

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

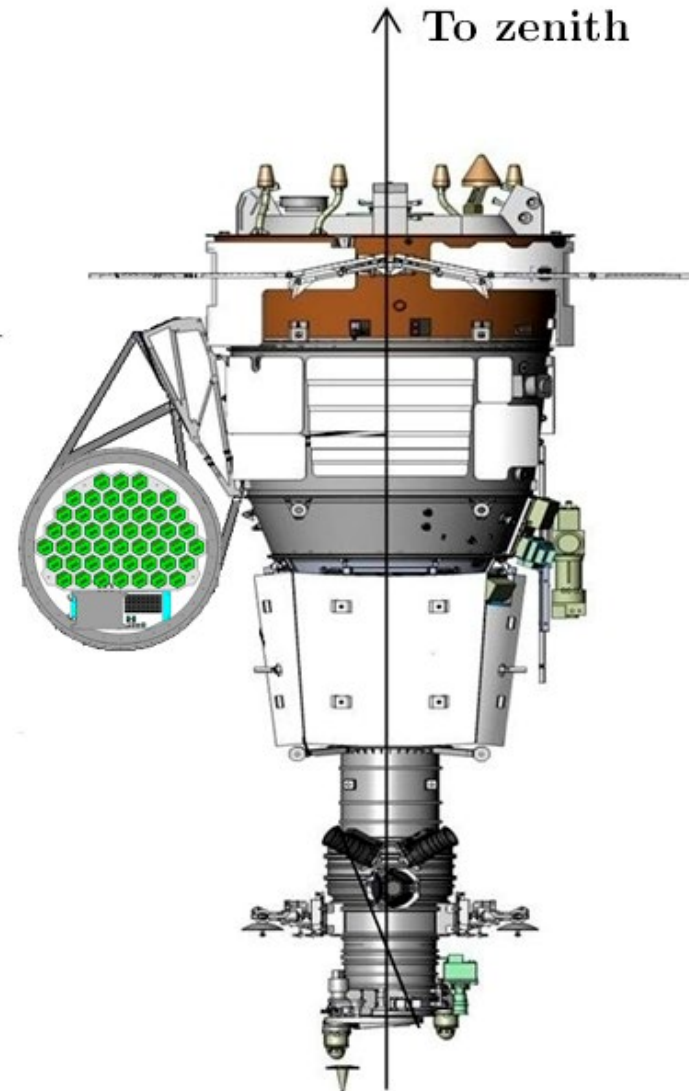
- LDEF: $Z = 70-103$, 1-2 ГэВ/Н, нет измерений изотопного состава
- HEAO-3-C3: $Z = 17-120$, нет измерений изотопного состава, низкая статистика при $Z=44-60$
- SuperTIGER: $Z = 10-60$, 2-3 ГэВ/Н, нет измерений изотопного состава
- ACE/CRIS: изотопный состав измерен до $Z=32$, $\sim 10^2$ МэВ/Н

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

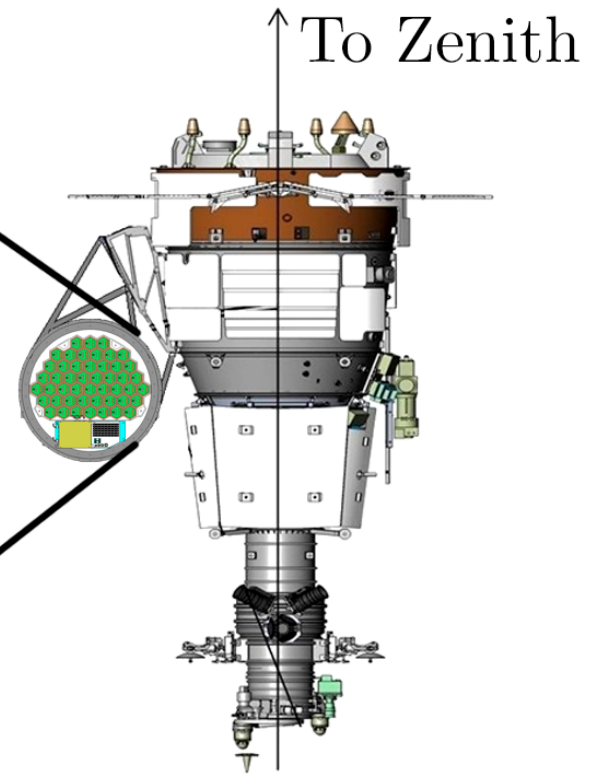
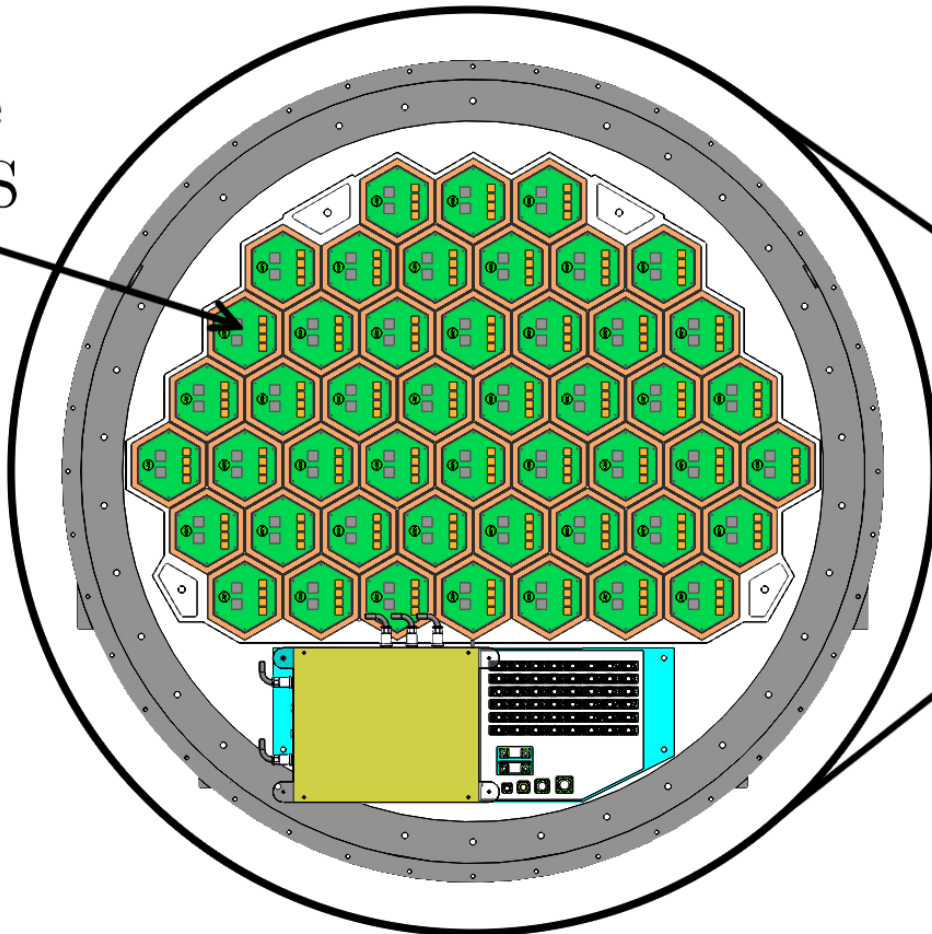
Миссия НУКЛОН-2

