



•Скоростная рентгенография ударно волнового сжатия гироидного алюминия



*К.А. Тен^{1,2}, А.О. Кашкаров¹, Э.Р. Прууэл¹, И.А. Рубцов¹, А.А. Студенников¹,
А.С. Туманик¹, В.П. Халеменчук¹, Л.И. Шехтман², Д.В. Петров³, Д.П. Кучко³,
Е.Б. Смирнов³, А.И. Клёнов³, А.М. Асылкаев⁴*

ten@hydro.nsc.ru

- ¹ *Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Лаврентьева пр., 15, 630090, Новосибирск*
- ² *Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Лаврентьева пр., 11, 630090, Новосибирск*
- ³ *Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина» Васильева ул., 13, 456770, Снежинск*
- ⁴ *Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия*



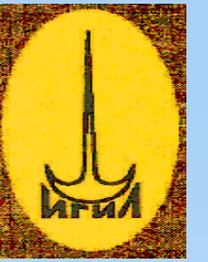
Гироидный алюминий



Гироид представляет собой непрерывную (без самопересечений) бесконечно повторяющуюся в трёх измерениях структуру, обладающую средней нулевой кривизной, как и мыльная плёнка.



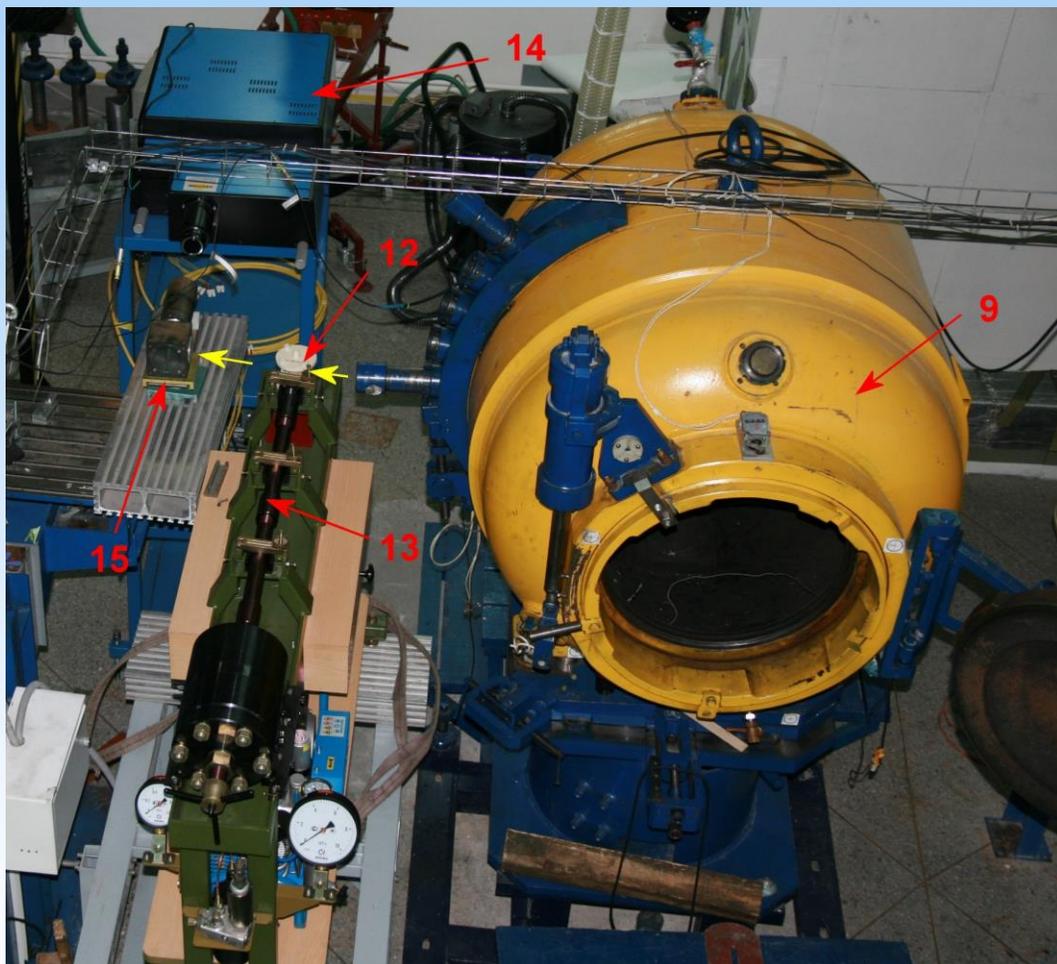
Цели и Задачи.



1. *С помощью быстрой радиографии СИ провести исследования ударного сжатия гидроидного алюминия*
2. ***Восстановить распределение плотности на за фронтом ударной волны.***
3. *Получить ударную адиабату..*
4. *Оценить погрешность данной методики.*



Станция «Экстремального состояния вещества» на канале № 8.



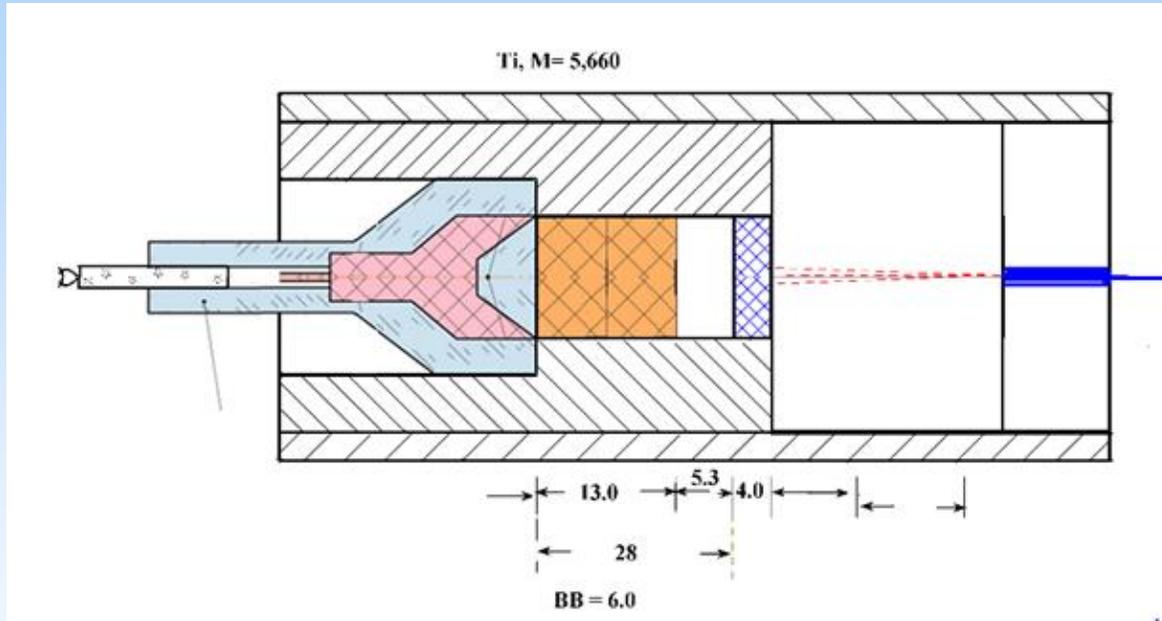
9- взрывная камера на 200 г ВВ, 12- образец для ударного сжатия, 13 – газовая пушка, 14 – фотокамера, 15 – зеркало.



