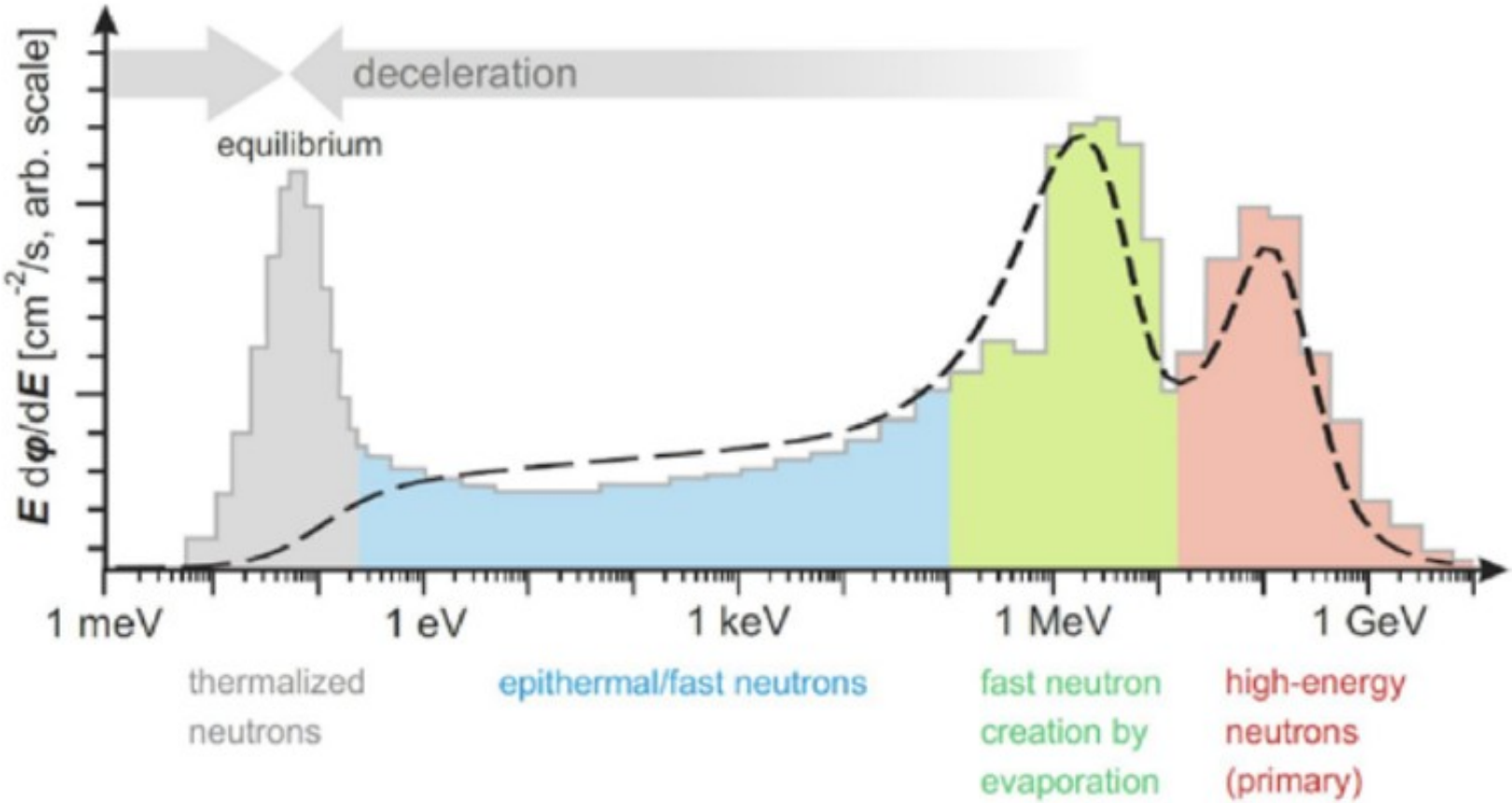
ДЕТЕКТОР ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ОСНОВЕ СЧЕТЧИКОВ He-3

СИРУК С.А., ВАГАНЯН В.А., ЛАГОЙДА И.А., МАДЖИДОВ А.И., МАЙОРОВ А.Г., СКОРИКОВА Е.А. ОТ ИМЕНИ ЛАБОРАТОРИИ ГЕОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

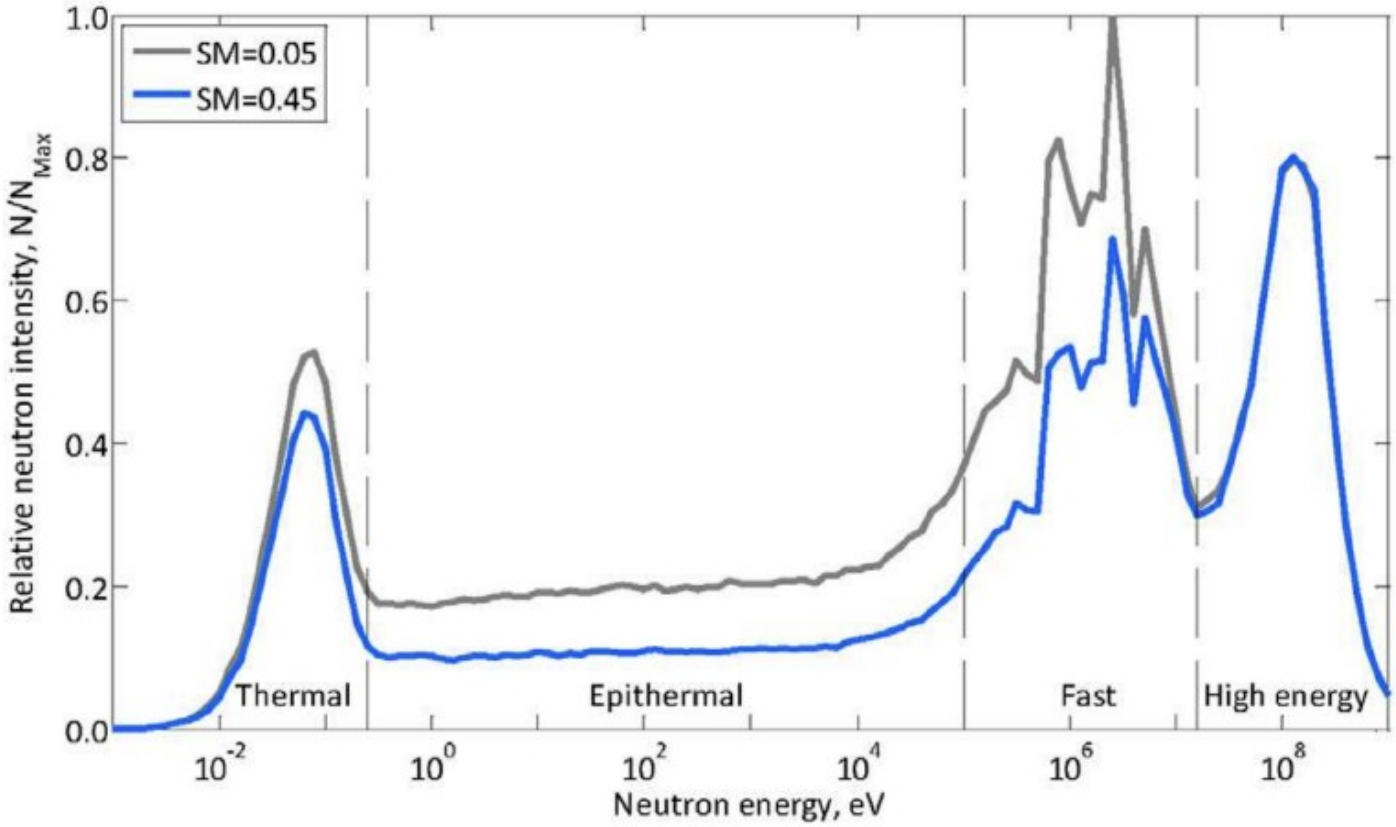
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

