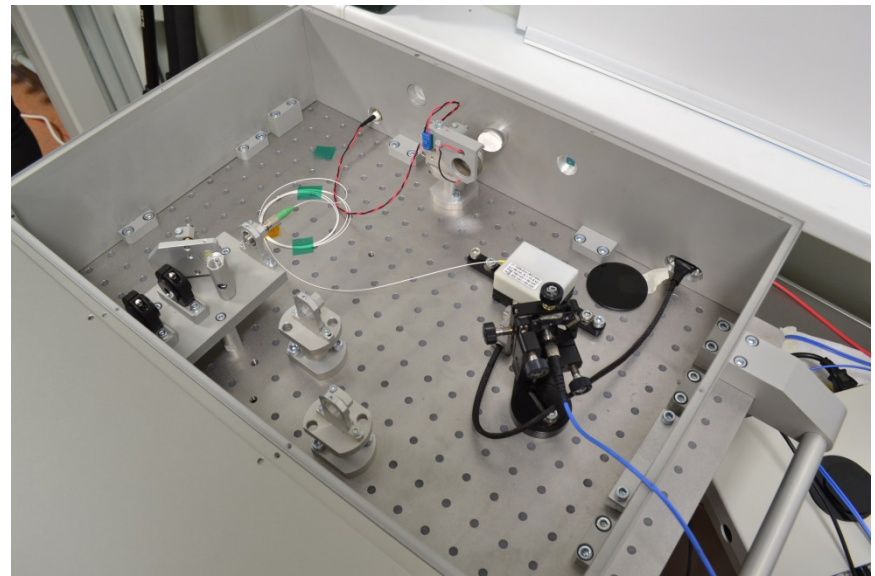
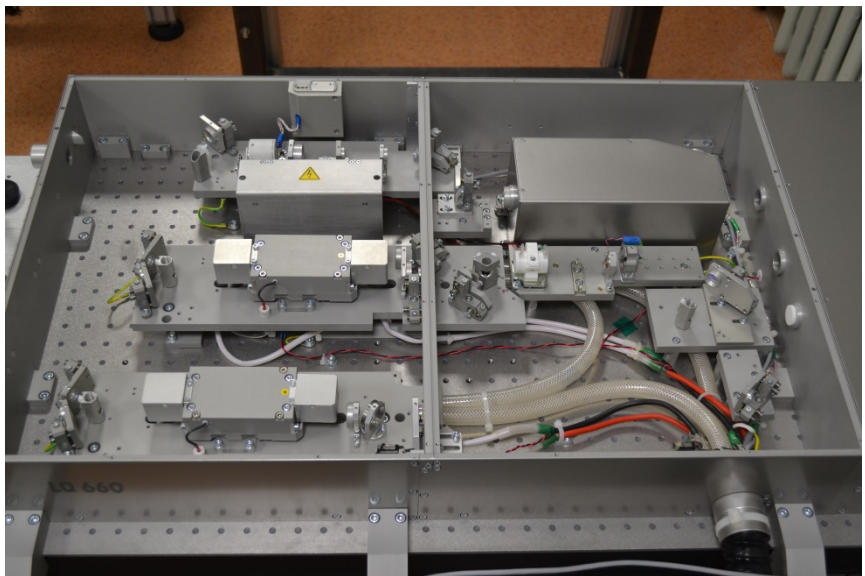


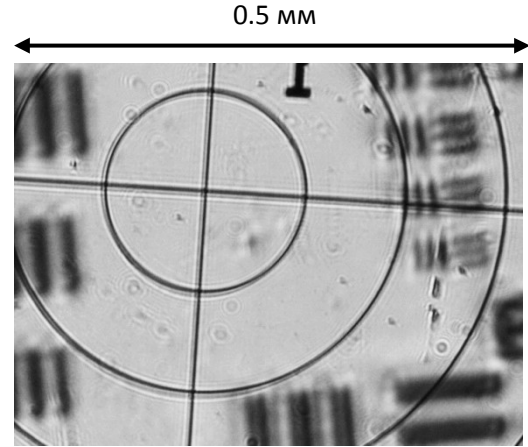
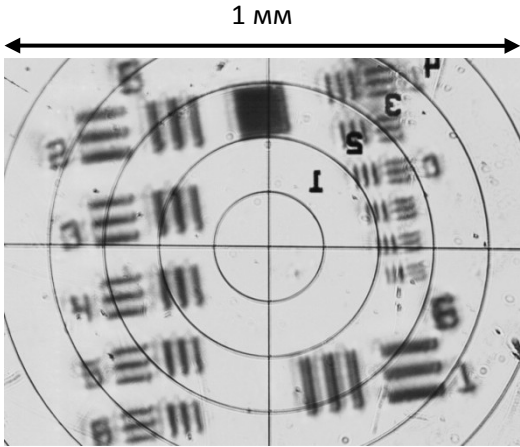
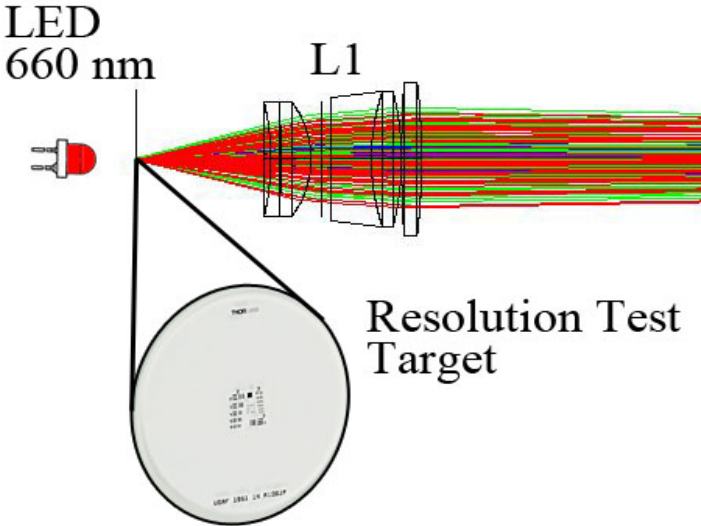