Наносекундный рентгеновский детектор DIMEX



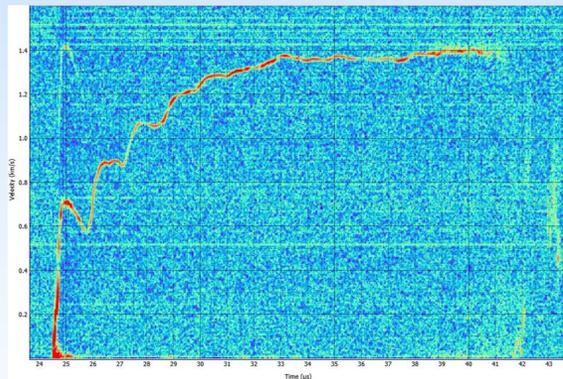
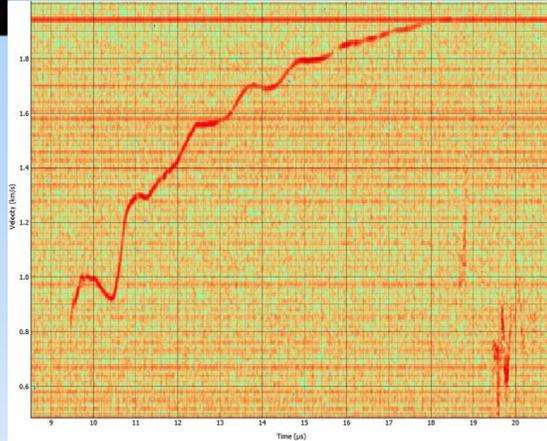
Пушка для метания ударников



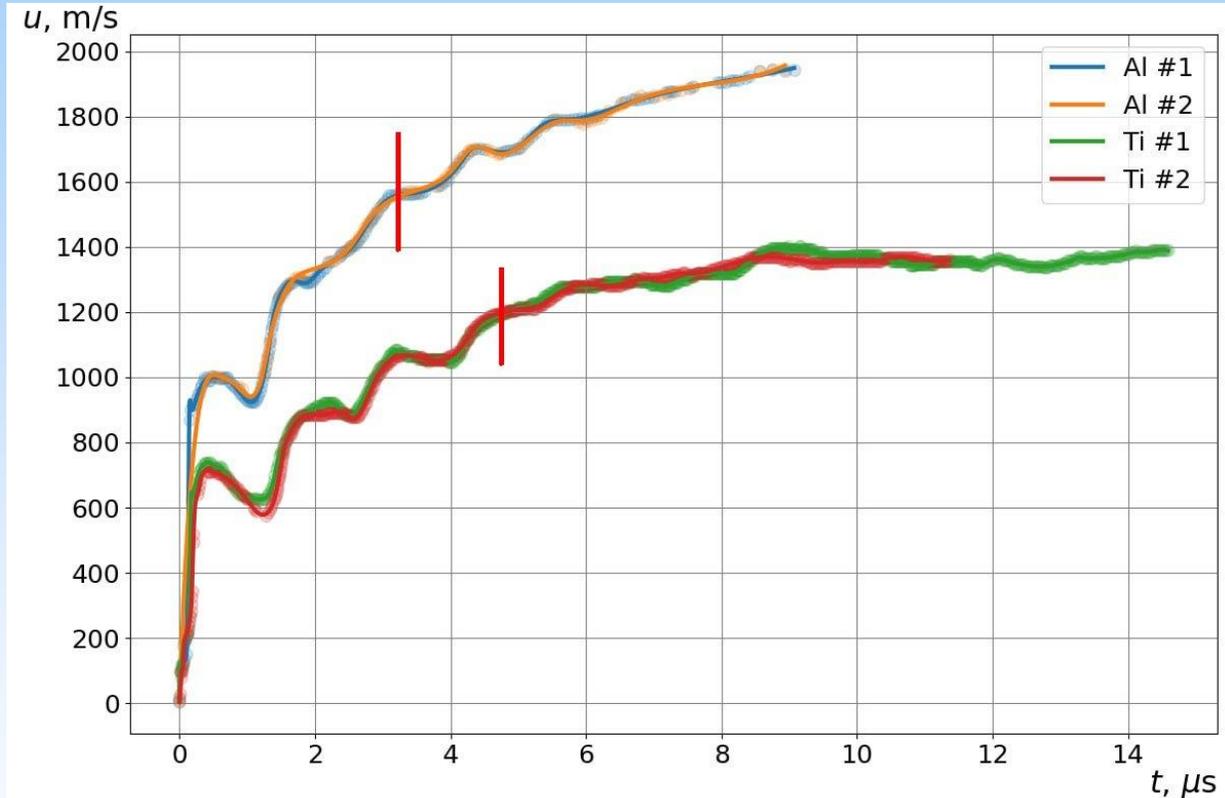
Параметры ударника (медь) – диаметр 20 мм,
толщина 4 мм, масса – 10.3 г.
Масса ВВ (пресс. НМХ) – 6 г.
Скорость ударника – 1 км/с



Измерения скорости ударников



Осциллограмма скорости для алюминиевого (Д16Т) ударника (вверху) и титанового ударника (внизу)



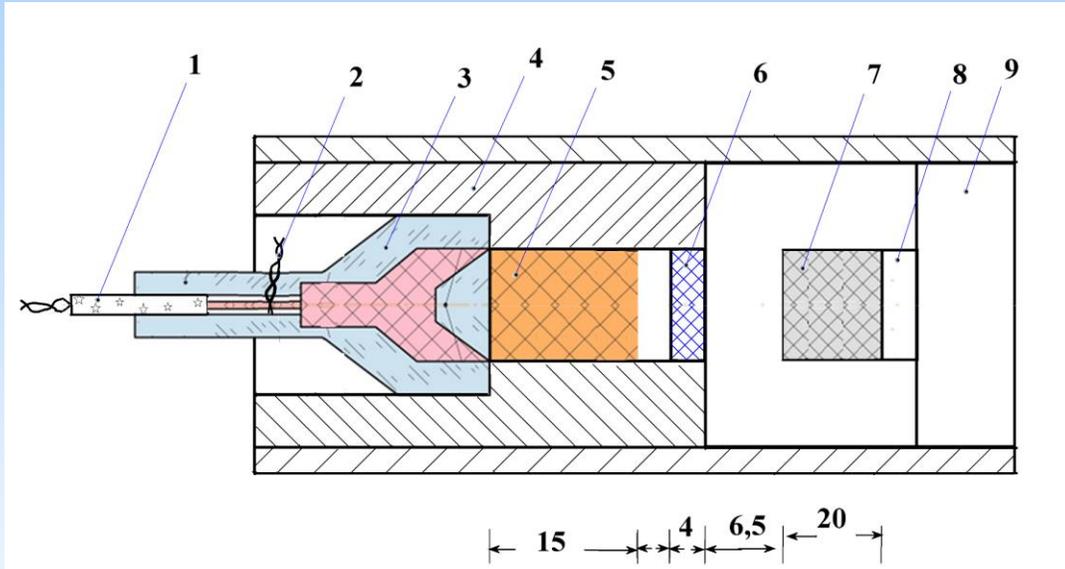
Скорости ударников по двум коллиматорам (по центру и краю) для алюминиевого (Д16Т, масса 3,51 г) – верхние кривые, и титанового (масса 5,6 г) – нижние кривые. Красные линии – показывают дульный срез пушки.



