

Оценка вклада нейтронов в дозу при облучении протонами

Tuesday 1 July 2025 17:40 (20 minutes)

При формировании терапевтического распределения дозы фиксированного пучка протонов с использованием их двойного рассеивания может возникать значительное количество вторичных нейтронов вследствие взаимодействия протонов с материалами защиты и системы формирования. Учёт дозовой нагрузки от нейтронного излучения важен для радиотерапии, поскольку нейтроны обладают высокой проникающей способностью и могут достигать глубоко залегающих органов, имея при этом более высокую относительную биологическую эффективность (ОБЭ) по сравнению с протонами. Поэтому контроль дозы от нейтронного излучения при протонной терапии важен как для качества лучевой терапии, так и для безопасности персонала и окружающей среды.

В компьютерную модель протонной лучевой установки ИЯИ РАН, подробно описанную в работе [1], добавлены виртуальные детекторы, собирающие данные по потокам нейтронов в зависимости от их энергии [2]. Для сбора данных выбраны принципиально значимые области, характеризующиеся взаимодействием пучка протонов с бетонной защитой, элементами системы формирования терапевтического пучка и дозиметрическим водным фантомом. Для получения вклада нейтронов в эффективную дозу использовались эмпирические коэффициенты пересчёта флюенса нейтронов в эффективную дозу [3]. Результатом работы является численная оценка пространственного распределения в процедурном помещении лучевой установки ИЯИ РАН эффективной дозы от нейтронного излучения, создаваемого в результате облучения заданного объёма мишени протонами с дозой 1 Гр. Этот результат будет использован при исследовании флэш-эффекта в облучении протонами биологических мишеней, включая живые модели.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 24-15-00040 «Разработка ядерно-физических и радиобиологических методов протонной флэш-терапии».

1. G. V. Merzlikin, S. V. Akulinichev, I. A. Yakovlev. «Simulation of a proton beam facility in the TOPAS MC software package». Moscow Univ. Phys. Bull. 11 (2023), doi.org/ 10.55959/MSU0579-9392.78.2310201.
2. Sang-Eun Han, Gyuseong Cho, Se Byeong Lee. An Assessment of the Secondary Neutron Dose in the Passive Scattering Proton Beam Facility of the National Cancer Center, Nuclear Engineering and Technology, Volume 49, Issue 4, 2017, Pages 801-809, ISSN 1738-5733, doi.org/10.1016/j.net.2016.12.003.
3. ICRP, 2010. Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40(2-5).

Primary authors: МЕРЗЛИКИН, Григорий (ИЯИ РАН); ЯКОВЛЕВ, Иван (ИЯИ РАН); АКУЛИНИЧЕВ, Сергей (ИЯИ РАН)

Co-author: ГАВРИЛОВ, Юрий (ИЯИ РАН)

Presenter: МЕРЗЛИКИН, Григорий (ИЯИ РАН)

Session Classification: 7. Nuclear medicine

Track Classification: Section 7. Nuclear medicine.