

Моделирование терапевтического канала циклотрона У-120 для лучевой терапии быстрыми нейтронами

Введение. Лучевая терапия быстрыми нейтронами считается эффективным методом лечения радиорезистентных форм рака, рецидивов опухолей после фотонного лечения, метастазов и других видов рака. Такие преимущества терапии быстрыми нейтронами перед стандартным облучением как более высокое значение линейной передачи энергии; меньшая зависимость от кислородного эффекта; снижение влияния сепаративных способностей клеток позволяет применять данный тип терапии для лечения некоторых видов раковых заболеваний различной локализации. В связи с этим возникает необходимость наиболее точного определения дозиметрических и геометрических параметров нейтронного пучка. Целью данной работы являлось моделирование формирования гамма-нейтронного поля терапевтического пучка. В рамках задач исследования проводилась оценка дозиметрических и геометрических характеристик распространения в воздушной и водной средах. Предполагается, что создание модели выводного канала позволит повысить качество терапевтических процедур путём более точного предсказания взаимодействия терапевтического пучка с различными материалами и тканями.

Материалы и методы. В качестве источника пучка быстрых нейтронов в Томском политехническом университете применяется циклотрон У-120. Поток быстрых нейтронов формируется в результате реакции ${}^9\text{Be}(d, n){}^{10}\text{B}$, что приводит к формированию гамма-нейтронного поля излучения. Вывод ускоренных частиц из циклотрона осуществляется в специальном оборудованном канале для терапевтических целей. Бетонная стена, в которой расположен коллиматор является разделителем между залом циклотрона и процедурным кабинетом. Геометрия терапевтического канала была воспроизведена при помощи программного кода Particle and heavy ion transport code system (PHITS v 3.31). Устройство нейтронного канала представляет собой усеченный конус, заключенный в защиту из 5%-борированного полиэтилена, окруженного стальными дисками. Наружный слой канала состоит из стальной трубы. Расчет параметров дозы нейтронного и фотонного излучений проводились в водном фантоме, который был смоделирован на выходе из терапевтического канала на расстоянии 110 см от мишени.

Результаты. Анализ выходных данных позволяет оценить вклад каждого вида излучения в суммарную дозу. Отношение гамма-компоненты к нейтронной компоненте поглощенной дозы зависит от глубины и среды, в котором происходит моделирования. В воздушной среде на выходе из канала до взаимодействия с моделью водного фантома данное отношение является слабо меняется и составляет около 14%. На поверхности водного фантома отношение составляет 3,3% и экспоненциально возрастает до величины 14% на глубине 20см. Мощность дозы напрямую зависит от тока пучка в мкА. Расчет мощности дозы в фантоме показывает сходимость результатов моделирования и базовых параметров мощности дозы, применяемых для планирования нейтронной лучевой терапии в пределах 3%.

Заключение. Создание модели терапевтического канала позволит более точно изучить процесс взаимодействия нейтронного пучка с различными средами, а следовательно повысить качество терапевтических процедур.

Section

Applications of nuclear methods in science, technology, medicine and radioecology

Primary author: VERTINSKIY, Andrey (Tomsk Polytecnic University)

Co-authors: Mr OVSENEV, Alexandr (Tomsk Polytecnic University); Mrs SELIKHOVA, Ekaterina (Tomsk Polytecnic University); Mrs SUKHIKH, Evgeniia (Tomsk Polytecnic University, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences)

Presenter: VERTINSKIY, Andrey (Tomsk Polytecnic University)

Session Classification: Poster session