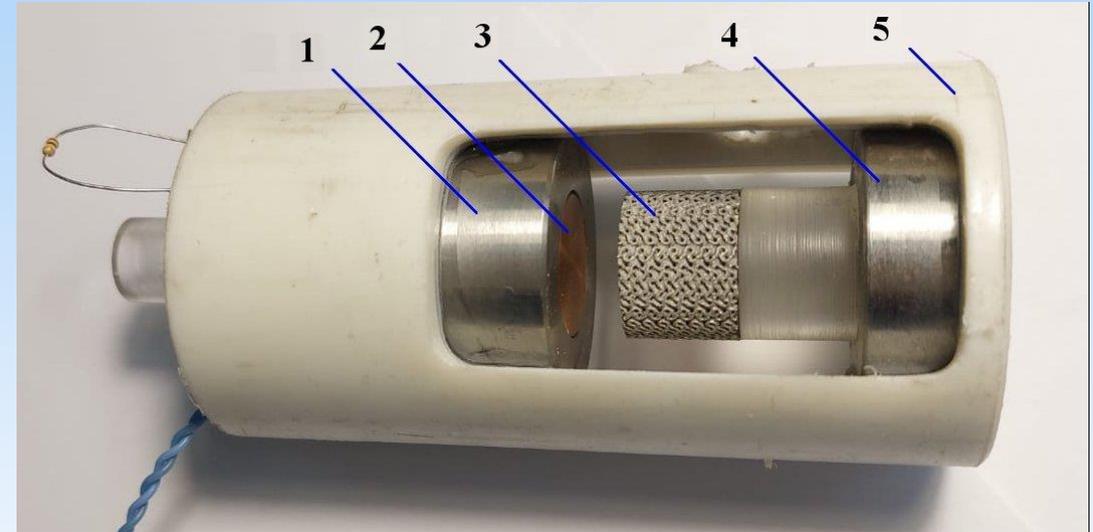
Основные методы исследования:



Постановка экспериментов

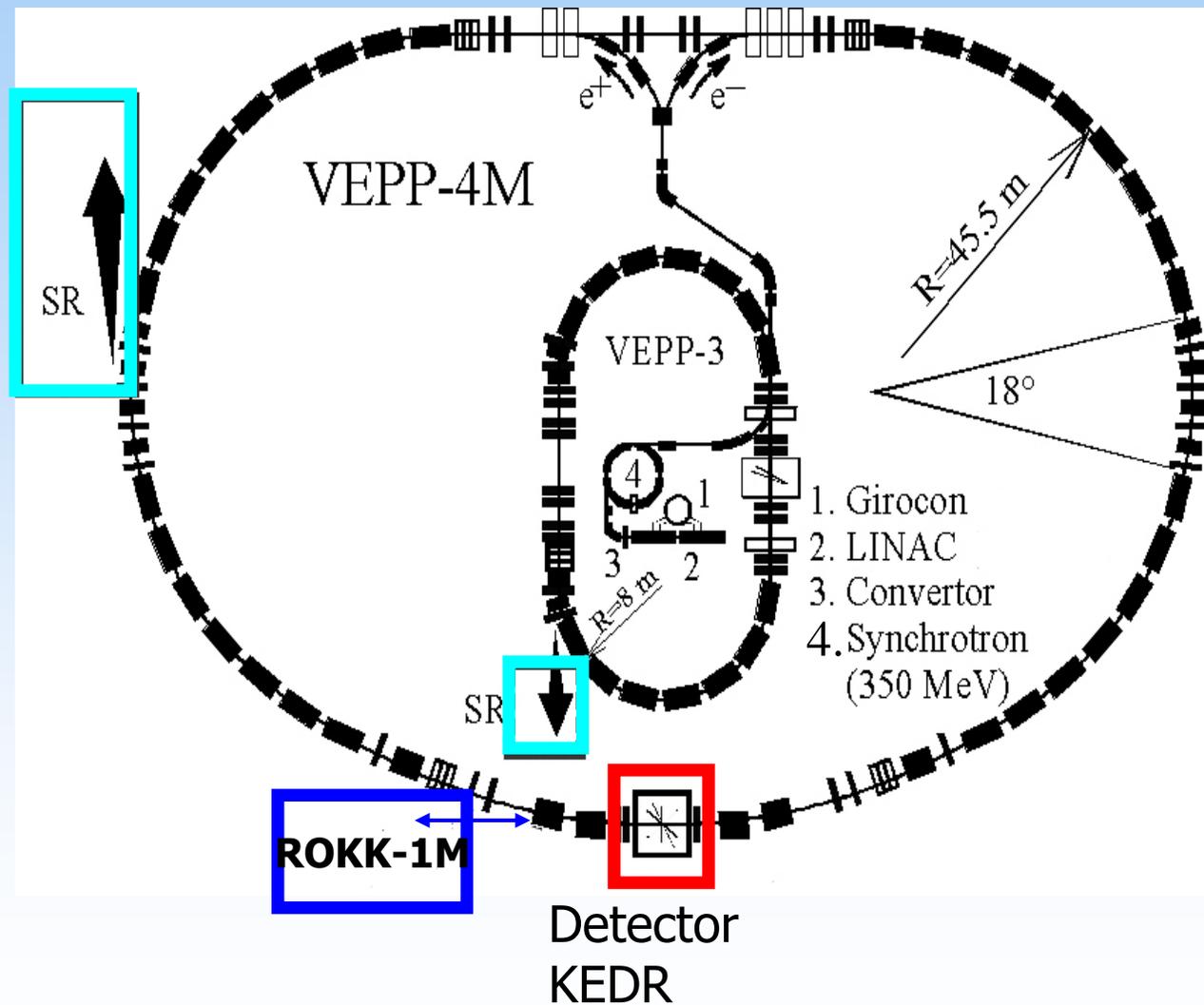


1 – детонатор, 2 - датчик запуска, 3 - корпус взрывной линзы, 4 – корпус пушки, 5 – заряд ВВ, 6 – ударник, 7 – образец, 8 – прокладка, 9 – стальная плита



