

# ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ СОУДАРЕНИИ ПАРОВ СВИНЦА И САПФИРОВОГО ОКНА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С НАГРЕВОМ ИОННЫМ ПУЧКОМ

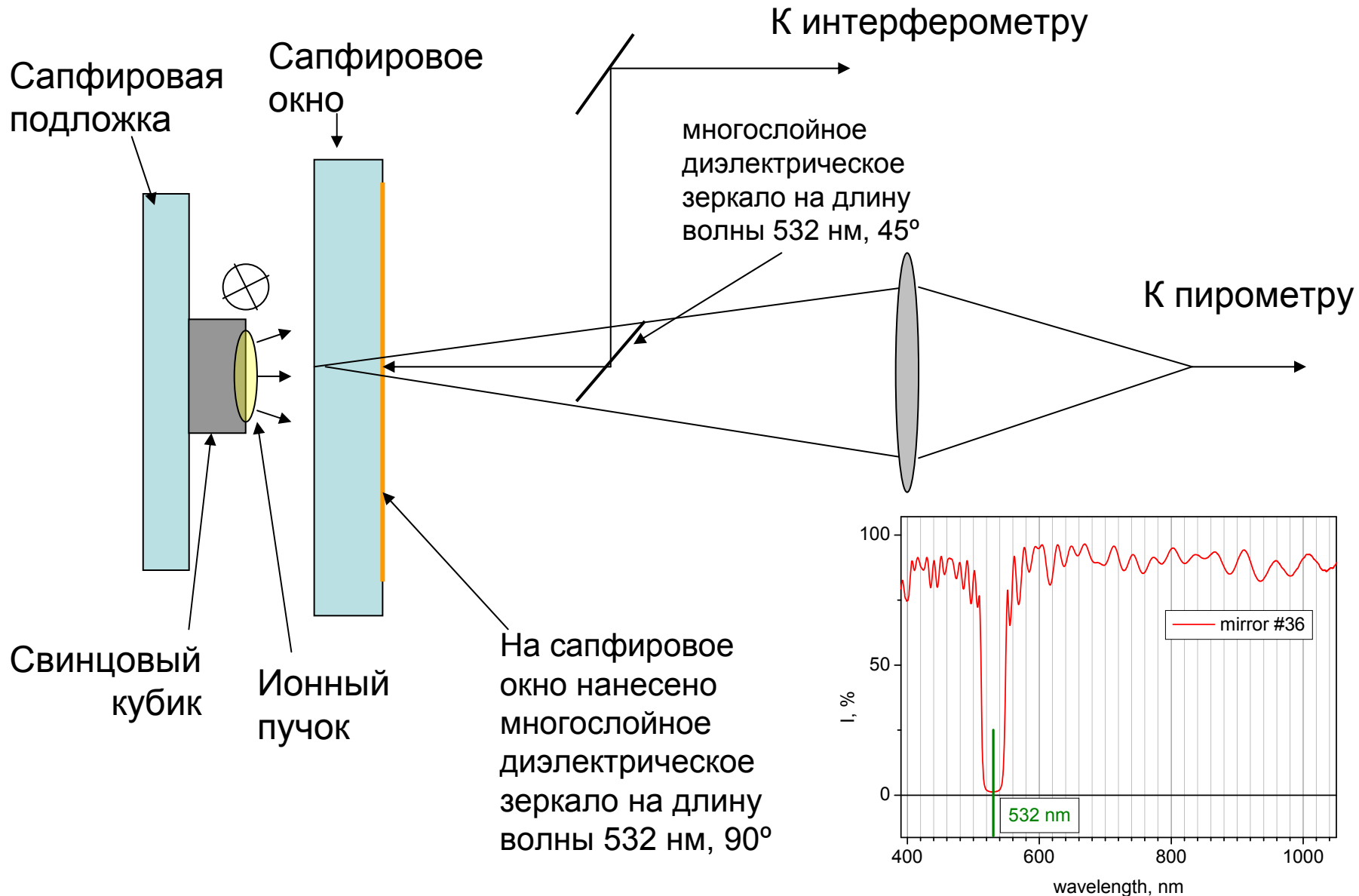
<sup>5</sup> Николаев Д.Н., <sup>1,2</sup>В. Ionita, S. El Moussati, <sup>1</sup>D.H.H. Hoffmann, <sup>2</sup>A. Hug,  
<sup>1,2</sup>S. Udrea, <sup>2</sup>D. Varentsov, <sup>2</sup>K. Weyrich, <sup>3</sup>E. Brambrink, <sup>4</sup>A. Фертман,  
<sup>4</sup>A. Голубев, <sup>4</sup>A. Канцырев, <sup>4</sup>A. Худомясов, <sup>4</sup>В. Туртиков, <sup>4</sup>Н. Марков,  
<sup>5</sup>В. Минцев, <sup>5</sup>А. Пяллинг, <sup>5</sup>Н. Шилкин, <sup>5</sup>В. Терновой, <sup>4</sup>Л. Шестов,  
<sup>5</sup>Д. Юрьев

