

38 Всероссийская конференция по космическим лучам



АНАЛИЗ ФОРБУШ-ПОНИЖЕНИЙ 2024 ГОДА ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ НЕЭКРАНИРОВАННЫХ НЕЙТРОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ ЭК НЕВОД

Волков Е.П., Громушкин Д.М., Коновалова А.Ю., Кузьменкова П.С., Мишутина Ю.Н., Хомчук Е.П.

Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ», НОЦ НЕВОД

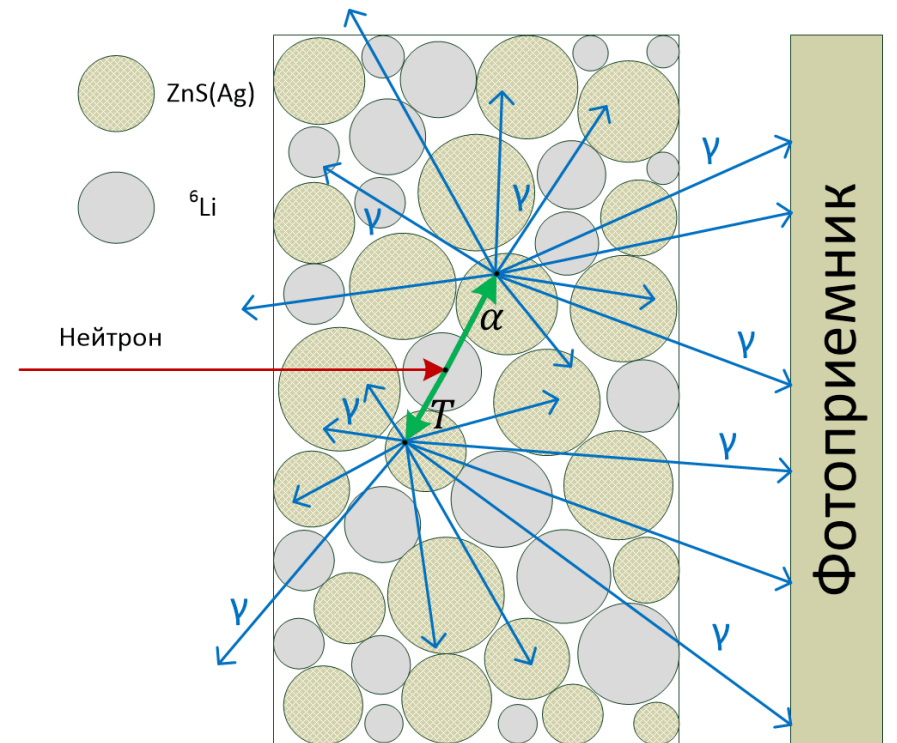
Москва, 2024 г.

Неэкранированные нейтронные детекторы:

- Регистрация потоков тепловых и надтепловых нейтронов на уровне фоновых значений
- Неорганический сцинтиллятор ($\text{ZnS(Ag)}+{}^6\text{LiF}$ или $\text{ZnS(Ag)}+\text{B}_2\text{O}_3$)
- Отбор сигналов по форме импульса
- Эффективность захвата тепловых нейтронов $\sim 20\%$ (Для ${}^6\text{LiF}$).

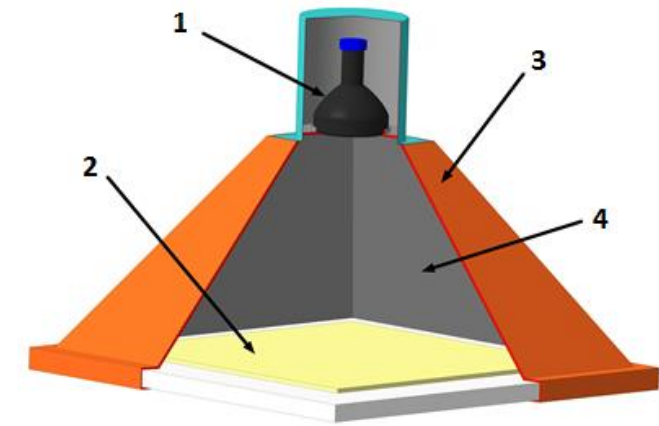
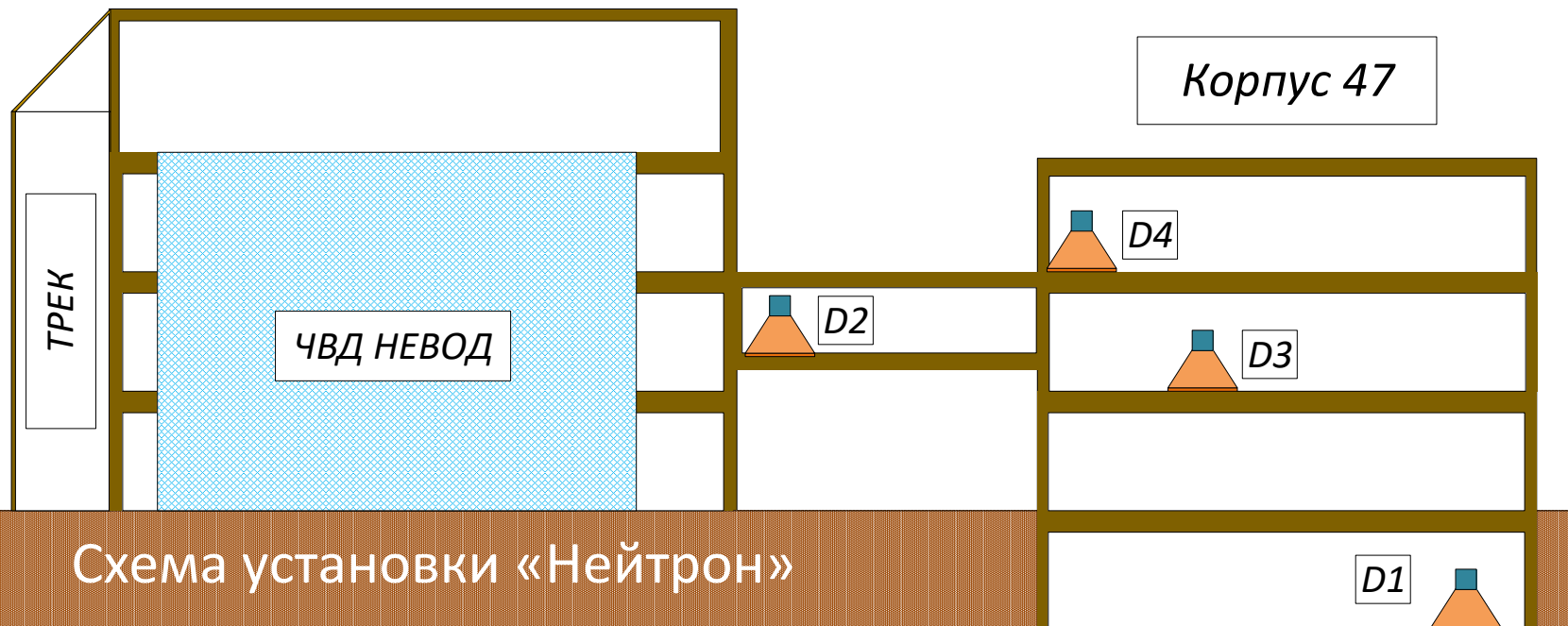
Примеры исследований:

- Регистрация нейтронов во время гроз
- Поиск связей с различными геофизическими явлениями
- Исследование влияния метеопараметров на вариации нейтронов
- Регистрация и исследование форбуш-понижений