Технические характеристики:

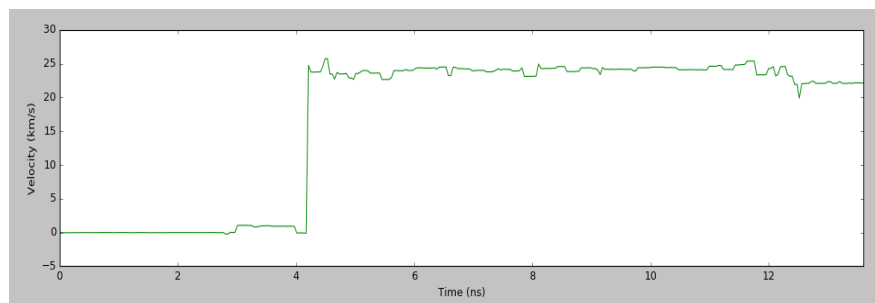
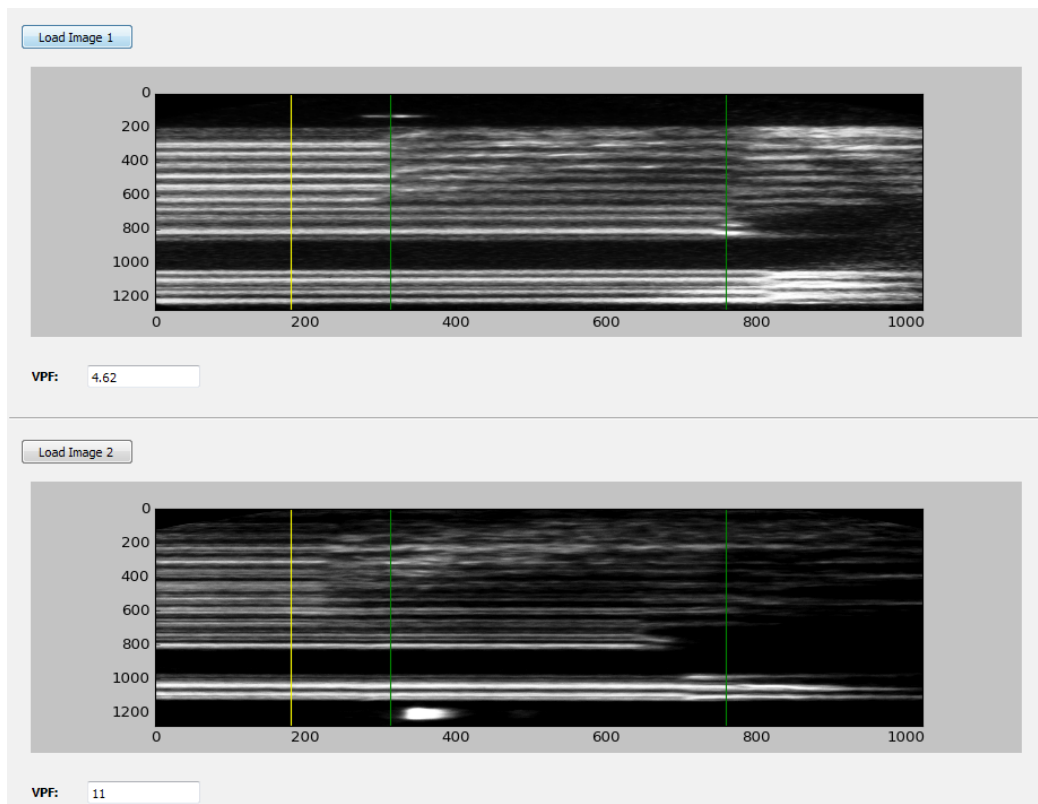
- Длина волны: 660 нм. (1319 нм)
- Длительность импульса (на полувысоте): 80 нс.
- Энергия в импульсе (максимальная): 20 мДж
- Спектральный состав излучения: одночастотный
- Ширина линии генерации: 10 МГц
- Качество луча: TEM₀₀, M² < 1,5
- Нестабильность (джиттер) запуска: < 10 нс

