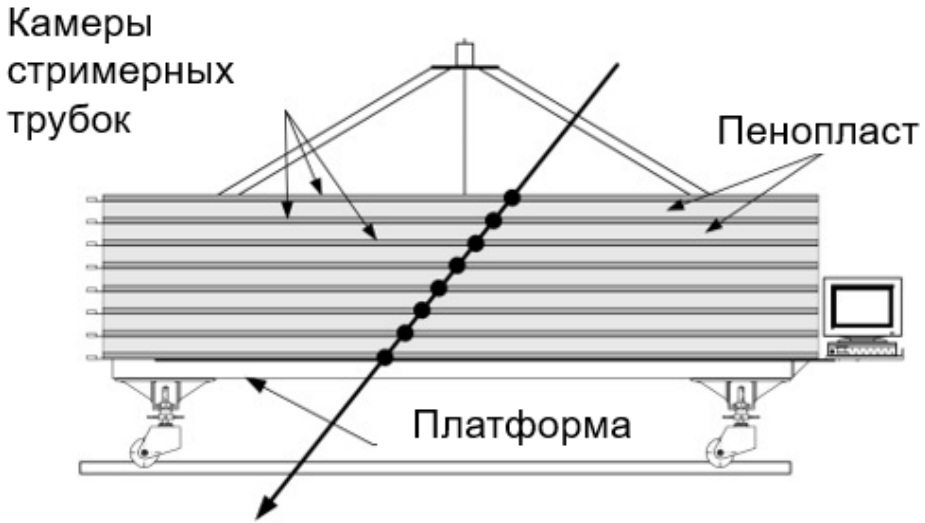
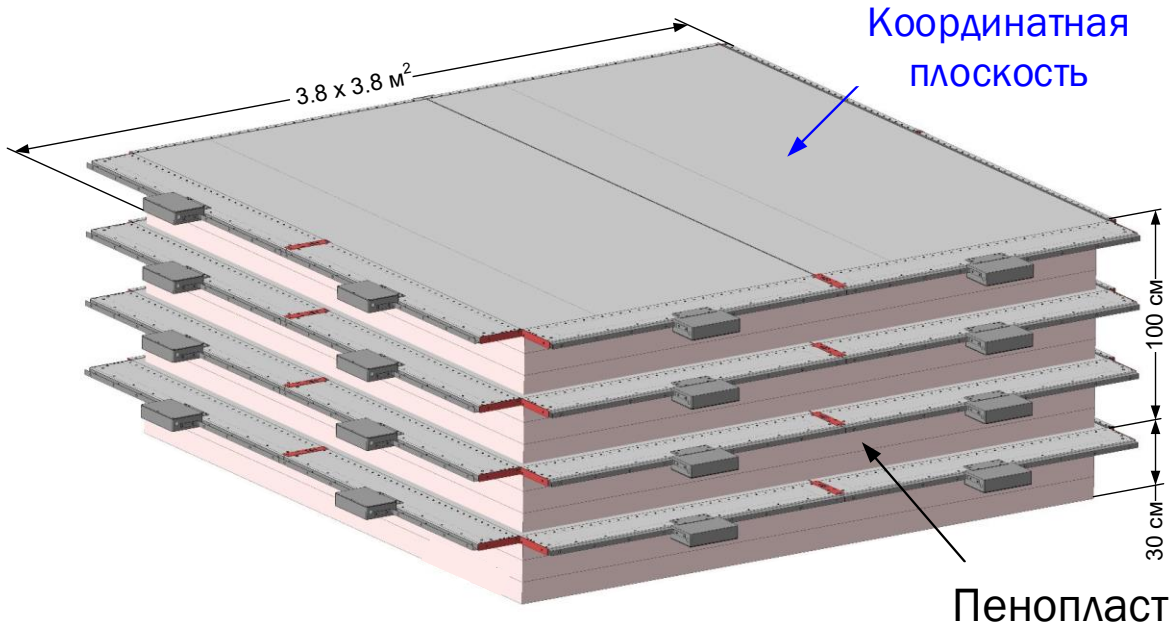
Характеристики Форбуш-понижения 19 января 2026 г. по данным нейтронных и мюонных детекторов экспериментального комплекса НЕВОД

Евстафьева Д.Д., Волков Е.П., Громушкин Д.М., Дмитриева А.Н., Компаниец К.Г., Мишутина Ю.Н., Шутенко В.В., Яшин И.И.

39 Всероссийская конференция по космическим лучам,
Дубна, 2026 г.