Установка «Нейтрон»

- 4 детектора
- Эффективная площадь детектора 0.75 м²
- Расположение на разных уровнях
- Сцинтиллятор ZnS(Ag)+⁶LiF
- ФЭУ-200 с плоским фотокатодом
- Делитель + Дискриминатор-Интегратор-Усилитель (12d)
- Триггер от дискриминатора



- 1 - ФЭУ-200
- 2 - сцинтиллятор ZnS(Ag) + ⁶LiF
- 3 - светозащитный корпус
- 4 - светоотражающее покрытие

Установка ПРИЗМА-36

Запущена в 2024 году

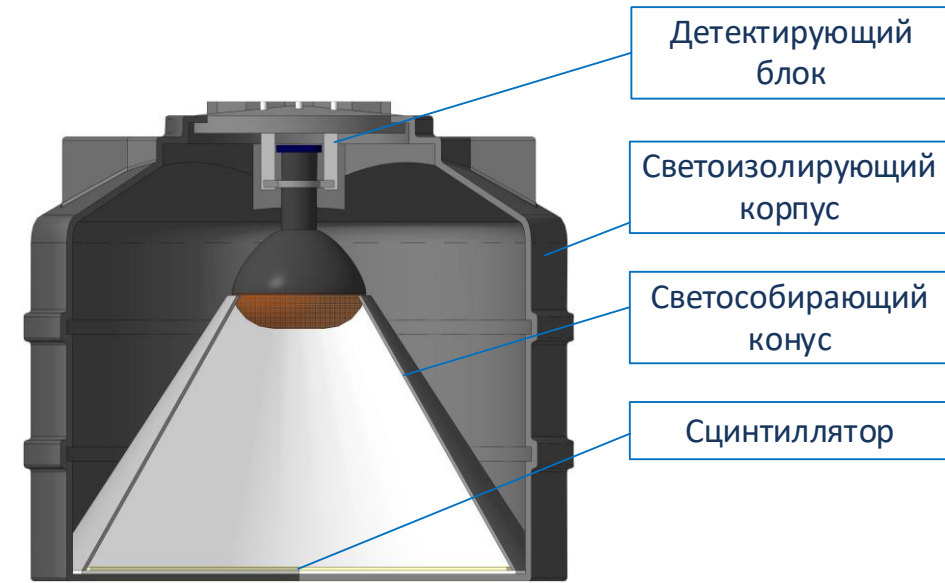
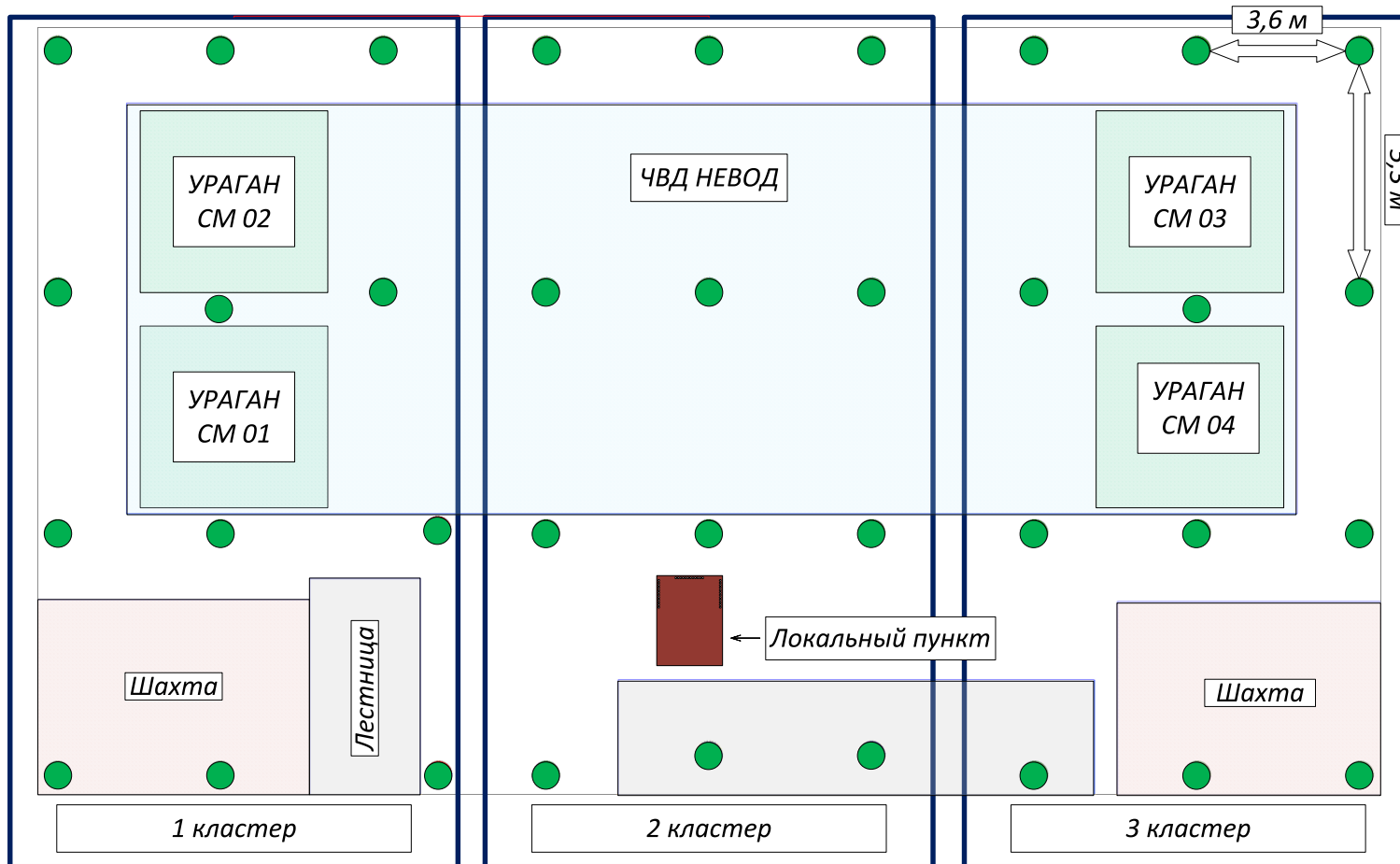
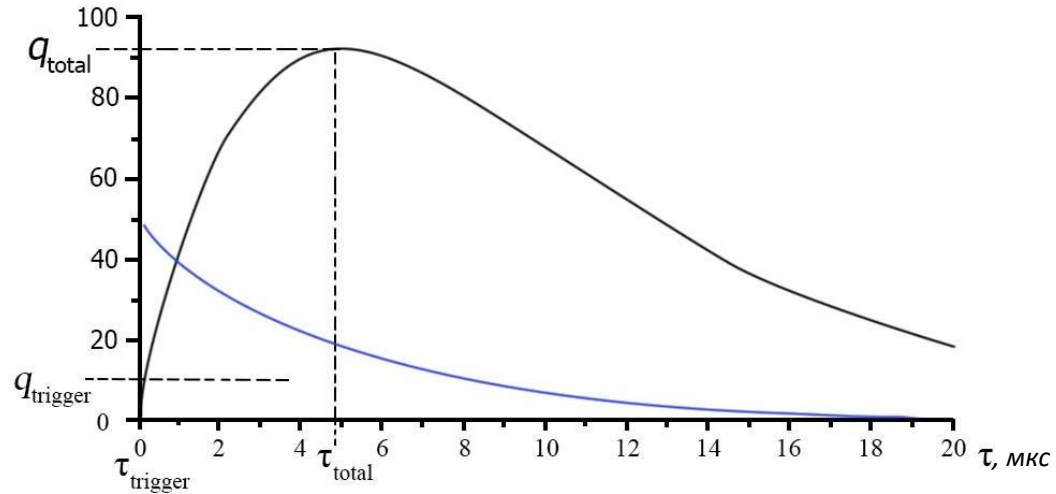


