

Целью данной работы стало проведение экспериментальных исследований и обработка полученных результатов по формированию клинического пучка электронов тестовым образцом, изготовленным методом послойного наплавления из HIPS пластика.

В рамках данной работы были теоретически рассчитаны глубинные распределения доз электронов с энергиями 6, 12 и 18 МэВ в HIPS пластике. В ходе экспериментальных исследований в качестве источника пучка электронов медицинского назначения был использован клинический ускоритель Siemens "Oncor", в качестве детектора – рентгенографические пленки ЕВТЗ. Были обработаны экспериментально полученные данные и проведен сравнительный анализ между ними и теоретически рассчитанными глубинными распределениями доз электронов в HIPS пластике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климанов В. А. Физика ядерной медицины. – 2012.
2. Cherepennikov Y. M. , Stuchebrov S. G. , Danilova I. B. , Miloichikova I. A. Method of forming profiles of arbitrary electron beams // Radiation from Relativistic Electrons in Periodic Structures (RREPS-15): Book of Abstracts of XI International Symposium, Saint Petersburg, September 6-11, 2015. - Tomsk: TPU Publishing House, 2015 - p. 47
3. Miloichikova I. A. , Stuchebrov S. G. , Danilova I. B. , Naumenko G. A. Simulation of the microtron electron beam profile formation using flattening filters // Physics of Particles and Nuclei Letters. - 2016 - Vol. 13 - №. 7. - p. 890-892
4. Miloychikova I. A. , Krasnykh A. A. , Danilova I. B. , Stuchebrov S. G. , Kudrina V. A. Formation of electron beam fields with 3D printed filters // AIP Conference Proceedings. - 2016 - Vol. 1772, Article number 060018. - p. 1-7

#### МОНИТОРИНГ ДОЗЫ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПУЧКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НЕЙТРОН-ЗАХВАТНОЙ ТЕРАПИИ НА БАЗЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РЕАКТОРА ИРТ-Т

С.И. Крылов, М.Н. Аникин, А.Г. Наймушин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [sik5@tpu.ru](mailto:sik5@tpu.ru)

Нейтрон-захватная терапия «НЗТ» с использованием борсодержащих препаратов является одним из наиболее сложных методов лечения рака. Было обнаружено, что В-10 эффективно поглощает эпитепловые нейтроны. Сразу же после захвата нейтрона ядро В-10 становится В-11, которое сразу распадается на ядро Li и альфа-частицу. Главной задачей при выполнении НЗТ является достижение необходимого терапевтического эффекта с минимальным повреждением здоровых клеток при облучении. Особенностью метода является селективное воздействие на клетки опухоли заряженными частицами с высокой биологической эффективностью. Именно альфа-частица с невысоким пробегом в биологической ткани «порядка 8-12 мкм» повреждает опухолевые клетки, не затрагивая здоровые. Эффективность использования нейтронов ограничена малой глубиной и может простираться до 8-10 см., поэтому недостаточна для терапии глубоко расположенных опухолей. С учетом этого, клинические исследования показали, что НЗТ позволяет лечить глиобластомы мозга и метастазы меланомы [1].

Большинство установок, используемых в настоящее время для НЗТ, представляют собой исследовательские реакторы, которые были модифицированы для этого применения. Разрабатываются также источники нейтронов на базе различных ускорителей заряженных частиц. На базе Томского исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т разрабатывается экспериментальная установка нейтрон-

захватной терапии онкологических заболеваний человека. Отработка технологий будет включать путь от формирования нейтронного пучка до разработки методологии облучения.

Существует ряд требований для установки НЗТ, разработанные организацией МАГАТЭ. Это связано с тем, что пучок включает в себя вклад быстрых, надтепловых и тепловых нейтронов, а также гамма-излучение от источника нейтронов и от захвата и рассеяния нейтронов. Поэтому требуется тщательный анализ различных компонентов поля излучения. Контроль облучения пациента будет включать в себя калибровку пучка нейтронов, а также поддержание стабильности пучка в процессе облучения. Один из факторов, который может вызвать изменения характеристик пучка нейтронов в реакторе, является колебания уровня мощности. Система мониторинга должна отслеживать мгновенные изменения плотности потока нейтронов, положение и геометрию пучка, вычислять общую дозу от гамма-излучения, и иметь способность автоматически закрывать пучок, когда достигается требуемая доза облучения или когда возникает чрезвычайная ситуация [2].

Таким образом, детекторы системы мониторинга выбираются так, чтобы они были нечувствительны к компонентам излучения, которые не измеряются ими непосредственно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barth R. F. et al. Boron neutron capture therapy of cancer: current status and future prospects //Clinical Cancer Research. – 2005. – Т. 11. – №. 11. – С. 3987-4002.
2. Sauerwein W. A. G. et al. (ed.). Neutron capture therapy: principles and applications. – Springer Science & Business Media, 2012.

#### ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ВЫХОДА РЕАКЦИИ СИНТЕЗА $^{18}\text{F}$ -ФДГ

А.В. Кулаков, Е.Т. Чакрова

Институт ядерной физики,

Казахстан, г. Алматы, ул. Ибрагимова, 1, 050032

E-mail: kulakov@inp.kz

$^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкоза ( $^{18}\text{F}$ -ФДГ) является широкоиспользуемым радиофармацевтическим препаратом (РФП) для диагностики методом позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). ПЭТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ используется для диагностики, оценки распространенности и динамического наблюдения опухолей молочной железы, колоректального рака, рака пищевода, рака легких, лимфом, опухолей головы и шеи, меланомы и ряда других онкологических заболеваний.

В институте ядерной физики проводятся эксперименты по отработке оптимального режима наработки изотопа  $^{18}\text{F}$  по реакции  $^{18}\text{O}(p,n)^{18}\text{F}$  на циклотроне Cyclone 30 и выбору оптимальных условий для увеличения выхода  $^{18}\text{F}$ -ФДГ на полуавтоматизированном модуле синтеза Synthra RN Plus .

В работе представлены результаты экспериментов по увеличению выхода синтеза  $^{18}\text{F}$ -ФДГ. В ходе эксперимента были проведены опытные синтезы на двух разных модулях: автоматическом и полуавтоматическом. Основным критерием являлся выход реакции синтеза  $^{18}\text{F}$ -ФДГ с учетом распада основного продукта. Для расчета выхода измерялась активность облученной мишени, а также активность готового продукта с помощью доз калибратора. Для повышения выхода реакции синтеза на полуавтоматическом модуле было увеличено время реакции фторирования на 25%. При этом выход готового продукта увеличился на 20 %.