- 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

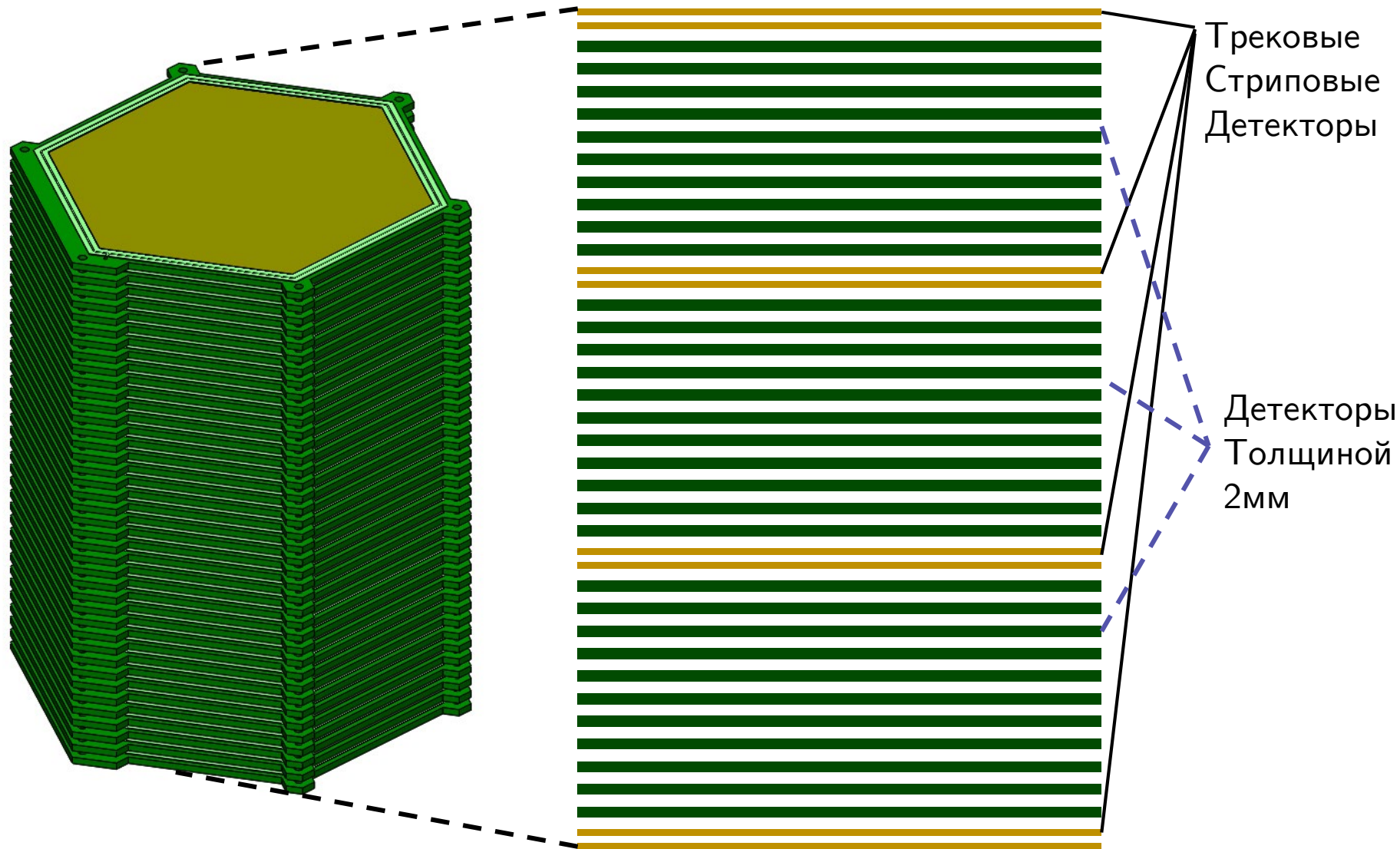


Предполагаемая конструкция научной аппаратуры

Single
HICRS



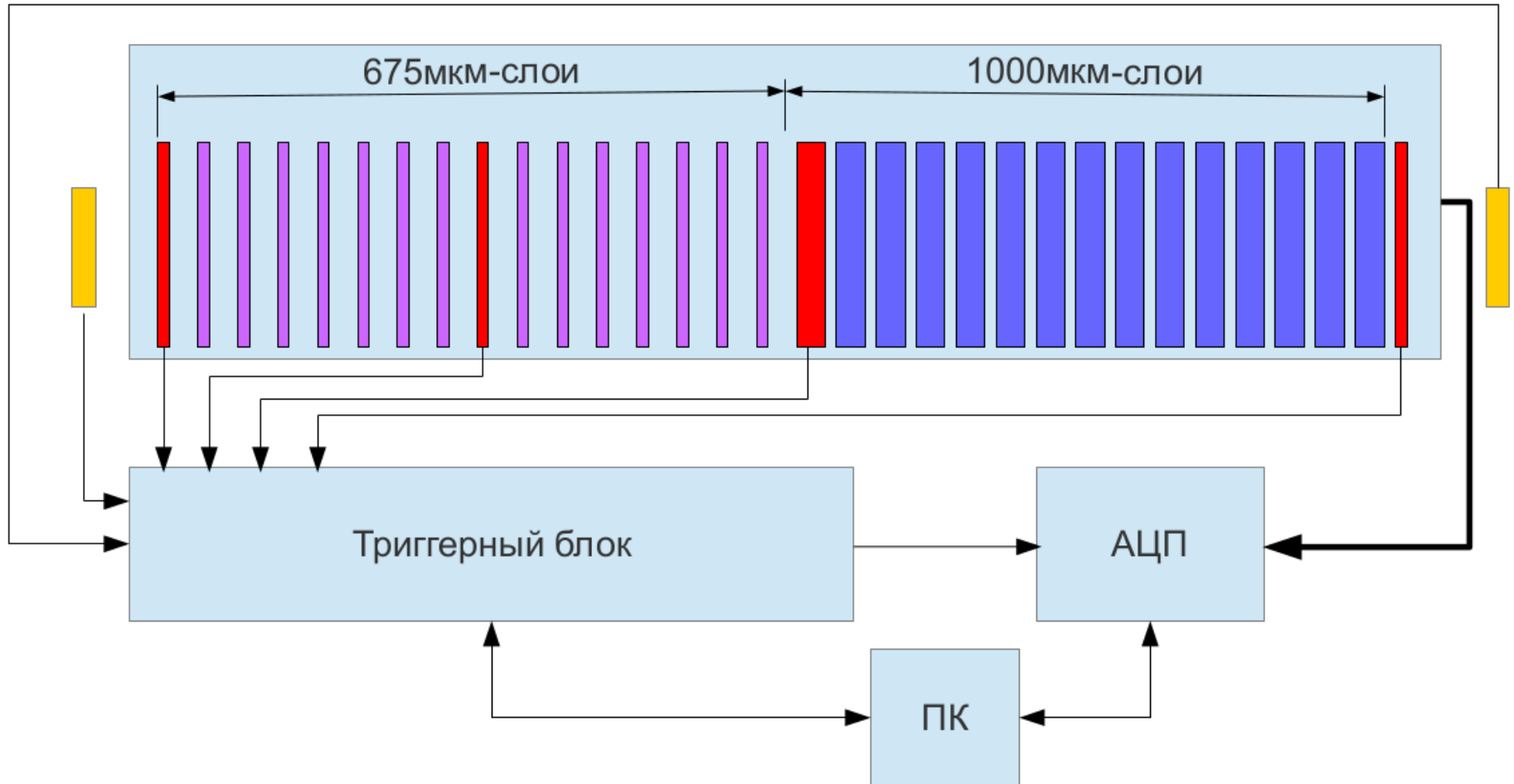
Конструкция СТИКЛ (HICRS)