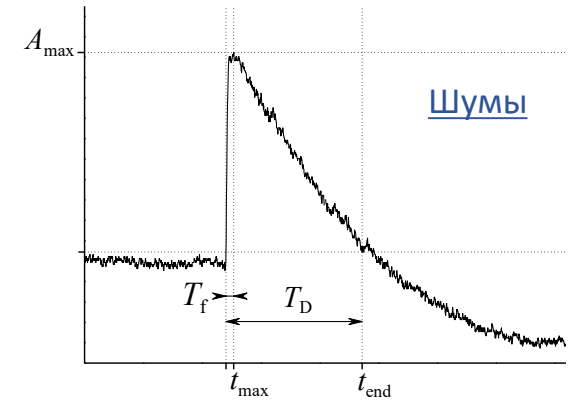
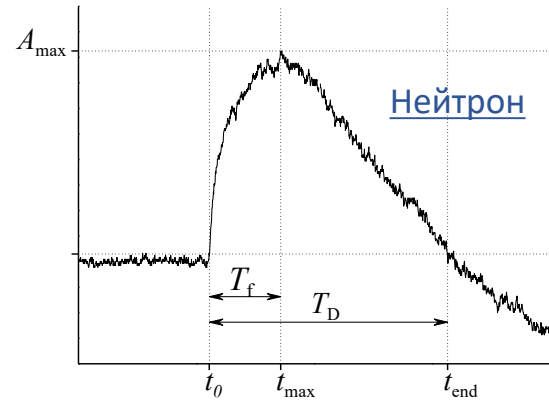
Схема детектора установки ПРИЗМА -36

- Три кластера по 12 детекторов
- Сцинтиллятор $\text{ZnS(Ag)+}^6\text{LiF}$
- Конфигурация 3.6 м x 5.3 м
- ФЭУ ЕМІ 9350КА с полусферическим фотокатодом
- Внутренний триггер
- Делитель с тремя встроенными ИУ
- Площадь установки 500 м²
- Площадь регистрации 13 м²

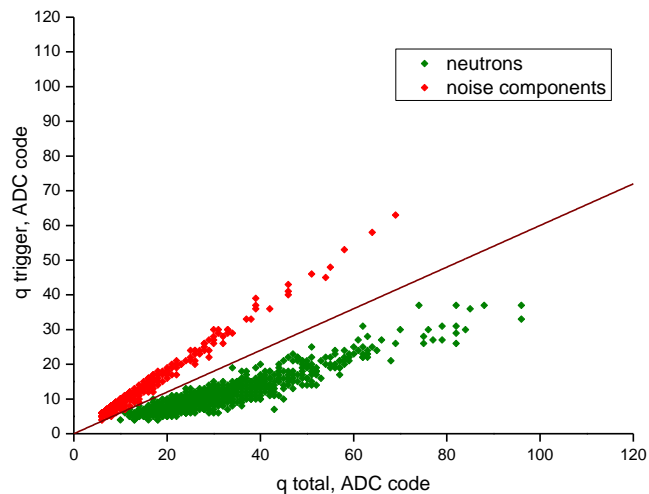
Методика отбора импульсов



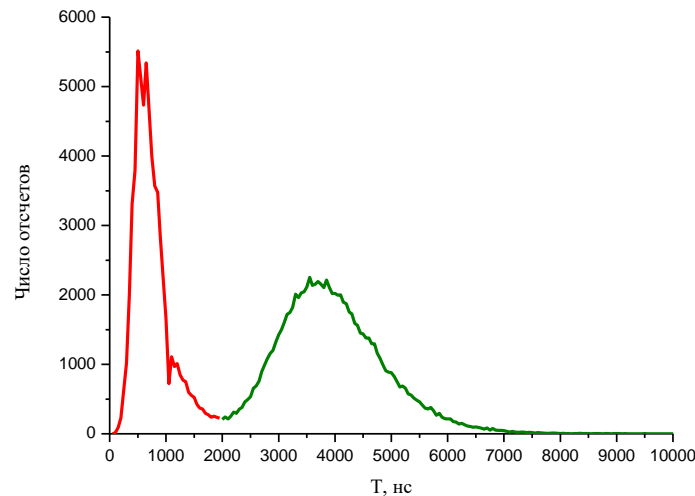
Пример сигналов регистрируемых на установке «Нейтрон»



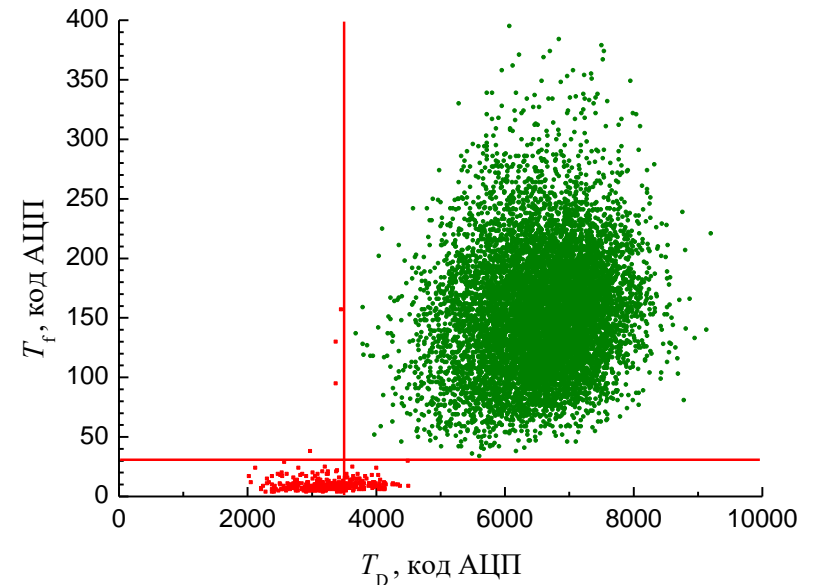
Пример сигналов регистрируемых на установка ПРИЗМА-36



Зависимость заряда от «быстрой компоненты» и полным собранным зарядом на установке «Нейтрон»

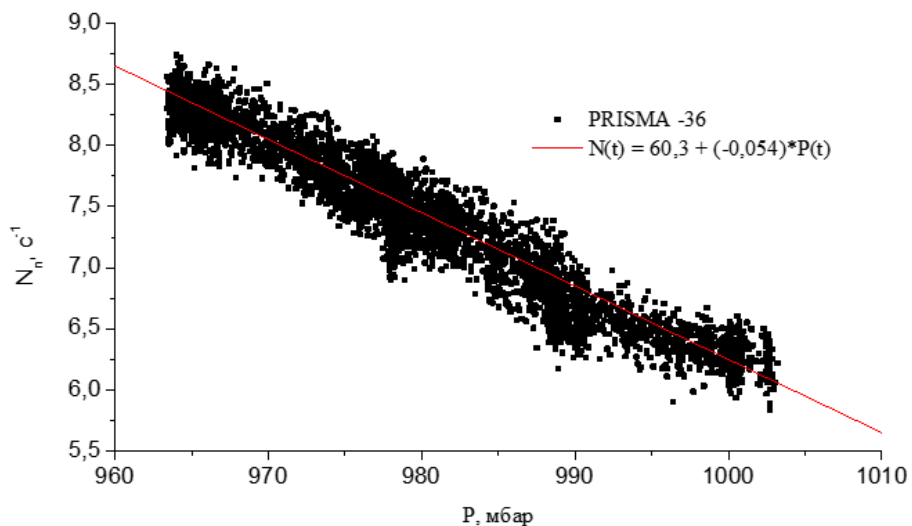


Распределение событий по времени нарастания фронта на установке «Нейтрон»