1 – корпус пушки, 2 – ударник, 3 – образец, 4 – стальная плита

Ускорительный комплекс ВЭПП-3 – ВЭПП-4 является базовым по взрывным экспериментам



Станция «Экстремального состояния вещества»



Модернизация ВЭПП-4

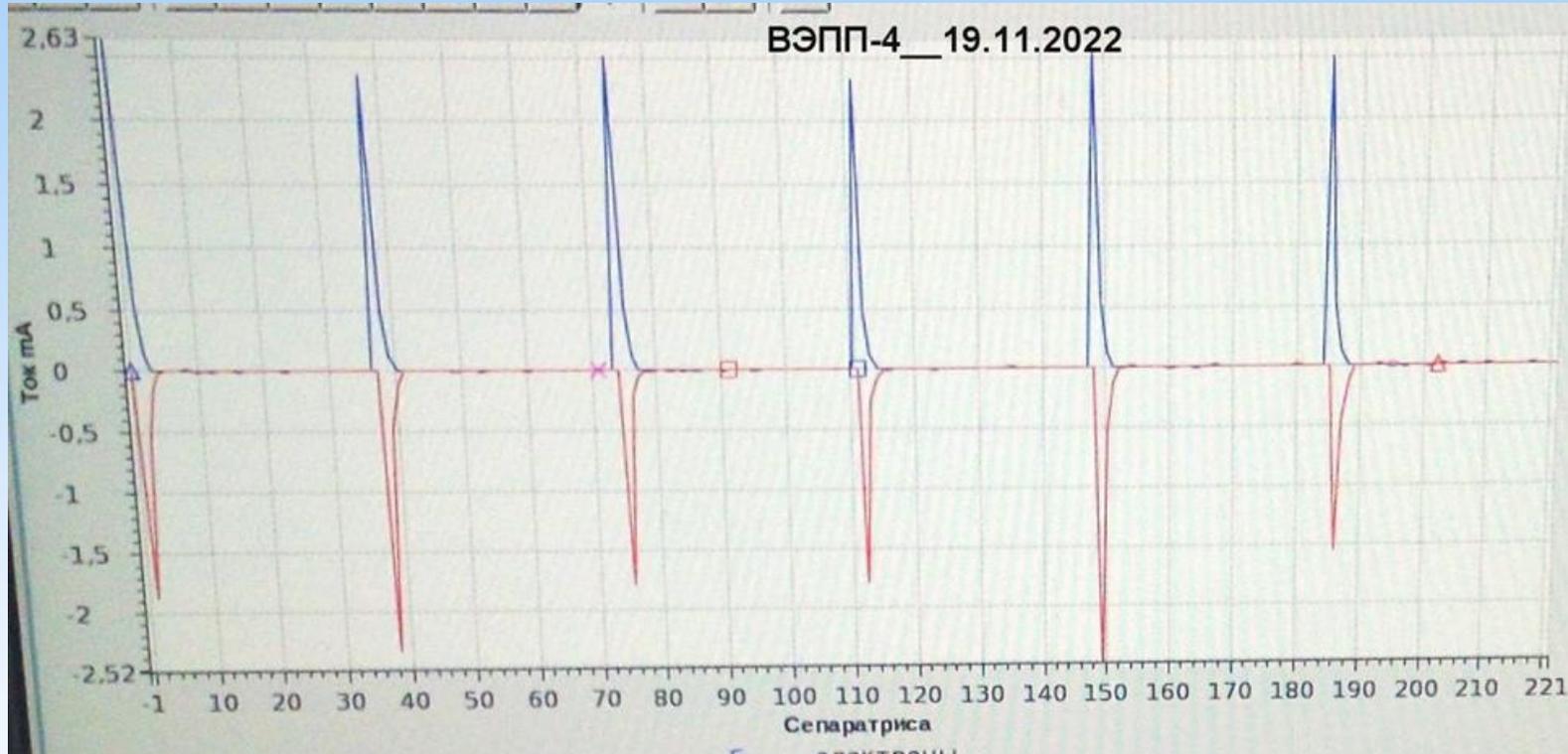
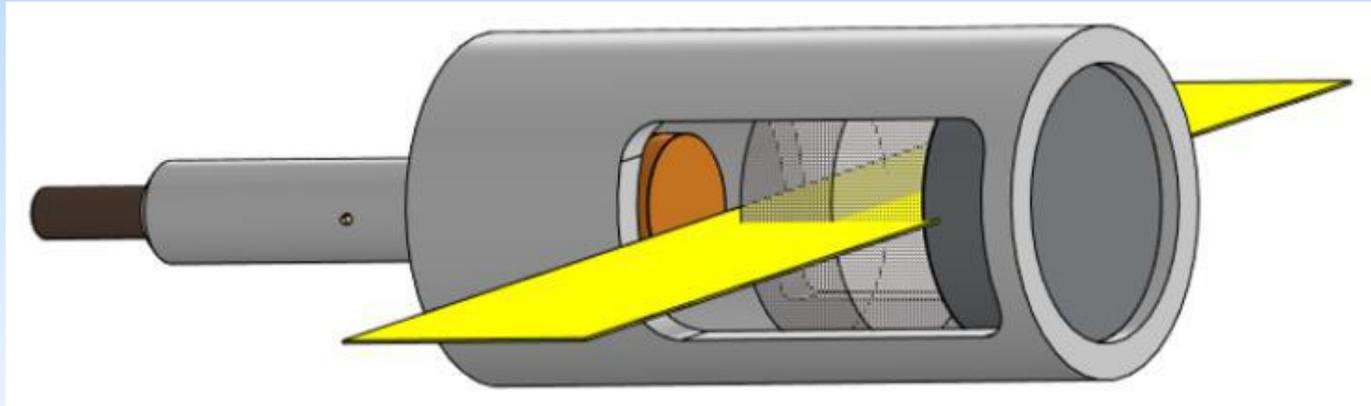


График токов в ускорителе ВЭПП-4. По оси X отложены сепаратрисы (потенциальные ямы). Энергия – 4,5 ГэВ, Время между банчами – 203 нс. Длительность импульса СИ – 100 пс