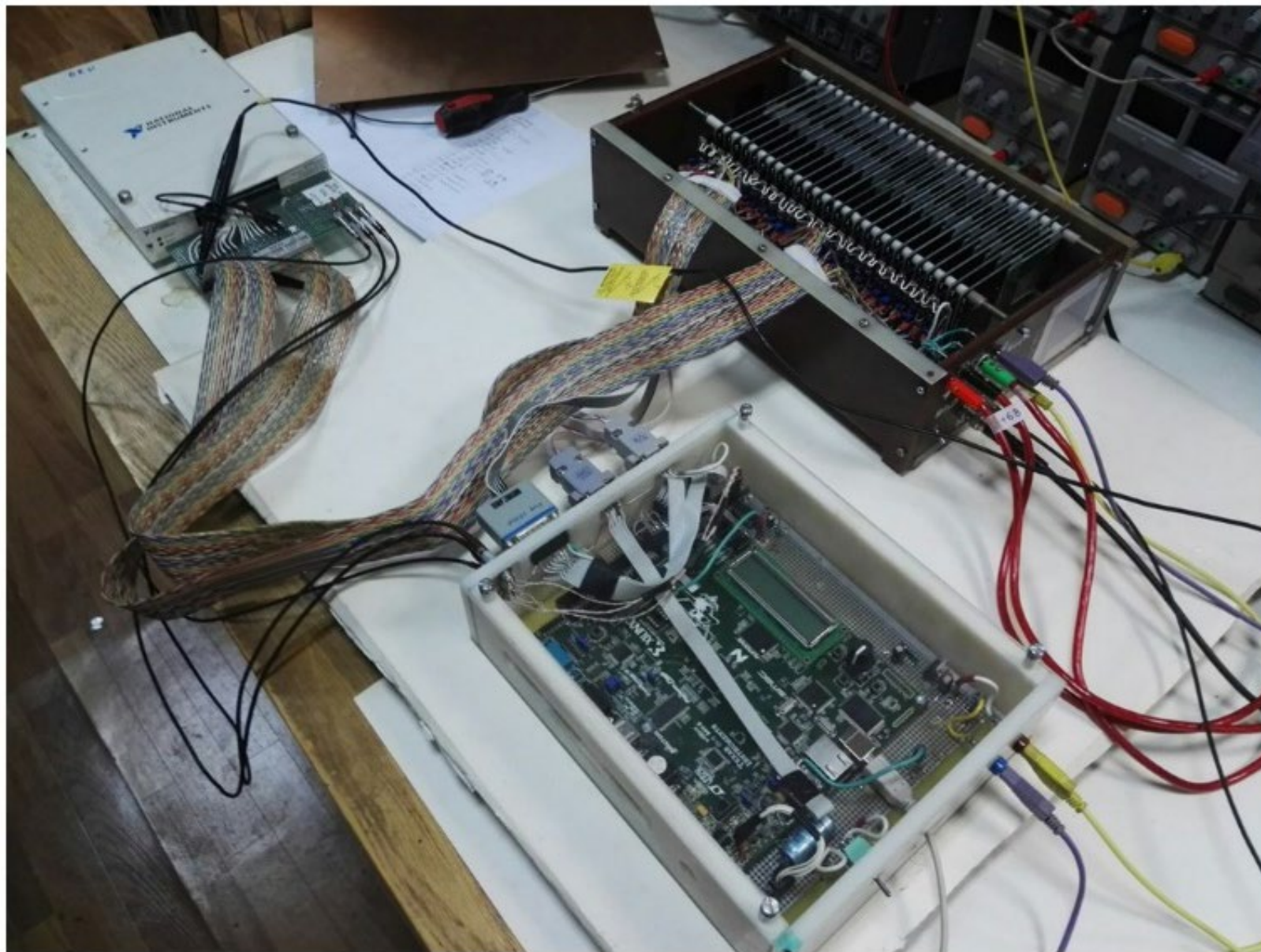
Ожидаемая статистика

Nucleus Z	N	Nucleus Z	N	Nucleus Z	N	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		