Зависимость времени нарастания фронта от длительности сигналов на установке ПРИЗМА-36

Подготовка данных



Зависимость скорости счета 12 детекторов от атмосферного давления (январь 2024 года)

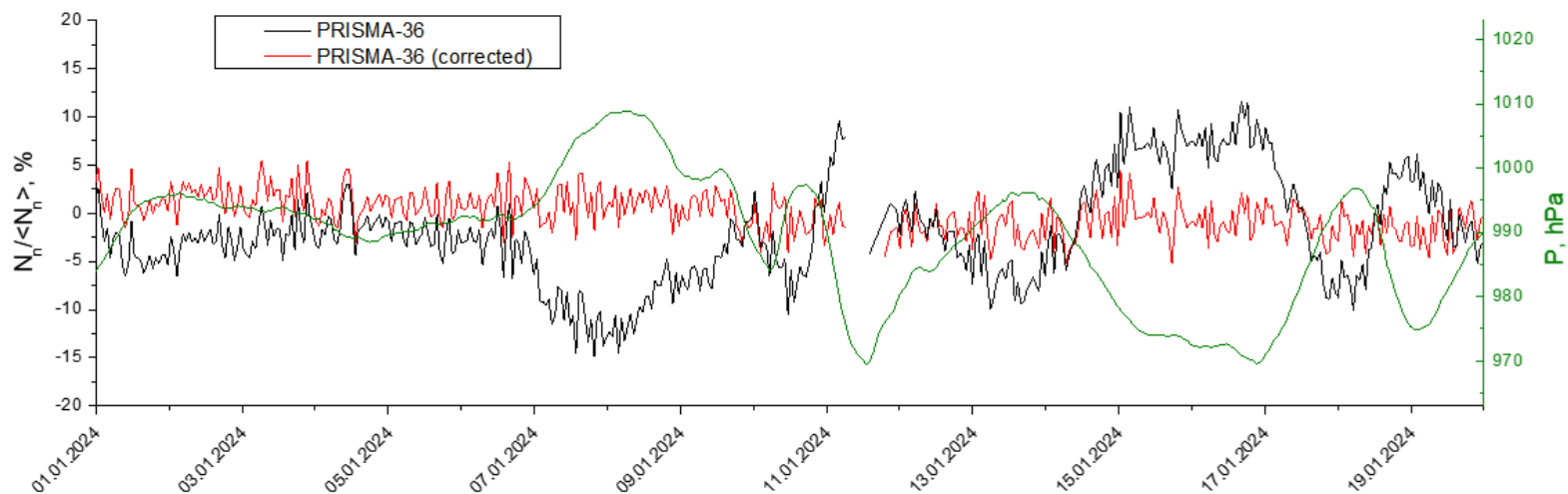
$$N(t) = A + B \cdot P(t)$$

$$\beta = (B/N_0) \cdot 100\%$$

$$\beta = -0,76 \text{ \%/мбар}$$

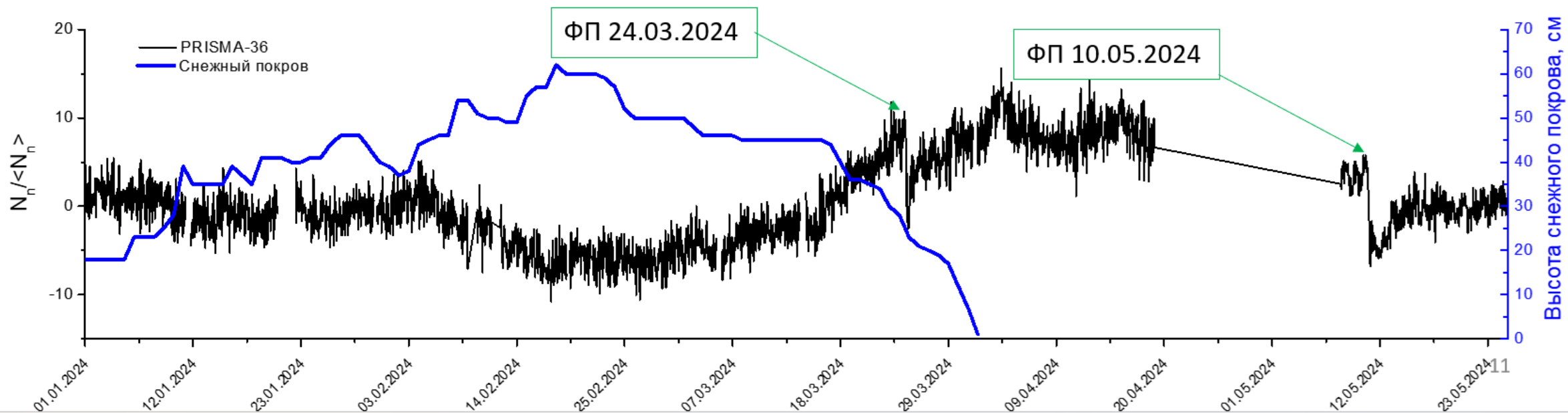
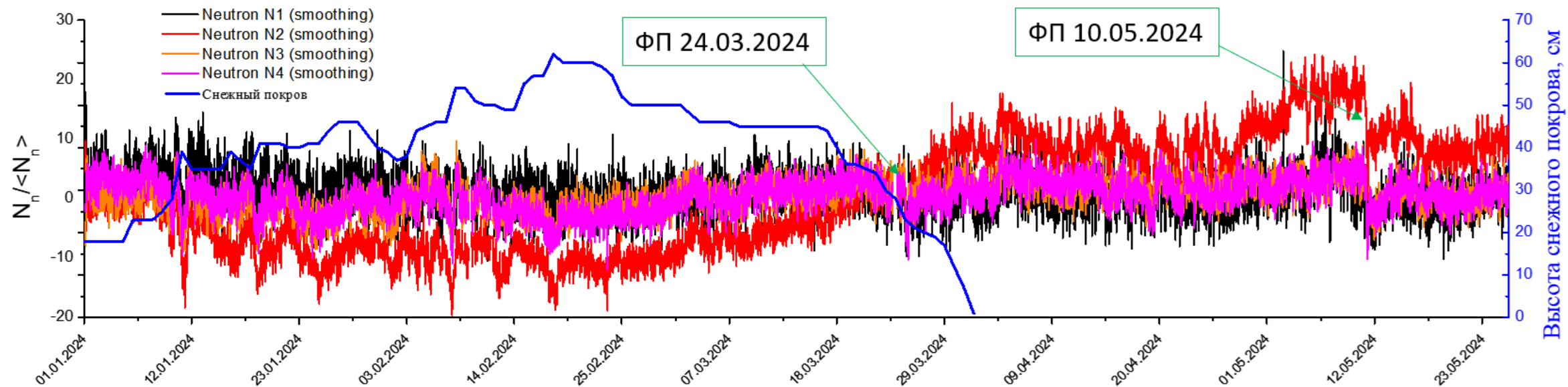
$$N_{corr}(t) = N(t) + B \cdot (P_0 - P(t))$$