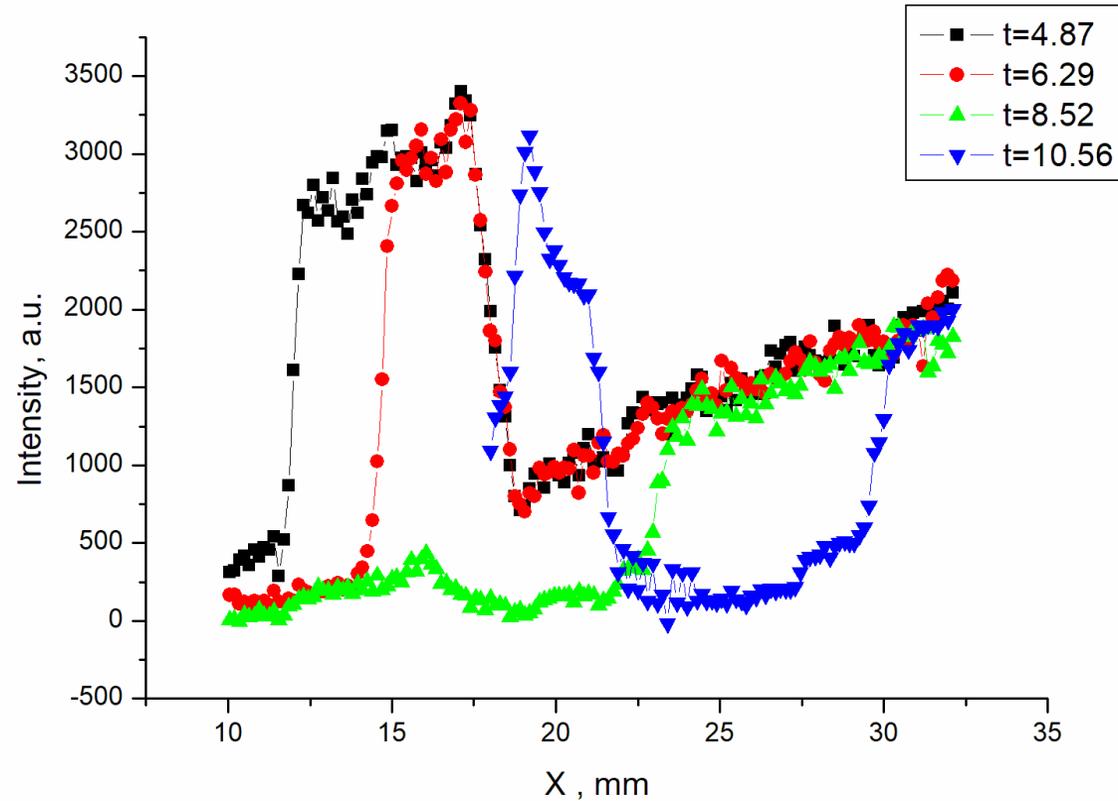
Основные методы исследования:



Положение пучка СИ (желтая полоса) относительно образца и ударника



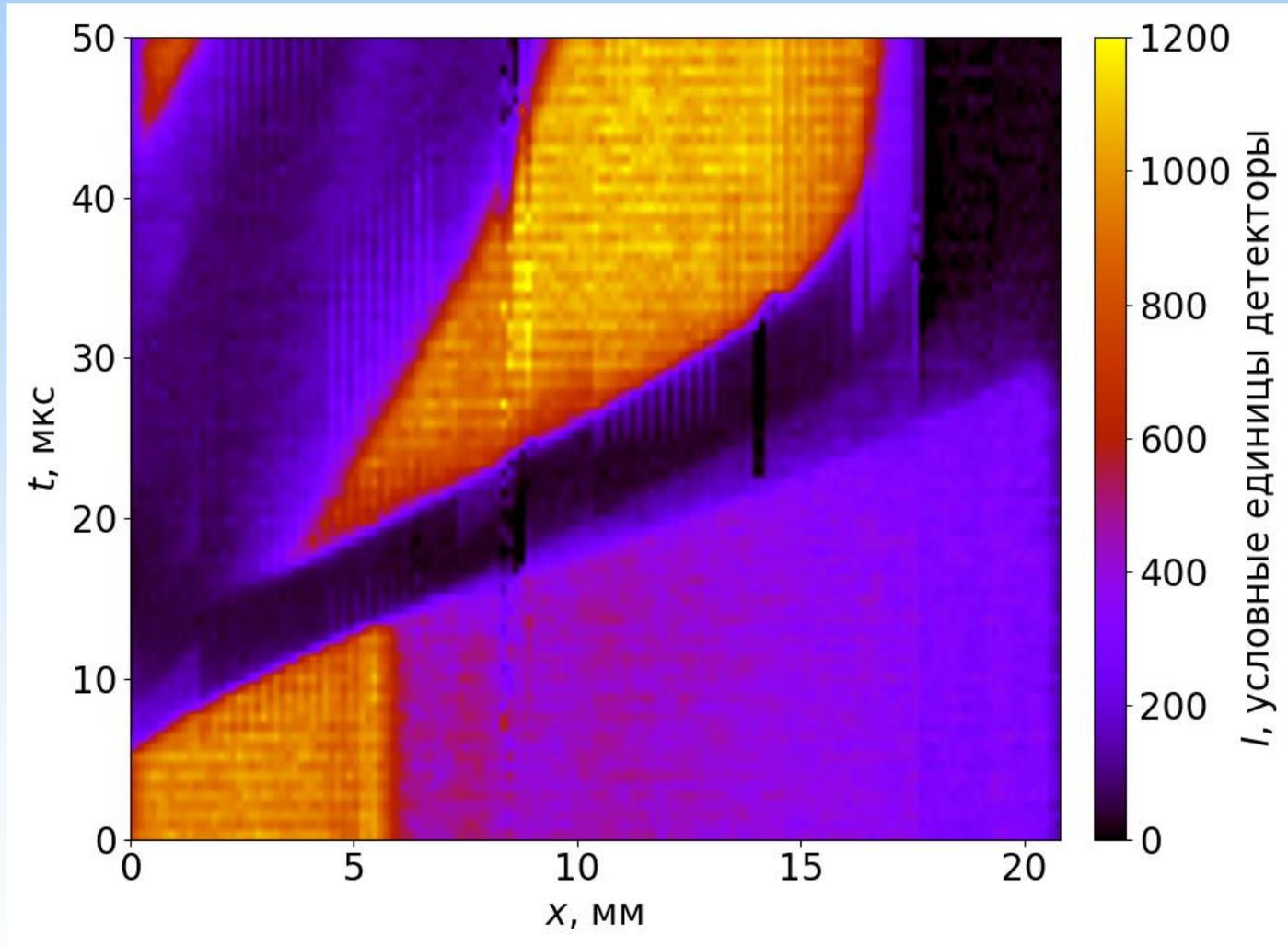
Результаты сжатия медным ударником



Запись детектора DIMEX В последовательные моменты времени.
Показаны каждый десятый кадр.