ЭК НЕВОД. Мюонные годоскопы





Мюонный годоскоп УРАГАН – трековый детектор, который:

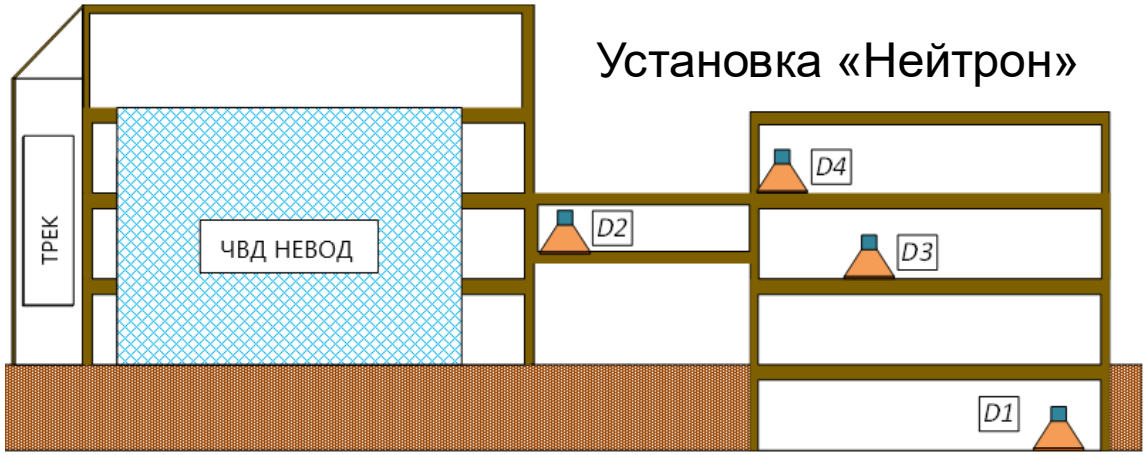
- Состоит из четырех супермодулей
- 8 координатных плоскостей
- регистрирует мюоны в диапазоне зенитных углов от 0°до 80°
- обладает высоким угловым (~1°) и пространственным (~1 см) разрешением
- работает в непрерывном режиме с 2007 г.

Сцинтилляционный мюонный годоскоп (СцМГ):

- Состоит из двух супермодулей
- 4 координатные плоскости
- Угловое разрешение ~2°, пространственное ~3 см
- Работает с 2015 г.

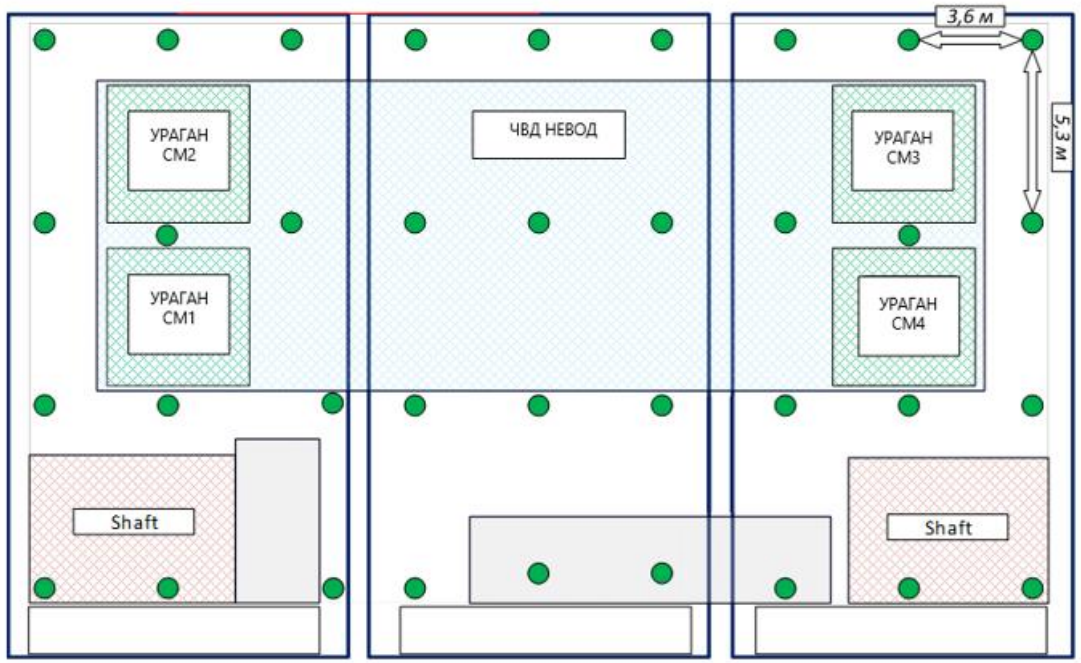
ЭК НЕВОД. Нейтронные установки

Установка «Нейтрон»