39-я Всероссийская конференция по космическим лучам
г. Дубна, 29 июня – 3 июля 2026 г.

Энергетический спектр атмосферных нейтронов у поверхности земли

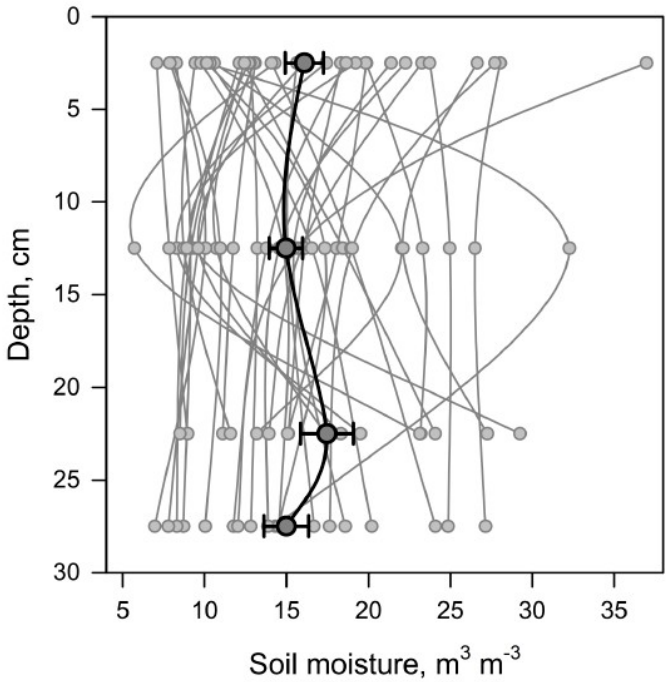


Влияние содержания влаги в окружающей среде на спектр нейтронов



- *Andreasen et al.* Vadose Zone Journal. — 2017. — Vol. 16, no. 8. — P. 1–11.

Новый способ измерения влажности почвы на средних масштабах

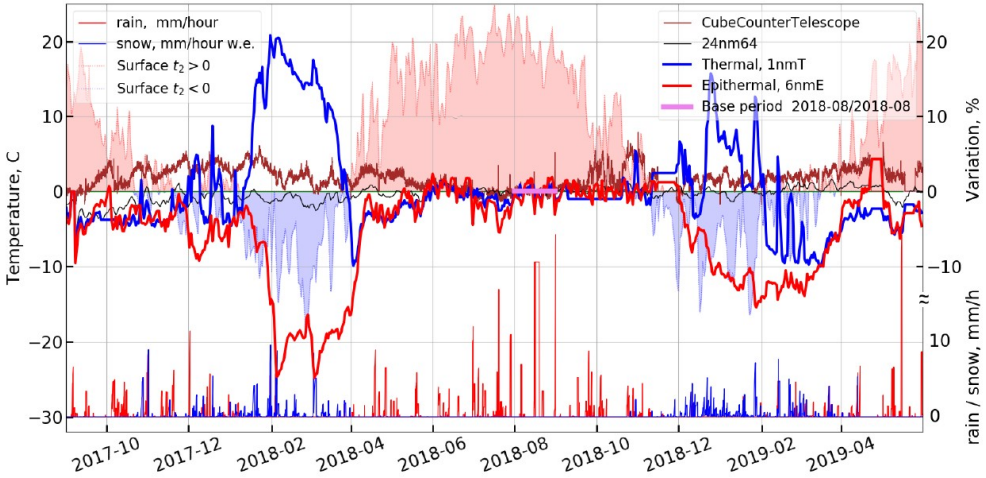


Zreda M. et al., Hydrology and Earth System Sciences. — 2012. — Vol. 16. — P. 4079.

Gianessi S. et al. Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems Discussions. – 2022. – Т. 2022. – С. 1-18.

Экспериментальные работы по теме

ВККЛ-2022
Кобелев П.Г., Трефилова Л.А. , Янке В.Г.
Возможности мониторинга окружающей среды с помощью вторичных компонент космических лучей #64



ВККЛ-2026

Yury Balabin, Aleksey Germanenko. Связь сезонных вариаций мягких компонентов вторичных космических лучей с толщиной снежного покрова. #113

