

Текущий статус миссии НУКЛОН-2

Курганов Александр и коллаборация НУКЛОН-2

Dmitry Karmanov, Igor Kovalev, Aleksandr Kurganov, Alexander Panov, Dmitry Podorozhny,
Petr Tkachev, Andrey Turundaevskiy, Oleg Vasiliev

36я всероссийская конференция по космическим лучам (RCRC 36)

Изотопный состав и связанные с ним научные задачи

- Локальное окружение солнца: коэффициент диффузии, локальные источники
- Аномалии изотопного спектра при вспышках сверхновых в обогащенной тяжелыми элементами среде
- Исследование процессов нуклеосинтеза
- Ускорение на обратной ударной волне

Существующие данные

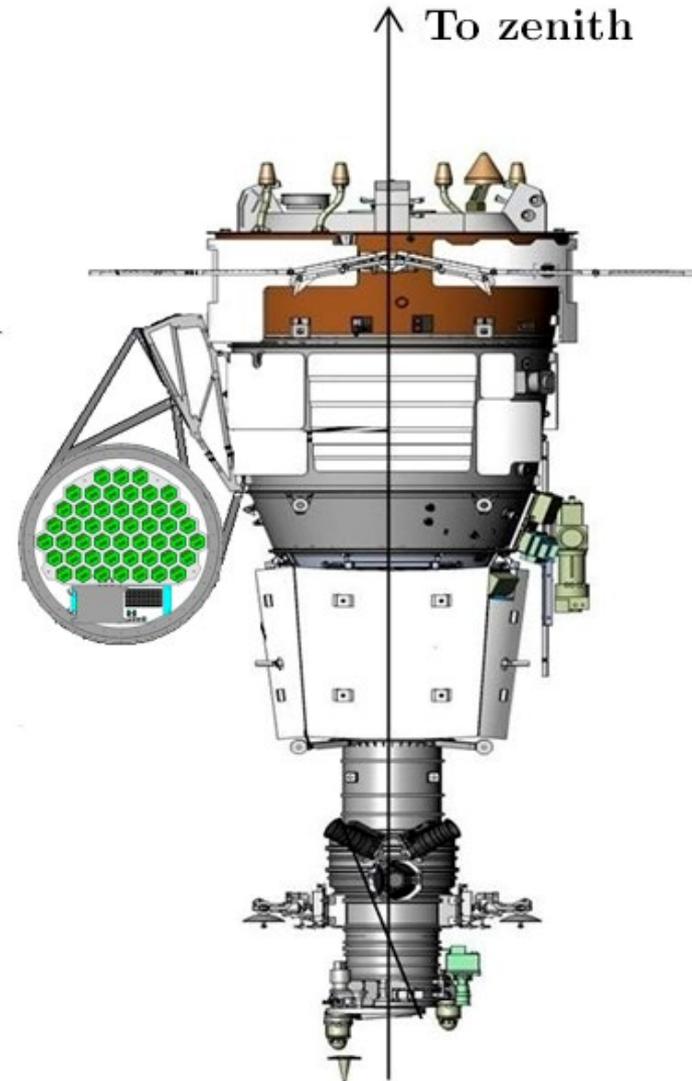
- LDEF: $Z = 70-103$, 1-2 ГэВ/Н, нет измерений изотопного состава
- HEAO-3-C3: $Z = 17-120$, нет измерений изотопного состава, низкая статистика при $Z=44-60$
- SuperTIGER: $Z = 10-60$, 2-3 ГэВ/Н, нет измерений изотопного состава
- ACE/CRIS: изотопный состав измерен до $Z=32$, $\sim 10^2$ МэВ/Н

Вывод:

- $Z > 40$: Низкая статистика по зарядовому спектру
- $Z > 32$: Нет данных по изотопному спектру
- Необходим эксперимент с геометрическим фактором, в несколько раз превосходящим его же у ACE/CRIS

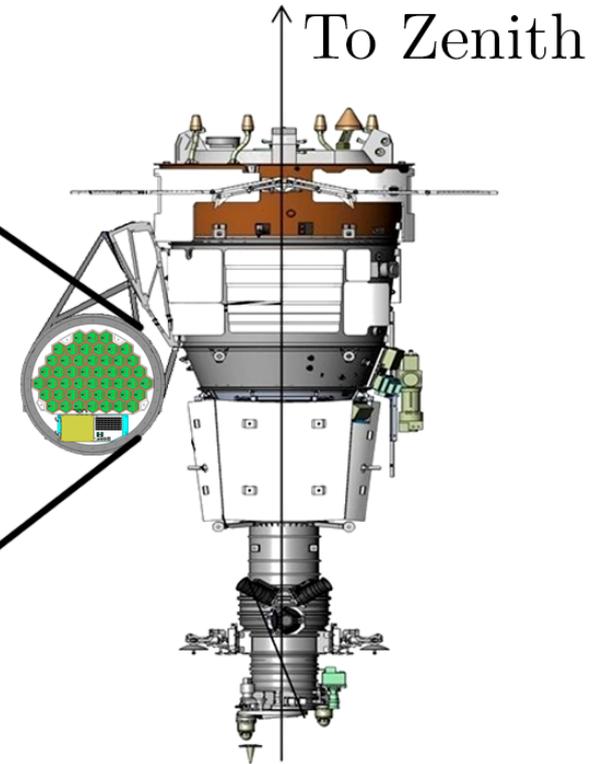
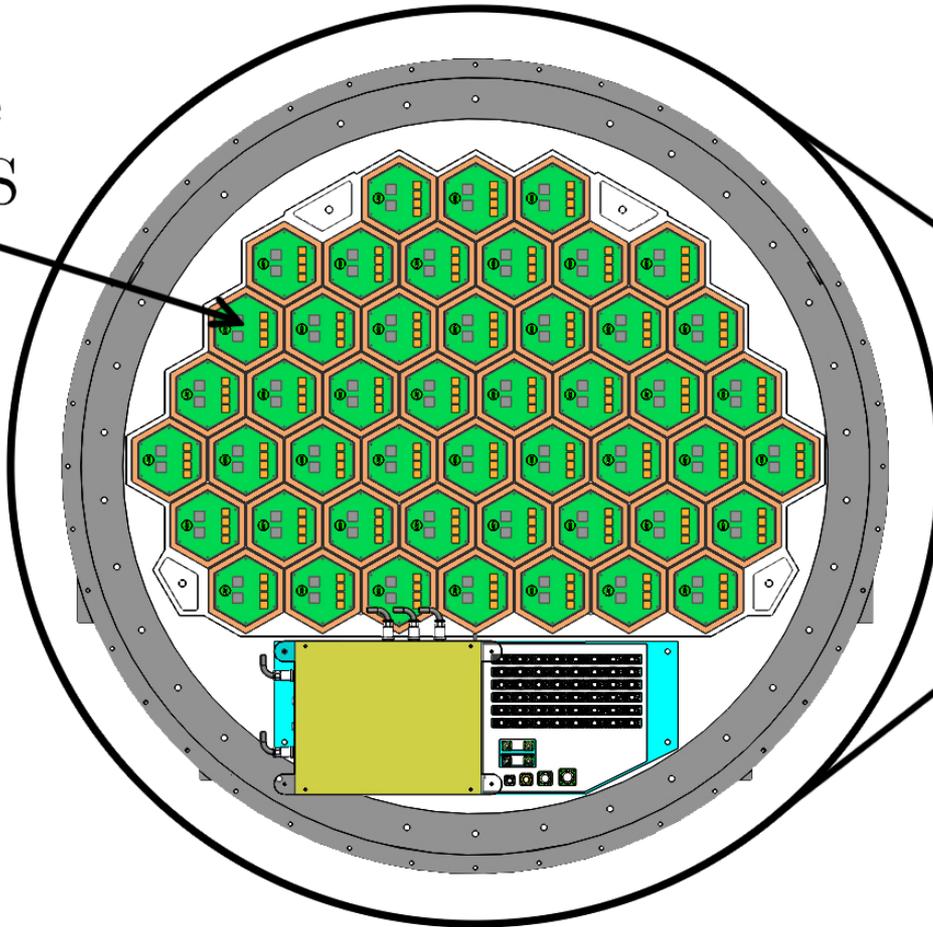
Миссия НУКЛОН-2