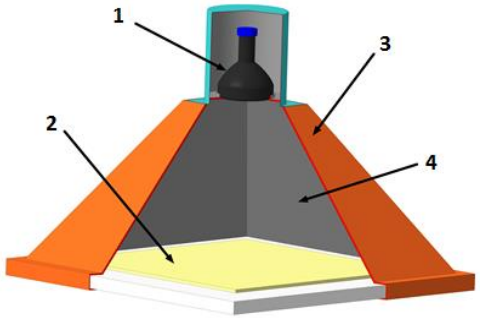


- Работает с 2010 г.
- 4 детектора
- Расположена под разной толщиной поглотителя

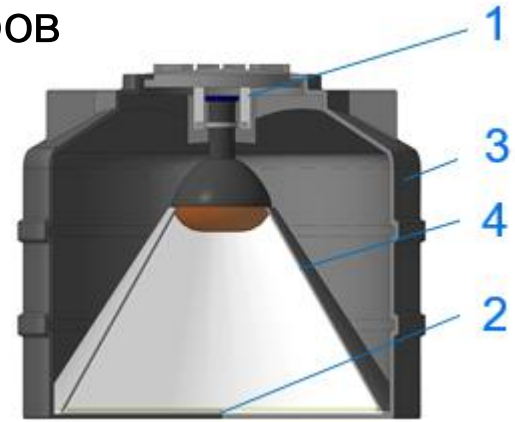
Установка ПРИЗМА-36



- Работает с 2024 г.
- 36 детекторов

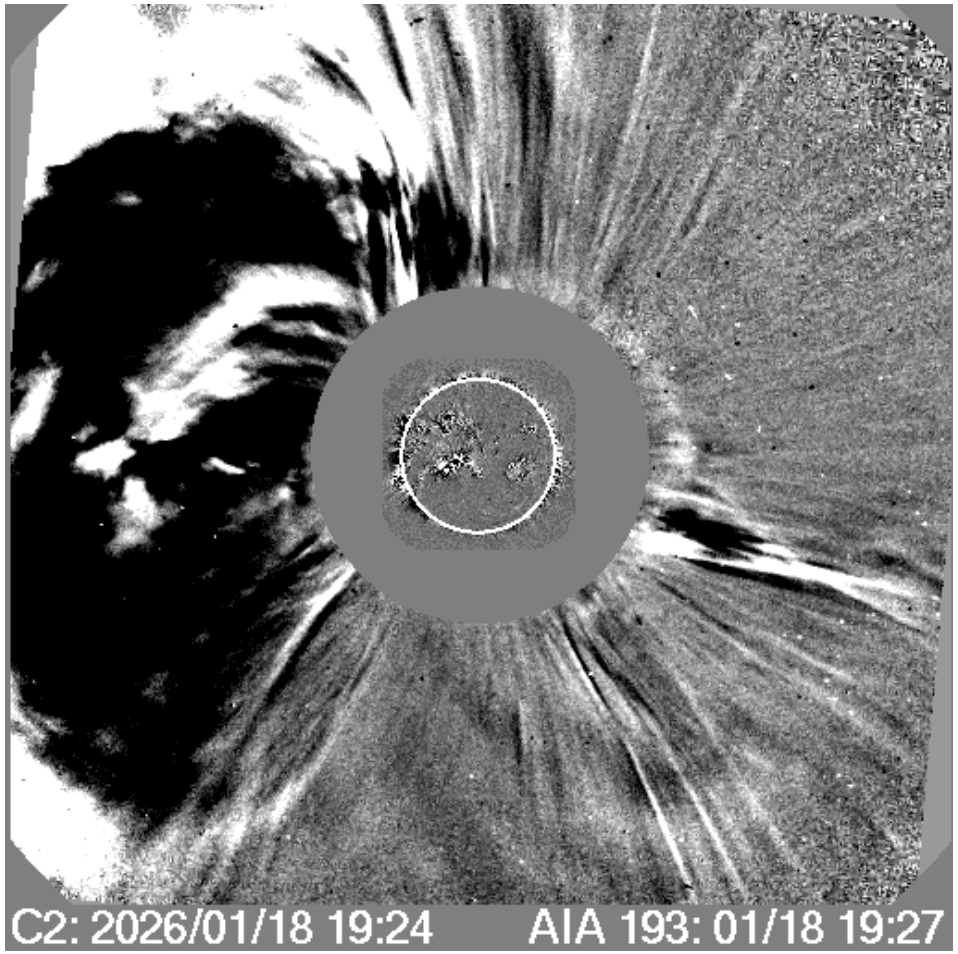


1 - ФЭУ
2 - Сцинтиллятор
3 - Светозащитный корпус
4 - Светоотражающая поверхность