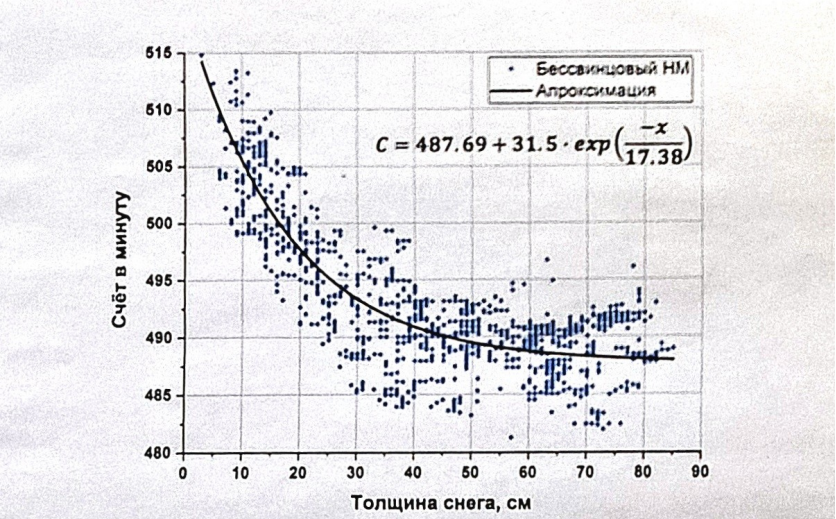
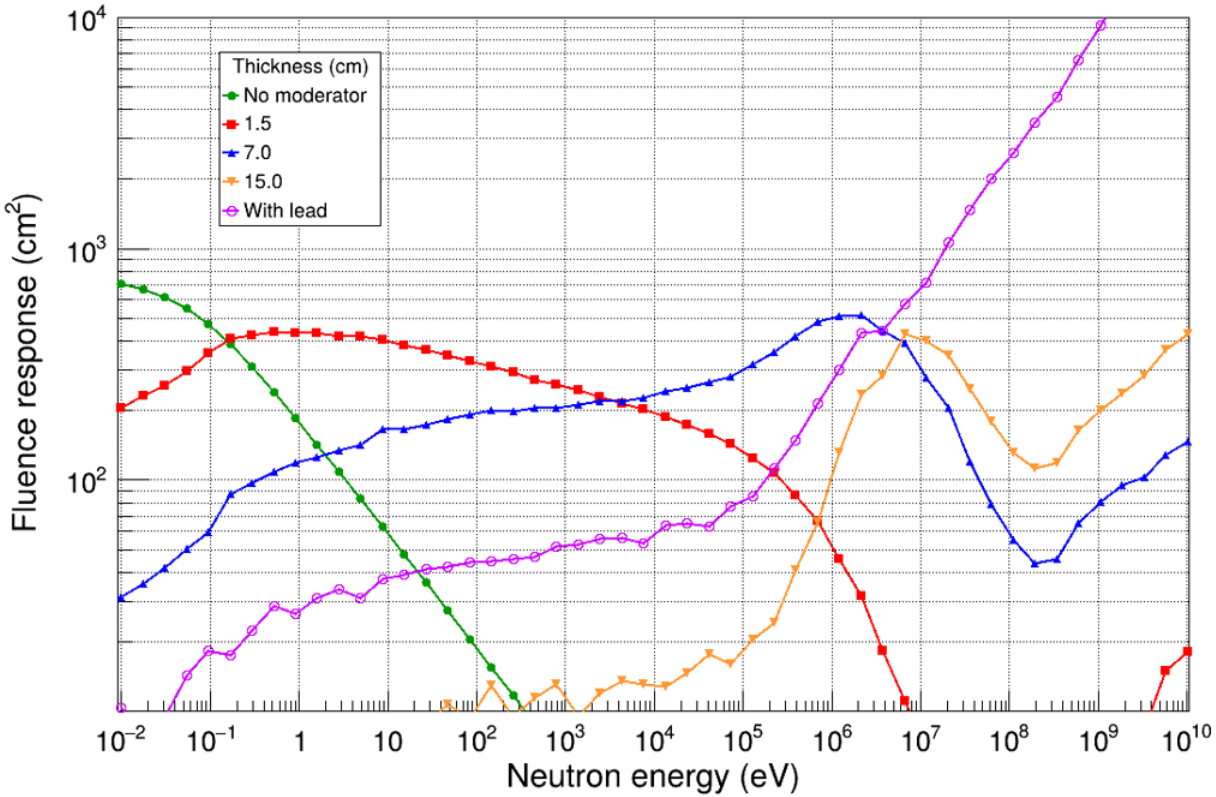


Рис.2. Зависимость «Счет БСНМ – толщина снега» и её аппроксимация экспонентой.

Счетчик с He-3 для регистрации нейтронов

Эффективность регистрации нейтронов детекторами разной конструкции

GEANT4
QGSP_BERT_HP
+ G4ThermalNeutrons
(G4NeutronHPThermalScattering,
G4NDL,
TS_H_of_Polyethylene)

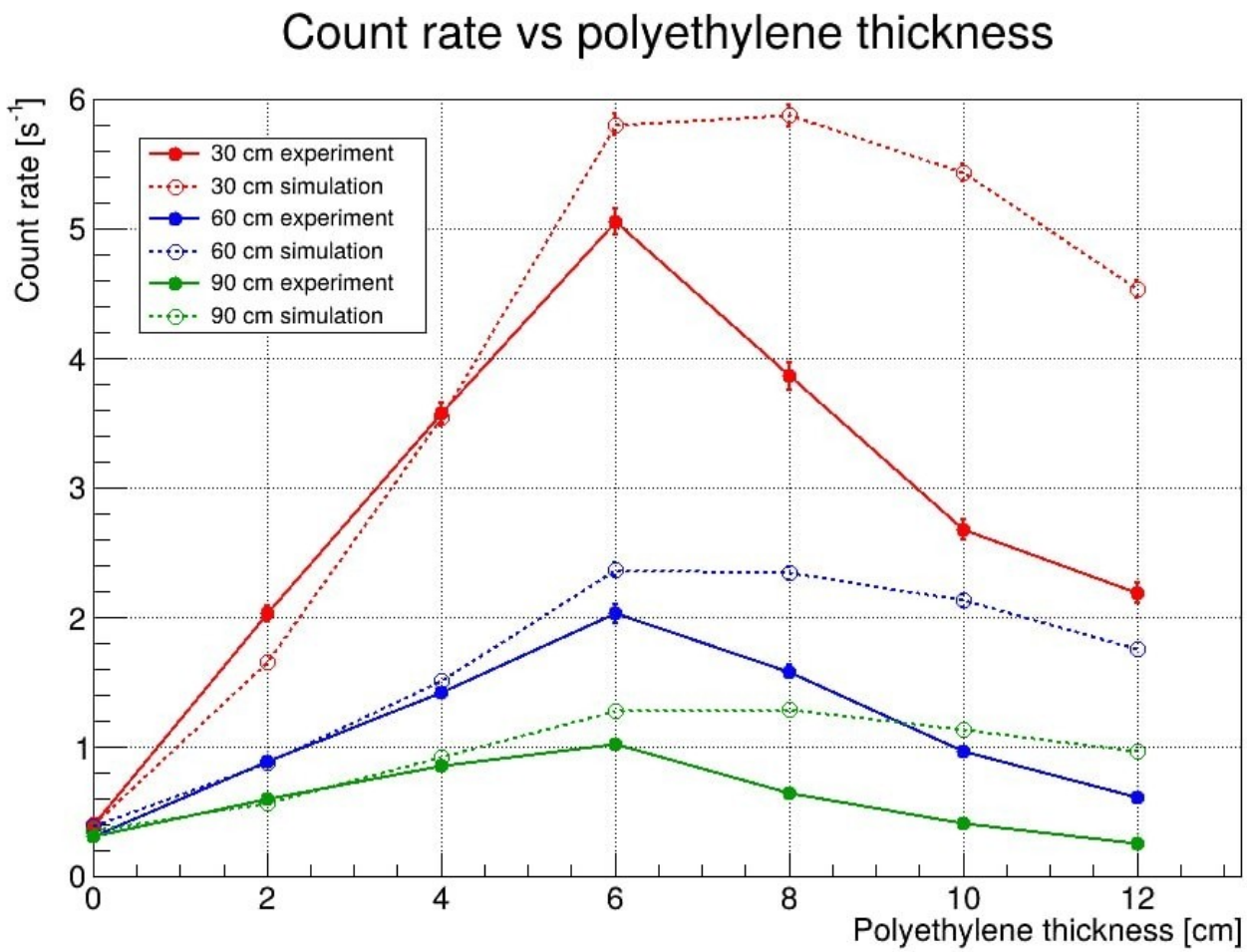


Скорикова Е.А., Майоров А.Г., Сирук С.А. Эксперимент по измерению КЛ в горных районах российской Арктики #70