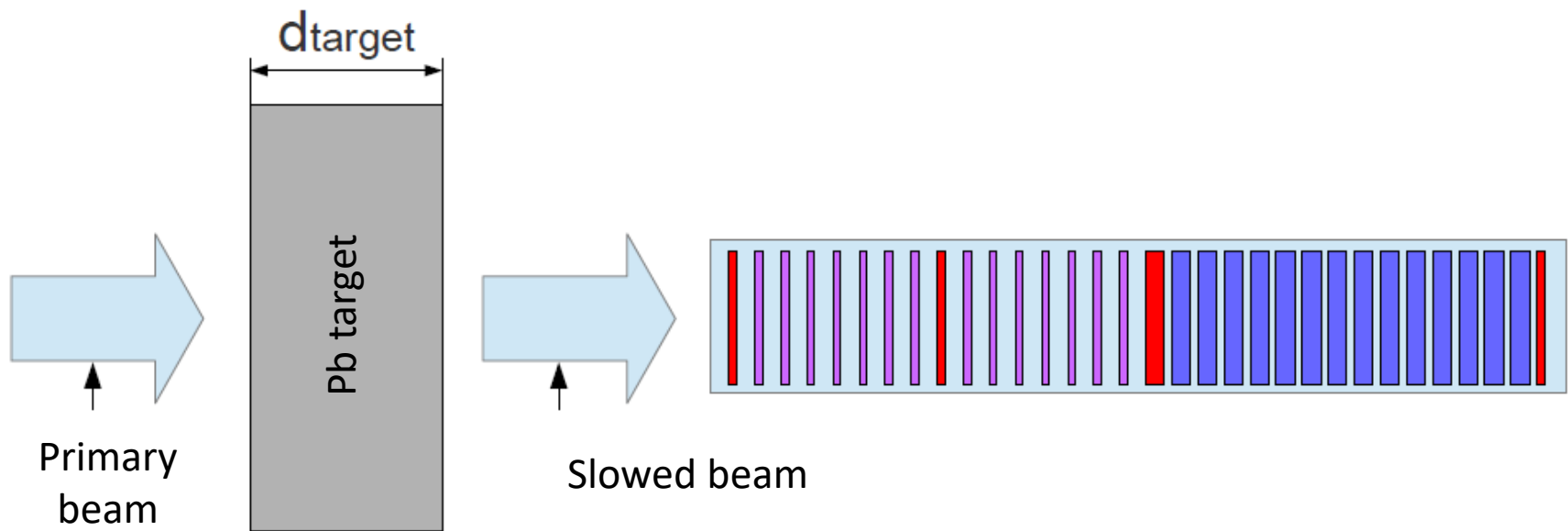
Прототип



Прототип

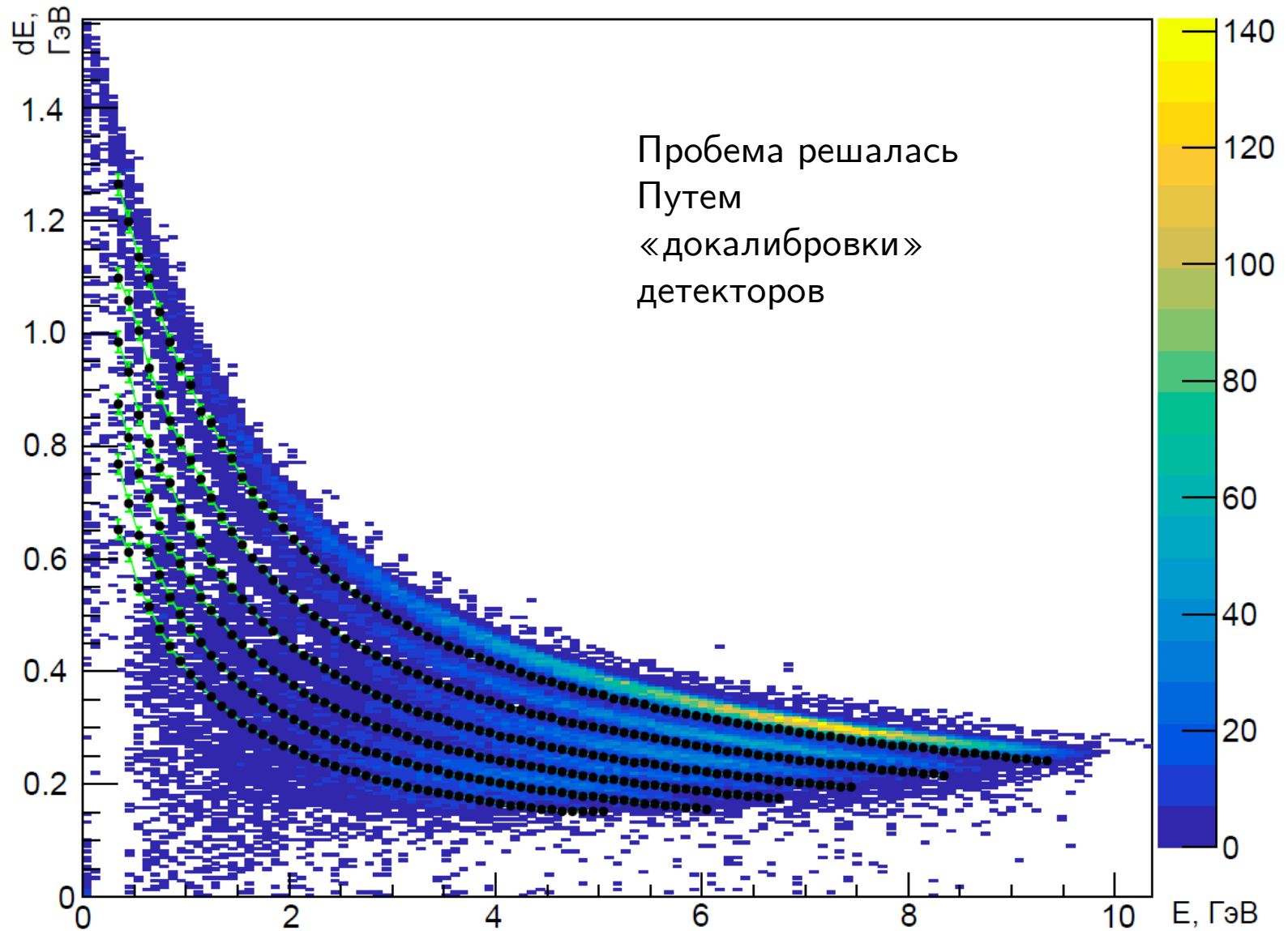


Проведенные тесты

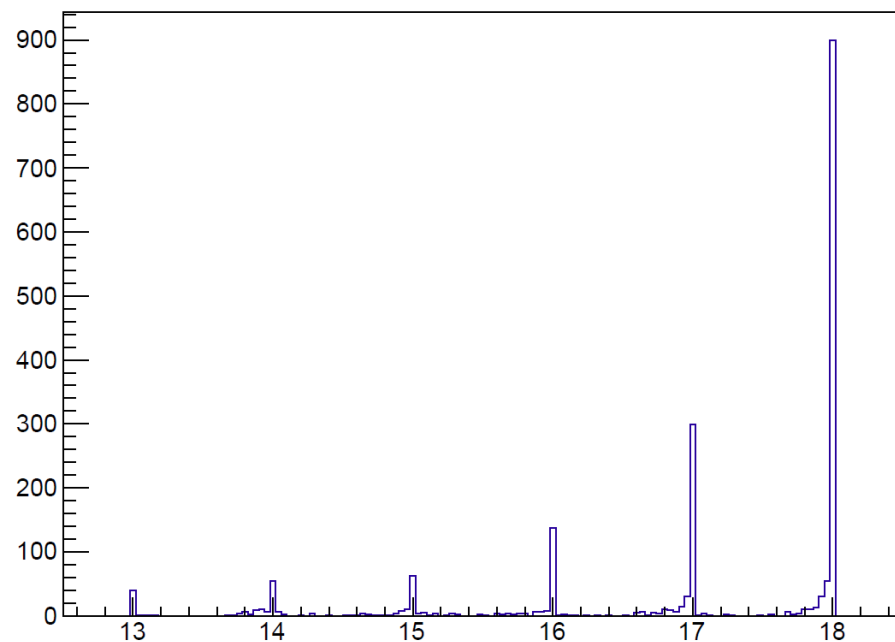
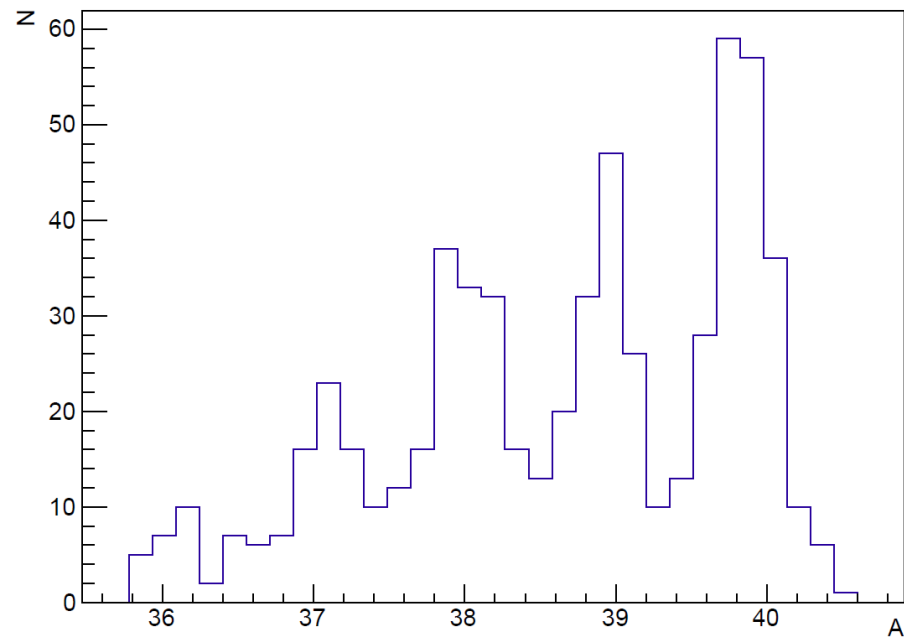


1. CERN, фрагментированный на Be Pb, 150ГэВ/нуклон, без мишени (только пролетные)
2. CERN, Xe129, 13ГэВ/нуклон, мишень 329mm
3. НУКЛОТРОН, Ar40, 3.5ГэВ/нуклон, мишень 214mm