- Космический эксперимент по изучению зарядового и массового составов КЛ
- Энергетический диапазон: 0.1-1 ГэВ/нуклон (в зависимости от Z)
- Диапазон Z (зарядовый спектр): 6-95
- Диапазон Z (массовый спектр): 6-60
- Планируемое время экспозиции: 5 лет
- Техника измерения: модифицированная E-dE

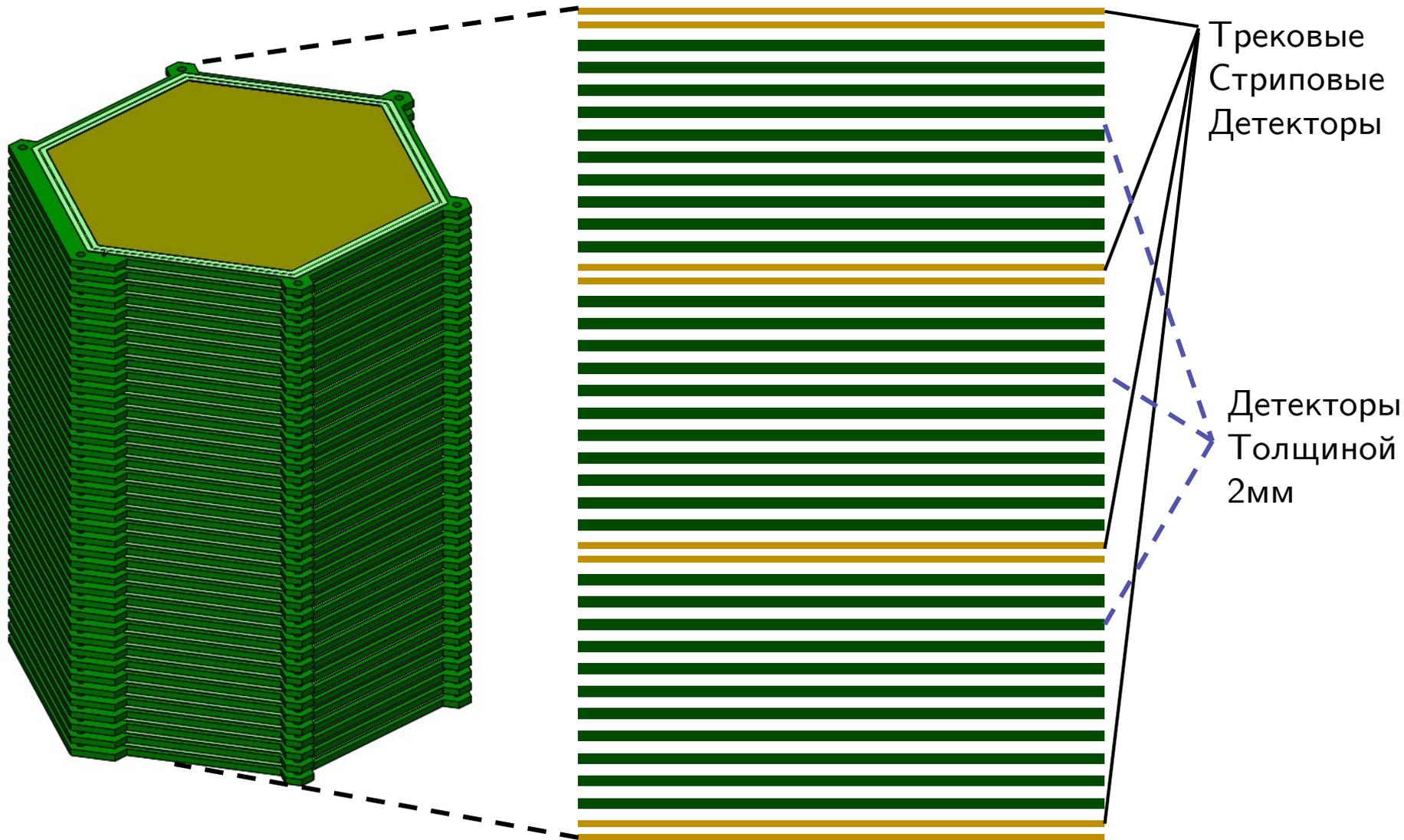


Предполагаемая конструкция научной аппаратуры

Single
HICRS



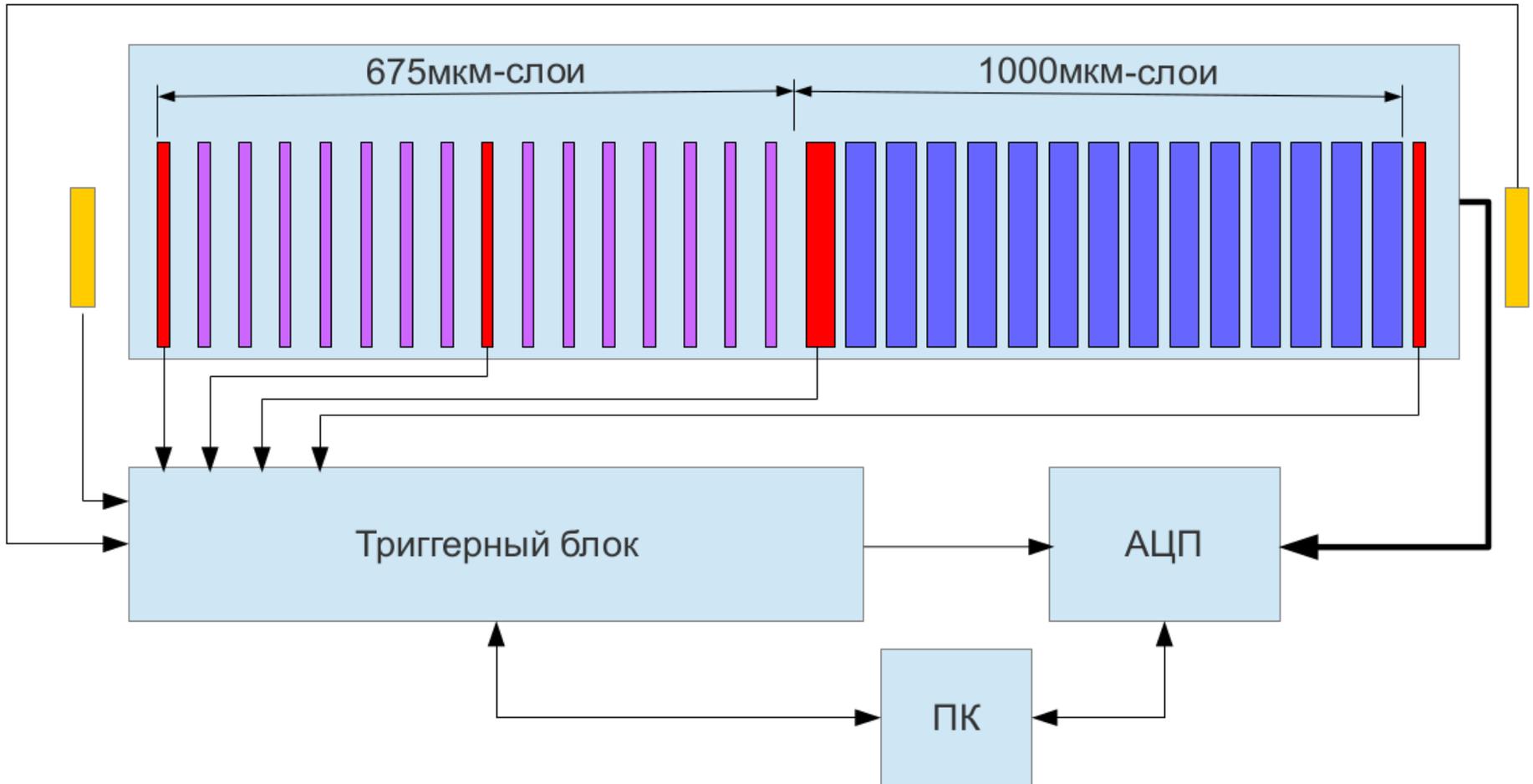
Конструкция СТИКЛ (HICRS)