Экспериментальная проверка результатов моделирования (1)

Испытания с источником Cf-252

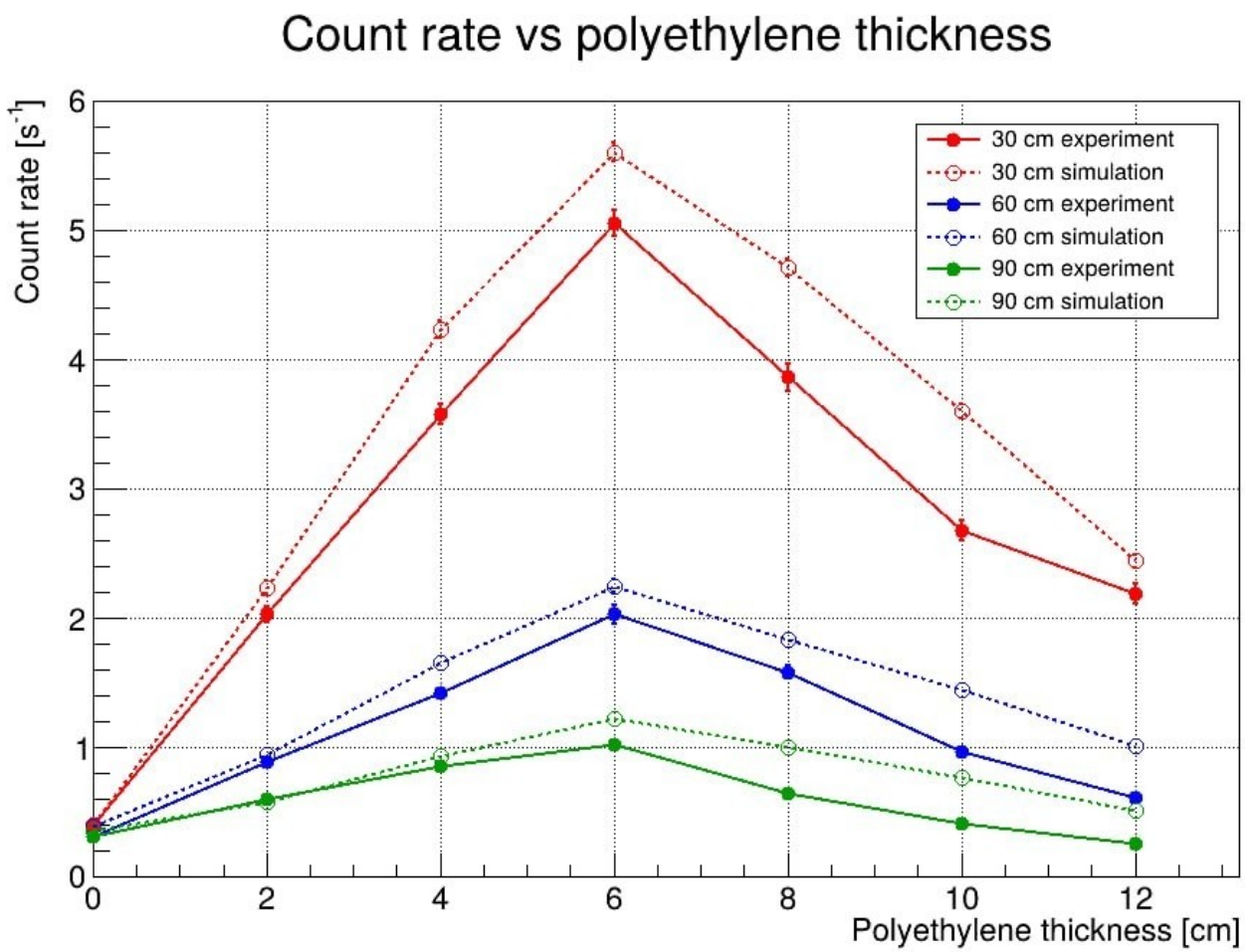
Моделирование Без G4ThermalNeutrons



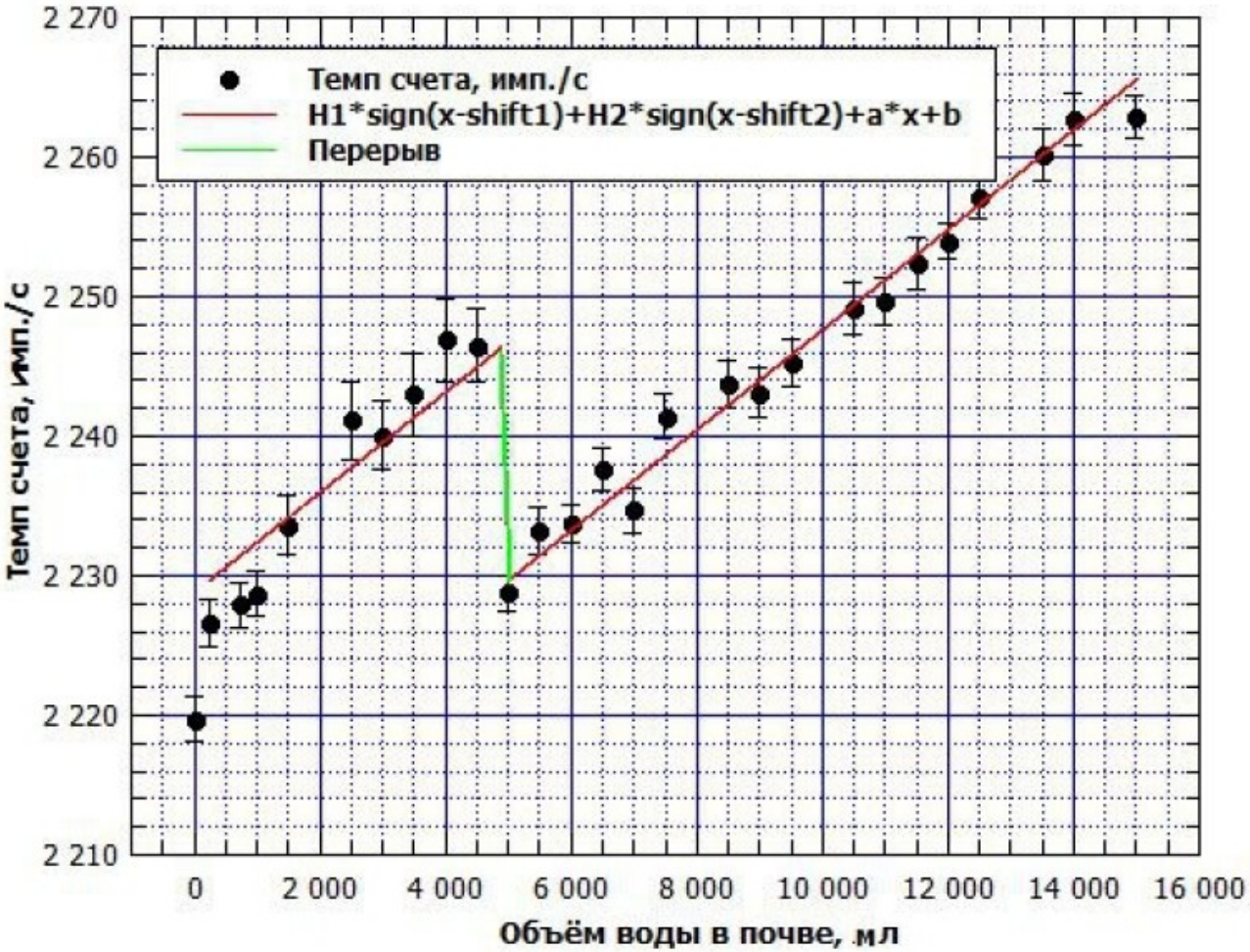
Экспериментальная проверка результатов моделирования (2)