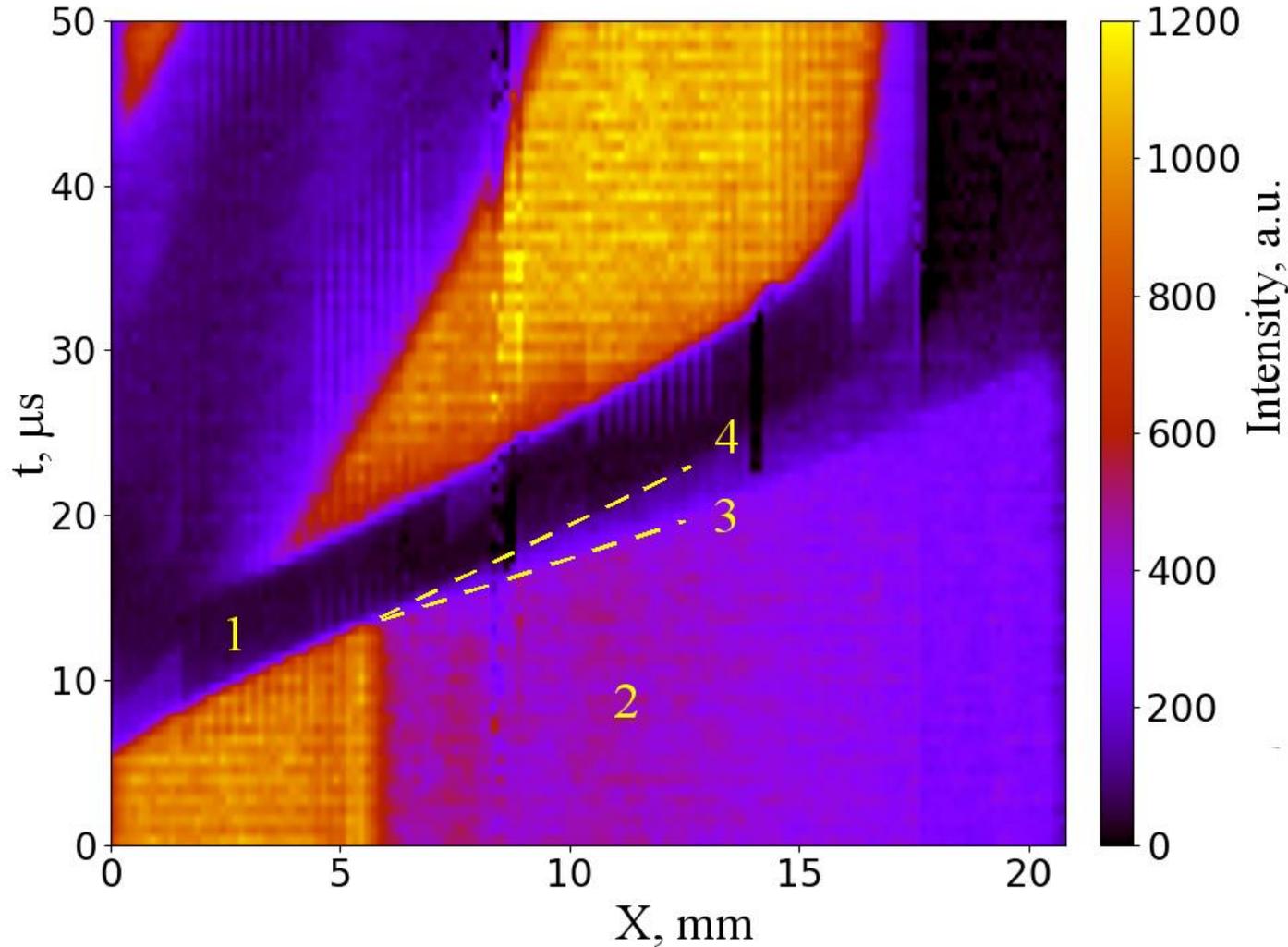
Результаты сжатия медным ударником



Покадровая запись детектора (80 кадров)



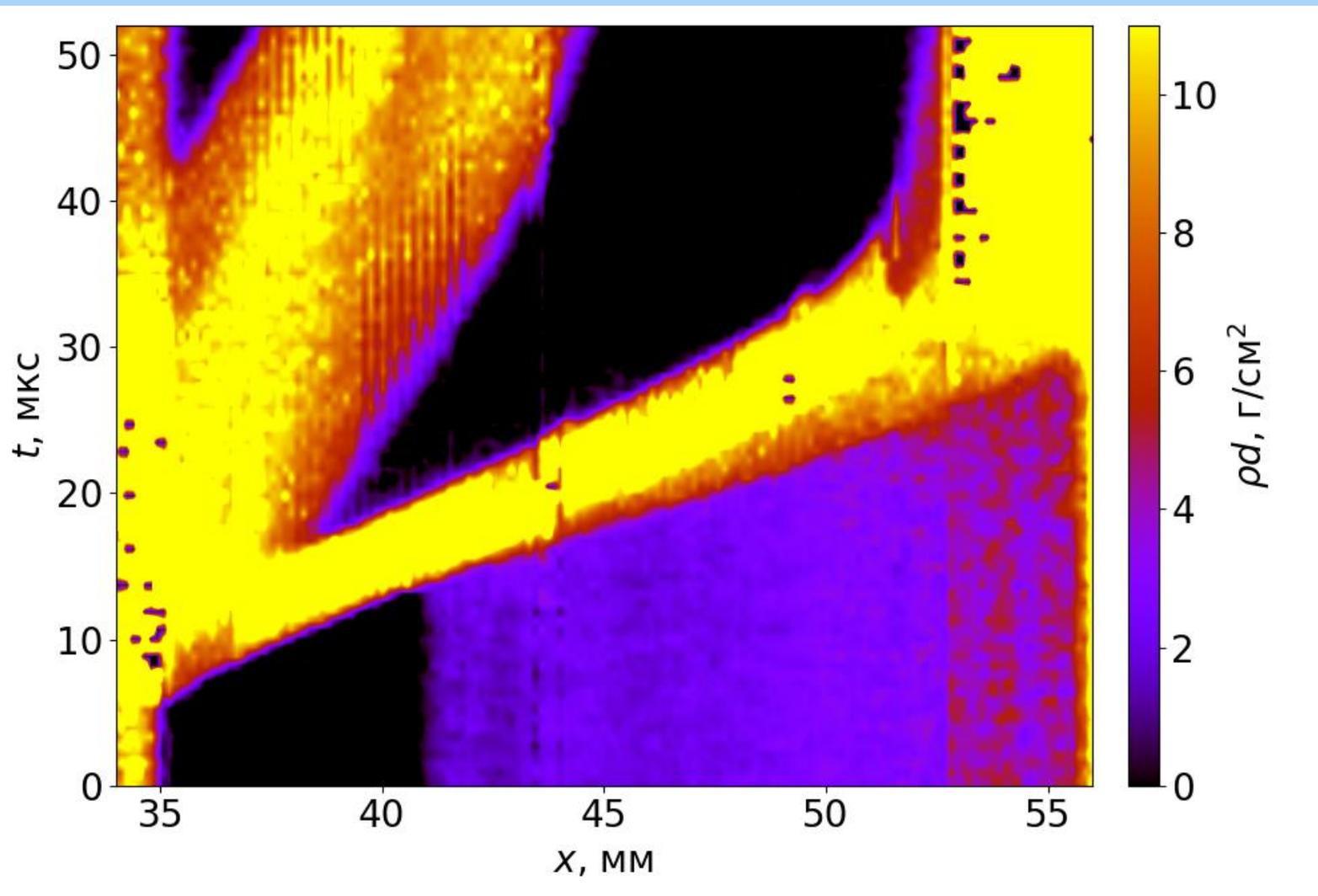
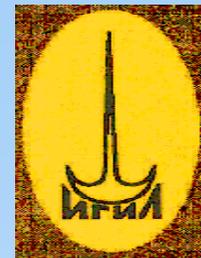
Результаты сжатия медным ударником