P – текущее значение атмосферного давления,
 P_0 – 993 мбар,
 β – барометрический коэффициент



Вариации скорости счета нейтронов исходных данных и с барометрической поправкой в сравнении с текущим значением давления

Вариации потока регистрируемых нейтронов за 2024 год

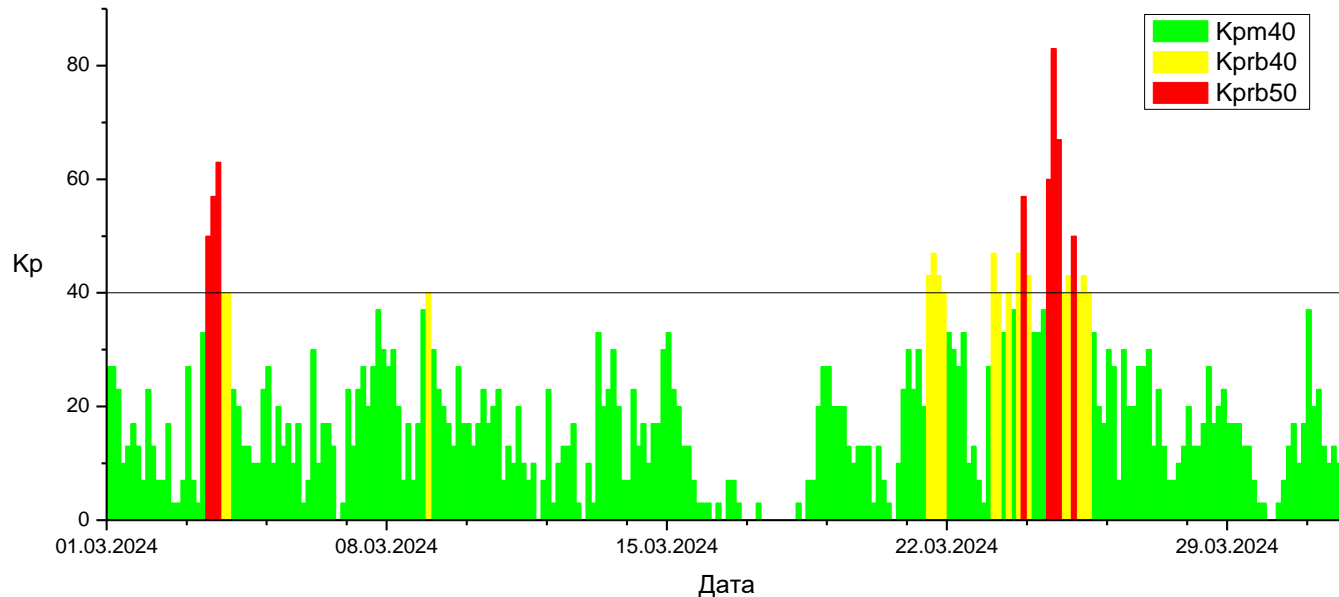
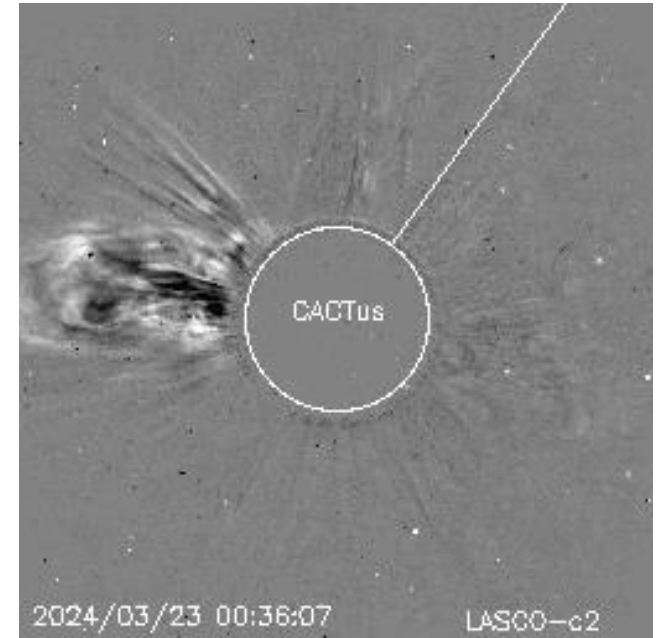


Событие 23.03.2024

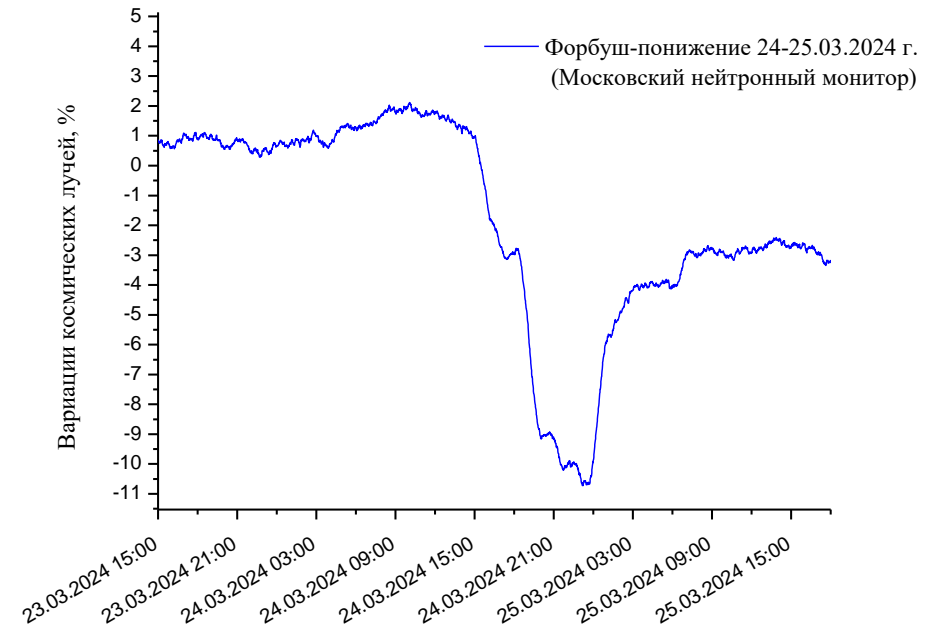
По данным ИПГ:

23 марта в 01:36 UTC, от вспышки X1.1 зарегистрирован выброс корональной массы

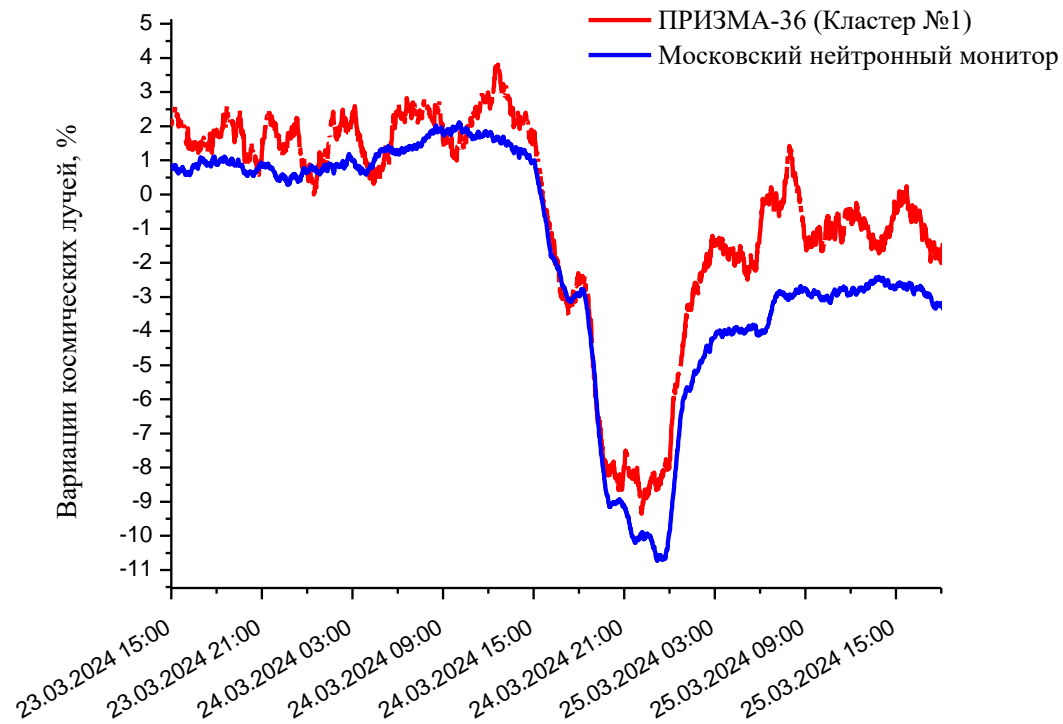
- Угол 360° (Halo)
- Скорость 942 км/сек
- Возмущение от КВМ зарегистрировано 25 марта



Глобальная возмущенность магнитного поля Земли в трехчасовом интервале времени (индекс $K_p \cdot 10$)



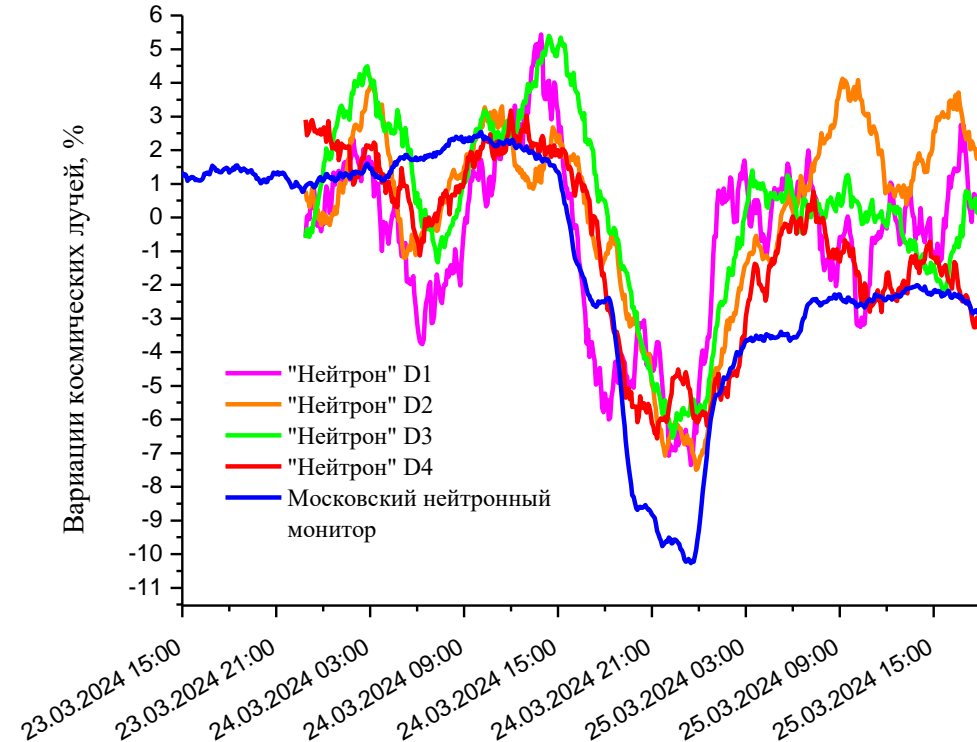
Форбуш-понижение 24-25.03.2024 по данным нейтронных детекторов ЭК НЕВОД



Вариации потока регистрируемых нейтронов в период форбуш-понижения для установки ПРИЗМА-36

Нейтрон D1: $5.0 \pm 0.6\%$
Нейтрон D2: $11.1 \pm 0.8\%$
Нейтрон D3: $8.1 \pm 0.8\%$
Нейтрон D4: $10.2 \pm 0.4\%$

ПРИЗМА-36: $12.3 \pm 0.1\%$
Московский нейтронный монитор: $11.8 \pm 0.1\%$



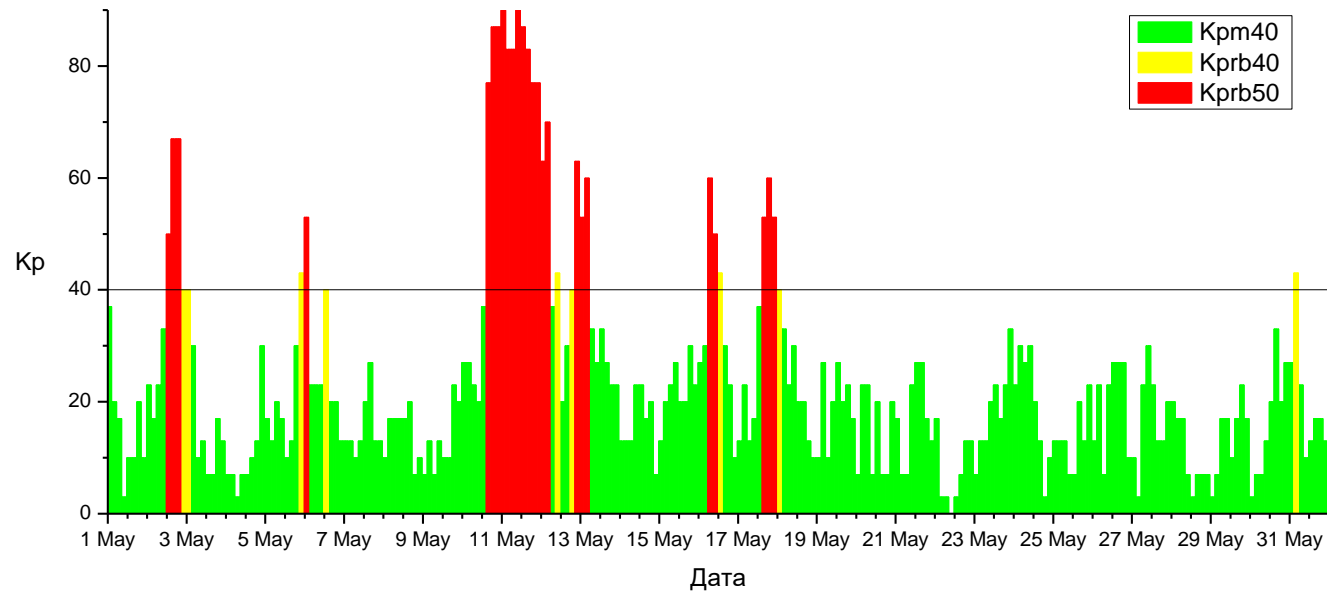
Вариации потока регистрируемых нейтронов в период форбуш-понижения для установки «Нейтрон»