Испытания с источником Cf-252

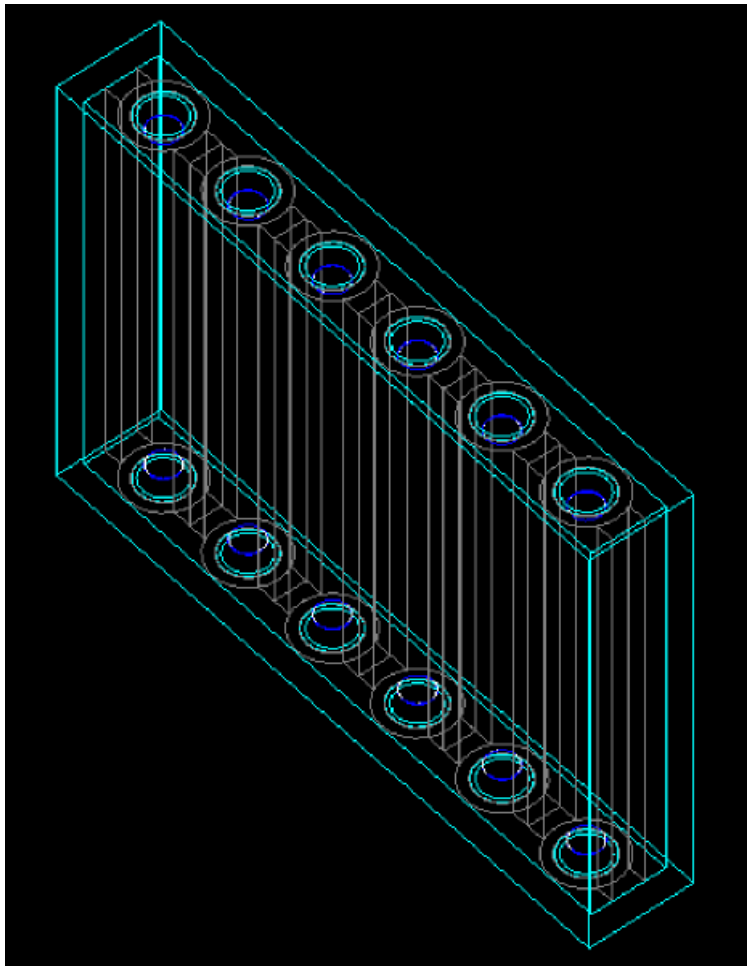
Моделирование С G4ThermalNeutrons



Испытания с Pu-Be источником тепловых нейтронов



Моделирование детектора в окружающей среде

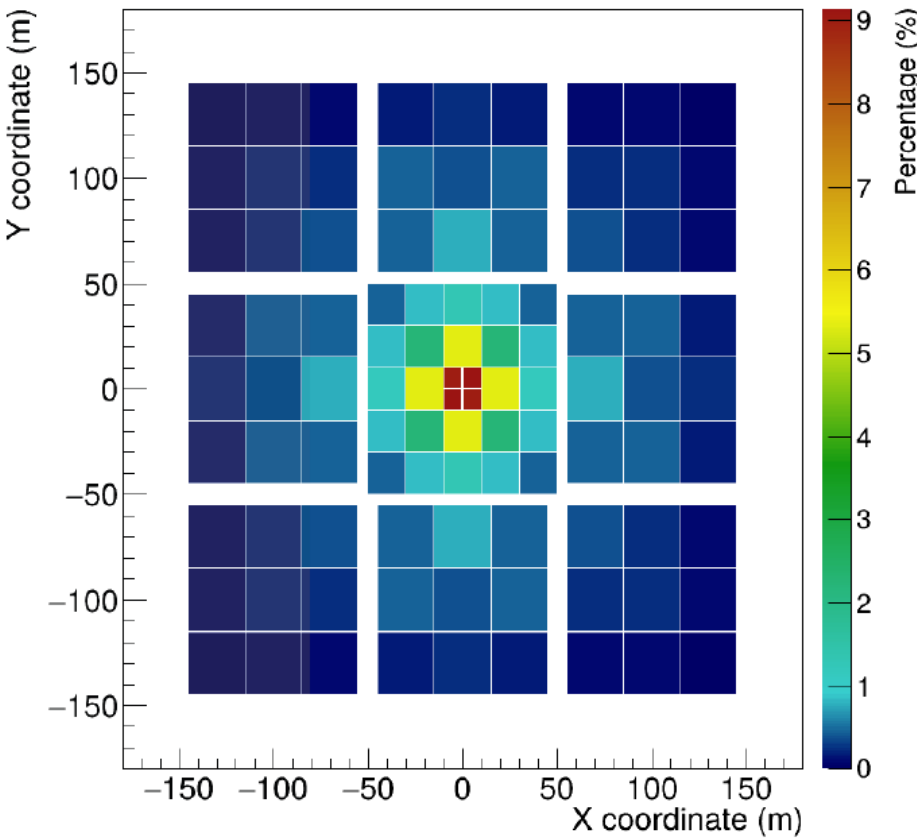


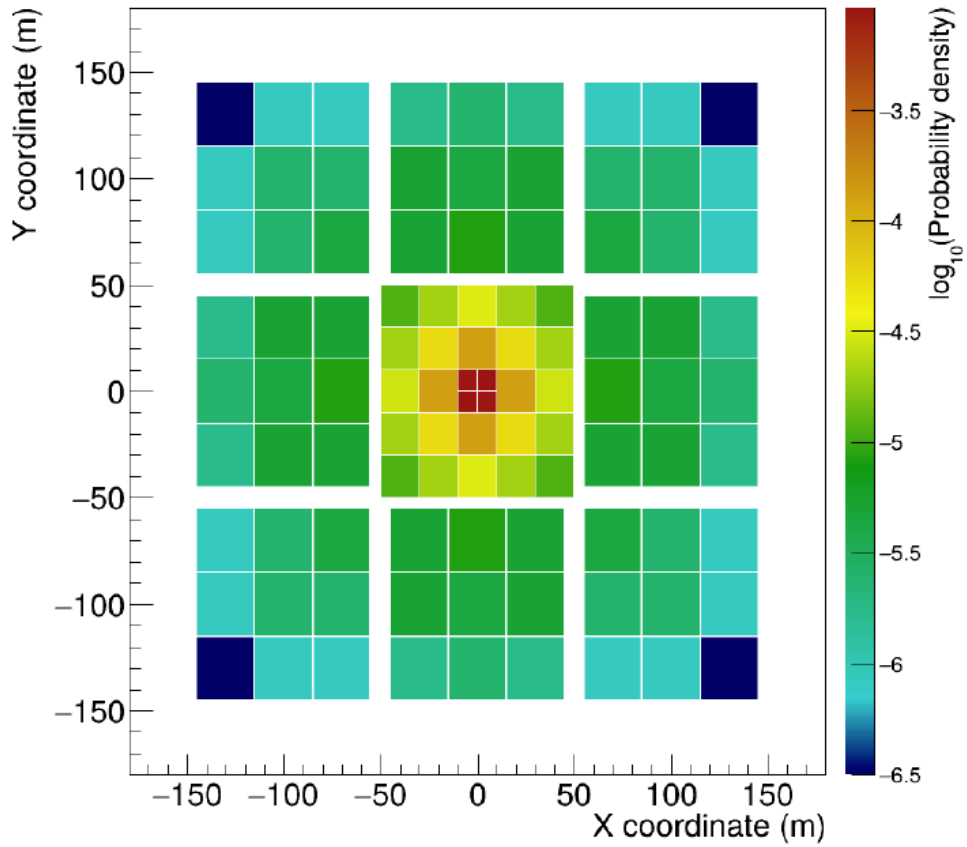
Моделирование нейтронного фона, порождаемого взаимодействием ГКЛ с атмосферой Земли, выполнялось с использованием пакета CRY [Hagmann et al.]