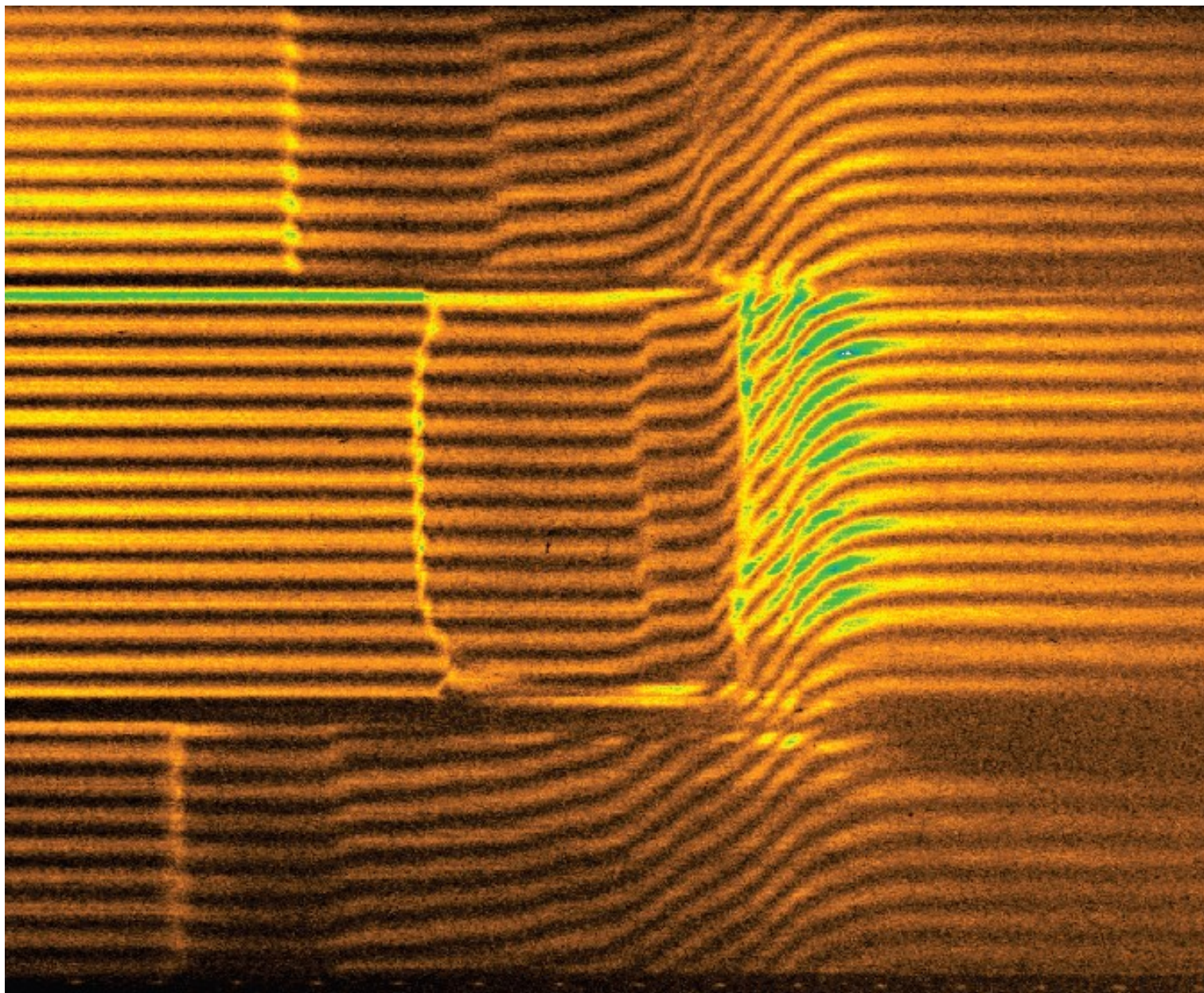




Изображение тестовых штрихов для конфигураций, соответствующих мишеням размером 0.6 мм и 0.3 мм

Элемент	Номер группы				
	3	4	5	6	7
1	62.50	31.25	15.63	7.81	3.91
2	55.68	27.84	13.92	6.96	3.48
3	49.61	24.80	12.40	6.20	3.10
4	44.19	22.10	11.05	5.52	2.76
5	39.37	19.69	9.84	4.92	2.46
6	35.08	17.54	8.77	4.38	2.19





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