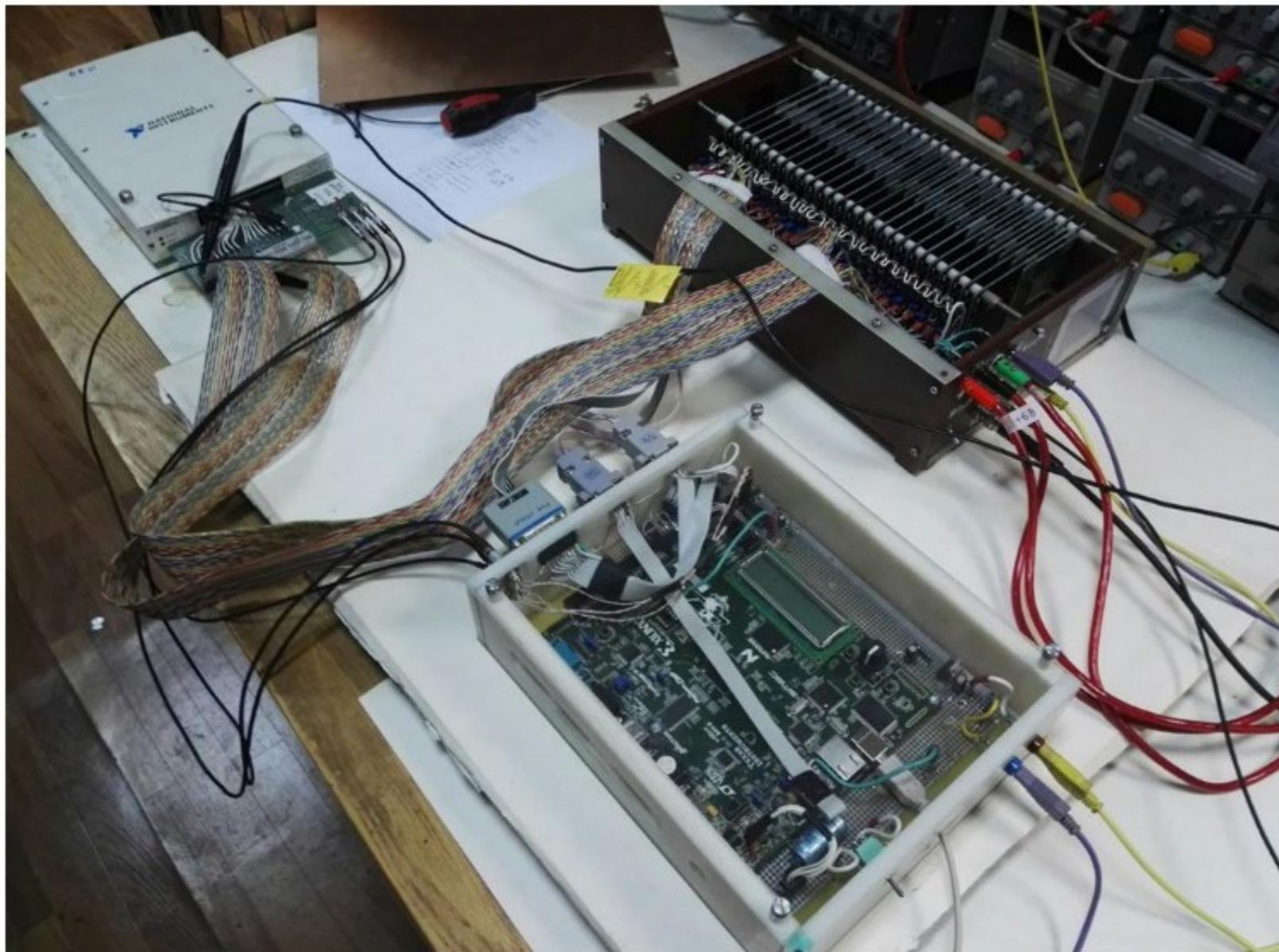
Ожидаемая статистика

| Nucleus Z | N |
|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
| 24 | 364500 | 42 | 53 | 60 | 13 | 78 | 18 |
| 25 | 207600 | 43 | 5 | 61 | 3 | 79 | 13 |
| 26 | 4059000 | 44 | 19 | 62 | 11 | 80 | 12 |
| 27 | 18150 | 45 | 23 | 63 | 4 | 81 | 7 |
| 28 | 157900 | 46 | 29 | 64 | 18 | 82 | 13 |
| 29 | 3454 | 47 | 25 | 65 | 4 | 83 | 5 |
| 30 | 2514 | 48 | 32 | 66 | 15 | 84 | 6 |
| 31 | 363 | 49 | 8 | 67 | 2 | 85 | 1 |
| 32 | 468 | 50 | 32 | 68 | 8 | 86 | 2 |
| 33 | 114 | 51 | 9 | 69 | 2 | 87 | 0 |
| 34 | 214 | 52 | 36 | 70 | 9 | 88 | 1 |
| 35 | 136 | 53 | 5 | 71 | 4 | 89 | 0 |
| 36 | 118 | 54 | 22 | 72 | 7 | 90 | 1 |
| 37 | 62 | 55 | 10 | 73 | 4 | 91 | 0 |
| 38 | 176 | 56 | 43 | 74 | 8 | 92 | 4 |
| 39 | 63 | 57 | 4 | 75 | 6 | | |
| 40 | 64 | 58 | 17 | 76 | 12 | | |
| 41 | 37 | 59 | 3 | 77 | 12 | | |