Для установления количественной связи между числом сгенерированных в симуляции частиц и реальной продолжительностью набора данных проведено моделирование отклика нейтронного монитора 6NM-64, результаты которого сопоставлялись с экспериментальными данными о темпе счета такого прибора (~4000 событий/мин)

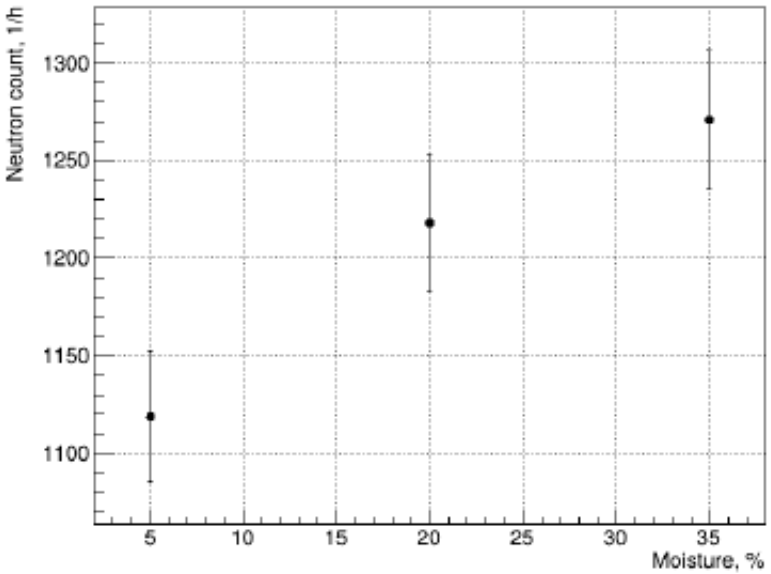
Hagmann C., Lange D., Verbeke J., Wright D. CRY: The Cosmic-Ray Shower Library. — 2007. — URL: https : / / nuclear . llnl . gov/simulation ; UCRL-TR.