<sup>1</sup>TUD, Darmstadt, Germany; <sup>2</sup>GSI, Darmstadt, Germany; <sup>3</sup>LULI, Paris,  
France; <sup>4</sup>ИТЕР, Moscow, Russia; <sup>5</sup>ИРСР, Chernogolovka, Russia

Постановка задачи: одновременное измерение температуры паров свинца и скорости свободной поверхности сапфирового окна, с которым взаимодействует поток пара.

Параметры пучка: уран +74, 350 АМеV,  $(1.5 - 3.2) \cdot 10^9$  частиц в банче длиной 70 нс.

# Постановка эксперимента



# Линейный интерферометр с опорным лучом типа Майкельсона

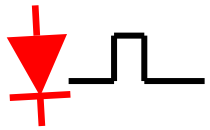
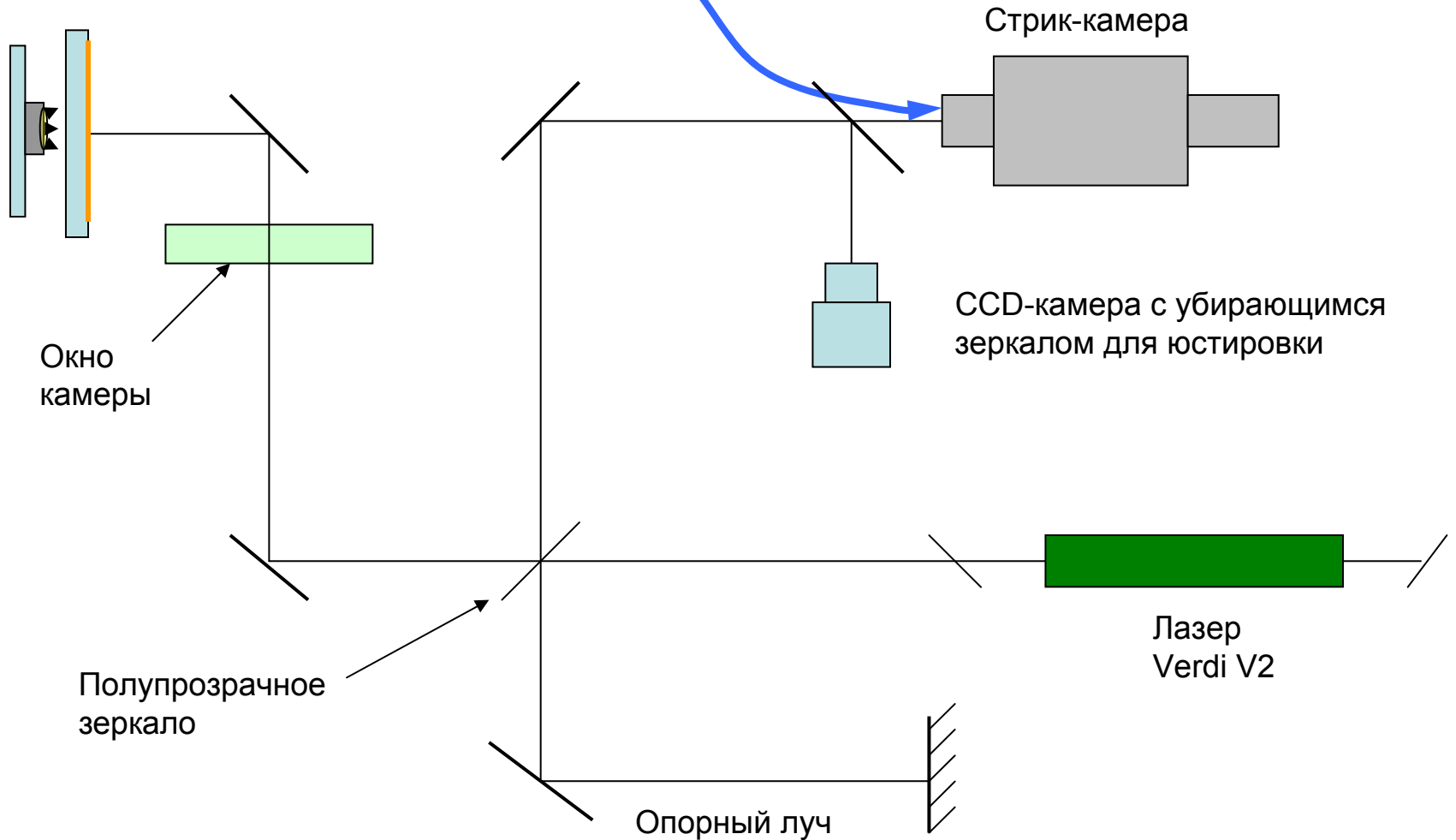