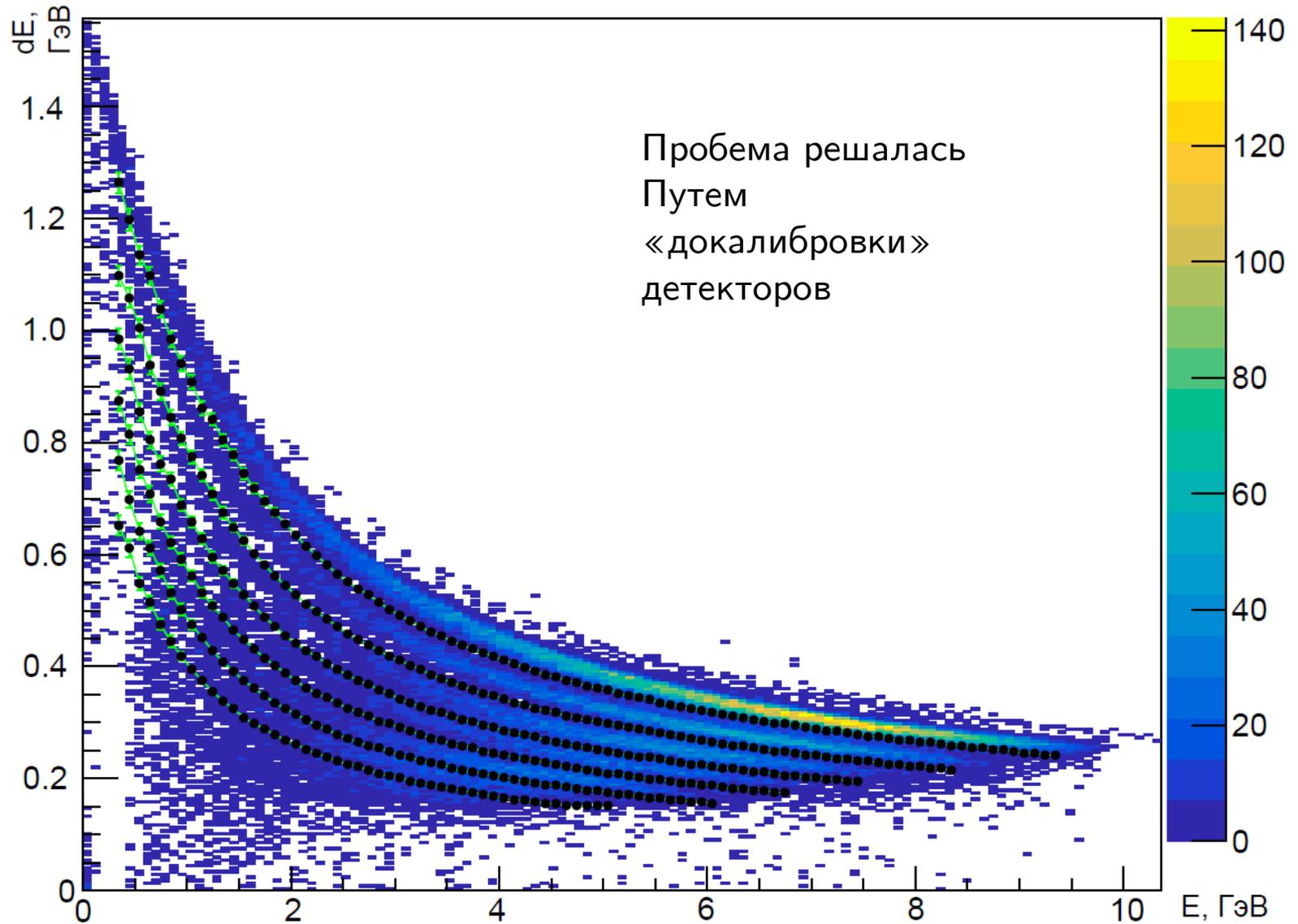
Прототип



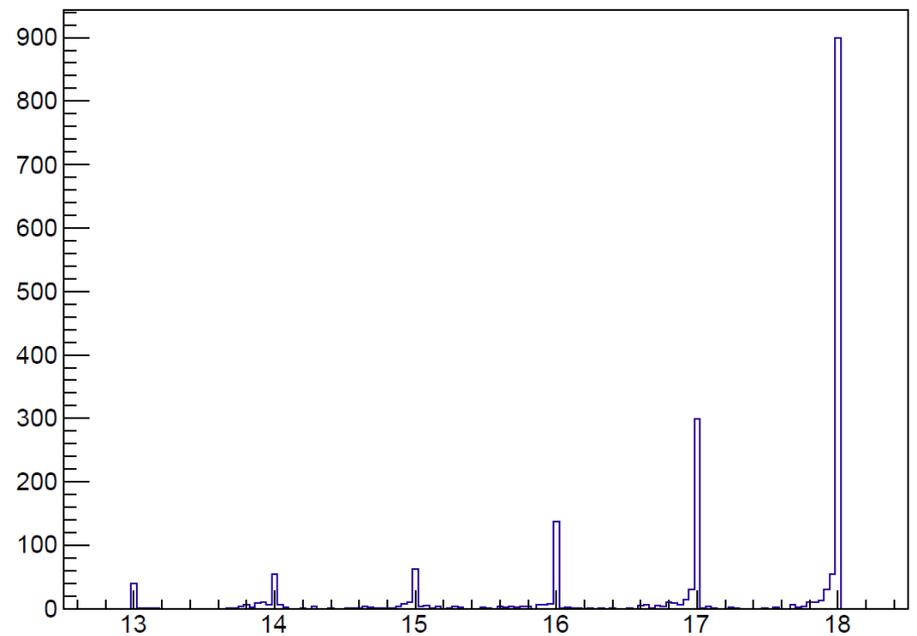
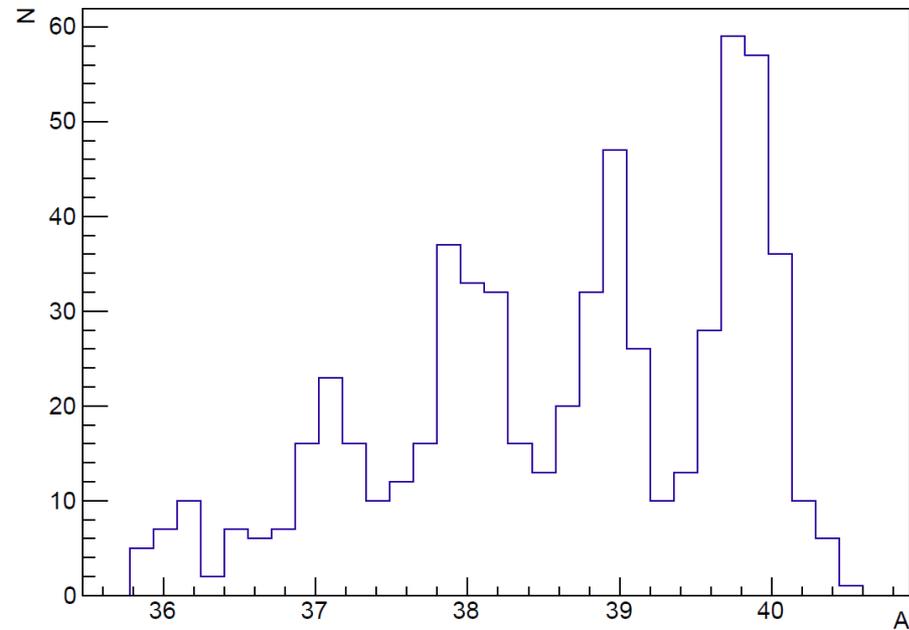
Прототип



Модельно-зависимая методика и ее проблемы

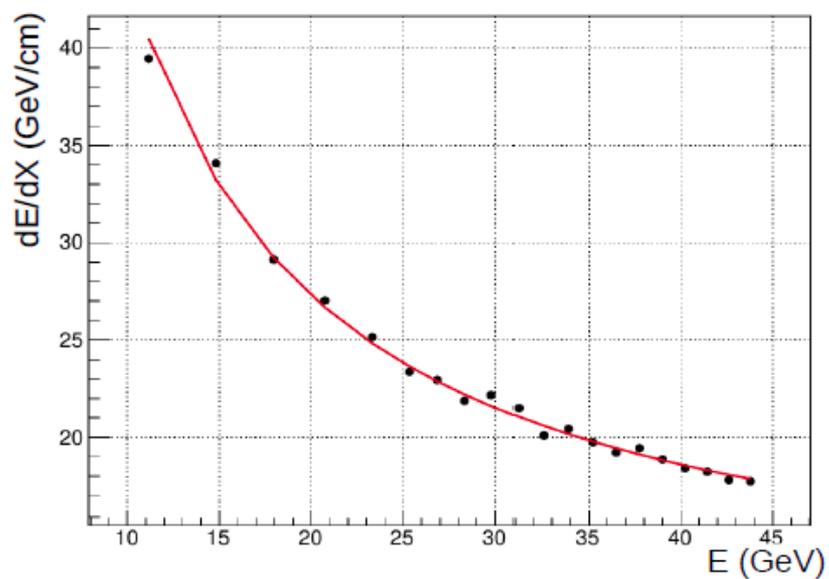
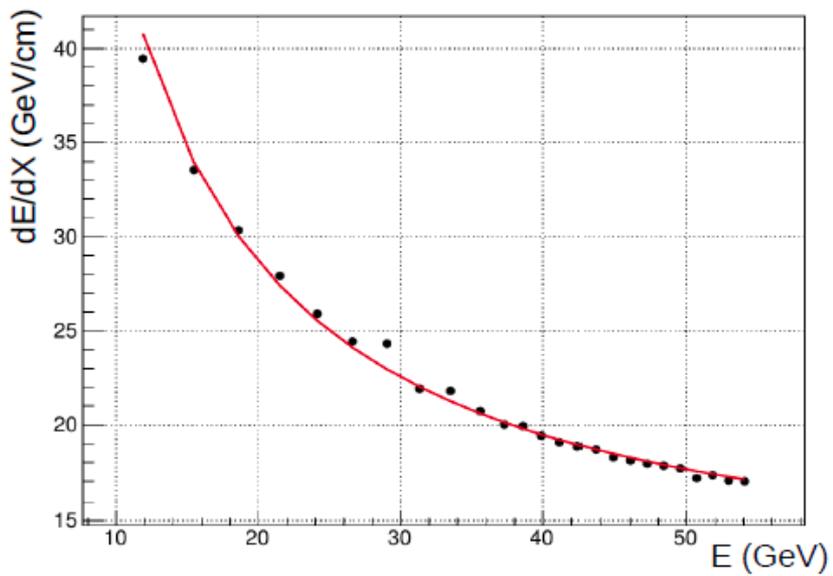
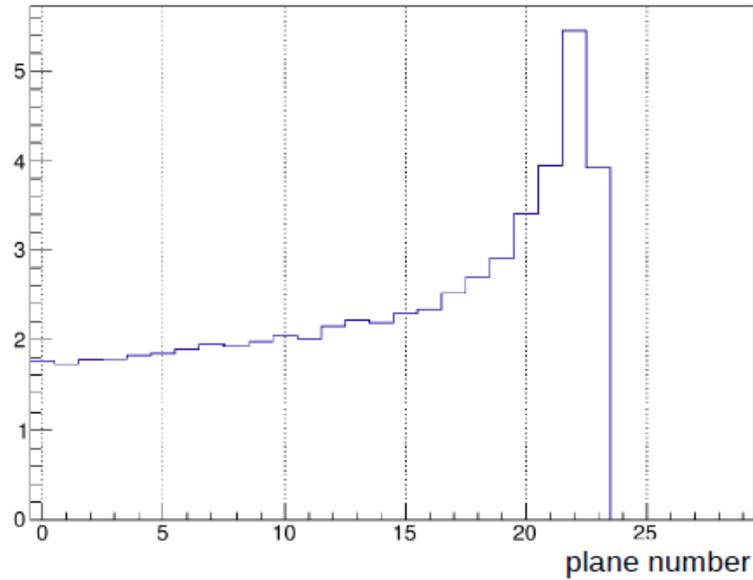
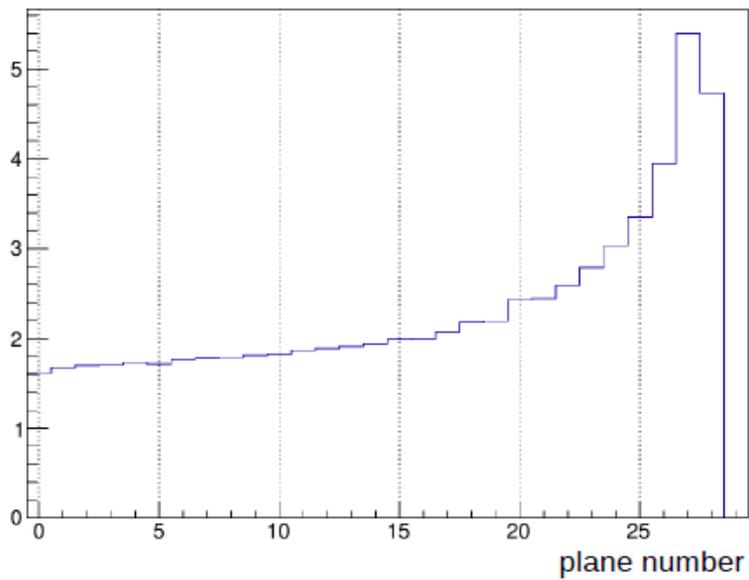


