

– использование возможности изменять количество итераций позволяет плавно воздействовать на контраст изображения, увеличивать SUV и уменьшать ROI.

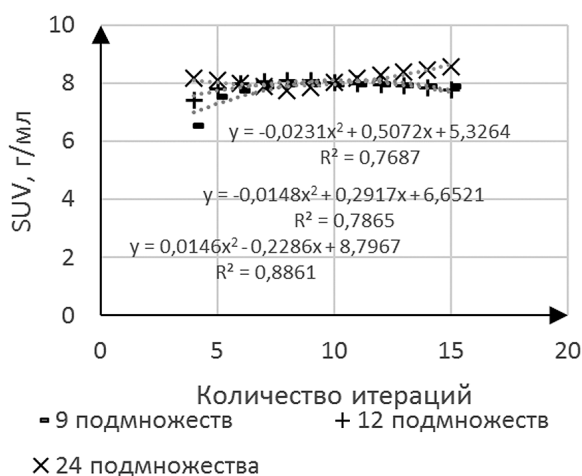


Рисунок 5 – Зависимость SUV от количества итераций

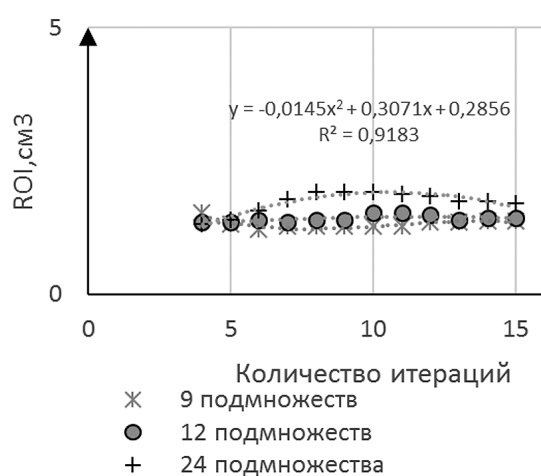


Рисунок 6 – Зависимость ROI от количества итераций

ЛИТЕРАТУРА

1. Cherry, S. R. PET: Physics, Instrumentation, and Scanners / S. R. Cherry, M. Dahlbom // PET: Molecular Imaging and Its Biological Applications / Ed.: M.E. Phelps. – New-York: Springer-Verlag, 2004.
2. Alessio, A., Kinahan, P., Lewellen, T. “Improved Quantitation for PET/CT Image Reconstruction with System Modeling and Anatomical Priors,” SPIE Med Imaging. – San Diego, 2005.
3. Comtat, C. Kinahan, P. E., Fessler, J. A., Beyer, T., Townsend, D. W., Defrise, M., Michel, C. Clinically feasible reconstruction of 3D whole-body PET/CT data using blurred anatomical labels // Phys. Med. Biol. – 2002. – Vol. 47. – P. 1–20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПО ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ МЕЖДУНАРОДНОГО АГЕНТСТВА ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ INFORMATION RESOURCES ON NUCLEAR MEDICINE OF INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

В. А. Иванюкович, Е. А. Николаенко
U. Ivaniukovich, E. Nikalaenka

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова,
г. Минск, Республика Беларусь
u.ivaniukovich@gmail.com
Belarusian State University, ISEI, Minsk, Republic of Belarus*

Описаны основные информационные ресурсы по ядерной медицине, предоставляемые МАГАТЭ – библиографическая информационная система ИНИС и Кампус по охране здоровья человека. Особое внимание уделено интенсивно развивающейся базе данных NUMDAB.

The main information resources on nuclear medicine, provided by IAEA, are described. These are bibliographic information system INIS and Human Health Campus. The intensively developing NUMDAB database is described in details.

Ключевые слова: информационные ресурсы, МАГАТЭ, ядерная медицина, публикации, ИНИС, базы данных, медицинские учреждения, медицинские физики, здоровье человека.

Keywords: information resources, IAEA, nuclear medicine, publications, INIS, databases, medical establishments, medical physicists, human health.

В 2018 г. в Беларуси состоялся первый выпуск по специальности «Медицинская физика». Прделана большая работа по созданию специальности, составлению учебно-методических документов, организации учебного

процесса, взаимодействию с организациями Минздрава. Такая работа носит итерационный характер, который, с одной стороны, обусловлен получением опыта преподавания новых дисциплин и, с другой стороны, необходимостью учитывать новые достижения в интенсивно развивающейся ядерной медицине и, в целом, в медицинской физике.