Схема синхронизации: лазерный диод

фотодиод



К свободному каналу АЦП



# Пирометрия

Токовый трансформатор

Щель стрик-камеры  
интерферометра

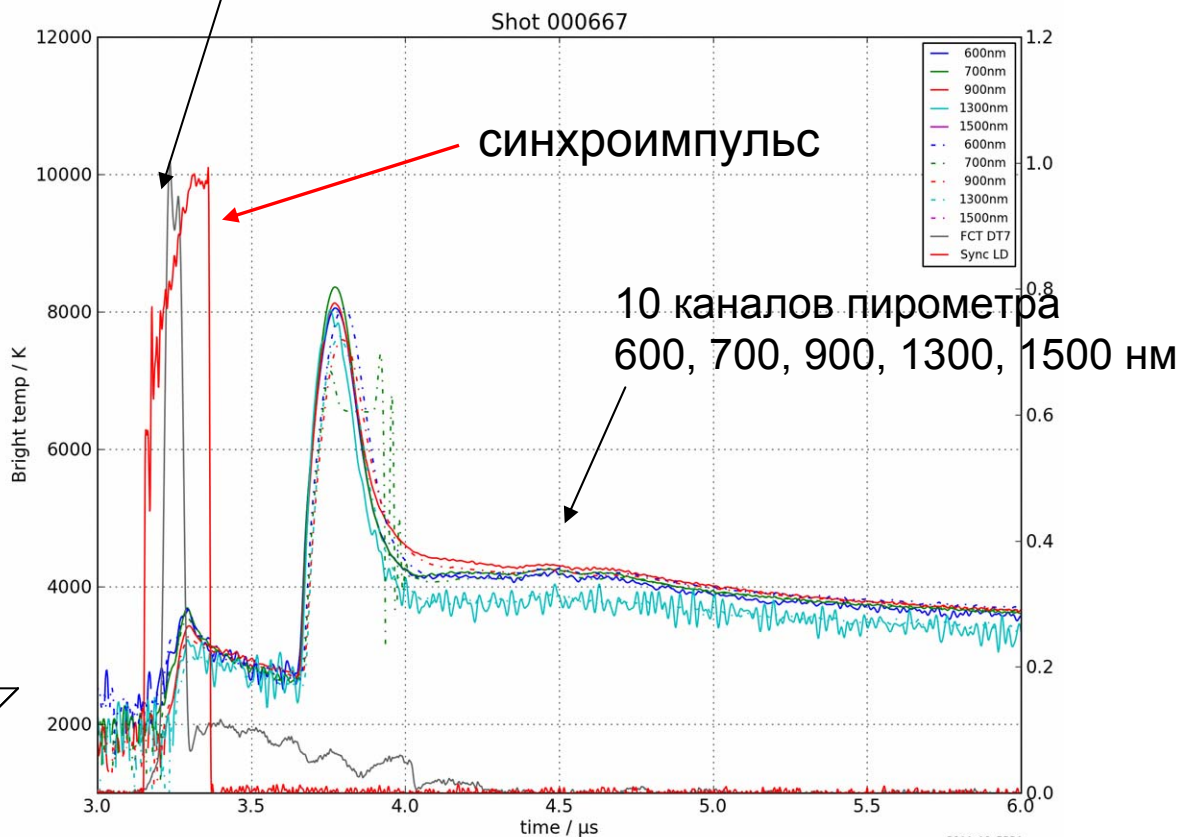
2 мм

1 мм

пучок

Образец свинца  
Толщина 1.5мм

Пятна сбора теплового излучения  
оптикой пирометр, 200мкм

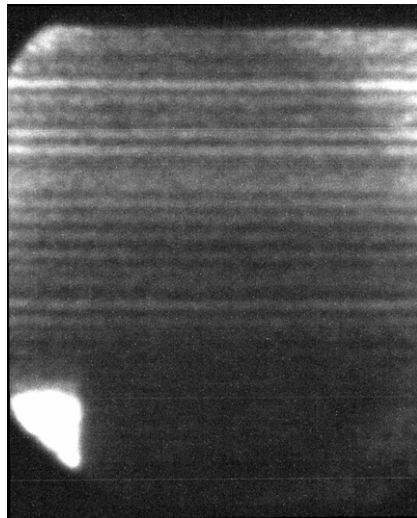


Расстояние до точки измерения 1 мм.  
Брэгговский пик торможения пучка  
в свинце 3.5 мм (SRIM simulation)