Аргон: модельно-зависимая методика

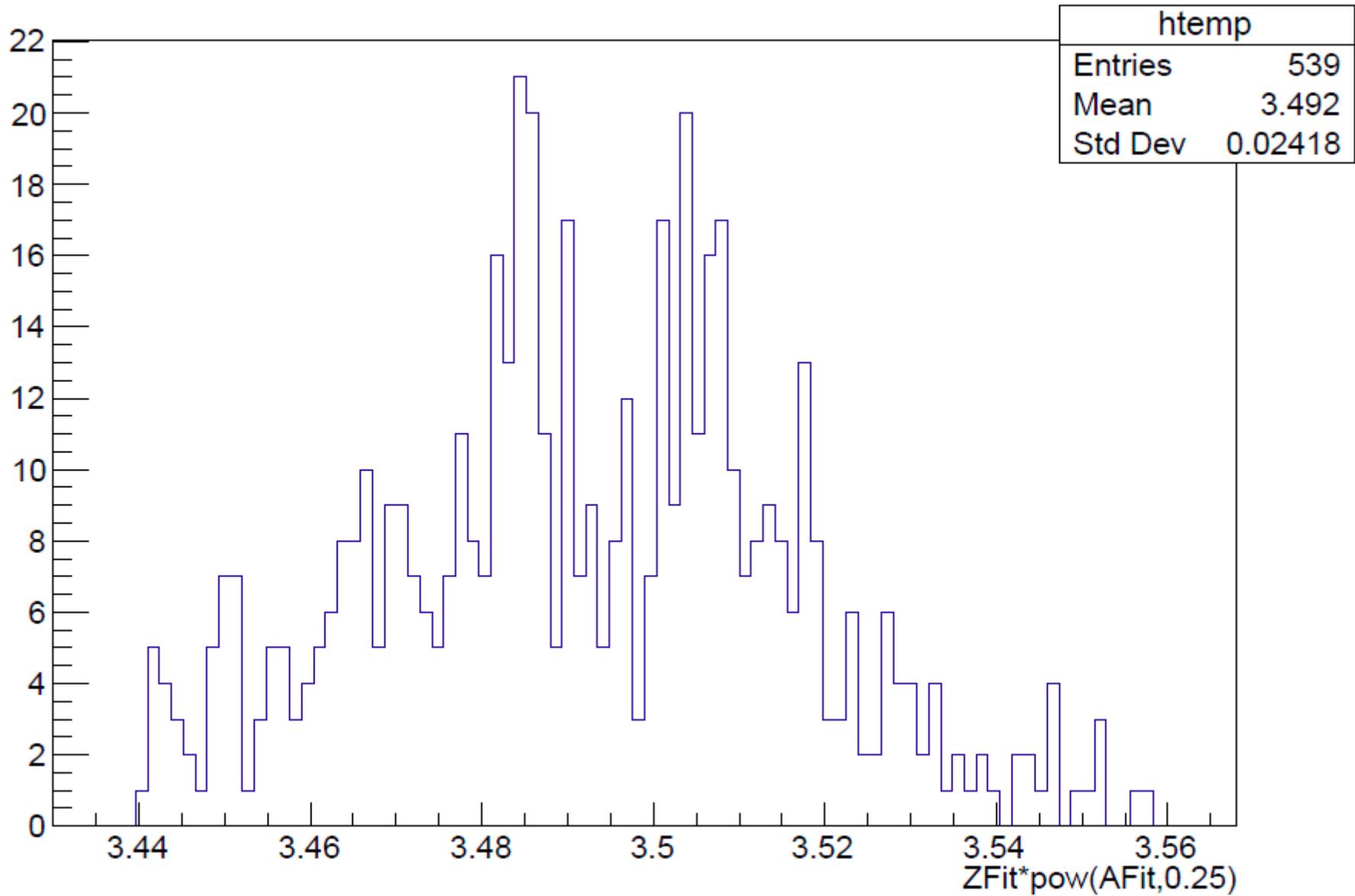


С ростом Z анализ становится все сложнее, поскольку относительное расстояние между разными изотопами ядра становится все меньше