Модельно-зависимая методика и ее проблемы

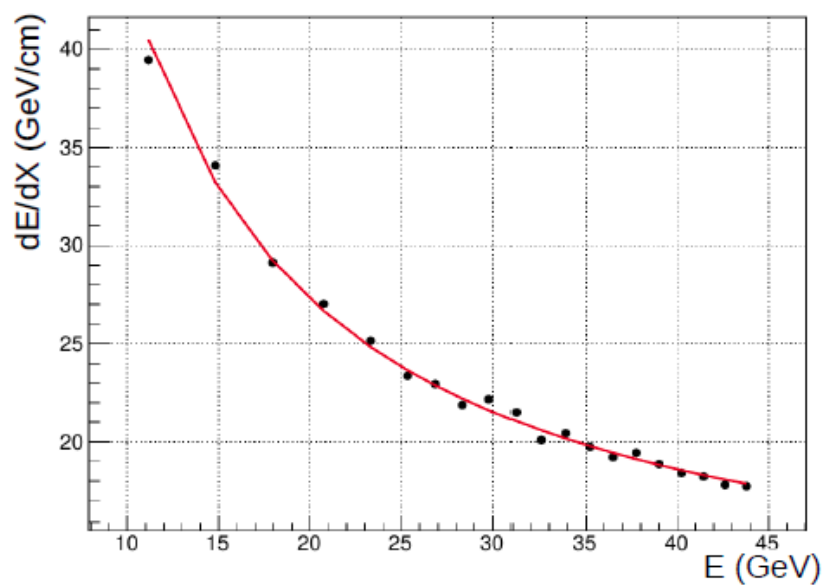
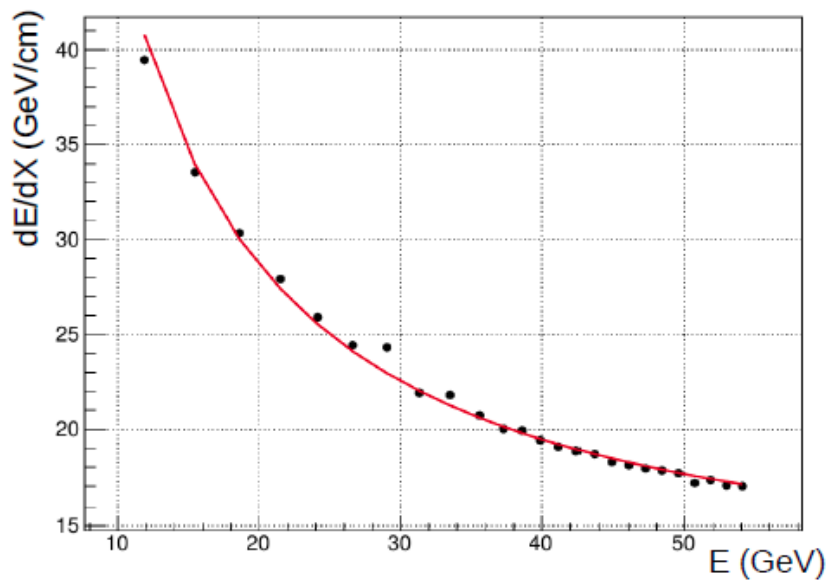
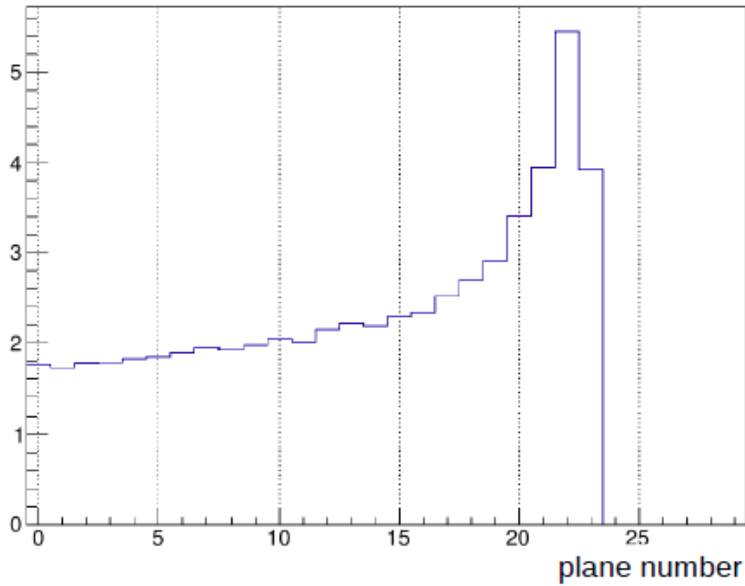
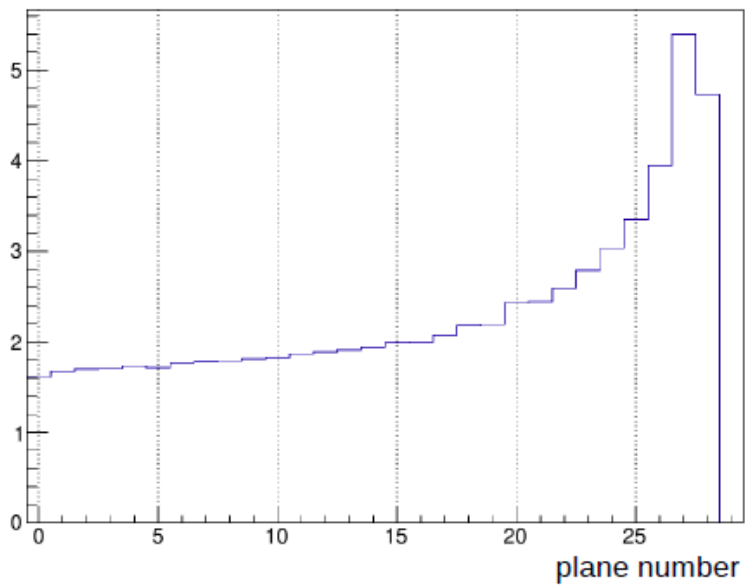


Аргон: модельно-зависимая методика

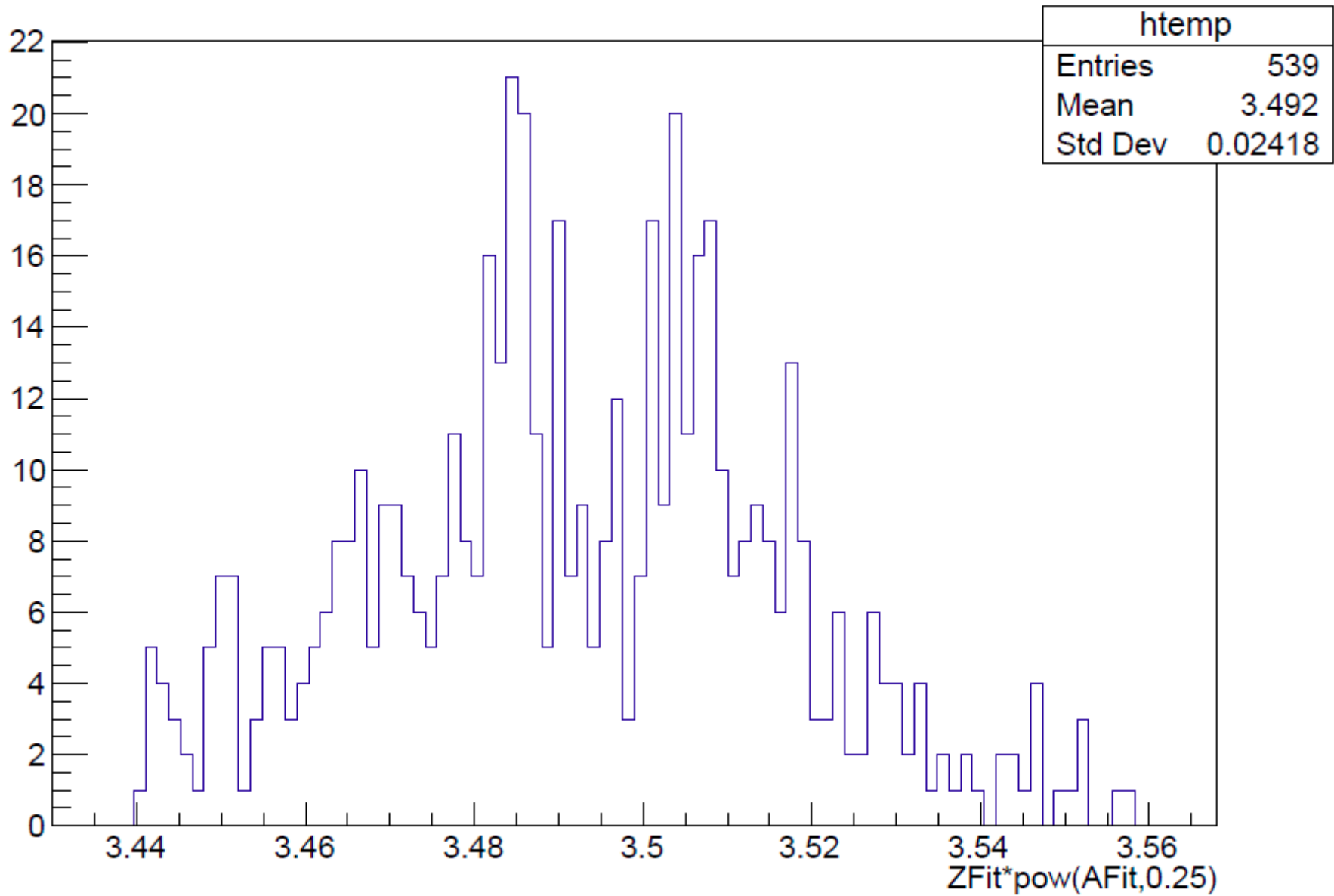


С ростом Z анализ становится все сложнее, поскольку относительное расстояние между разными изотопами ядра становится все меньше