2011-10-S331

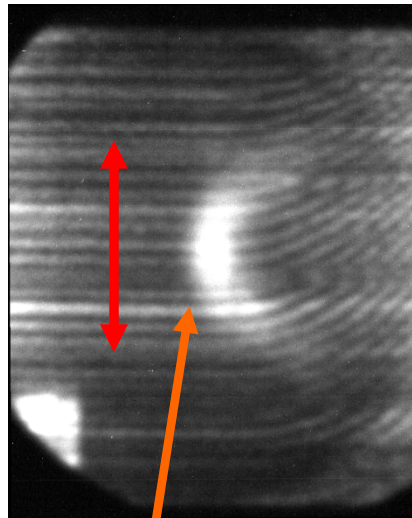
# Запись интерферометра

До эксперимента



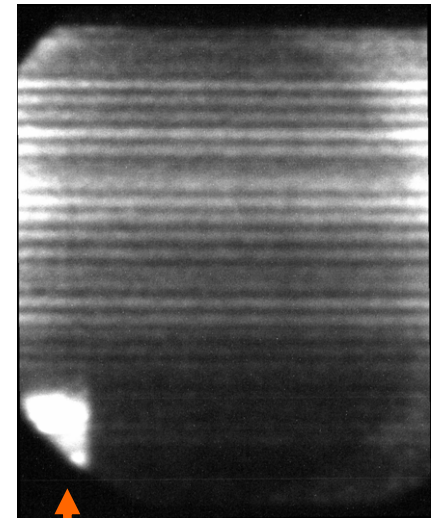
1 мм

Эксперимент



Вспышка в момент  
торможения паров  
свинца на сапфире

После эксперимента



Отметка  
синхроимпульса

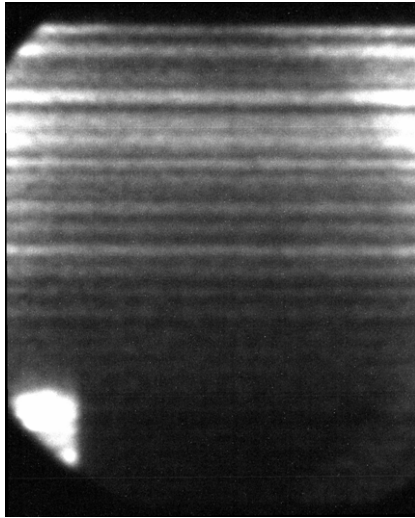
1300 нс

время

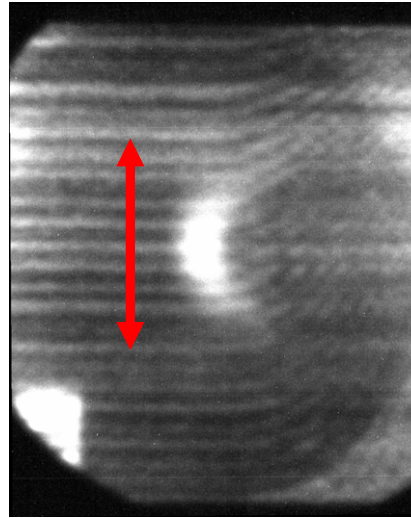
Интерференционные полосы остаются после эксперимента, т.к. сапфировое окно не разрушается от импульса давления