ФП 19 января 2026. Источник

Высокоскоростной КВМ



SOHO/LASCO CME Catalog

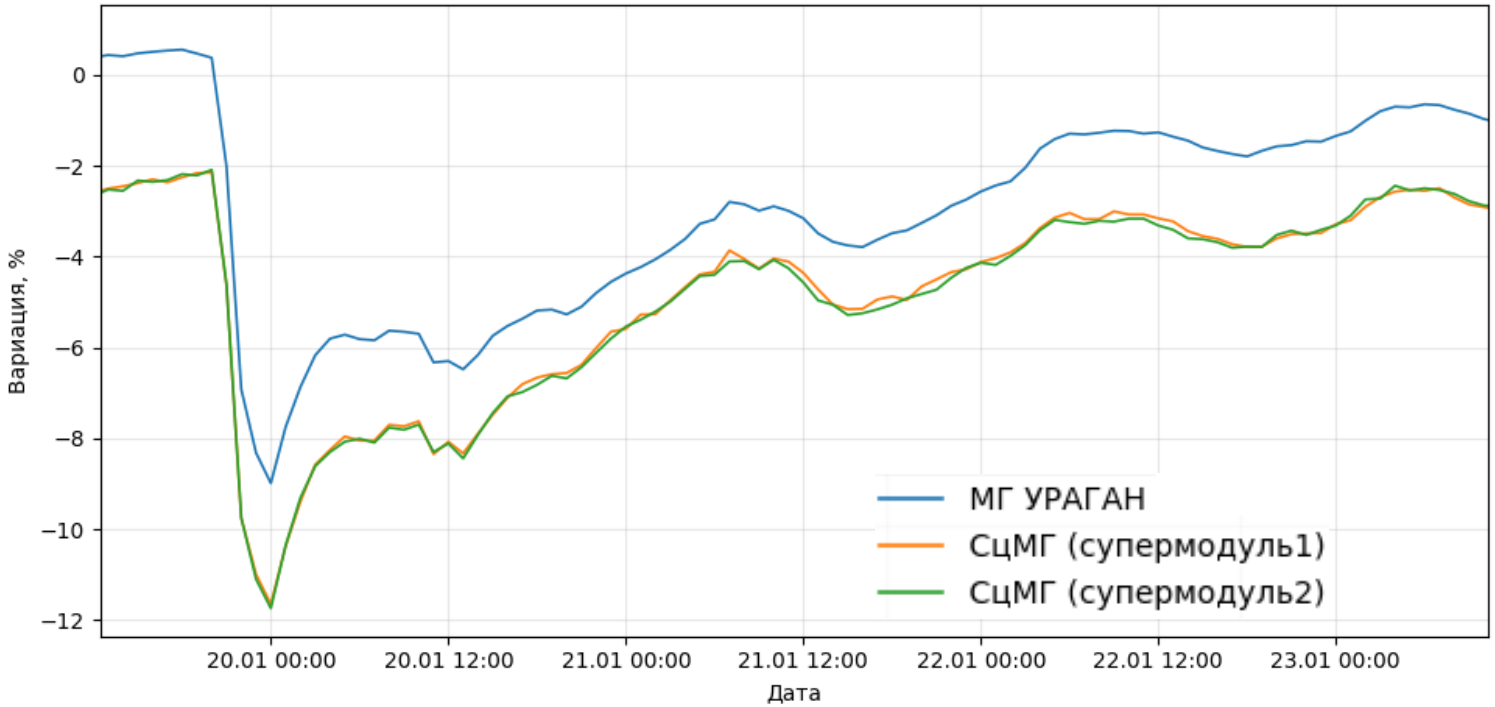
Класс вспышки: X1.9

Начало КВМ: 18.01.2026 18:09

Начальная скорость: > 1700 км/с

Номер активного региона: 14341

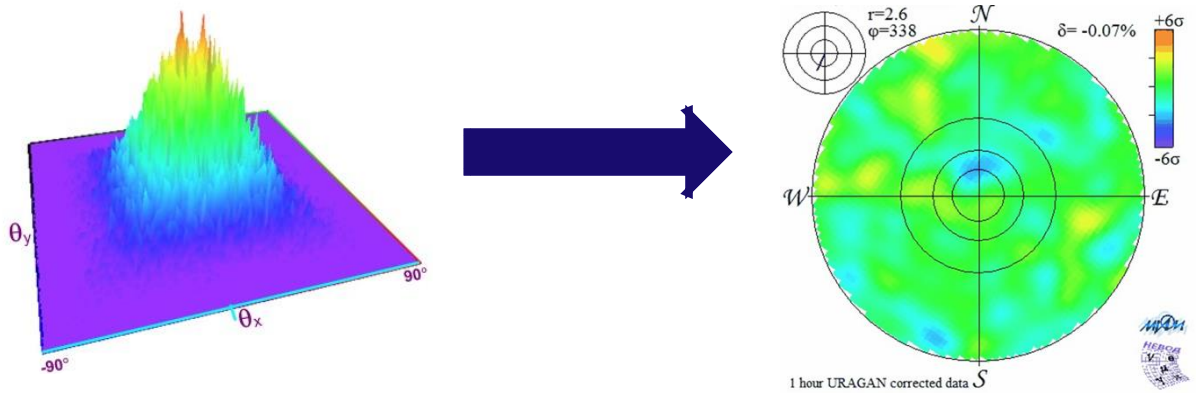
ФП 19 января 2026 г. в мюонах



Величина максимальной амплитуды ФП

- МГ УРАГАН: 9.0 ± 1.2 %
- СцМГ (супермодуль 1): 11.6 ± 2.3 %
- СцМГ (супермодуль 2): 11.6 ± 2.3 %

Формирование колец по зенитному углу:

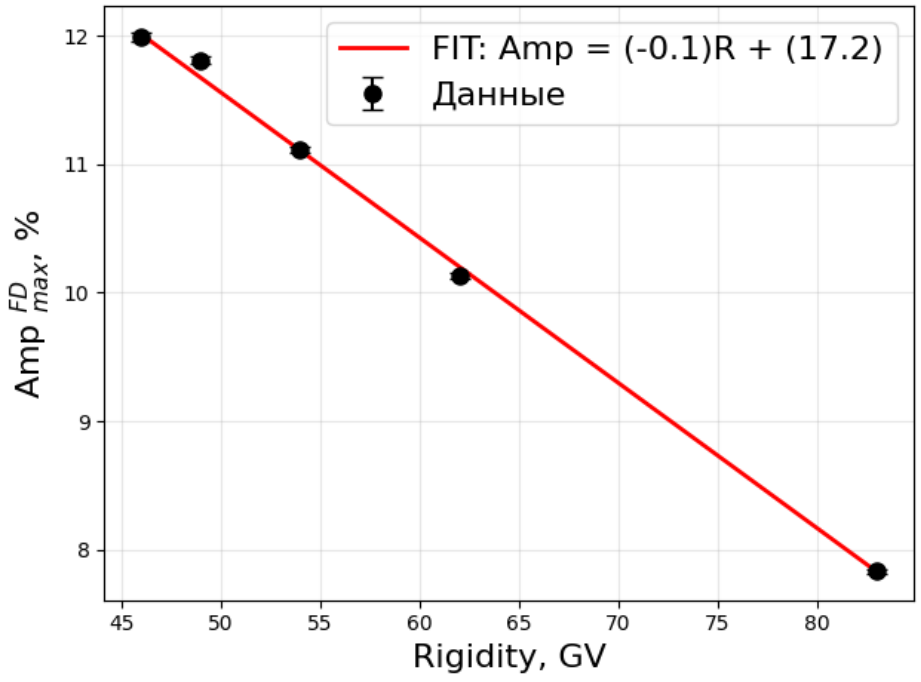


Зенитные кольца:

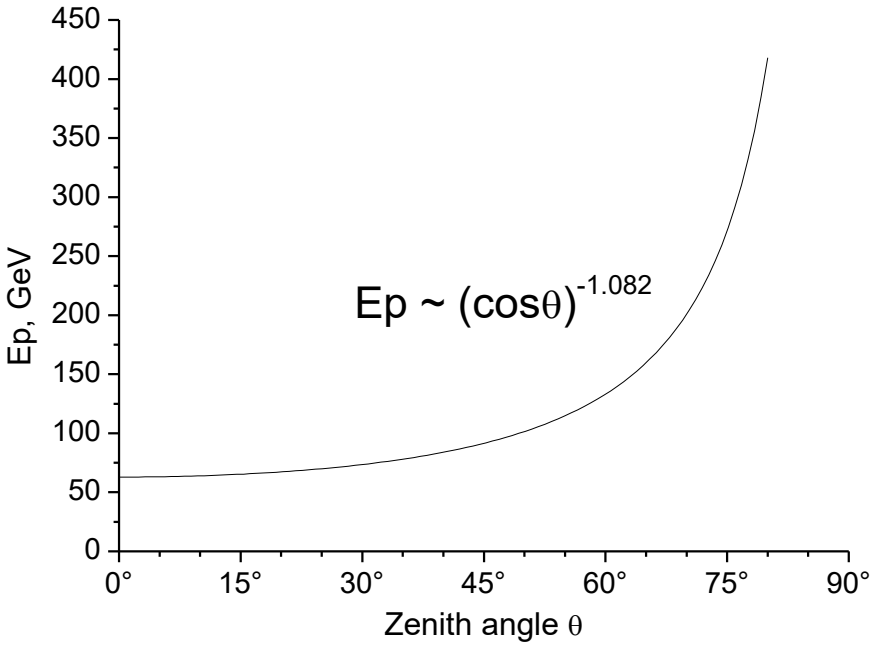
- (0÷17)°
- (17÷26)°
- (26÷34)°
- (34÷44)°
- (44÷90)°

ФП 19 января 2026 г. в мюонах

Зависимость амплитуды ФП от медианной жесткости (по данным МГ УРАГАН)



Зависимость энергии протона от зенитного угла



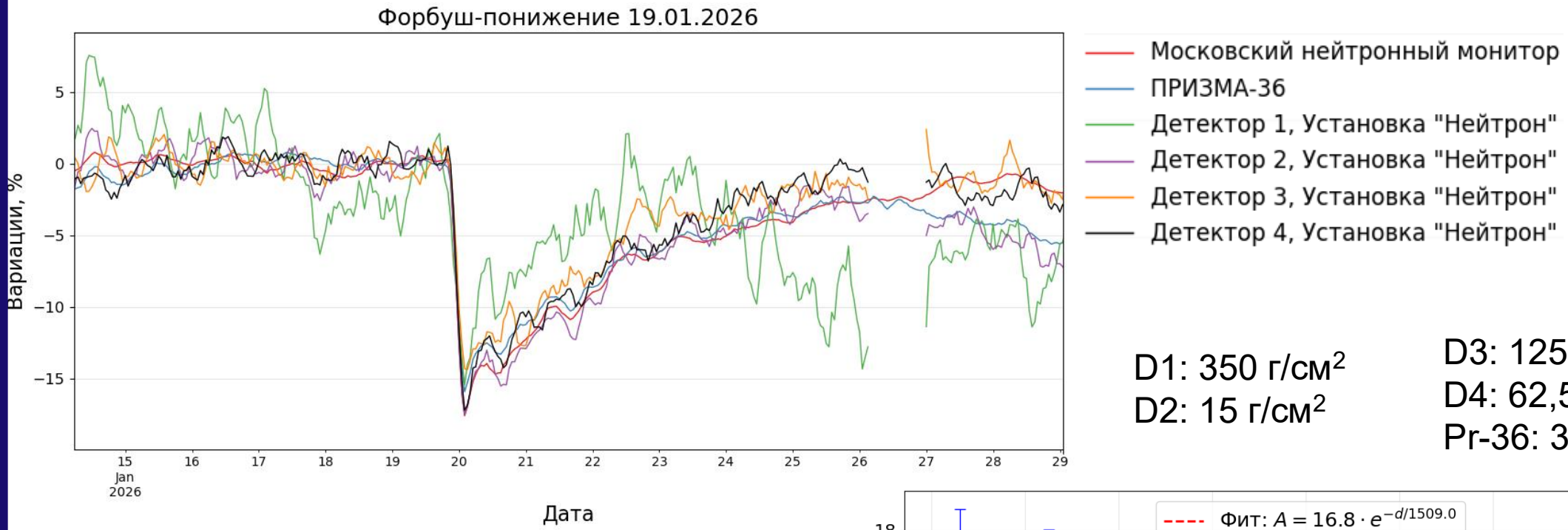
Медианная жесткость, ГВ:

- 46
- 49
- 54
- 62
- 83

Зенитные кольца:

- (0÷17)°
- (17÷26)°
- (26÷34)°
- (34÷44)°
- (44÷90)°

ФП 19 января 2026 г. по данным нейтронных установок

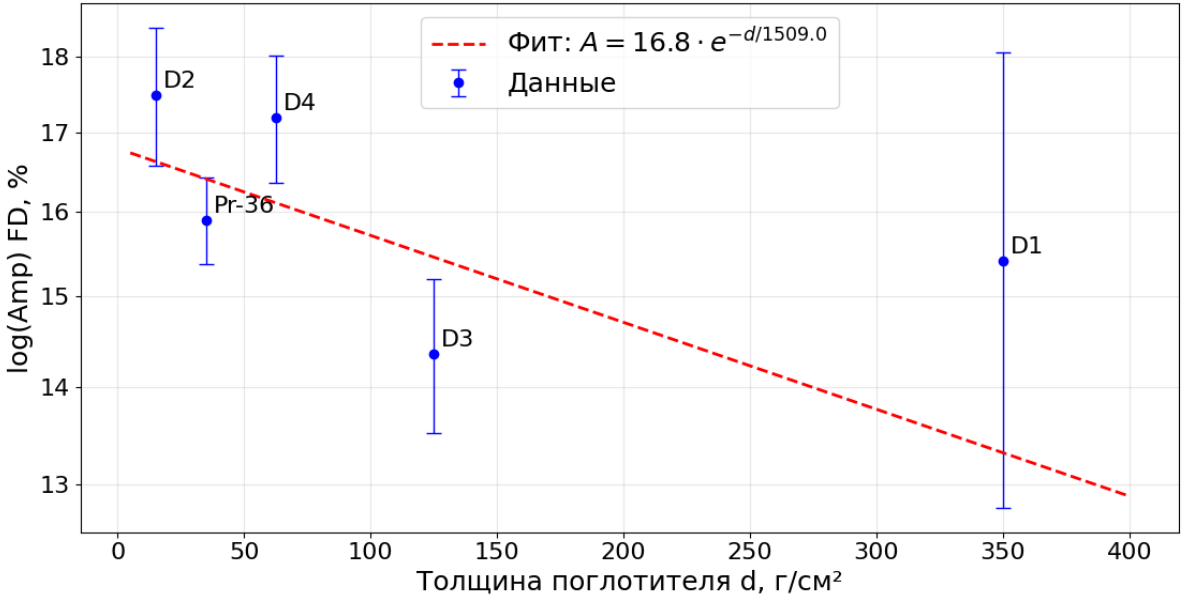


D1: 350 г/см^2
D2: 15 г/см^2

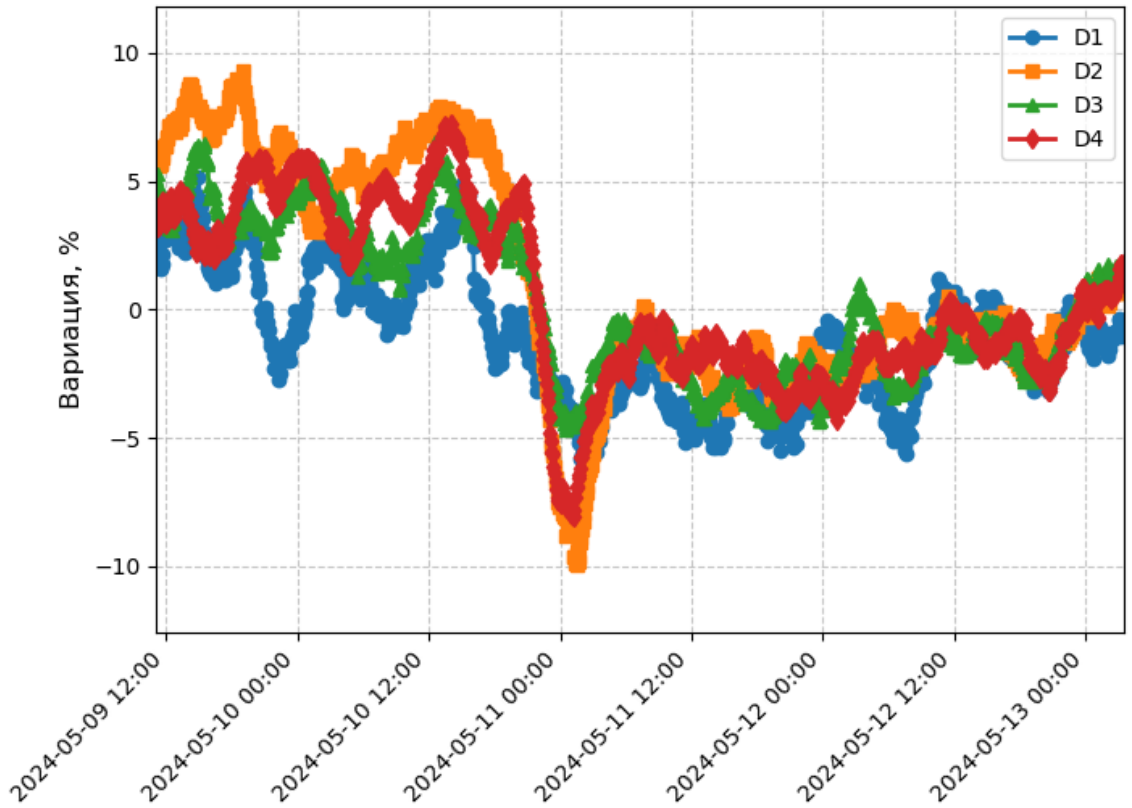
D3: 125 г/см^2