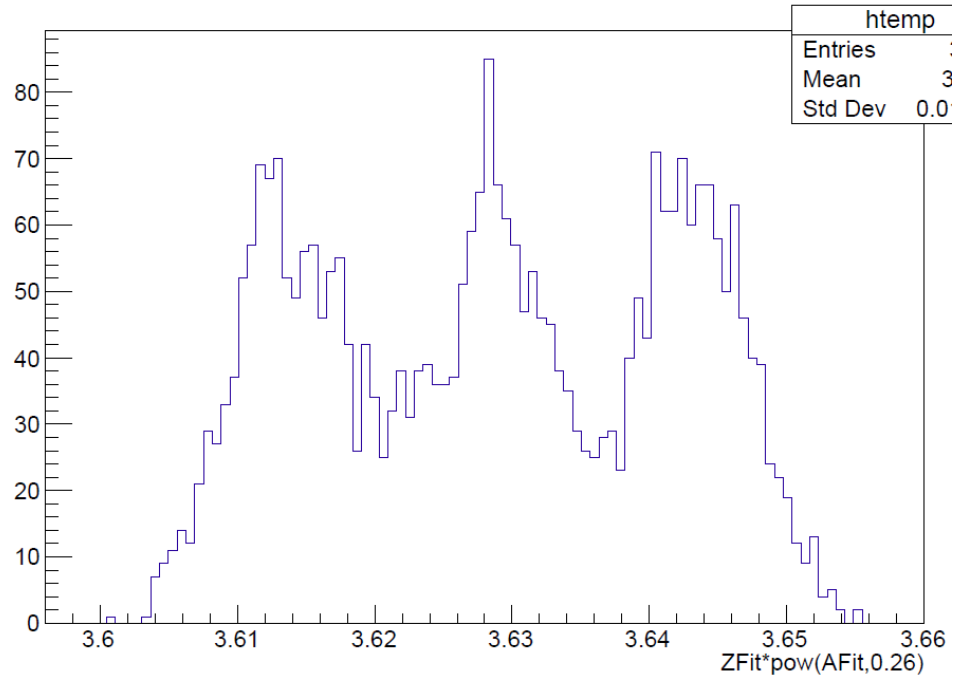
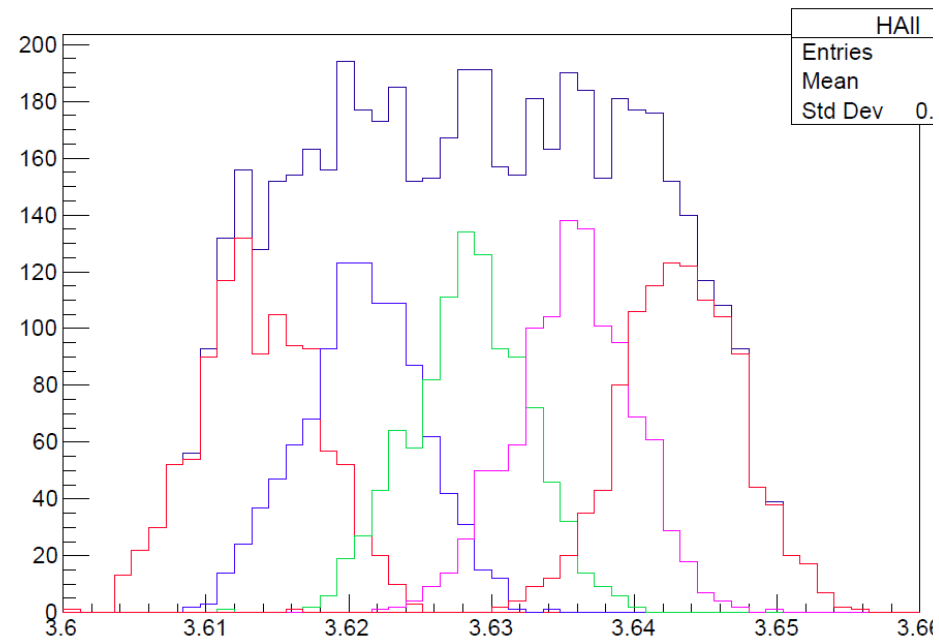
Модельно-независимая методика



Ксенон: модельно-независимая методика



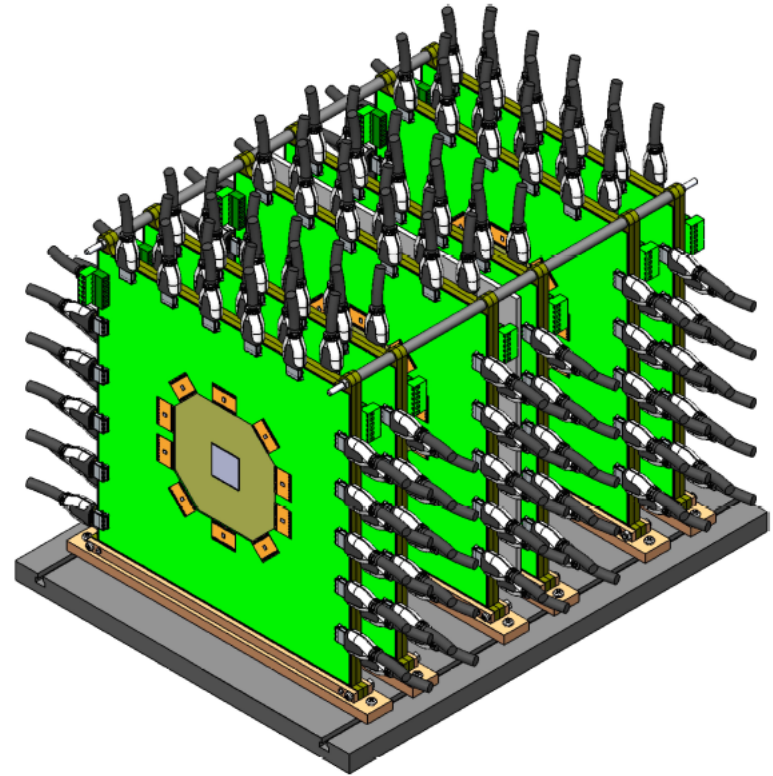
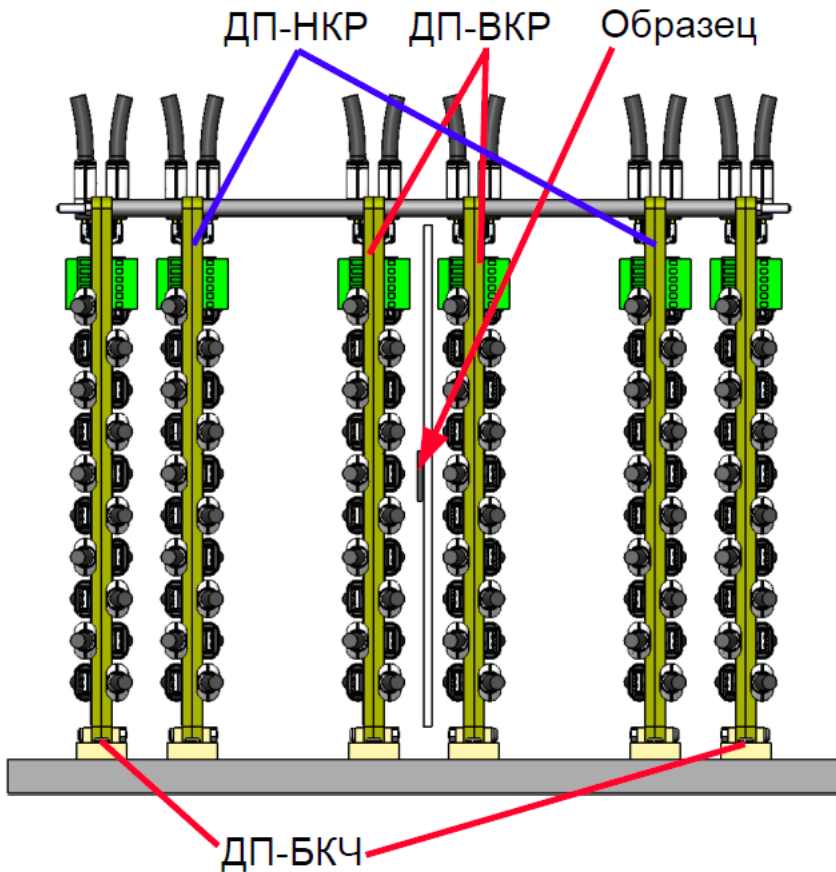
Ксенон: модельно-независимая методика