Событие 08.05.2024

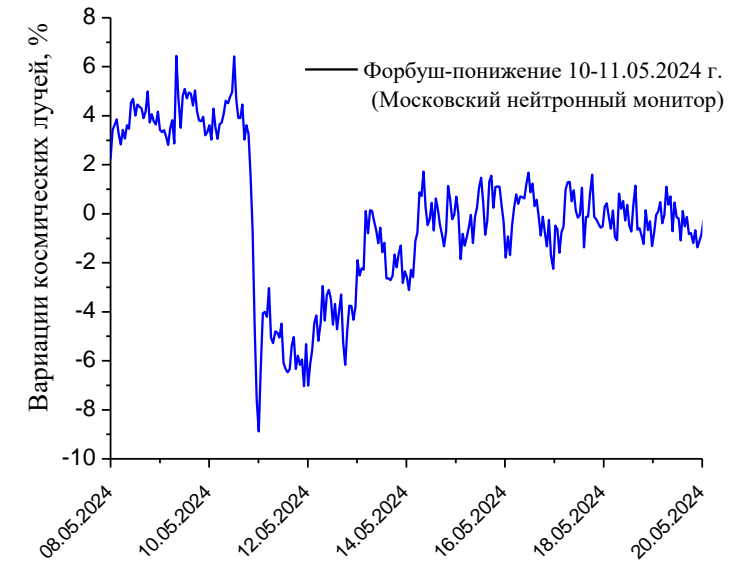
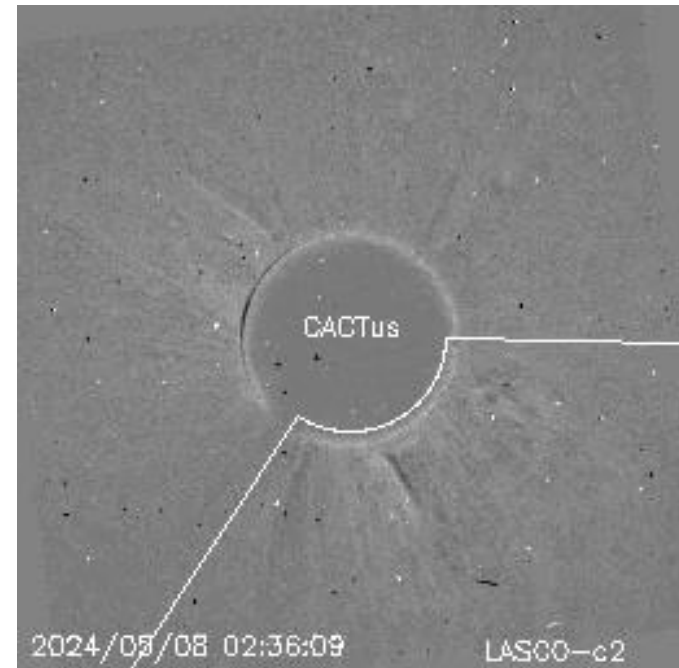
По данным ИПГ:

08 мая в 04:12 UTC, от вспышки X1.0 зарегистрирован выброс корональной массы

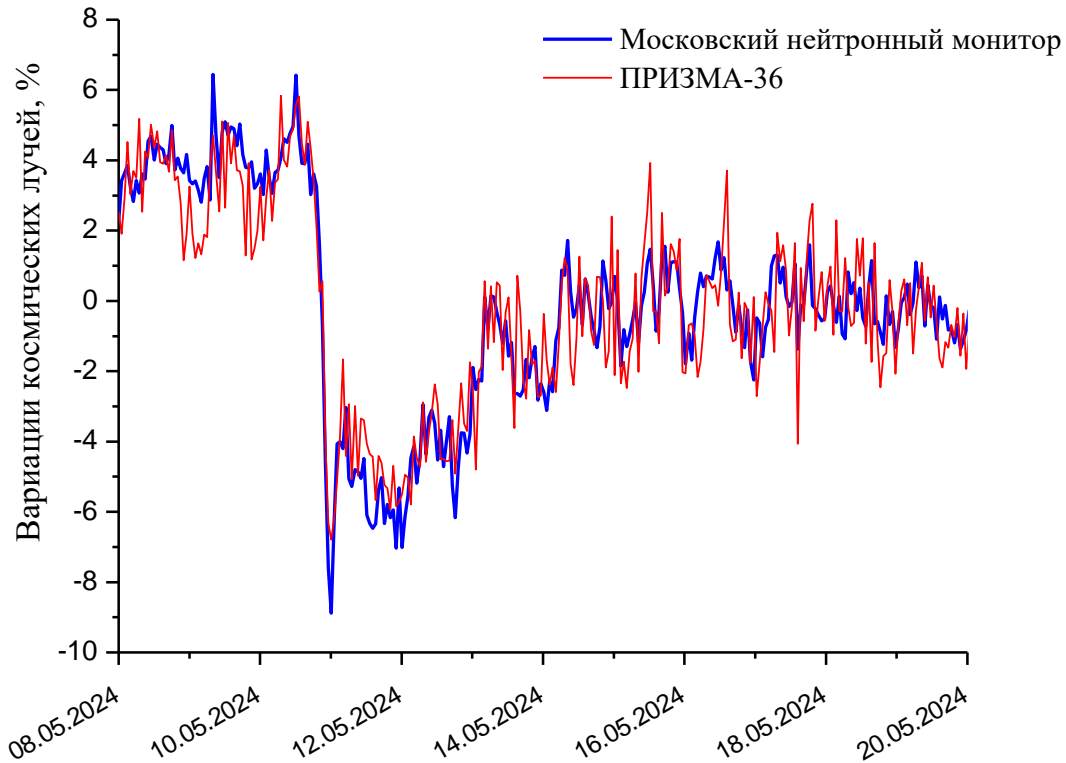
- Угол 162°
- Скорость 640 км/сек
- Возмущение от КВМ зарегистрировано 11 мая



Глобальная возмущенность магнитного поля Земли в трехчасовом интервале времени (индекс $K_p \cdot 10$)



Форбуш-понижение 10-11.03.2024 по данным нейтронных детекторов ЭК НЕВОД

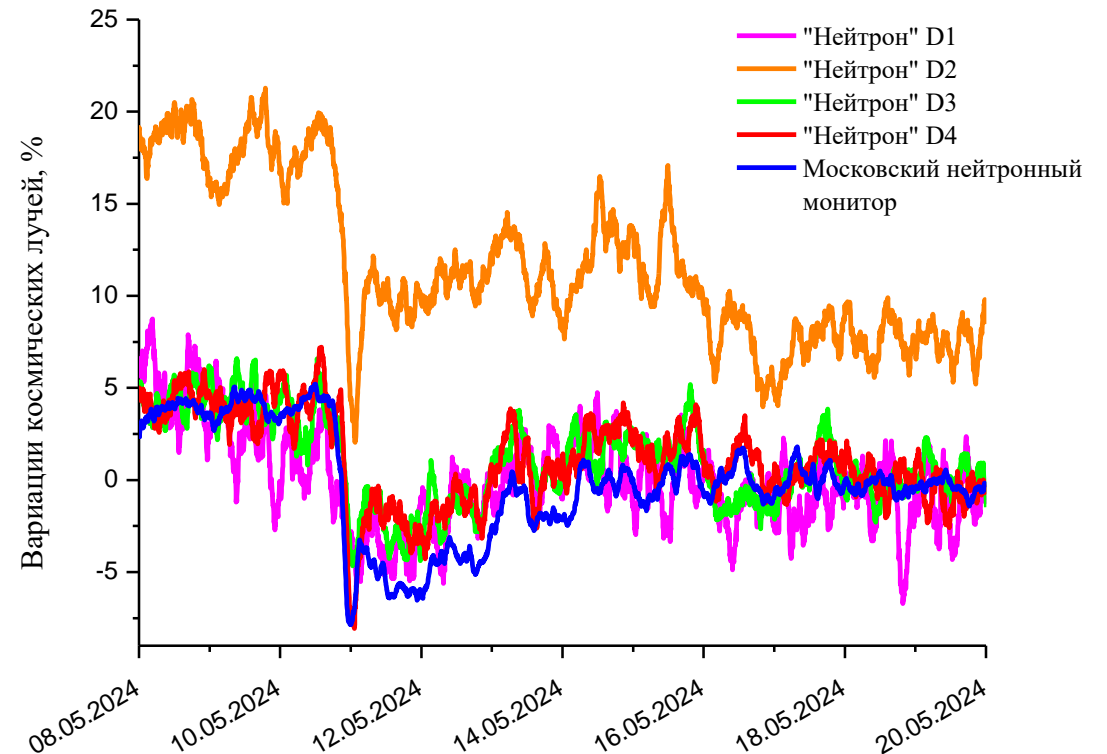


Вариации потока регистрируемых нейтронов в период форбуш-понижения для установки ПРИЗМА-36