На первом этапе развития образования по специальности «Медицинская физика» обучение ориентировано на подготовку специалистов в одном из разделов науки, а именно, по использованию ионизирующего облучения в медицинской практике. Поэтому одним из основных источников информации, который может и должен использоваться в учебном процессе, являются ресурсы Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Отдел здоровья человека (Division of Human Health, вебсайт <http://www-naweb.iaea.org/nahu/index.html>) Департамента ядерных наук и технологий (Department of Nuclear Sciences and Applications) занимается всеми аспектами развития и использования медицинской физики в медицинской практике. В состав отдела входят следующие секции:

- ядерной медицины и диагностической визуализации;
- прикладной радиобиологии и радиотерапии;
- дозиметрии и медицинской радиационной физики;
- исследования проблем питания и окружающей среды, связанных со здравоохранением.

Ежегодно проводятся международные конференции, учебные курсы и семинары, издается большое количество технической и регулирующей литературы, которые доступны для специалистов всех стран-членов МАГАТЭ, в том числе в электронной форме на сайте агентства (www.iaea.org). Перечень изданий агентства регулярно обновляется.

Основным информационным ресурсом МАГАТЭ является портал NUCLEUS (www.iaea.org/resources/databases/nucleus), который предоставляет доступ более чем к 130 научно-техническим и нормативно-правовым источникам – базам данных, веб-сайтам, программным приложениям, публикациям и учебным материалам. Портал предназначен для авторизованных пользователей – специалистов государств, являющихся членами Агентства, но часть ресурсов, в том числе и учебных материалов, находится в свободном доступе и их можно посетить без пароля.

Одним из таких открытых ресурсов является выходная продукция Международной ядерной информационной системы ИНИС (International Nuclear Information System, веб-сайт www.inis.iaea.org) – библиографические данные о ядерных публикациях и полнотекстовые документы неконвентной литературы (не защищенной авторскими правами – отчеты, препринты, диссертации, материалы научных и технических конференций). Библиографическая база данных содержит более 4,3 млн записей, около 600 тыс. из которых сопровождаются полнотекстовыми электронными копиями в формате pdf, включая публикации МАГАТЭ всех типов. В 2018 г. в систему было введено 108 196 библиографических описаний новых публикаций. В четыре раздела ИНИС, которые соответствуют направлениям, связанным с проблематикой ядерной медицины, добавлена информация о 14 009 публикаций, что составляет 13 % от общего количества новых записей в базе данных:

- S60 – Applied Life Sciences (4179 публикаций или 3,9 % от общего количества);
- S61 – Radiation Protection and Dosimetry (2504 или 2,3 %);
- S62 – Radiology and Nuclear Medicine (6794 или 6,3 %);
- S63 – Radiation, Thermal and Other Environmental Pollutant Effects on Living Organisms and Biological Materials (532 или 0,5 %).

Раздел S62 – Радиология и ядерная медицина – наиболее интересен с точки зрения медицинской физики. Он включает такие направления, как внешнее ионизирующее излучение в диагностике (включая ЯМР-спектроскопию и томографию), радиоизотопы в диагностике (включая однофотонную эмиссионную компьютерную томографию и позитронную компьютерную томографию), внешнее ионизирующее излучение в терапии и радиоизотопы в терапии.

Кроме того, публикациям по медико-биологическим проблемам посвящена и значительная часть раздела S77 – Nanoscience and Nanotechnology, в сферу которого входит наномедицина, а именно, биомолекулярные и биомиметические устройства; биосенсоры; биомолекулярные ткани; биоинженерные ферменты и белки; системы обнаружения и доставки лекарств и т.д.

Собранная в базе данных ИНИС за 48 лет информация распределена по перечисленным категориям примерно в такой же пропорции. Для поиска информации предлагается программа с дружественным интерфейсом, которая соответствует требованиям стандарта консорциума WWW (W3C) и позволяет проводить поиски в библиографической базе данных по различным критериям. Выход на полный текст документов или на предоставляющий их ресурс (редакции журналов, организации и пр.) осуществляется через систему гиперссылок.

Беларусь является одним из государств-организаторов ИНИС и участвует в ее работе с 1970 г., сначала через ЦНИИ АТОМИНФОРМ, а с 1992 г. как самостоятельный член информационной системы. С 1999 г. Белорусский национальный центр ИНИС действует в МГЭИ им. А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета. За эти годы в базу данных ИНИС было введено описание более 7000 научных работ, опубликованных на территории Беларуси, и более 3100 полнотекстовых документов. В Беларуси основными источниками данных, передаваемых в ИНИС, являются научные журналы Национальной академии наук и материалы научно-технических конференций.