Моделирование пространственного распределения чувствительности прибора

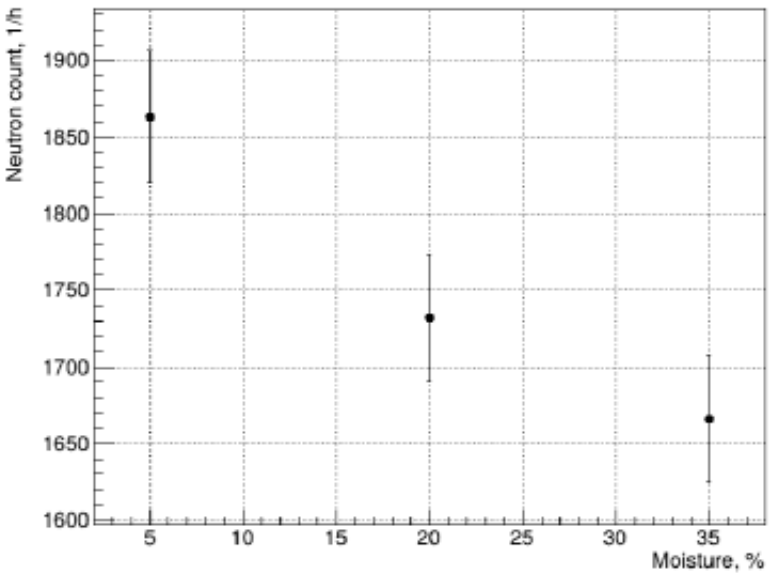




Моделирование отклика детекторов на изменение влажности почвы



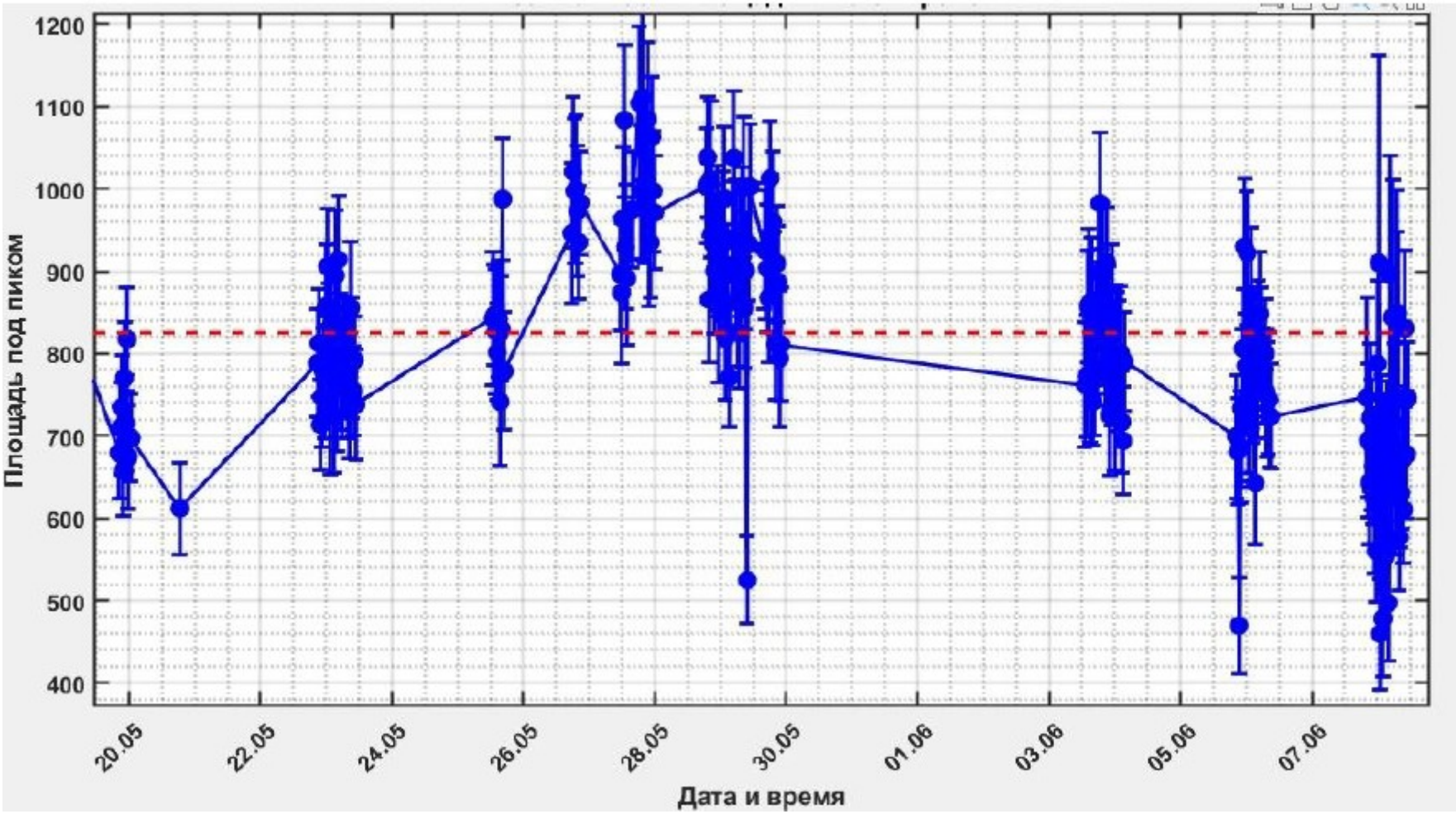
(а)



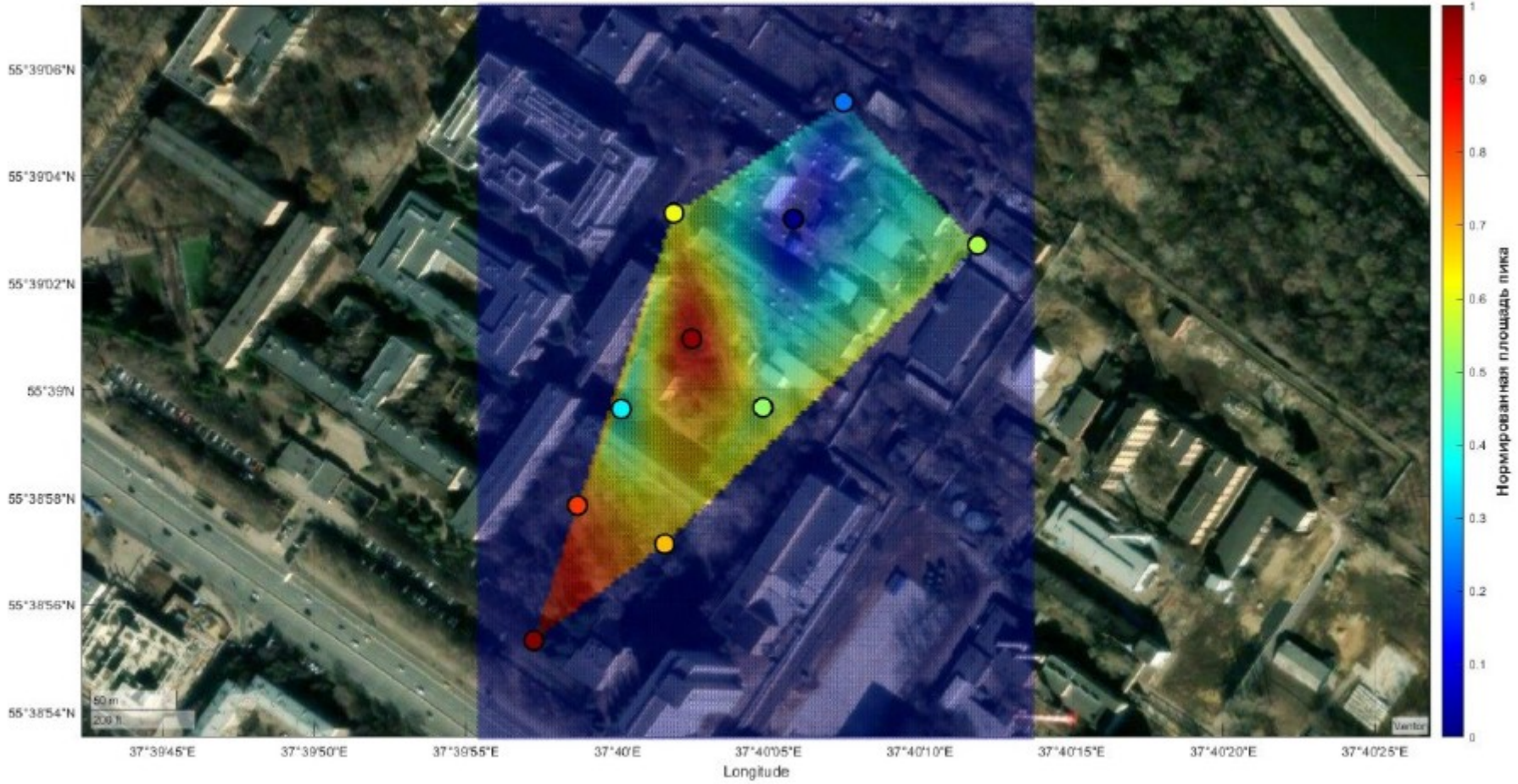
(б)

Детектор нейтронов: (а) тепловых, (б) эпитепловых

Измерения в одной точке на территории университета



Измерения в разных точках на территории университета



Спасибо за внимание!

