

данных пациента в формате DICOM в трехмерную STL-модель. Таким образом, была создана модель тела человека, пригодная для создания дозиметрического фантома с помощью технологий трехмерной печати. Применение предложенных фантомов позволит экспериментально определить дозное распределение вблизи критических органов для процедур облучения на гамма-терапевтическом аппарате.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10052).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khan F.M., Gibbons J.P. Khan's the physics of radiation therapy. – Fifth edition. – Lippincott Williams & Wilkins, 2014. – 572 p.
2. Черняев А.П., Лыкова Е.Н., Поподько А.И. Медицинское оборудование в современной лучевой терапии: Учеб. Пособие. – М.: ООП физического факультета МГУ, 2019. – 101 с.
- Красных А.А. и др. Разработка способа экспериментальной верификации дозиметрического планирования лучевой терапии // Сборник материалов XII Всероссийской конференции молодых ученых-онкологов, посвященной памяти академика РАМН НВ Васильева «Актуальные вопросы фундаментальной и клинической онкологии», 27–28 апреля 2017 г., г. Томск / Под ред. Е.Л. Чойзнонова, Э.В. Галажинского, Н.В. Чердынцевой. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2017. – С. 150.

ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ТОМСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Рогова Н. С., Яковлева Ю.А., Бирюков К. П.

Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: rogoва@tpu.ru

В Европейских исследованиях при активном биомониторинге чаще всего используют наземные мхи. При трансплантации мхов с условно чистых территорий на урбанизированную мхи помещают в сетчатые мешки из химически нейтральных материалов (техника «мох-мешок»). Однако мох высыхает во время экспозиции и часто осыпается. Для преодоления данных недостатков мхи размещают на специальной поддержке, устанавливают полив и затенение. Такие приспособления делают данный способ трудоемким и дорогостоящим для достаточно больших территорий [1,2]. С этой точки зрения для мониторинга более целесообразно использовать обитающие на коре деревьев эпифитные мхи, так как для их размещения не требуются устройства для поддержки. В данном исследовании для трансплантации использован эпифитный мох *Pyloisia polyantha* (Hedw.) Schimp., который распространен в природе и обладает высокими аккумуляционными способностями. Для данного вида мха авторами разработан простой в применении метод трансплантации [3]. Целью работы является изучение влияния сезонных условий на концентрации химических элементов в образцах-трансплантатах эпифитного мха *Pyloisia Polyantha*.

Для исследования влияния сезонных условий на концентрации химических элементов в образцах-трансплантатах в 2017 г. на территории г. Томск были выбраны 2 участка, отличающиеся уровнем техногенной нагрузки. На первом этапе исследования планшеты в количестве 29 штук разместили в июне, время экспозиции в летний период составило 19 недель. На втором этапе исследования планшеты в количестве 18 штук разместили в октябре, период экспозиции в зимний период составил 30 недель.

В исследуемых образцах мха с помощью НАА определены следующие элементы: As, Ba, Br, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, K, La, Lu, Mo, Rb, Sb, Sc, Sm, Tb, Th, U, Yb, Zn; погрешность измерений составляла 10-15%. Статистическая обработка проведена только для тех химических элементов, концентрации которых выше фоновых. Как показали результаты наших исследований, фоновый диапазон концентраций для мха *Pyloisia polyantha* можно установить в пределах 50% от средних значений концентраций, измеренных в фоновых образцах с помощью НАА.

На первом участке концентрации всех выше перечисленных элементов, исключая Hf, Rb, Sm, для зимнего периода больше, чем для летнего. Повышенные концентрации Co, Cs, Lu, Sb, Tb, U, Yb можно объяснить тем, что вблизи этого участка находятся частные дома с печным отоплением и автомагистраль. Для Hf, Rb, Sm наоборот, концентрации для летнего периода оказались выше. Повышенное содержание Hf, Rb, Sm в летний период обусловлено тем, что эти рассеянные в земной коре элементы содержатся в частицах пыли, которая в большом количестве присутствует в атмосферном воздухе вблизи автомагистрали с интенсивным движением.

Содержание Lu в зимний и летний период на более чистом втором участке примерно одинаково и совпадает с содержанием этого элемента на первом участке в летний период. Отсюда можно сделать вывод о том, что в зоне влияния Томск-Северской промышленной агломерации, где располагаются выбранные участки, в атмосферном воздухе содержатся повышенные концентрации Lu. Содержание Th и Cs на втором участке, также как и на первом участке, выше в зимний период, что, скорее всего, связано с отопительным сезоном.