# Запись интерферометра

До эксперимента

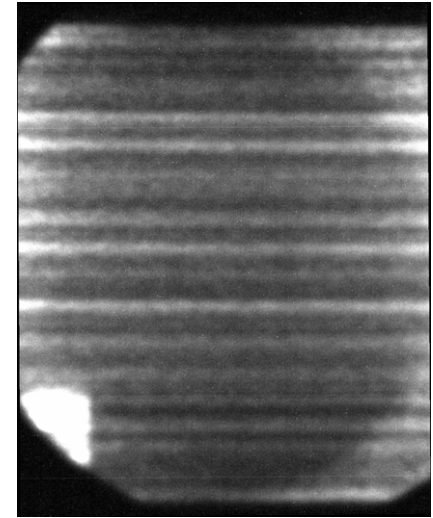


Эксперимент



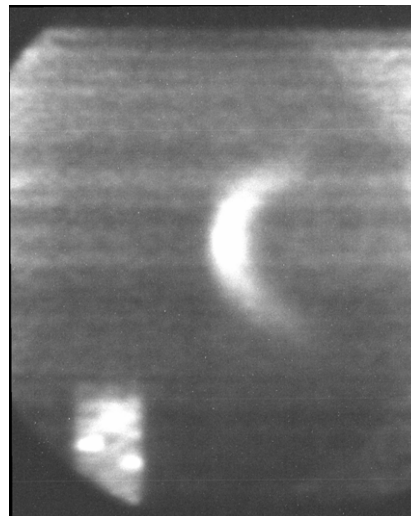
1 мм

После эксперимента



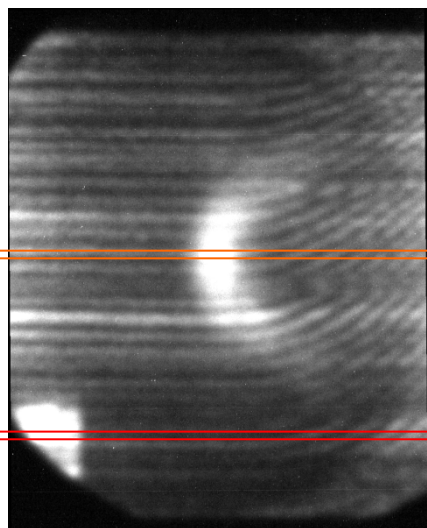
время

1300 нс

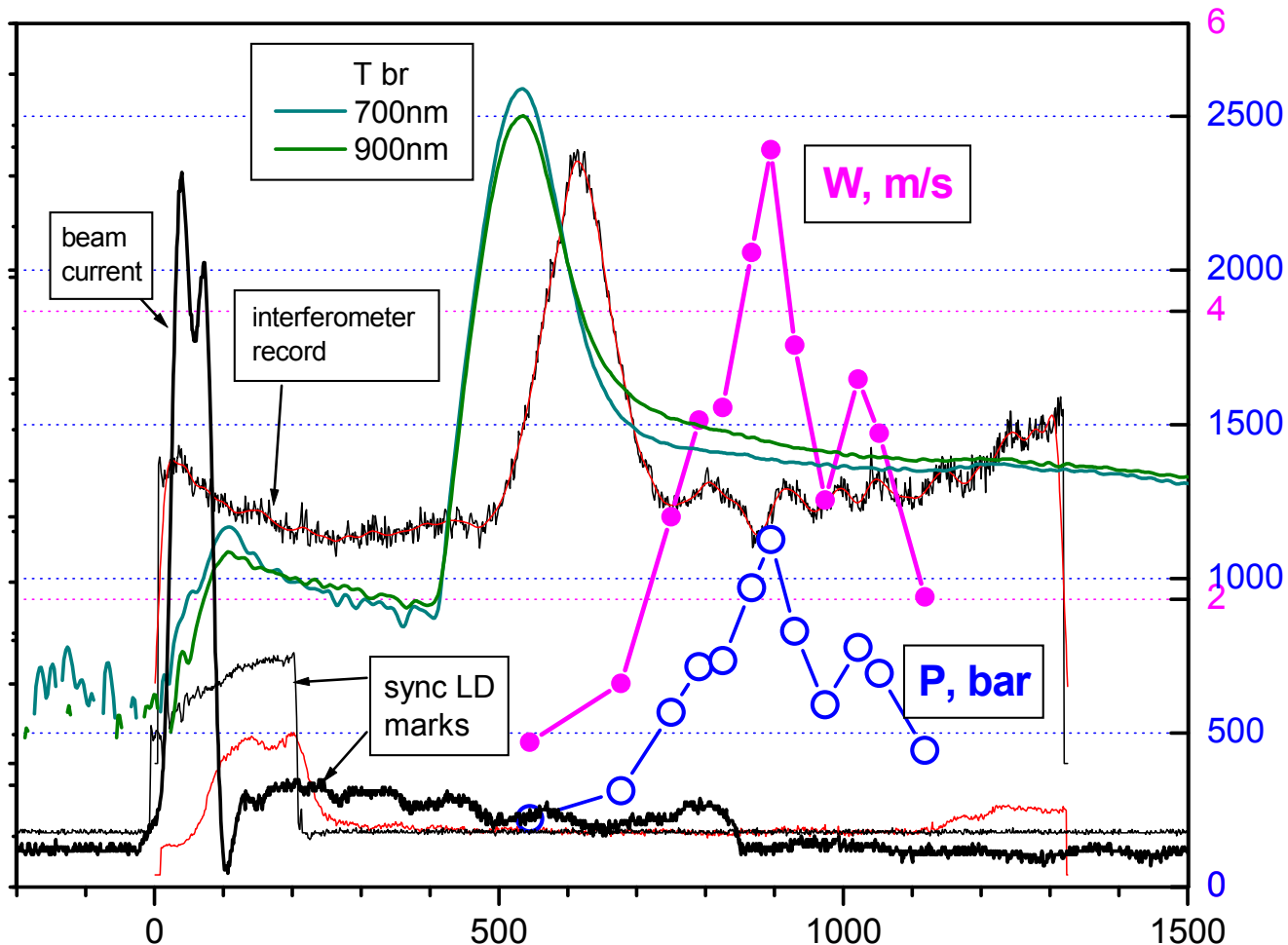


Для сравнения:  
неудачный эксперимент

# Синхронизированные записи температуры и скорости

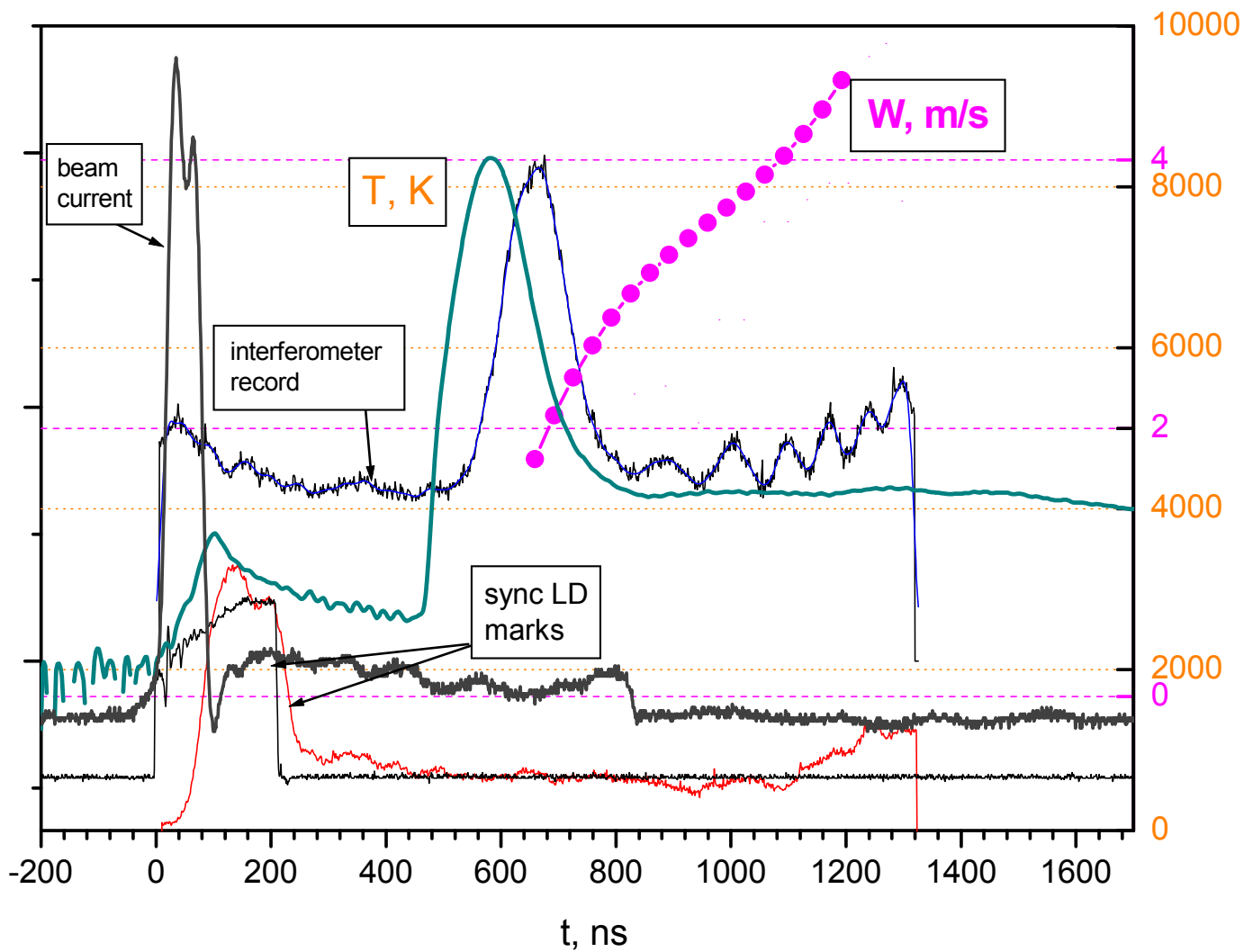