D4: 62,5 г/см^2
Pr-36: 35 г/см^2

Величина максимальной амплитуды ФП, %

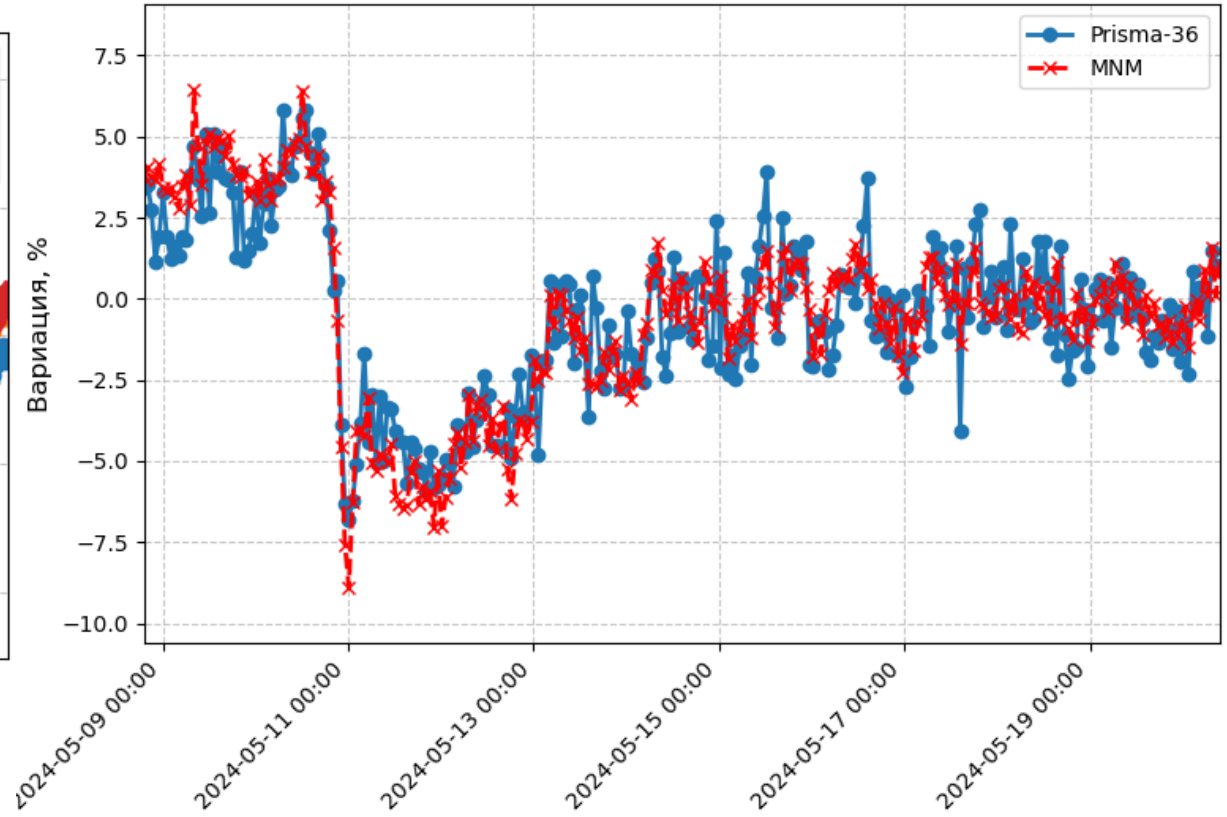
- *Московский нейтронный монитор:* 17.6 ± 0.4
- *ПРИЗМА-36:* 15.9 ± 0.5
- *Детектор 1:* 15.4 ± 2.6
- *Детектор 2:* 17.5 ± 0.9
- *Детектор 3:* 14.4 ± 0.8
- *Детектор 4:* 17.2 ± 0.8