- 1- ударник
- 2- гидроидный алюминий
- 3- ударная волна в образце
- 4- контактная граница сжатия

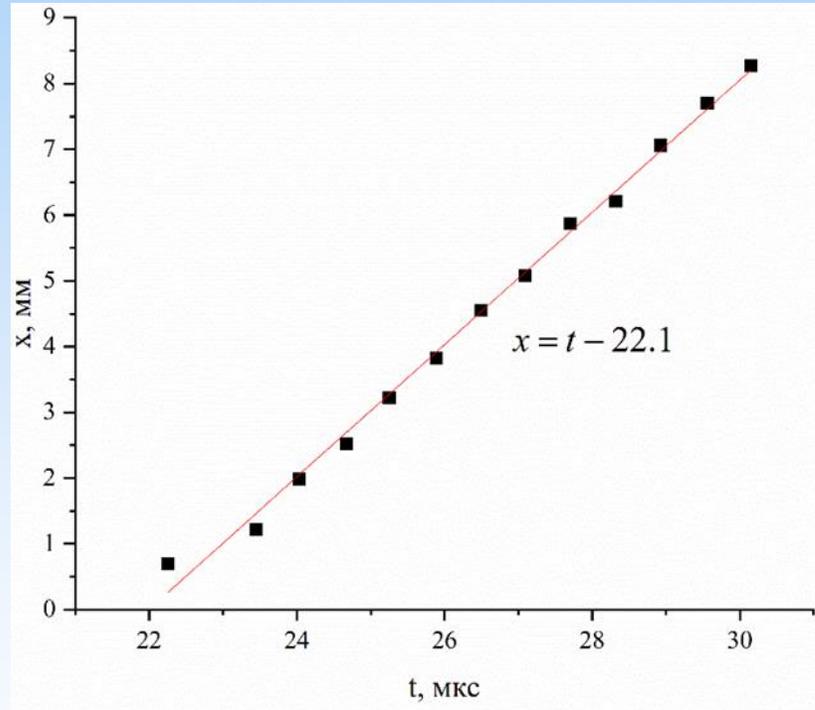


Восстановление плотности при ударном сжатии

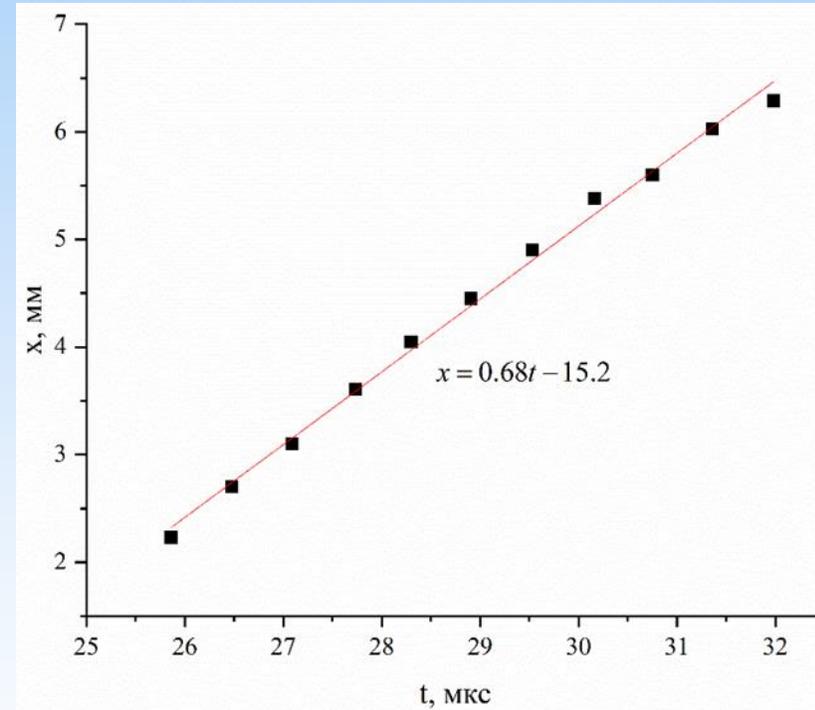




Результаты сжатия медным ударником



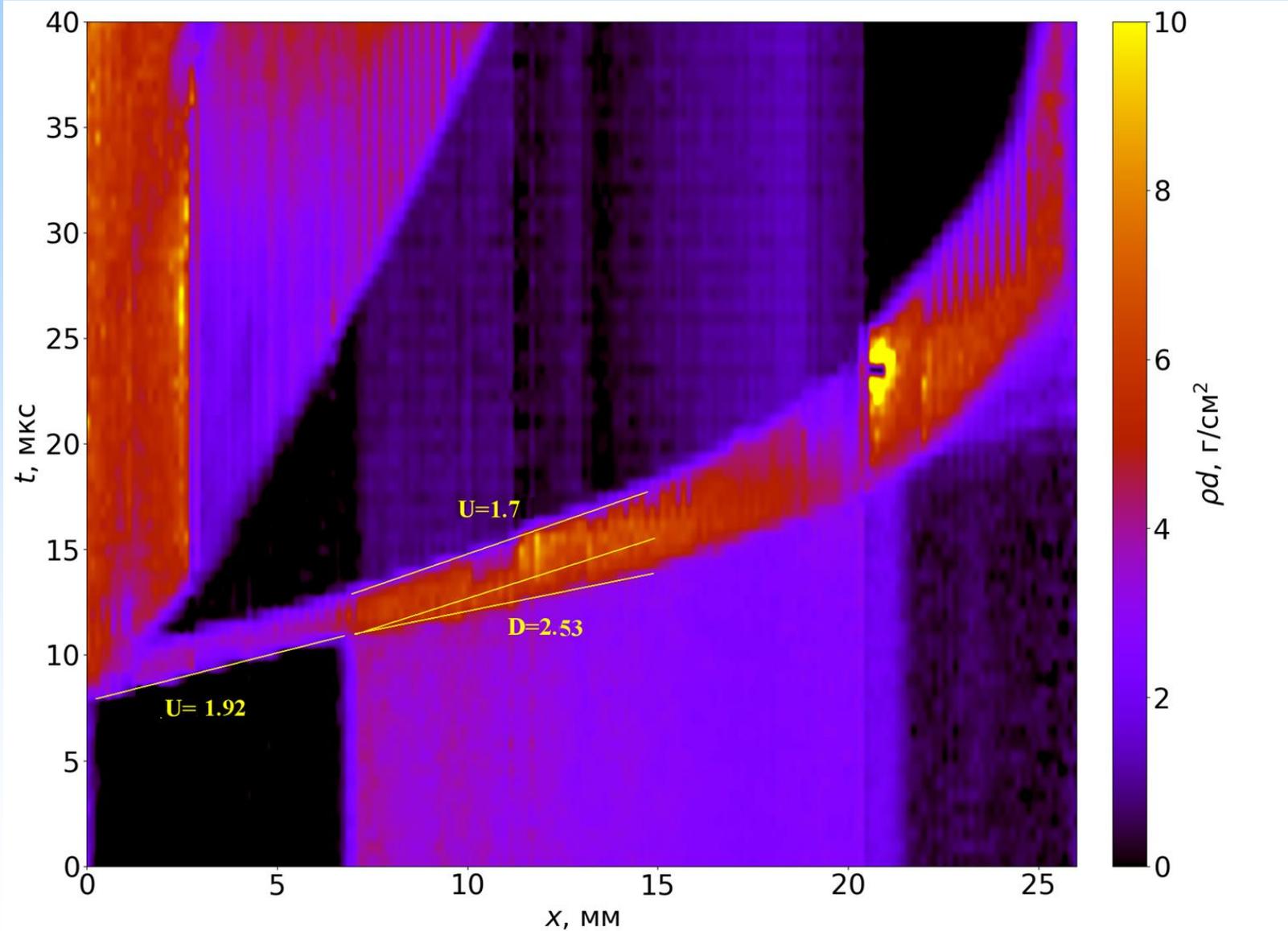
Скорость ударной волны **$D = 1$ км/с**



Массовая скорость **$U = 0.68$ км/с**

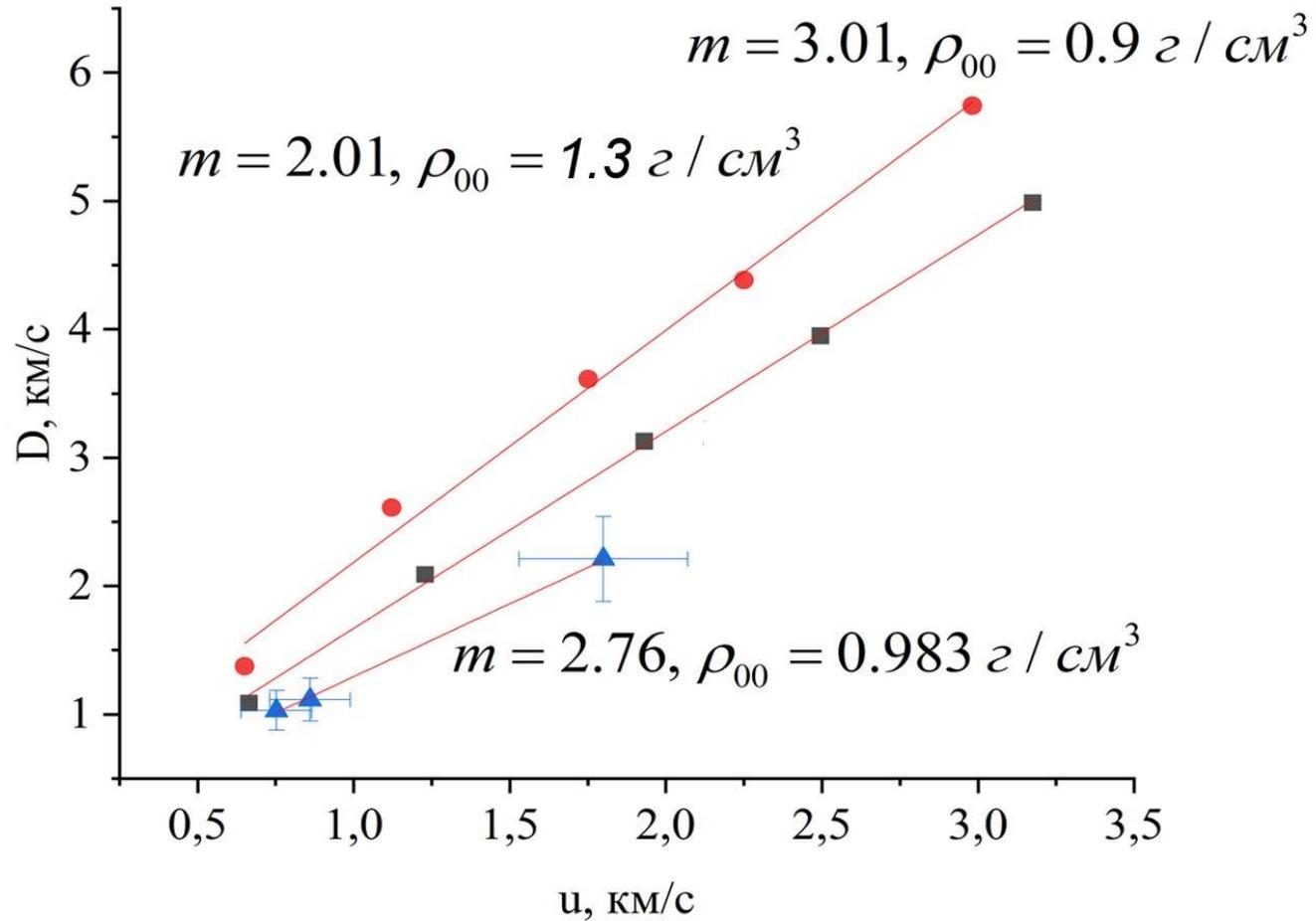


Ударное сжатие алюминиевым ударником





Сравнение с ударным сжатием порошков



Баканова А. А., Дудолодов И. П., Сутулов Ю. Н.
Ударная сжимаемость пористых вольфрама,
молибдена, меди и алюминия в области низких
давлений // ПМТФ. – 1974. – №. 2. – С. 117.



Заключение



- Проведены экспериментальные исследования ударно волнового сжатия гироидного алюминия использованием синхротронного излучения
- Получены скорость фронта ударной волны и массовая скорость в 3D-структурном алюминии
- Получена калибровка поглощения детектором в зависимости от массы вдоль луча СИ
- Получена ударная адиабата в диапазоне $D = 1-2$ км/с

Дальнейшие планы:

- 1) Увеличение скорости ударника за счет изменения материала и за счет изменения длины ствола пушки
- 2) Получение новых точек на ударной адиабате
- 3) Провести эксперименты со съемкой поперек движению ударной волны



*Thank you
for your attention!*



*Благодарю
за внимание всех, кто
дослушал до конца!*



