

Әдебиеттер тізімі

1. Полуниин В.М. Механика нано и микродисперсных магнитных сред: Методика получения магнетита и магнитных жидкостей на трансформаторном масле, -М.: ФИЗМАТЛИТ, -2015, 192 с.
2. Марнаутов Н.А., Комиссарова Л.Х., Татиколов А.С., Ларкина Е.А., Елфимов А.Б., Васильков О.О. Разработка оптимального способа получения однородных по химическому составу и размерам наночастиц магнетита для биомедицинских целей // Успехи современного естествознания. 2017, № 6, С. 23-27. [Электронный ресурс] - URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36493>.
3. Г. Н. Петров. Трансформаторы. Том 1. Основы теории, -Москва: Государственное Энергетическое Издательство, 1934.
4. В. Н. Ванин. Трансформаторы тока, -М: Энергия, 1966.
5. Постнов В. Н., Королев Д. В., Галагудза М. М. Наносенсоры в биологии и медицине // Биотехносфера 2013, Т. 68. -№4, С.84-85.
6. E.O. Foster, in "Electrical Insulating Liquids", edited by R. Bartnikas. Published by ASTM, Philadelphia, 1994, P. 262 – 30

УДК 539.1.06

ДИАГНОСТИКА ХАРАКТЕРИСТИК МОДУЛИРОВАННЫХ ПРОТОННЫХ ПУЧКОВ НА ОСНОВЕ ТКАНЕЭКВИВАЛЕНТНЫХ ДОЗИМЕТРОВ

Кабиев Муса Булатулы

kzswim@mail.ru

Докторант 1 курса ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Республика Казахстан
Научный руководитель – Кабдрахимова Г.Д.

Введение. Ядерная медицина – это область фундаментальной и практической медицины, основанная на использовании для диагностики и лечения заболеваний радиофармацевтические препараты и свойства ионизирующего излучения. Одновременно, это и мультидисциплинарная область, в которой требуется совместная работа врачей-радиологов, медицинских физиков, химиков, молекулярных биологов, инженеров и др. Наибольшее распространение технологии ядерной медицины получили в онкологии, кардиологии и неврологии [1, 2].

Сегодня ядерная медицина активно развивается и получает всё большее признание во всём мире. Преимущества, а в ряде случаев и незаменимость методов ядерной медицины обусловили на протяжении нескольких последних десятилетий её устойчивое развитие и превращение в неотъемлемую часть клинической практики в развитых странах [3].

К сожалению, ежегодно от злокачественного новообразования в Республике Казахстан умирают более 16 тыс. человек, из которых почти половина – это представители экономически трудоспособного возраста.

Сегодняшний технологический прорыв в медицине дает надежду онкологическим пациентам. Протонная терапия – недавнее достижение в области радиационной онкологии. Основное ее преимущество – снижение дозы облучения здоровых тканей, что является целью в детской радиотерапии.

Актуальность исследования. Дистанционная лучевая терапия, к которой относится протонная терапия, представляется собой многодисциплинарное направление ядерной медицины. Она требует непрерывного и четкого взаимодействия медицинских физиков (физиков-ядерщиков со знанием основ медицины) с медицинским и инженерно-техническим персоналом. Планирование протонного лечения для каждого конкретного пациента достаточно сложный процесс как с медицинской, так и физической точки зрения. В конвенциональной терапии фотонами и электронами последнее обычно называют

дозиметрическим планированием, однако в приложении к протонной лучевой терапии этот этап включает существенно более широкий круг задач, связанных с модификацией и сканированием пучка протонов, расширением спектра и компенсацией пробегов, учетом при планировании неопределенностей и конечности пробегов протонов, уменьшением вклада в дозу вторичных нейтронов, созданием устойчивых к погрешностям алгоритмов оптимизации дозиметрических планов и, наконец, прецизионный расчет дозовых распределений. Вместе с тем основные цели как дозиметрического, так и физического планирования совпадают. Они заключаются в создании предписанной дозы в мишени при не превышении толерантных доз в окружающих нормальных тканях и критических органах и уменьшении интегральной дозы.

Рассмотрение проблемы физического планирования протонной терапии начинается с определения характеристик пучка. Так как протоны являются заряженными частицами, то одной из основных характеристик следует считать поглощенную дозу, создаваемую пучком моноэнергетических протонов в теле пациента, в участке, называемом пик Брэгга. Для получения однородного распределения высокой дозы по объему мишени применяется суперпозиция многих пиков Брэгга с разной интенсивностью и энергией. В результате создается протяженная область высокой дозы, которую принято называть SOBP (spread out Bragg peak). Следующими значимыми параметрами, влияющими на планирование протонной терапии, являются коэффициент эффективности при рассеянии протонов, пробег пучка и ширина модуляции протяженной области высокой дозы.