SASiruk@mephi.ru

Дополнительные слайды

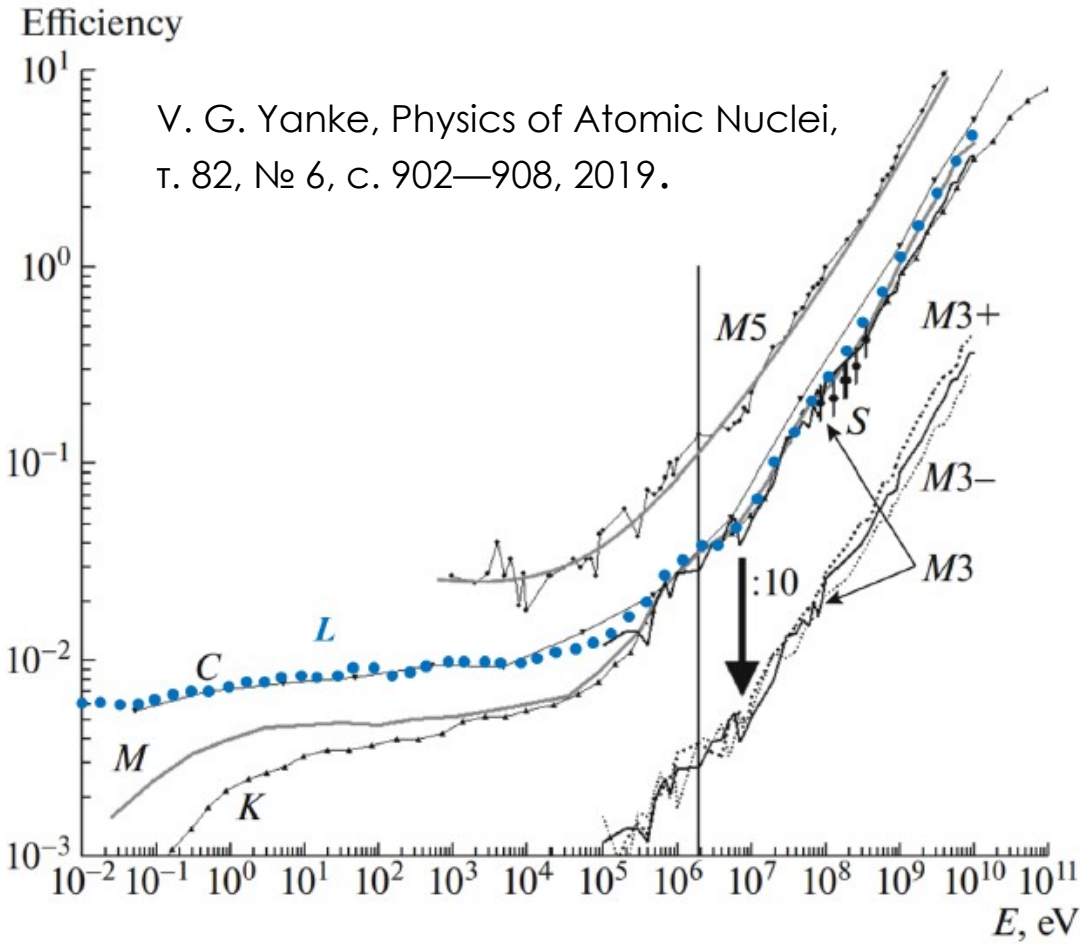
Моделирование 6NM-64

6NM-64

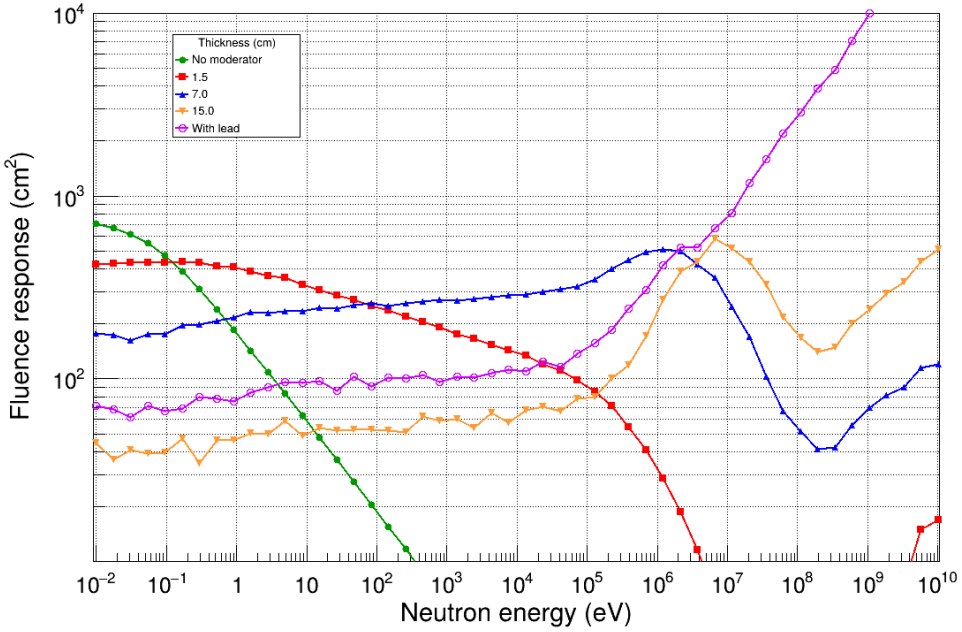
L: эта работа без G4ThermalNeutrons

C: Abunin A.A., Pletnikov E.V., Shchepetov A.L., Yanke V.G. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. — 2011. — Vol. 75. — P. 866.

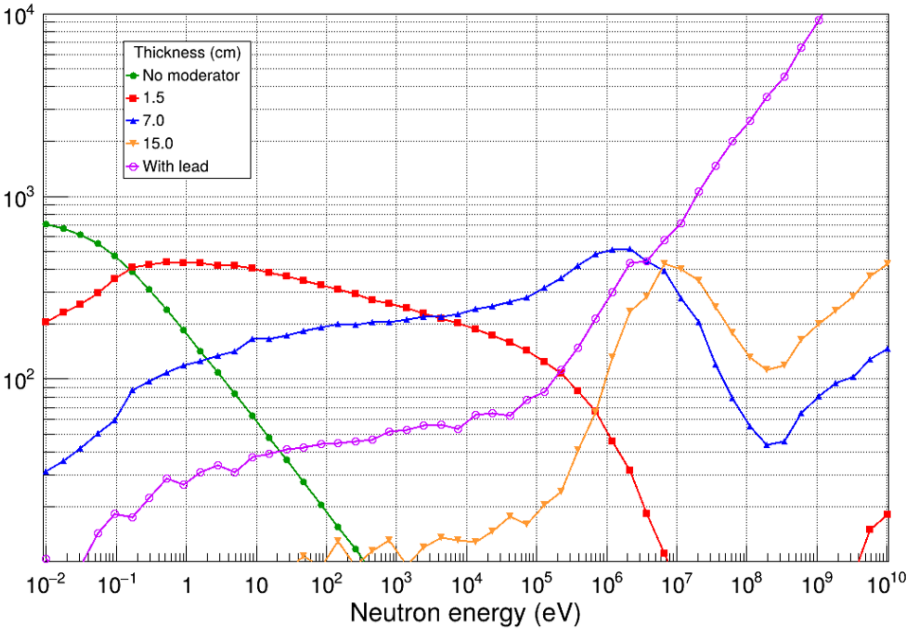
M: Маурчев Е. А., Балабин Ю. В. Модельный комплекс для исследования космических лучей //Солнечно-земная физика. – 2016. – Т. 2. – №. 4. – С. 3-8.



Зависимость чувствительности от модели взаимодействий



Без G4ThermalNeutrons



С G4ThermalNeutrons