Еще одним мощным онлайн-источником информации и учебных материалов в области ядерной медицины является веб-ресурс «Кампус по охране здоровья человека МАГАТЭ» (Human Health Campus, веб-сайт humanhealth.iaea.org/hhw/), который предназначен для специалистов, работающих в области ядерной медицины, радиационной онкологии, кардиологии, радиофармакологии, медицинской физики, ядерных медицинских технологий и контроля продовольствия. Раздел «Медицинская физика» включает такие области, как физика радиотера-

пии, физика диагностической радиологии, физика ядерной медицины и радиационная защита, измерение ионизирующего излучения, магнитно-резонансная томография, диагностическая визуализация, применение лазеров, ультразвук и других технологий, которые используют физические явления в медицинской практике. Предлагаемая на сайте информация направлена на предоставление практикующему медицинскому физика рабочих материалов, а также руководства по работе в клинических ситуациях. Кроме того, предоставлены электронные копии различных учебных и инструктивных материалов – публикаций с грифами Human Health Series, IAEA Human Health Reports, IAEA Safety Standards Series, Technical Reports Series, Training Course Series (CD-ROM), Handbook for Teachers and Students и др. Структура предоставляемых Кампусом информационных и учебных материалов показана на рис. 1 на примере разделов «Медицинская физика → Медицинский физик → Студенческий уголок → Учебные материалы».

По всем разделам ядерной медицины и медицинской физики предлагаются электронные обучающие курсы, часть из которых разработана совместно со специалистами известных медицинских центров. Например, руководство по визуализации для процедур ядерной кардиологии, основанное на рекомендациях и материалах Американского общества ядерной кардиологии (American Society of Nuclear Cardiology, ASNC, веб-сайт <https://www.asnc.org>).

Из представленных на ресурсе материалов можно сделать вывод, что особое место в современной ядерной медицине занимают методы диагностики и радиотерапии в онкологии и методы визуальной диагностики в кардиологии. В целом, визуализация в медицине – это одно из самых перспективных направлений исследований и практического применения.

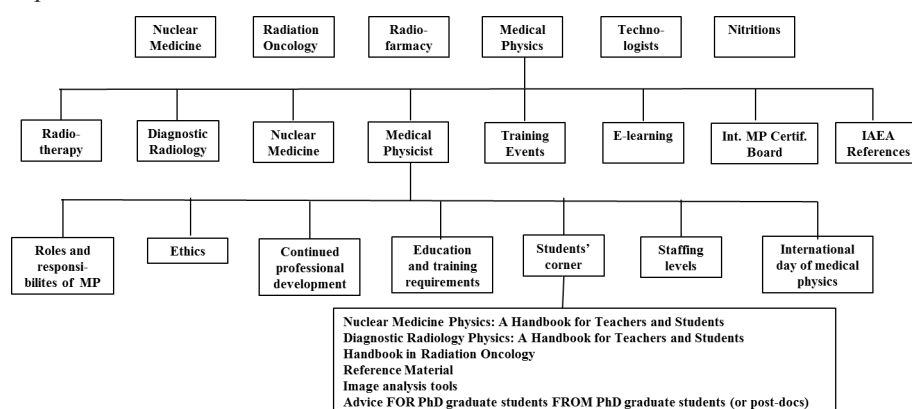


Рисунок 1 – Схема информационных потоков на онлайн-ресурсе «Кампус по охране здоровья человека МАГАТЭ»

Еще один полезный и популярный среди специалистов ресурс – база данных DIRAC (DIrectory of RAdiotherapy Centres, веб-сайт <https://dirac.iaea.org/>). С 1959 г. МАГАТЭ ведет реестр медицинских радиологических учреждений. База данных предоставляет информацию об имеющемся в больницах оборудовании и радиационных материалах – клинических электронных ускорителях с энергией 4 МэВ (низкоэнергетические) или несколько десятков МэВ (высокоэнергетические ускорители), радионуклидных телетерапевтических установках для внешнего гамма-облучения (с изотопами Co-60 или Cs-137 в качестве источников гамма-радиации), генераторах рентгеновского излучения с потенциалом 40–300 кВ), ускорителях частиц (протоны 60–250 МэВ, ионы углерода 350–400 МэВ), брахитерапевтических установках низкой (0,2–4 Гр/ч), средней (2–12 Гр/ч) и высокой (более 12 Гр/ч) мощности с использованием изотопов Co-60 и Ir-192), симуляторах компьютерной томографии, использующихся для моделирования и планирования облучения пациентов, обычных симуляторах, которые имитируют геометрию и движения лечебного блока с рентгеновским источником диагностического качества вместо мегавольтного рентгеновского источника лечебного блока, систем планирования лечения, которые представляют собой комбинацию программного и аппаратного обеспечения, используемого для создания геометрии лечебного пучка и расчета ожидаемого распределения дозы в ткани пациента.