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

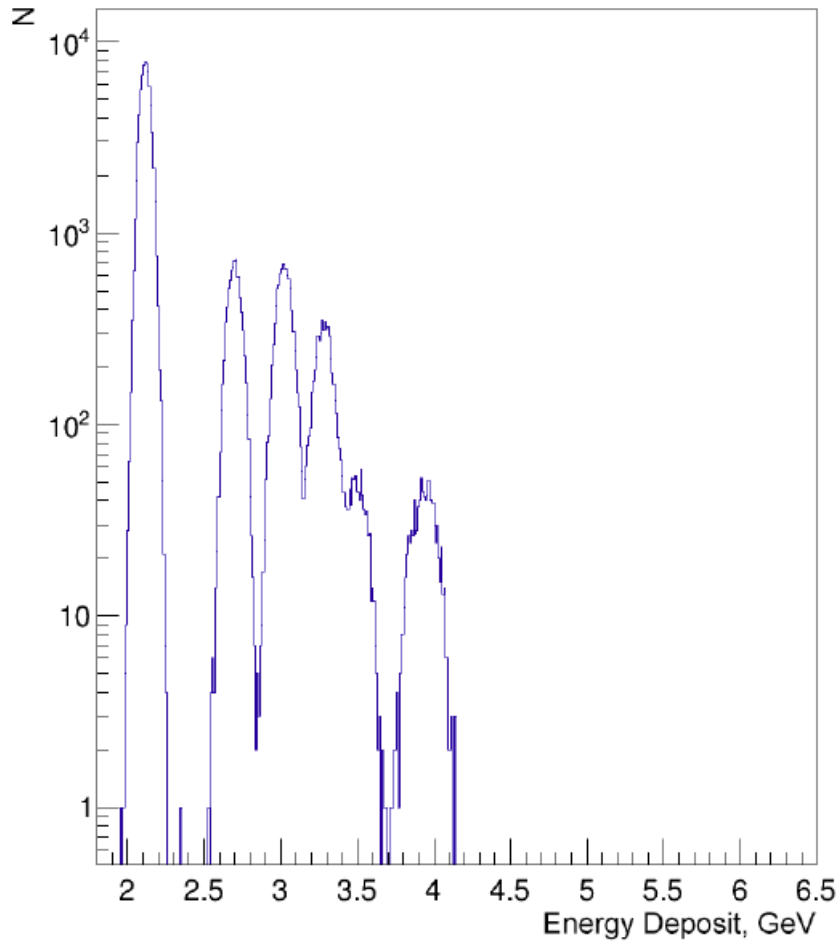


Два режима работы:

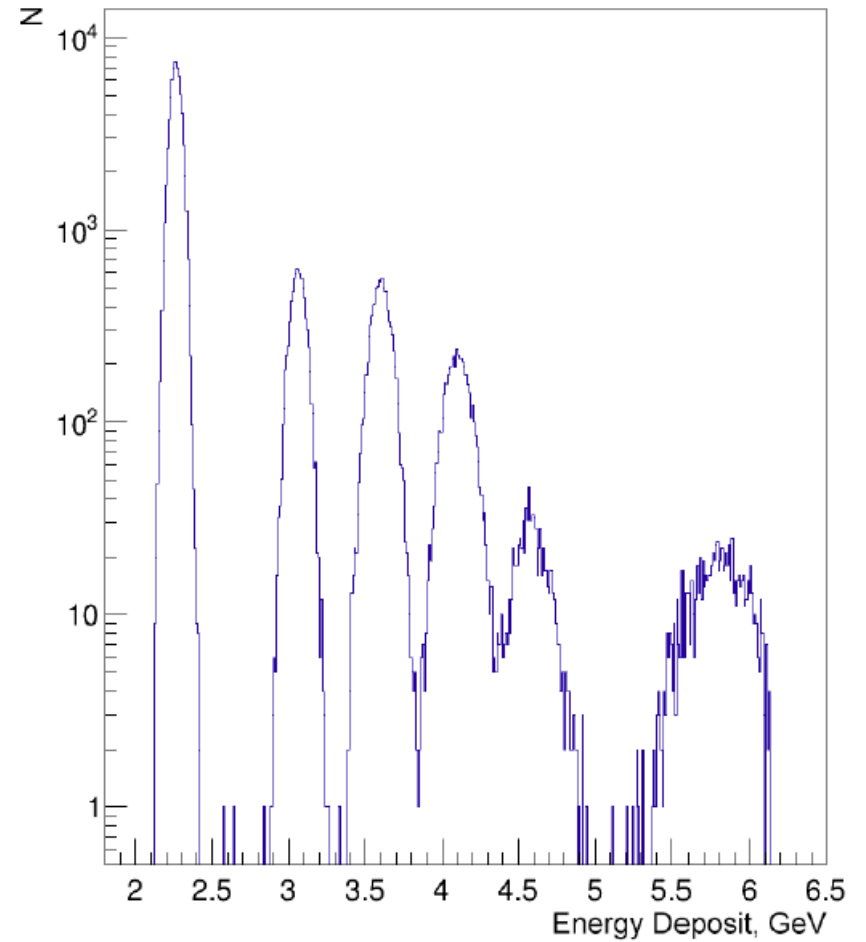
1. Прецизионная локализация трека частицы в образце и определения энерговыделения в нем
2. Точное позиционирование кристалла образца относительно осей системы путем исследования внутренней структуры микросхемы

Восстановление структуры образца

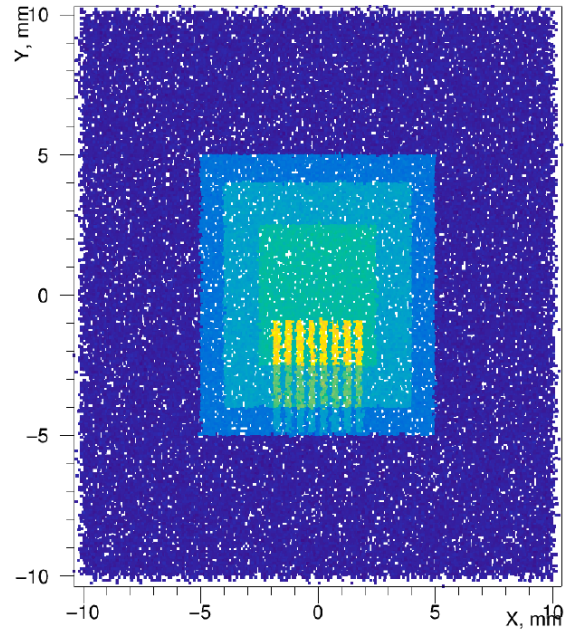
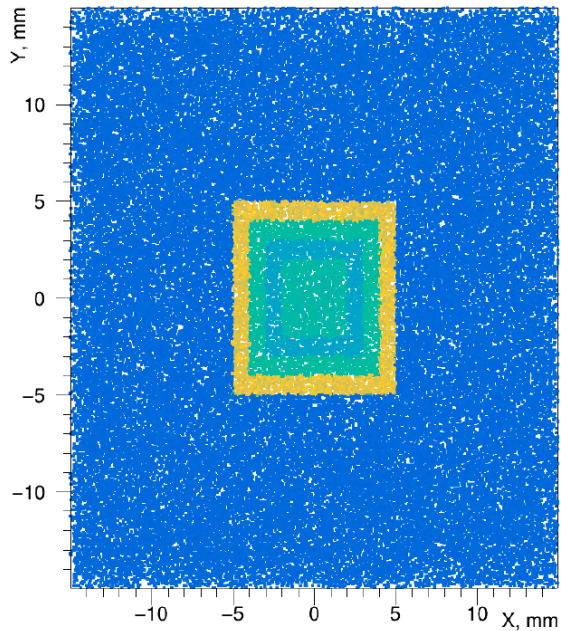
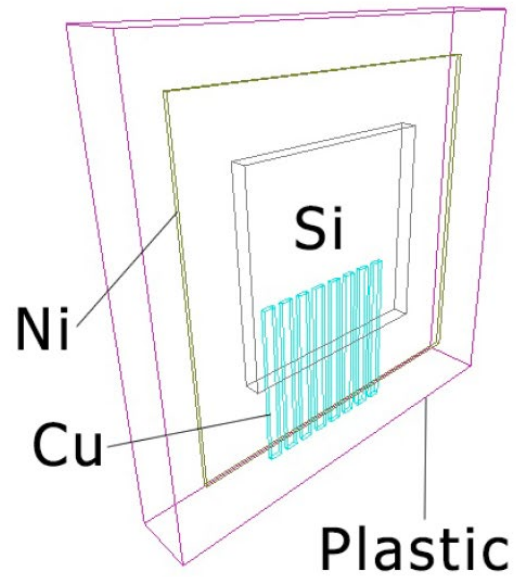
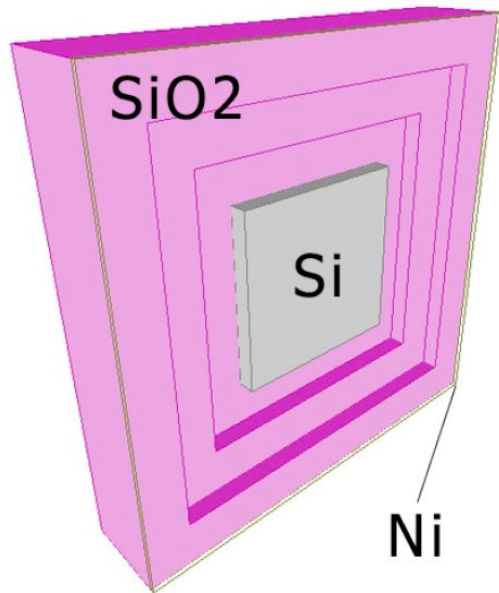
First pad