В силу большей чувствительности протонов к неомогенностям, чем фотонов, применяемые в настоящее время в системах планирования оптимизационные алгоритмы недостаточно точно учитывают погрешности, возникающие из-за неопределенностей в значениях пробегов протонов и из-за изменения картины рассеяния в присутствии неомогенностей. Однако для технологии протонной терапии с модуляцией по интенсивности пучка IMPT, где результирующее дозовое распределение складывается из нескольких тысяч пиков Брэгга, каждый из которых может испытывать влияние неомогенностей, такой подход чреват появлением серьезных погрешностей в дозовых распределениях. Одно из предлагаемых решений этой проблемы состоит во включении возможных погрешностей в оптимизационные расчеты, чтобы гарантировать, что план облучения надежно предсказывает действительное дозовое распределение.

Для проведения оптимального лечения доза излучения должна доставляться с высокой точностью. Контроль качества распределения доз осуществляется с помощью клинической дозиметрии. Определить величину дозы вне среды невозможно. В протонной терапии окружающей средой являются либо тело пациента, либо фантом, который сконструирован из особого материала, воспроизводящего дозиметрические свойства тканей пациента. Внутри фантома на расчетную глубину помещают дозиметры, которые регистрируют величину падающей дозы, симулируя поглощение клетками опухоли. Одними из таких дозиметрических пленок является радиохромные пленки, которые нужны для проведения дозиметрии высоких доз, а также являются тканеэквивалентными.

Радиохромные дозиметрические пленки широко используются в дозиметрии фотонных и электронных пучков. Такие пленки не реагируют на видимый свет, что упрощает работу с ними. Под воздействием ионизирующего излучения в результате полимеризации, протекающей в чувствительном слое, пленка изменяет свой цвет, глубина которого зависит от величины поглощенной дозы. Величиной, характеризующей изменения плотности потемнения пленок является оптическая плотность, определяемая как десятичный логарифм отношения интенсивности падающего света, к интенсивности прошедшего. Для большинства пленок, зависимость между оптической плотностью и величиной поглощенной дозы является нелинейной. В 2011 г. появилась новая радиохромная пленка семейства Gafchromic EBT-3, которая имеет тканеэквивалентный состав и диапазон измеряемых доз до 40 Гр. В связи с этим представляется большой интерес и возможность использования новейшей радиохромной пленки семейства Gafchromic EBT-3 для клинической дозиметрии протонных пучков.

Алгоритмы расчета дозы. Алгоритмы расчета дозы в протонной терапии обычно разделяют на 3 класса:

- Аналитические алгоритмы;
- Методы тонкого луча;
- Метод Монте-Карло.

В настоящее время используется метод Монте-Карло, который находит все большее распространение в протонной терапии, благодаря которому можно рассчитывать не только дозу внутри тела пациента, но и пространственные, энергетические и угловые распределения потока протонов (флюенс) в падающем на пациента пучке.

Заключение. Основное преимущество протонной терапии перед фотонной заключается в том, что эта технология позволяет резко снизить облучение здоровых тканей и тем самым дает возможность повысить вероятность контроля над опухолью за счет повышения дозы в опухоли до уровней, не достижимых с помощью фотонной терапии.

Особое внимание следует уделить вопросам совершенствования физического планирования протонной терапии, в частности, разработке новых технологий подведения дозы, уменьшению неопределенностей в определении пробегов, развитию «ошибкоустойчивых» алгоритмов оптимизации протонной терапии, разработке методов и приборов для высокоточной дозиметрии.

Список использованных источников

1. Zabelin MV, Klimanov VA, Galyautdinova JJ, Samoylov AS, Lebedev AO, Shelyhina EV. Proton radiation therapy: clinical application opportunities and research prospects // Research'n Practical Medicine Journal. 2018. № 5(1), P.82-95, DOI: org/10.17709/2409-2231-2018-5-1-10. (Russian).
2. Klimanov VA, Zabelin MV, Galyautdinova JJ. Proton radiotherapy: current status and future prospects // Medical Physics. 2017, P.89-121. (Russian).
3. Zhykova A. Rays of life // Review proton therapy. Thematical Annex to «Kommersant» Magazine. 2017, № 97, P.8-9. (Russian).

УДК 53.01, 539.12

ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ

Көшекен Азамат Жамантайұлы

koshekenazamat@gmail.com

Студент 5-го курса по специальности «Ядерная физика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева,
Нур-Султан, Казахстан
Научный руководитель – Шаханова Г.А.

Некоторые проблемы стандартной модели элементарных частиц изучаются в основном с помощью феноменологического подхода.

Показано, что дираковская или майорановская природа нейтрино может быть изучена путем поиска различий в рассеянии ν -электронов, если учитывать поляризацию нейтрино. Абсолютный масштаб массы нейтрино может быть установлен, если для лептонов рассматривается матричная текстура с четырьмя нулевыми массами. Установлено, что $m_{\nu 3} \sim 0,05$ эВ.

Показано, что в определенном классе из двух расширений модели Хиггса стандартной модели возможно устранить квадратичные расхождения с массой физического бозона Хиггса.

Удобная модель. Луи де Бройль как-то предположил, что если кто-то попытается суммировать основные характеристики физики в трех словах, это будут следующие слова: корпускулярное, релятивистское и квантовое [1]. Позднее, в том столетии, понятие