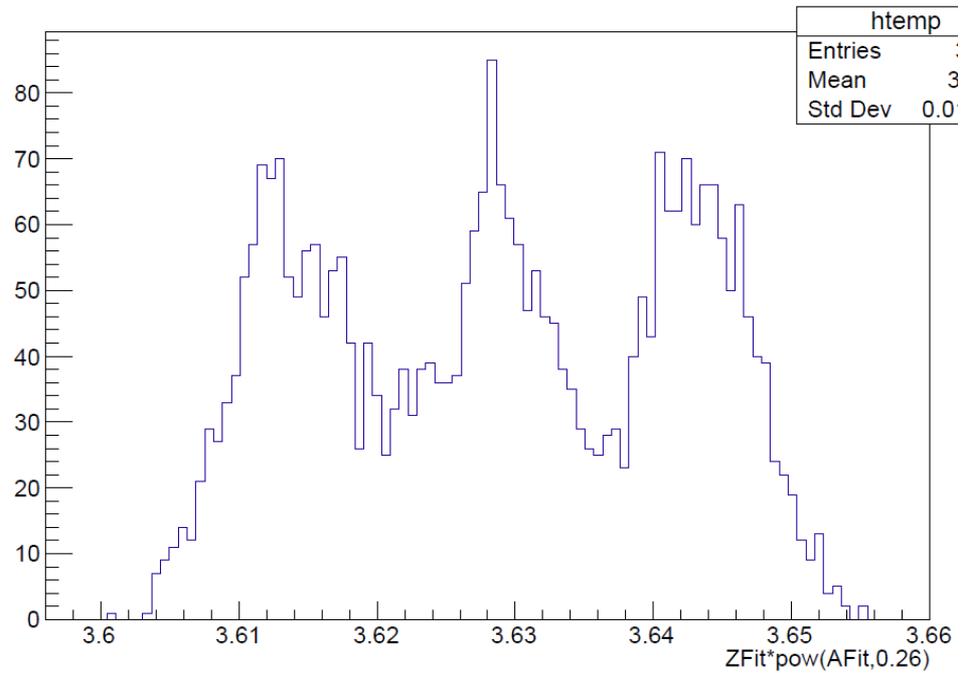
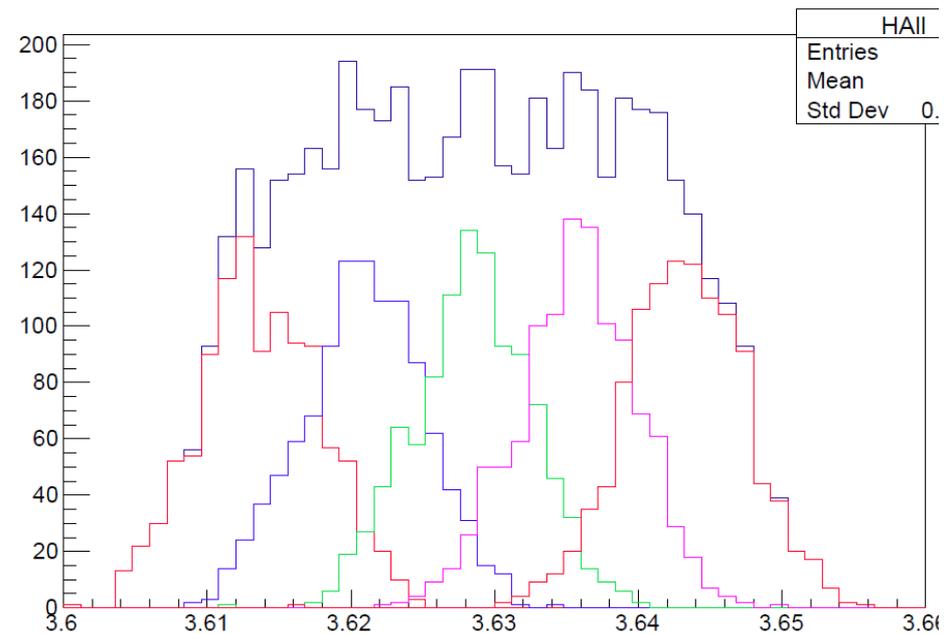
Модельно-независимая методика



Ксенон: модельно-независимая методика



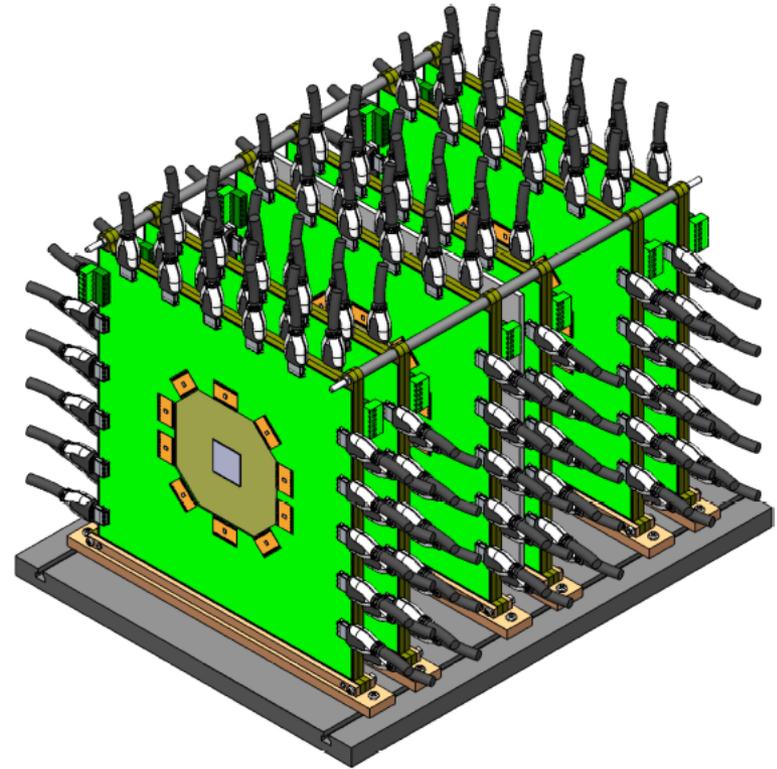
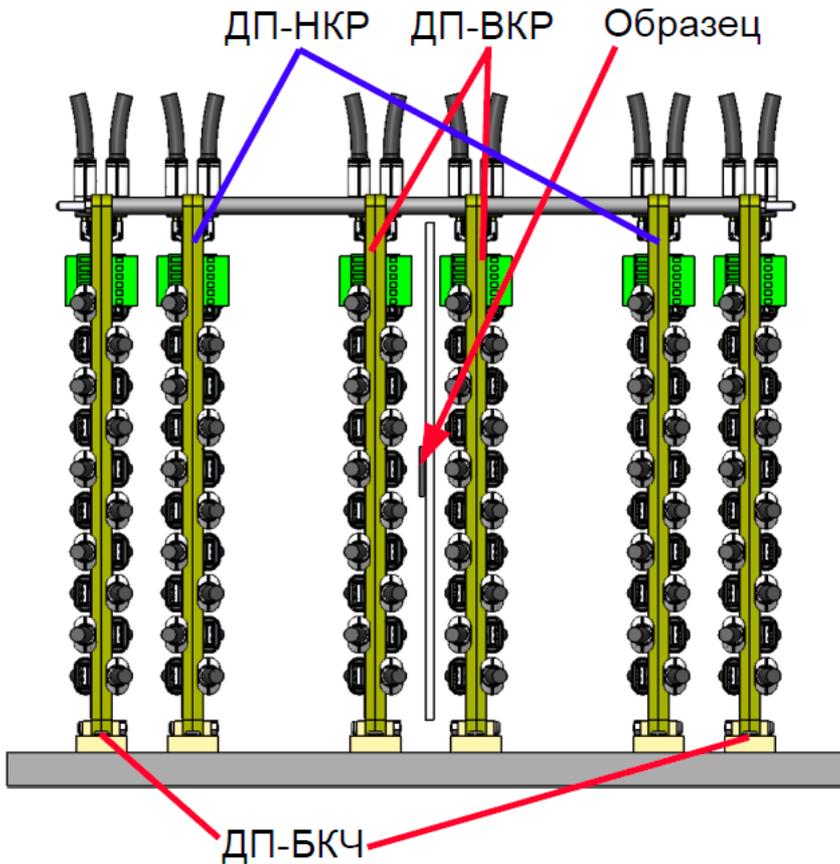
Ксенон: модельно-независимая методика



Нехватка статистики

- Для более конкретного анализа работоспособности эксперимента требуется статистика
- Для калибровки методик анализа также требуется набор пучковой статистики по низкоэнергетичным (до 1 ГэВ/нуклон) тяжелым ионам

