

дозы $H^*(10)$ и эффективной дозы E_{eff} за боковой защитой (2 м бетона) не превышает проектного предела 12 мкЗв/ч для обоих режимов, что подтверждает достаточность проектируемой биологической защиты. На основании проведенных расчетов произведены оценки необходимого времени ожидания перед заходом в зону облучения. В случае пучка углерода приближение на расстояние 50 см к коллиматору возможно не ранее чем через 2 минуты после остановки пучка, забор биологического образца - не ранее чем через 1 минуту; для пучка криптона нахождение на расстоянии более 50 см от коллиматора допустимо сразу после остановки пучка, а забор образца - не ранее чем через 4 минуты. Мощность поглощенной дозы в биологической мишени составила 0,07 Гр/мин для углерода и 1,43 Гр/мин для криптона.

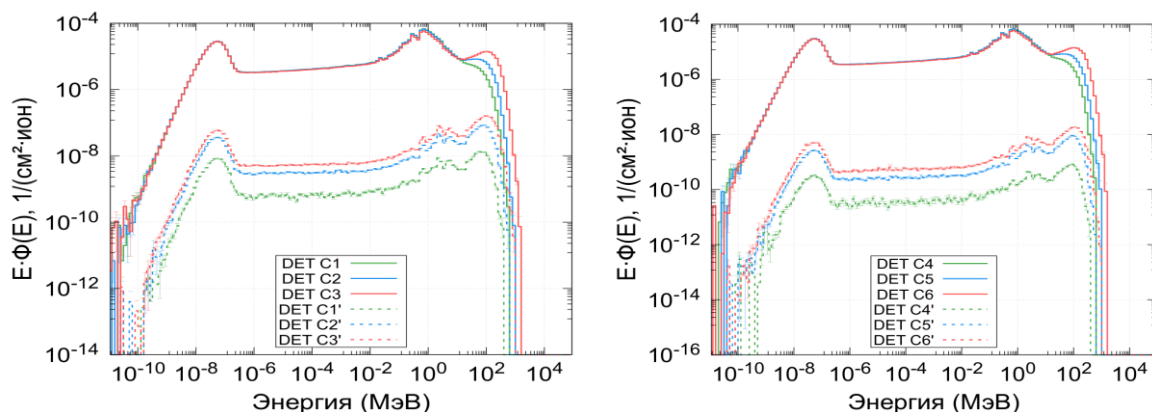


Рис. 2. Спектры нейтронов от криптона 800 МэВ/нуклон (внутри и за защитой)

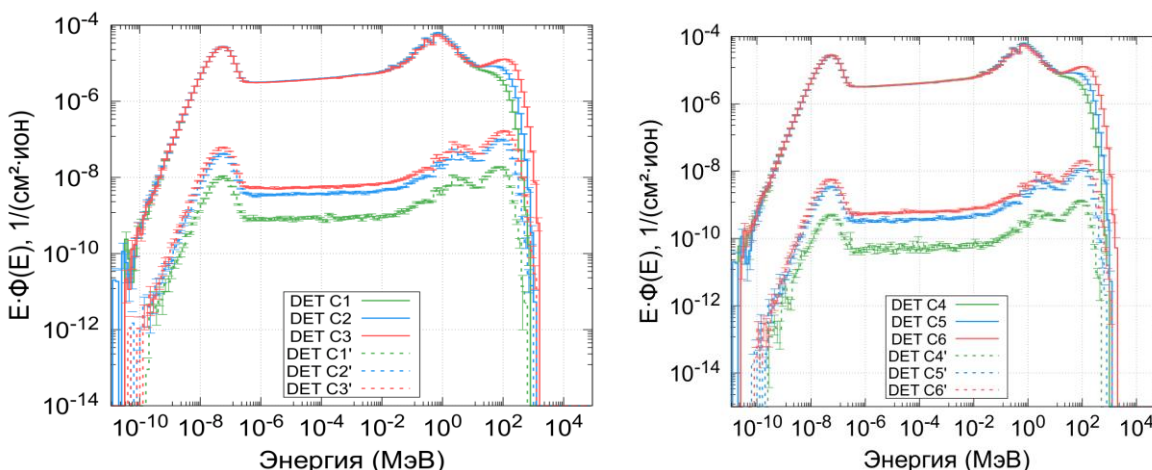


Рис. 3: Спектры нейтронов от углерода 1110 МэВ/нуклон (внутри и за защитой)

Таким образом, на основе проведенного моделирования по программе PHITS, были определены основные радиометрические и дозиметрические характеристики для двух режимов работы станции СИМБО. Показано, что конфигурация боковой защиты толщиной 2 м обеспечивает соблюдение норм радиационной безопасности. Полученные результаты могут быть использованы при разработке регламентов работы персонала и планировании радиобиологических экспериментов на комплексе NICA.

Литература

1. NICA (Nuclotron-based Ion Collider fAcility): официальный сайт. – 2025. – URL: <https://nica.jinr.ru/ru/> (дата обращения: 24.04.2026).
2. Сливин А. и др. Сооружение станций для прикладных исследований на ускорительном комплексе NICA / А. Сливин, А. Агапов, А. Бутенко, Г. Филатов, К. Шипулин, Е. Сыресин, А. Тузиков, Т. Кулевой, Ю. Титаренко, Д. Бобровский, А. Чумаков, С. Соловьев, А. Кубанкин, П. Черных, В. Лузанов // Физика частиц и ядра. – 2022. – Т. 53, № 3. – С. 421–425.
3. Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS): user's manual. – Version 3.35 / T. Sato, Y. Iwamoto, S. Hashimoto, T. Ogawa, T. Furuta, S. Abe, T. Kai, Y. Matsuya, N. Matsuda, Y. Hirata, T. Sekikawa, L. Yao, P.E. Tsai, H.N. Ratliff, H. Iwase, Y. Sakaki, K. Sugihara, N. Shigyo, L. Sihver, K. Niita. – Japan : JAEA, RIST, KEK, 2025.
4. Гордеев И.С. Моделирование радиационной обстановки на станциях и каналах для прикладных исследований СИМБО и ИСКРА комплекса NICA / И.С. Гордеев, А.А. Сливин, Г.А. Филатов // Письма в ЭЧАЯ. – 2025. – Т. 22, № 4.

5. Ratliff H. N. Modernization of the DCHAIN-PHITS activation code with new features and updated data libraries / H. N. Ratliff, N. Matsuda, S. Abe, T. Miura, T. Furuta, Y. Iwamoto, T. Sato // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. – 2020. – Vol. 483. – P. 1-9. – DOI: 10.1016/j.nimb.2020.09.012.