Second pad

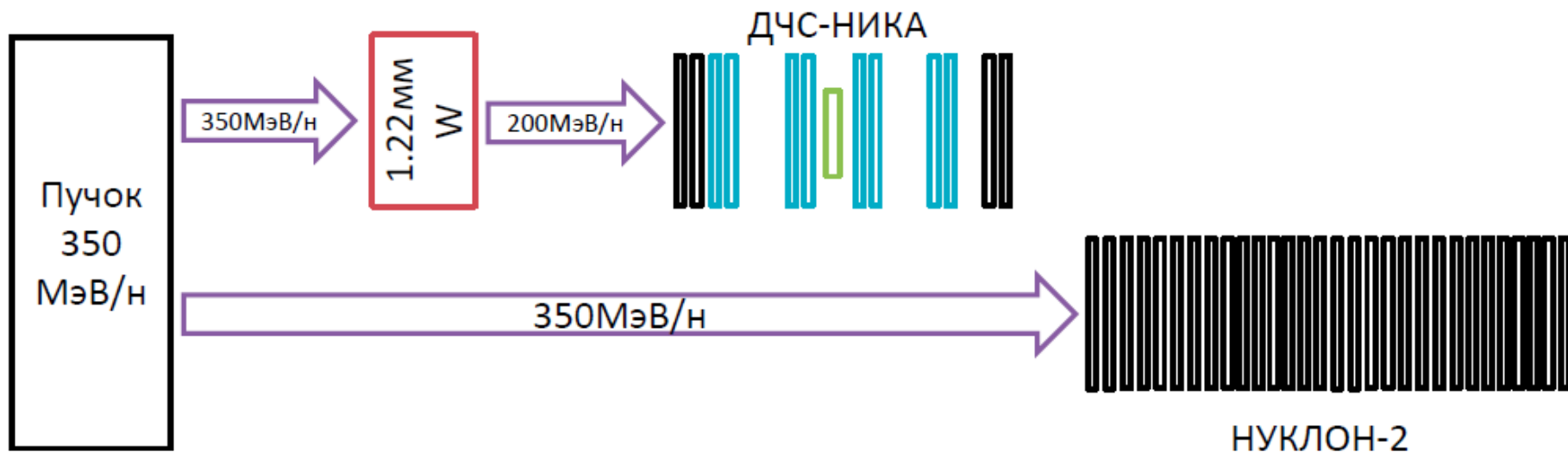


Восстановление структуры образца

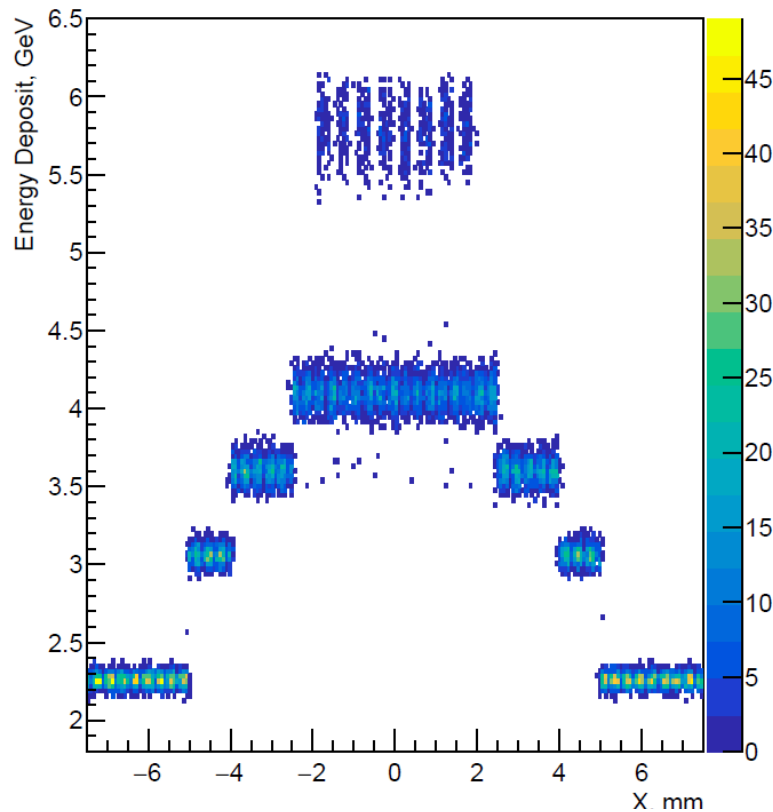


Использование ресурсов проекта ДЧС-НИКА в рамках миссии НУКЛОН-2

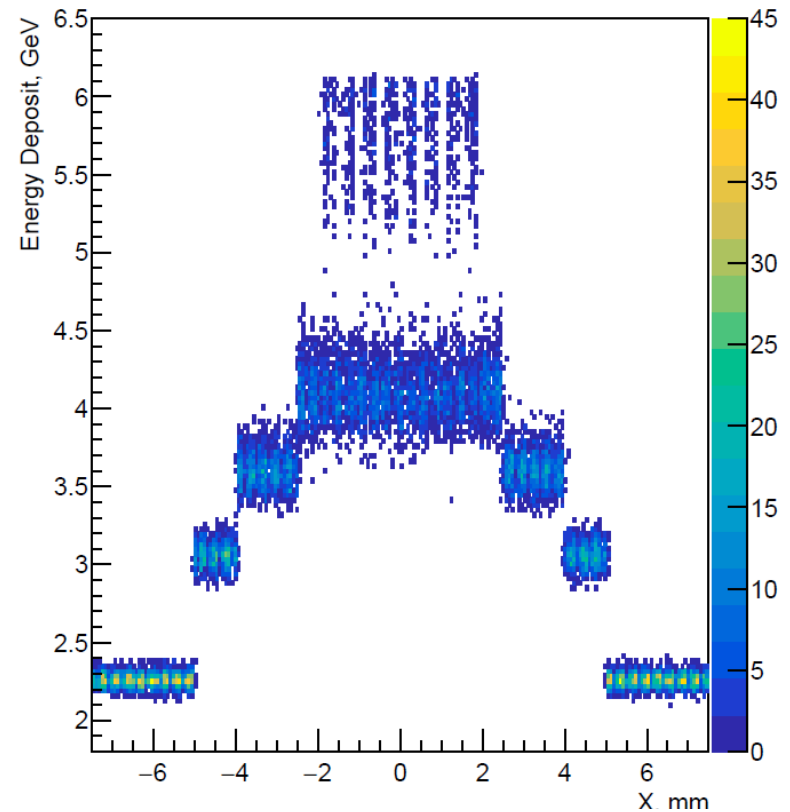
- Энергии и ядра пучка хорошо подходят для тестирования прототипа НУКЛОН-2
- Для обеспечения возможности работы установок в параллельном режиме в режиме томографии, необходимо установить дополнительный деградер перед ДЧС-НИКА



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!