ФП 10.05.2024 в данных установок ЭК НЕВОД



ФП в данных установки «Нейтрон» (Детекторы D1-D4)

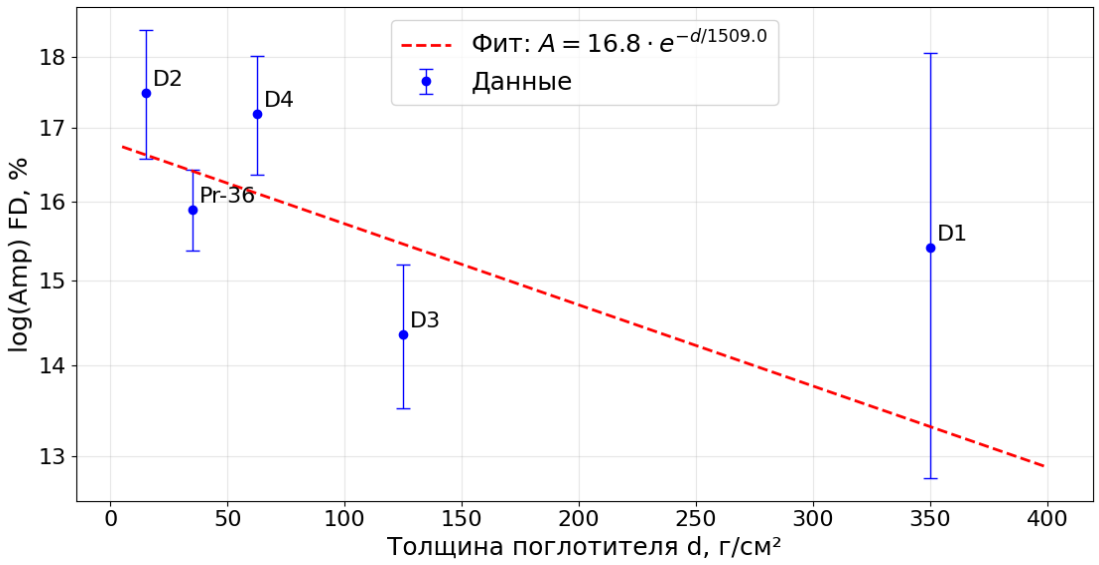


ФП в данных установки ПРИЗМА-36 и московского нейтронного монитора

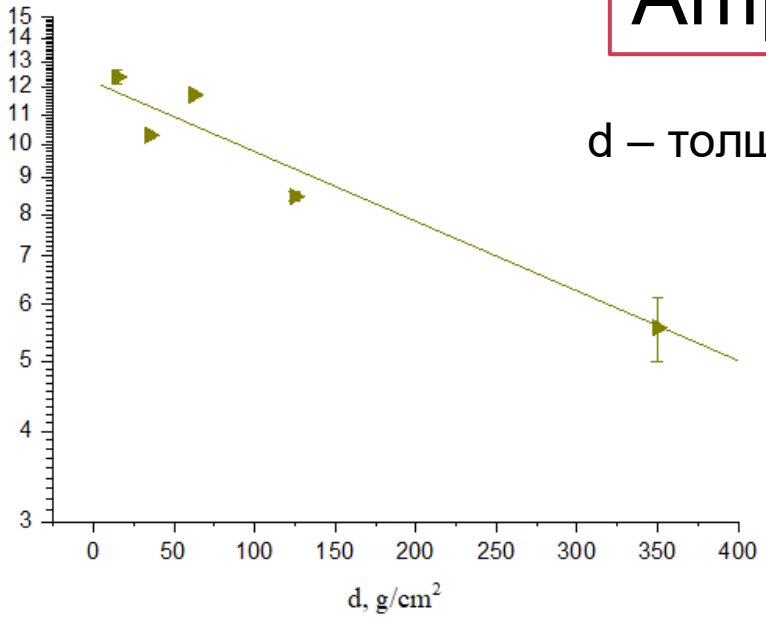
ФП 10.05.2024 в данных установок ЭК НЕВОД

$Amp \sim e^{-d/const}$

d – толщина поглотителя



ФП 19.01.2026



ФП 10.05.2024

- Для определения толщины поглотителя над нейтронными детекторами нужно более сложное и точное моделирование как самих детекторов, так и здания, в котором они находятся
- Получение спектров частиц вблизи детекторов из моделирования. Переход к исследованию зависимости амплитуды ФП от медианной энергии первичных частиц

Заключение

- Определены характеристики ФП 19.01.2026 в нейтронных и мюонных установках Экспериментального комплекса НЕВОД
- Ампплитуда ФП в мюоных годоскопах ≈ 10 %, в нейтронных ≈ 20 %
- Зависимость амплитуды ФП от жесткости: $Amp \sim -0.1\ R$
- Зависимость амплитуды от толщины поглотителя (нейтронные установки) требует дальнейшего исследования

Спасибо за внимание

Евстафьева Д.Д.

DDEvstafeva@mephi.ru