Проект ДЧС-НИКА

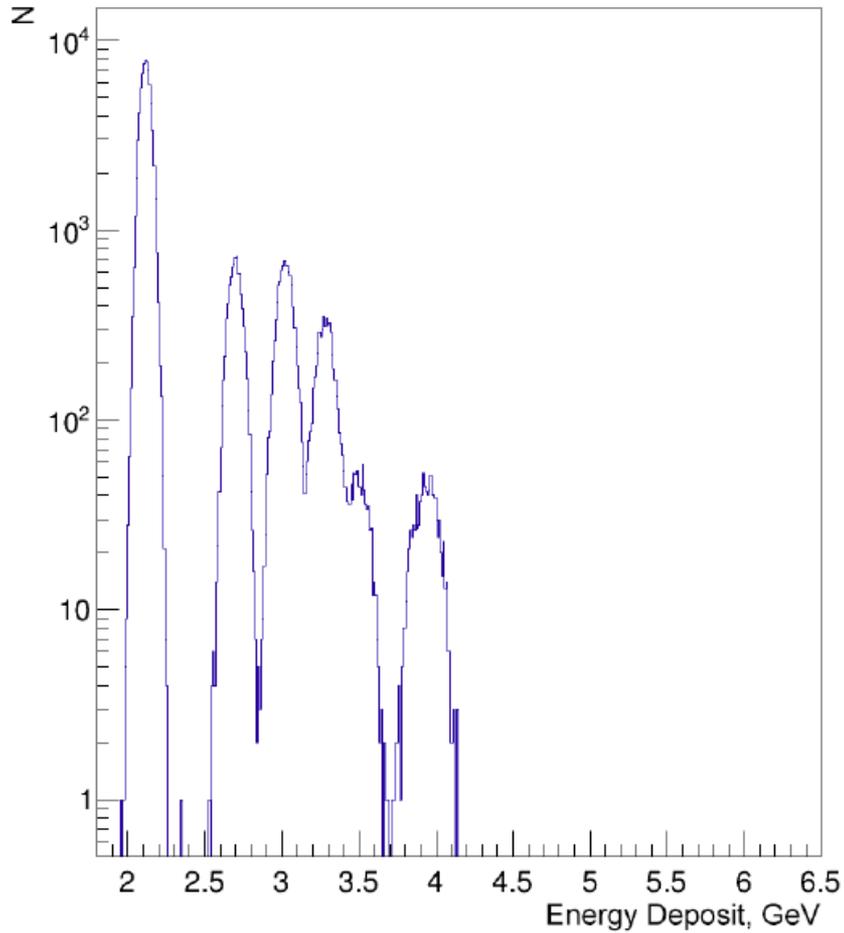


Два режима работы:

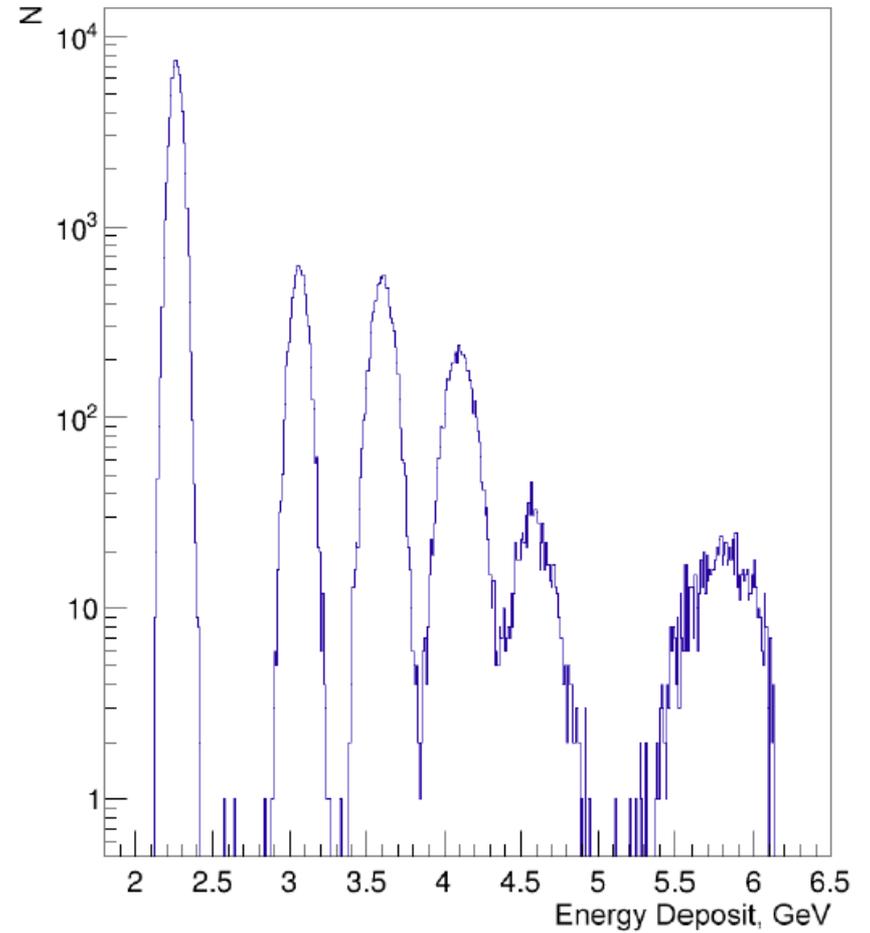
1. Прецизионная локализация трека частицы в образце и определения энерговыделения в нем
2. Точное позиционирование кристалла образца относительно осей системы путем исследования внутренней структуры микросхемы

Восстановление структуры образца

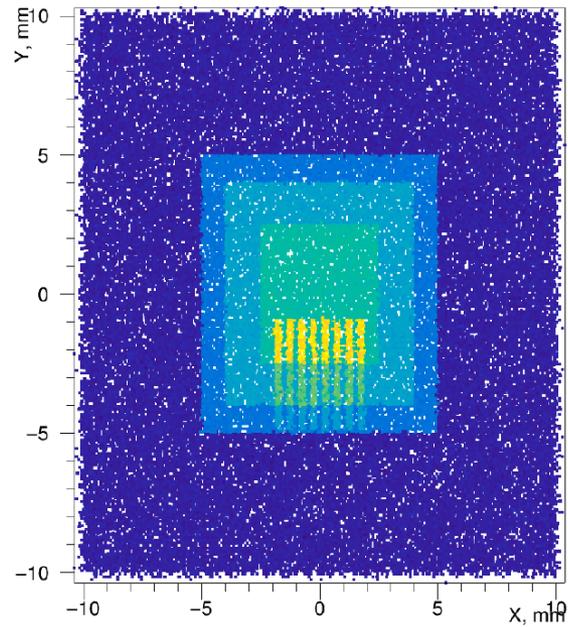
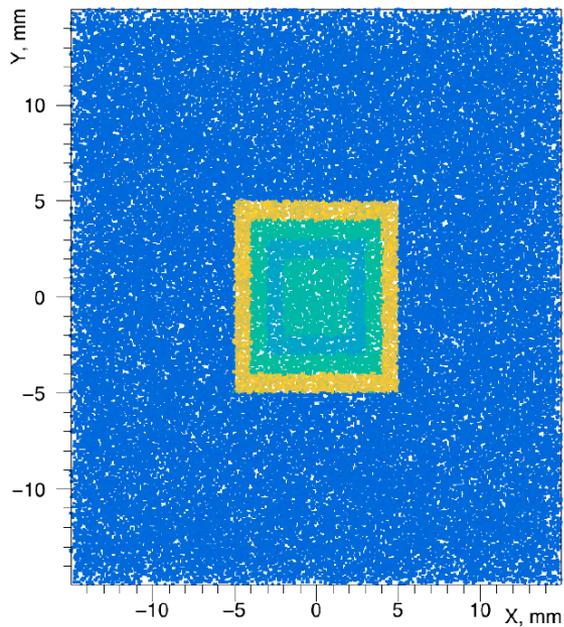
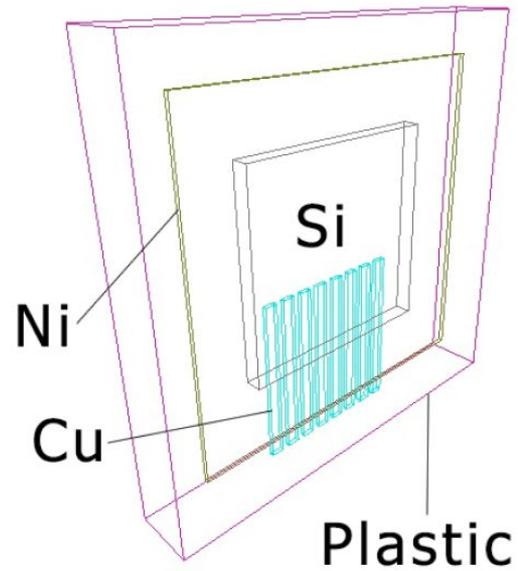
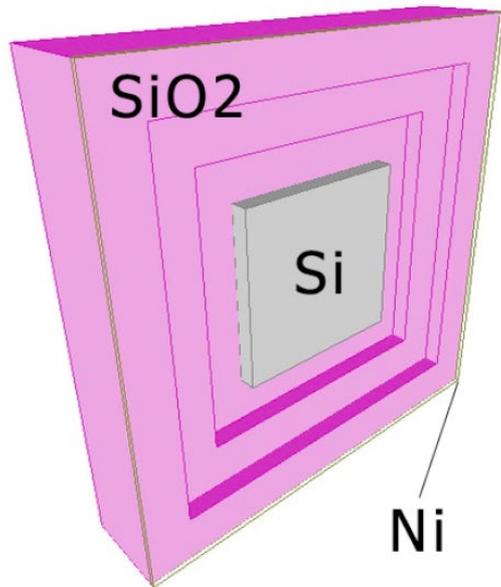
First pad