Данные об оборудовании и материалах предоставляются организациями добровольно при проведении международных опросов, а также экспертами МАГАТЭ, выполняющими научные и консультационные визиты. По состоянию на март 2019 года Беларусь представлена 14 медицинскими учреждениями. Национальным координатором назначен РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова. По данным DIRAC, в стране действует 15 медицинских электронных ускорителя, 19 телетерапевтических установок, использующих Co-60, 18 СТ-симуляторов, 12 обычных симуляторов, 47 систем планирования лечения и 7 установок брахитерапии с изотопами Ir-192.

В качестве примера в докладе особое внимание уделяется относительно новому информационному ресурсу МАГАТЭ – базе данных по ядерной медицине NUMDAB (NUclear Medicine DAtaBase, веб-сайт <http://nucmedicine.iaea.org>), целью которой является сбор и актуализация информации о состоянии ядерной медицины во всех странах. Накапливаемая в базе данных информация позволяет для участвующих стран оценить ситуацию в отношении инфраструктуры, технологий и образовательных ресурсов для внедрения в медицинскую практику, обучения персонала и организации научных исследований в области ядерной медицины. Ее материалы могут

помочь в определении приоритетных образовательных и технических потребностей, связанных с развитием ядерной медицины в системах здравоохранения страны, что особенно важно для развивающихся стран.

База данных сосредоточена на сборе добровольно предоставляемой информации об отдельных объектах ядерной медицины, о персонале и имеющемся оборудовании, протоколах облучений, а также об используемых изотопах и радиофармацевтических препаратах.

Предполагается расширение базы и другими данными, например, описанием выполненных процедур, результатов лечения, квалификационного уровня специалистов, программ образовательных мероприятий. Все данные доступны для сотрудников организаций, которые зарегистрировались и участвуют в проекте. На текущий момент в базе зарегистрированы следующие белорусские медицинские учреждения (названия переведены из базы данных):

- Бобруйская городская онкологическая больница.
- Брестская областная больница.
- Брестская областная онкологическая клиника.
- Витебская областная клиническая больница.
- Витебская областная онкологическая клиника.
- Гродненская областная клиническая больница.
- Минская городская клиническая больница.
- Минская областная клиническая больница.
- Минский городской диагностический центр.
- Могилевская областная онкологическая больница.
- Мозырьская городская онкологическая больница.
- Республиканская клиническая больница медицинской реабилитации.
- РНПЦ онкологии и медицинской радиологии.

База данных NUMDAB пополняется на основании материалов, добровольно предоставленных зарегистрированными организациями в виде электронных анкет. Новые данные, а также исправления, могут быть поданы в любой момент. Кроме того, данные могут быть предоставлены сотрудниками и экспертами МАГАТЭ, выполняющими миссии, связанные с ядерной медициной, а также участниками учебных курсов, организованных агентством. Специалисты в области ядерной медицины могут представлять свои персональные данные для поиска контактов в профессиональном сообществе.

Особый раздел базы данных посвящен материалам системы менеджмента качества в практике ядерной медицины, которая направлена на повышение эффективности лечения больных. Процесс управления качеством должен быть систематическим и ориентированным на пациента. Методология аудита в практике ядерной медицины разработана с учетом экономических условий стран и предоставляется агентством. Для проведения аудита могут быть приглашены специалисты МАГАТЭ. Результаты проверок доступны в базе данных NUMDAB.

Как сообщалось выше, база данных по ядерной медицине NUMDAB находится в стадии интенсивного развития. Очевидна ее полезность не только для медицинских физиков, работающих в учреждениях здравоохранения, но также и для преподавателей учебных заведений. Помимо выполнения профессиональных задач, материалы базы данных могут помочь специалистам стать участниками учебных курсов МАГАТЭ или организовать региональные учебные курсы с привлечением ресурсов и сотрудников Агентства.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING PHYSICAL AND MATHEMATICAL DISCIPLINES AT MEDICAL UNIVERSITY

С. И. Клинецвич, А. К. Пашко
S. Klintsevich, A. Pashko

Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно, Республика Беларусь
ksi9659ek@gmail.com

Grodno State Medical University, Grodno, Republic of Belarus

Сокращение бюджета аудиторного времени для изучения физико-математических дисциплин в медицинских университетах требует от преподавателей применения современных корректирующих методик, обеспечивающих получение качественных знаний. В статье рассматривается опыт применения гибридных технологий для преподавания дисциплин физико-математического цикла в Гродненском государственном медицинском университете, сочетающих аудиторные формы обучения и дистанционные технологии. Полу-