Нейтрон D1: $7.2 \pm 2.1\%$
Нейтрон D2: $13.8 \pm 1.1\%$
Нейтрон D3: $9.1 \pm 1.6\%$
Нейтрон D4: $13.1 \pm 1.5\%$

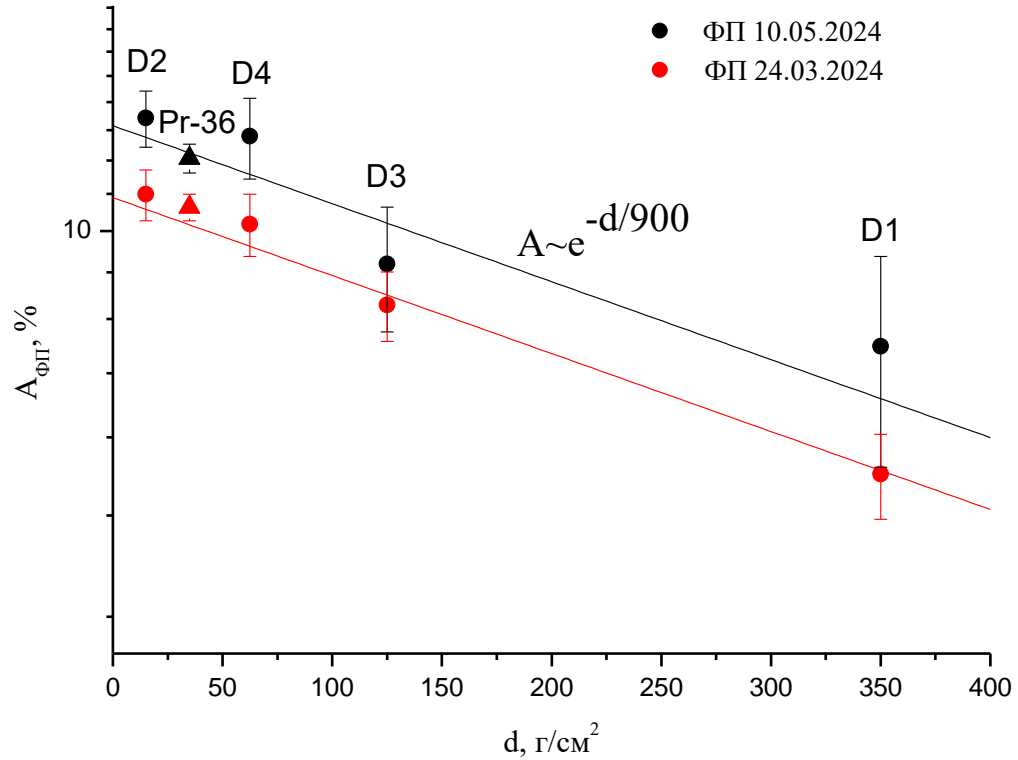
ПРИЗМА: $10.7 \pm 0.2\%$

Московский нейтронный монитор: $11.1 \pm 0.1\%$

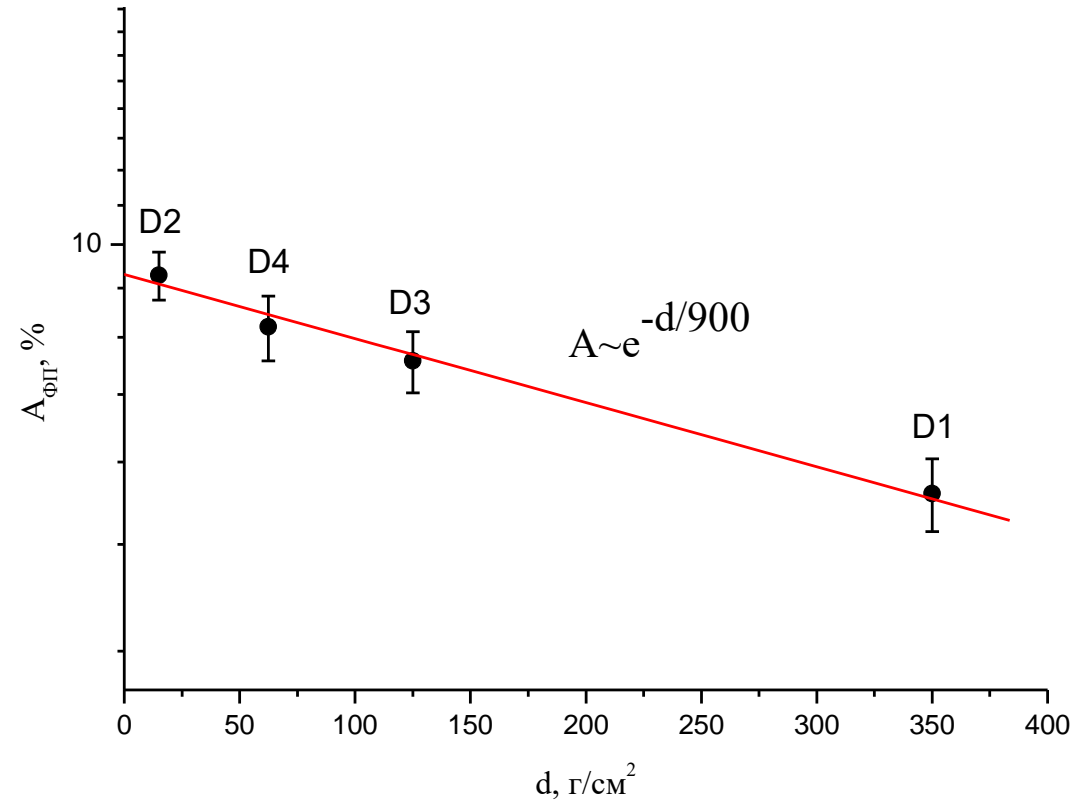


Вариации потока регистрируемых нейтронов в период форбуш-понижения для установки «Нейтрон»

Зависимость амплитуды ФП от толщины вещества над детектором



Зависимость амплитуды ФП 24.03.2024 и 10.05.2024 от толщины вещества над детектором



Зависимость амплитуды ФП 08.03.2012 от толщины вещества над детектором

Заключение:

- Неэкранированные нейтронные детекторы позволяют проводить исследования форбуш-понижений КЛ.
- Неэкранированные нейтронные детекторы обеспечивают определение амплитуды форбуш-понижений на уровне значений Московского нейтронного монитора.
- Получена зависимость затухания амплитуды форбуш-понижения от толщины вещества над детектором: $A \sim e^{-d/900}$. Параметр затухания коррелирует с ранее полученными результатами на установке «Нейтрон».

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!