Линия по центру мишени, по которой прописывается интенсивность



Скорость свободной поверхности до 5 м/с, давление до 2400 бар в пике

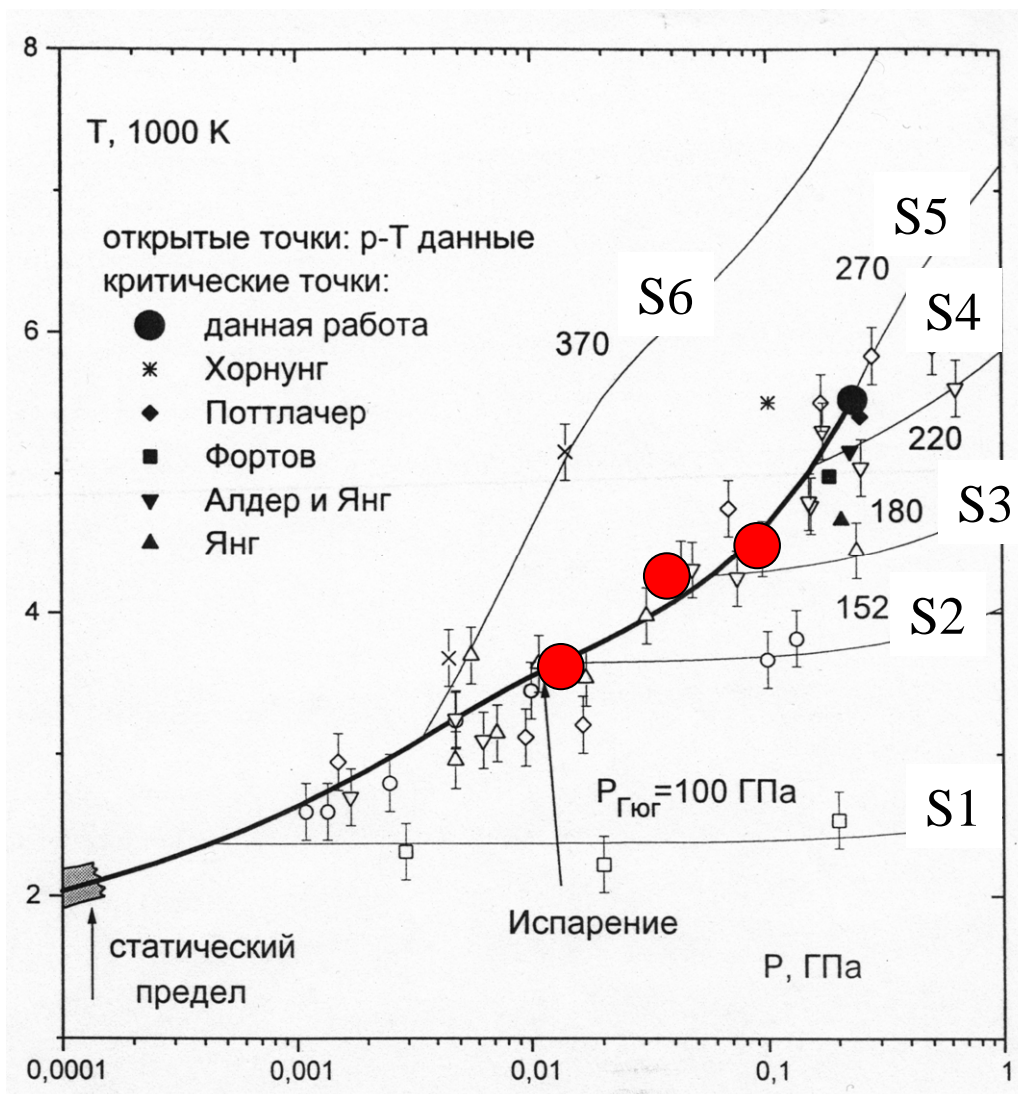
# Синхронизированные записи температуры и скорости





# Переход жидкость-пар металлов. Т-Р диаграмма свинца.

## Эксперименты по изэнтропической разгрузке из ударно-сжатого состояния



$$P_{cp} = 0.215 \pm 0.04 \text{ ГПа. } T_{cp} = 5350 \pm 250 \text{ К}$$

- Реализована схема линейного интерферометра
- Многослойные диэлектрические покрытия держатся при килобарах давления и скоростях свободной поверхности несколько м/с
- Впервые реализована давно предлагавшаяся схема одновременной регистрации температуры и давления в модифицированной (несимметричной) HINEX-постановке
- Точки по давлению и температуре попали на кривую кипения свинца из паровой области;
- Увеличение параметров пучка позволит добраться до критической точки; на хватило: 2 раза по давлению, 1000К по температуре
- Параметры можно поднять за счет фокусировки, но тогда увеличивается неравномерность нагрева мишени

*Спасибо за внимание!*