Second pad

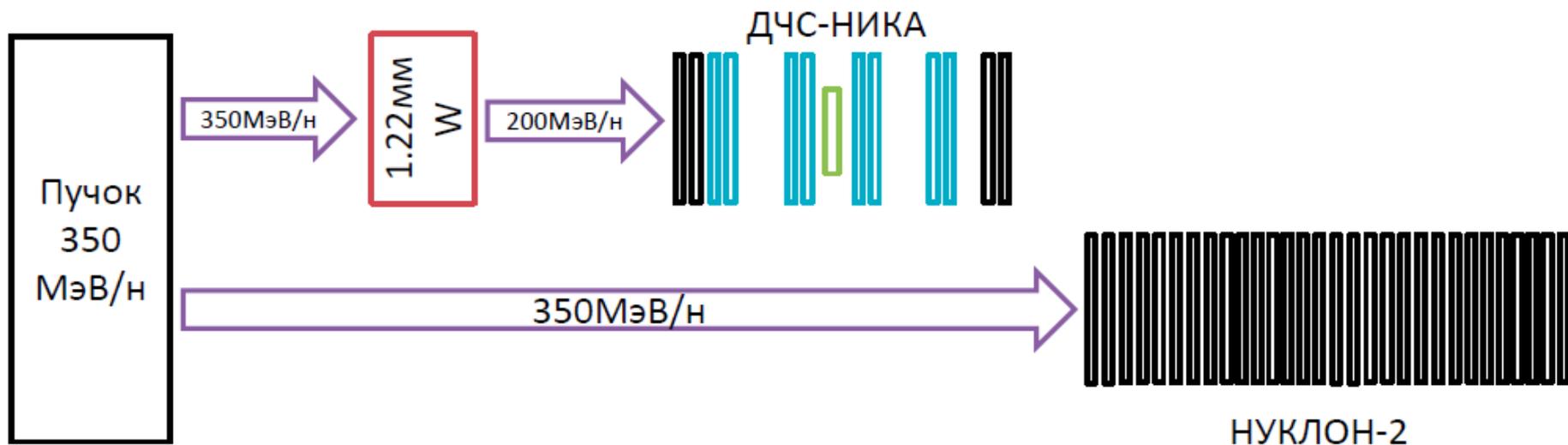


Восстановление структуры образца

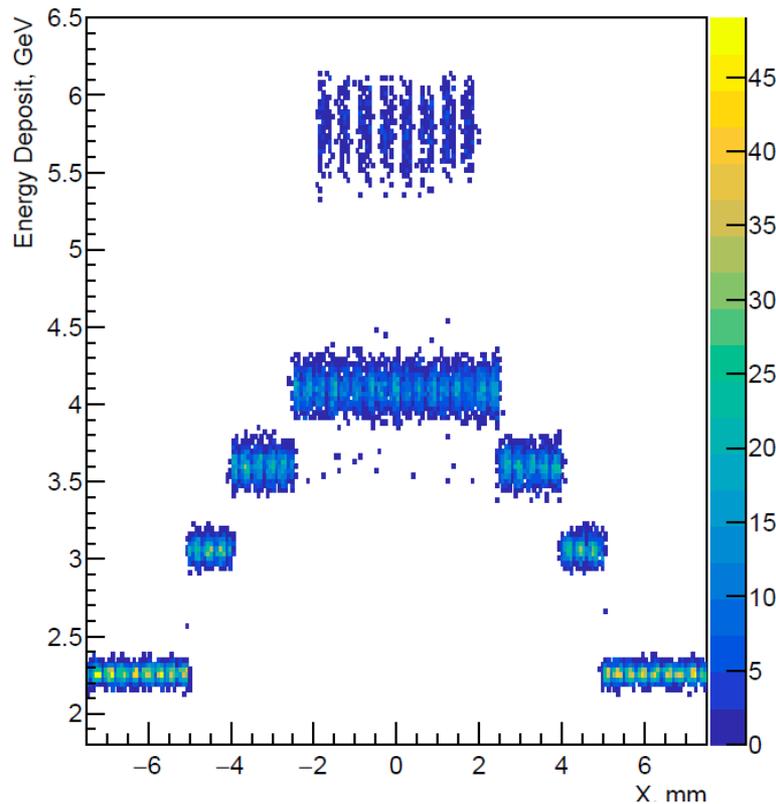


Использование ресурсов проекта ДЧС-НИКА в рамках миссии НУКЛОН-2

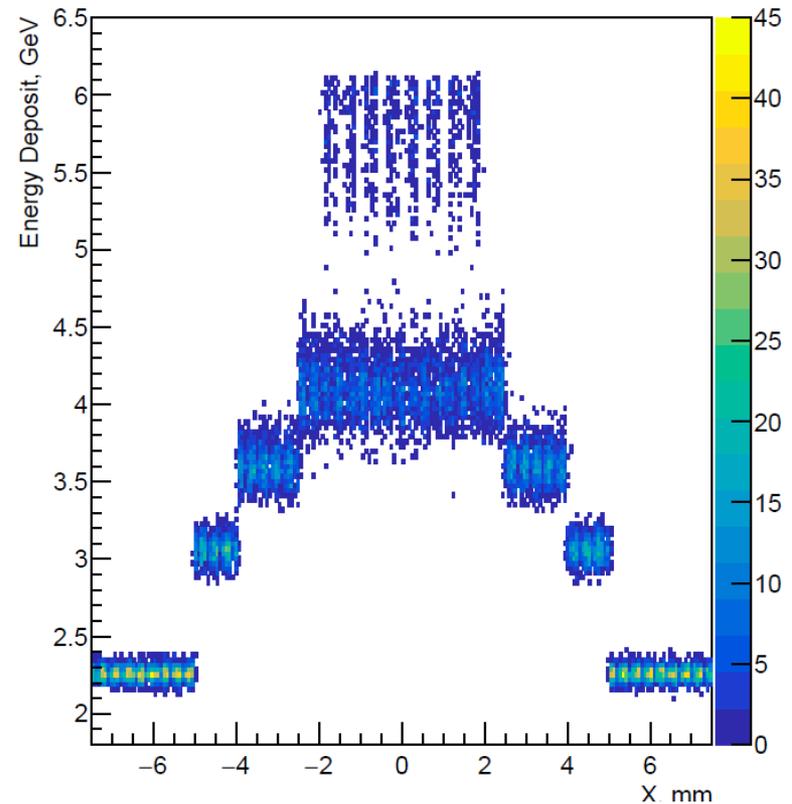
- Энергии и ядра пучка хорошо подходят для тестирования прототипа НУКЛОН-2
- Для обеспечения возможности работы установок в параллельном режиме в режиме томографии, необходимо установить дополнительный деградер перед ДЧС-НИКА



Использование ресурсов проекта ДЧС-НИКА в рамках миссии НУКЛОН-2



(a) $\sigma = 0.0$ МэВ/нуклон



(b) $\sigma = 0.9$ МэВ/нуклон

- Деградер (1.22мм вольфрама) вносит дисперсию в энергию частиц (0.87МэВ/нуклон), что может привести к ухудшению разрешения
- Влияние оказалось незначительным

Заключение

- Модельно-зависимая методика пока не позволяет разрешать тяжелые элементы
- Предварительные результаты модельно-независимой методики показывают положительные результаты
- И для того, чтобы сказать что-то более конкретное, и для калибровки методик анализа требуется значительное увеличение пучковой статистики
- Данную проблему планируется решать в рамках проекта ДЧС-НИКА
- Моделирование показывает возможность работы двух установок в параллельном режиме

Спасибо за внимание!