Проведенный анализ показал, что сезонные условия не влияют на процессы жизнедеятельности

эпифитного мха *Pylaisia Polyantha*, трансплантированного на планшеты. С помощью эпифитного мха-трансплантата *Pylaisia Polyantha* на урбанизированных территориях можно проводить сезонные оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fernández J.A., Ares A., Rey-Asensio A., Carballeira A., Aboal J.R. Effect of growth on active biomonitoring with terrestrial mosses // *Journal of Atmospheric Chemistry*. – 2009. – 63(1). – p. 1–11.
2. Zechmeister H.G., et al. Pilot study on road traffic emissions (PAHs, heavy metals) measured by using mosses in a tunnel experiment in Vienna, Austria // *Environmental Science and Pollution Research International*. – 2006. – 13(6). – p. 398–405.
- Rogova N.S., Ryzhakova N.K., Borisenko A.L. Effect of placement conditions for active monitoring of trace element with the epiphytic moss // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2018. – 190 (12). – 733.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА РАДИОИЗОТОПНОГО ИСТОЧНИКА НЕЙТРОНОВ С ЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Сабитова Р.Р.¹

Научный руководитель: Беденко С.В.², к.ф.-м.н, доцент

¹Национальный ядерный центр Республики Казахстан, 071100,

г. Курчатов, ул. Красноармейская, 10

²Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: sabitovaradmila@gmail.com

В настоящее время радиоизотопные источники нейтронов широко применяются в лабораторных исследованиях, для задач прикладной ядерной физики и медицины. Как правило, определение энергетических спектров подобных источников затруднено из-за различающейся структуры и состава активной части источника. Например, в Am-Be нейтронных источниках размер зерен смеси варьируется от 1 до 10 мкм, что приводит к неточности в величине нейтронного выхода. Решение данной проблемы осуществляется с помощью гибридного моделирования.

В данной работе определялся спектр выхода нейтронов с поверхности AmBe-источника с учетом зернистости смеси. В качестве исходных данных взяты капсула Amersham X-14 [1] и полученные с помощью Sources-4c спектры для гомогенной (0мкм) и гетерогенной мелкодисперсной (8 мкм) смеси из AmO₂ и Be [2]. Начальная расчетная мощность источника – $1,5 \cdot 10^7$ н/с и $7,37 \cdot 10^6$ н/с соответственно. Расчеты показали, что с увеличением диаметра частиц AmO₂ спектр нейтронов менее 4 МэВ слегка смещается в сторону более низких энергий, что указывает на увеличение (α , n)-реакций с ^{17,18}O в результате чего меньшее количество альфа-частиц достигает материала бериллия.

Далее в MCNP5 для обоих вариантов был рассчитан перенос частиц, в результате которого нейтронная мощность в среднем увеличилась на 6,4%, из которого 97,7% - в результате реакции (n,2n); 2,3% - при быстром делении. На дальнейшее образование нейтронов теряется около 3% нейтронов.

Энергетический спектр источника, состоящего из мелкодисперсной смеси имеет схожий интегральный выход нейтронов, но различается при переходе от относительных единиц к физическим примерно в 2 раза. Следовательно, с присутствием в геометрии зернистости появляется эффект самопоглощения альфа-частиц. Расчеты показали, что качество прессования и смешивания т.е. структура смеси должна быть учтена при проведении расчетных работ, поскольку она влияет на результат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Norio TSUJIMURA, Tadayoshi YOSHIDA. Calculation of Anisotropy Factors for Radionuclide Neutron Sources // *JAEA-Research 2008-034*
2. Nedis-Serpent simulation of a neutron source assembly with complex internal heterogeneous structure / S.V. Bedenko, G. N. Vlaskin, N. Ghal-Eh [et al.] // *Applied Radiation and Isotopes*. – 2020. – Vol. 160. – [109066, 8 p.]

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО СОЧЕТАННОГО КУРСА ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ РАКА ТЕЛА МАТКИ

Здерева М.А.¹, Нгуен Туан Ань¹, Тургунова Н.Д.²

Научный руководитель: Милойчикова И.А.^{1,2}, к.ф.-м.н., доцент

¹Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

²Научно-исследовательский институт онкологии Томского НИМЦ РАН, 634009, г. Томск, пер. Кооперативный, 5

E-mail: mashazderevas@gmail.com

Рак тела матки находится в лидирующей позиции в рейтинге по количеству больных из всех злокачественных опухолей женских половых органов, он занимает второе место в структуре всей