

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарутин И.Г., Хоружик С.А. Протокол контроля качества работы рентгеновских компьютерных томографов / ГУ «Научно-исследовательский институт онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова». – Минск, 2006. – 5 – 32 с.
2. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К., Водоватов А.В., Башкетова Н.С., Историк О.А., Чипига Л.А., Шацкий И.Г., Репин Л.В., Библин А.М. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 1. Тенденции развития, структура лучевой диагностики и дозы медицинского облучения / Санкт-Петербург, 2019. – 6–24 с.
3. Маткевич Е.И., Сеницын В.Е., Зеликман М.И., Кручинин С.А., Иванов И.В. Основные направления снижения дозы облучения пациентов при компьютерной томографии / REJR. 2018. Т. 8, № 3. – 60–73 с.
4. Публикация 103 МКРЗ. Рекомендации Международной комиссии по радиационной защите от 2007 г.: пер. с англ. / под общ. ред. М. Ф. Киселева, Н. К. Шандалы. М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. – 312 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

IMPROVING THE TRAINING OF MEDICAL PHYSICISTS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

**Т. С. Чикова^{1,2}, Н. А. Савастенко^{1,2}, А. И. Тимощенко^{1,2},
И. Г. Тарутин^{1,2}, А. А. Луцевич^{1,2}, Е. В. Федоренчик^{1,2}, С. А. Маскевич^{1,2} T. S.
Chikova, N. A. Savastenko, A. I. Timoshchenko,
I. G. Tarutin, A. A. Lutsevich, E. P. Fedorenchik, S. A. Maskevich**

¹Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь, nataliesavastenko@iseu.by

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Проанализировано становление, основные принципы и базовые составляющие развития системы подготовки специалистов «медицинский физик» в мире и в Республике Беларусь. Показана конструктивная роль взаимодействия кафедры общей и медицинской физики Международного государственного экологического института имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета с Республиканским научно-практическим центром онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова и Минским городским клиническим онкологическим центром в разработке образовательных программ профессиональной подготовки медицинских физиков.

The formation and development of the medical physicist training system in the world and in the Republic of Belarus, the main principles and basic components are analyzed. The constructive role of interaction between Department of General and Medical Physics of the International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University and N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus and the Minsk City Clinical Cancer Center in improving the education and professional training of medical physicists is shown.

Ключевые слова: физика, медицина, медицинская физика, высшее образование, магистратура, образовательный стандарт.

Keywords: physics, medicine, medical physics, higher education, master 's degree, educational standard.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-1-307-311>

Анализ глобальных тенденций в области онкологии показывает, что злокачественные новообразования стали одной из ведущих патологий в мире, сопровождаемых ежегодным ростом уровня заболеваемости, инвалидности и смертности. В тоже время произошёл всплеск инноваций в лечении рака, вызванный научными открытиями в медицине и фундаментальными прорывами в физике, обеспечивающими создание новых медицинских технологий для его диагностики и лечения.

Совершенствование методов профилактики и лечения онкологических заболеваний требует решения трех основных задач: использование современных инновационных методов обследования и лечения пациентов;

наличие высокотехнологических диагностических и терапевтических комплексов; подготовка физико-технического персонала для лучевой терапии способного эффективно на них работать. В Республике Беларусь эти задачи решаются на государственном уровне, путем финансирования, технического оснащения и кадрового обеспечения клинических центров онкологии и медицинской радиологии, а также специализированных отделений учреждений здравоохранения. Поскольку технологии современной лучевой диагностики и терапии основываются на использовании сложных приборов и оборудования, лечение онкологического больного осуществляет команда высококвалифицированных специалистов, включающая лечащего врача, медицинского физика и специалистов технических служб. Очевидно, что повышение качества оказания подобных медицинских услуг населению напрямую связано с совершенствованием подготовки кадрового потенциала, в том числе медицинских физиков.

В Международной стандартной классификации ISCO-08 [1] профессия «медицинский физик» впервые появилась в 2008 году. В 2013 году подготовка таких специалистов началась в Международном государственном экологическом университете им. А. Д. Сахарова [2] и в настоящее время продолжается на кафедре общей и медицинской физики в Международном государственном экологическом институте им. А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета (МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ). В 2018 году состоялся первый выпуск из 9-ти специалистов, каждый из которых был обеспечен первым рабочим местом.

С 2017 года проводится набор на II ступень высшего образования (магистратура) по специальности «Медицинская физика» с профилизациями «Физические методы в медицине» и «Компьютерная медицина». Обучение магистрантов осуществляется в заочной форме в течение 2 лет на русском и английском языках. Первый выпуск 13-ти магистрантов состоялся в 2019 году.

Всего за период с 2018 по 2022 годы в МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ подготовлено 62 медицинских физика I ступени высшего образования 42 медицинских физика II ступени высшего образования – магистра (обучение на русском (32) и английском (10) языках), 4 магистра поступили в аспирантуру. Потребности медицинских центров в Республике Беларусь, оснащенных сложным новейшим оборудованием для лучевой диагностики и терапии, парк которых постоянно растет, в будущем могут составить около 400 специалистов.

В докладе МАГАТЭ «Функции, обязанности и требования к образованию и профессиональной подготовке медицинских физиков клинической квалификации» (Вена, 2014 г) дано четкое определение понятия «медицинский физик» как медицинского работника, обладающего специальным образованием и профессиональной подготовкой для применения методов и концепций физики в медицине и компетентностью для практической деятельности в одной или более областей медицинской физики» [3]. Здесь речь идет только о клинических медицинских физиках, работающих непосредственно в учреждениях здравоохранения.

«Медицинская физика» рассматривается как раздел прикладной физики, который использует принципы, методы и приемы физики как на практике в условиях клиники, так и при проведении медицинскими физиками научных исследований в области профилактики, диагностики и лечения пациентов с целью улучшения здоровья и качества жизни человека [3].

Медицинская физика включает в себя такие составляющие как:

- физика радиотерапии;
- физика диагностической радиологии;
- физика ядерной медицины;
- радиационная защита.

К медицинской физике относятся также:

- измерение ионизирующей радиации;
- магнитно-резонансная томография;
- использование лазерного излучения;
- использование ультразвука;
- некоторые другие технологии, применения физических методов в медицине.

Медицинские физики должны обеспечивать:

- разработку, внедрение и практическое применение передовых радиационных технологий для визуализации и лечения;
- высокое качество процедур визуализации и лечения, сведение к минимуму радиационных рисков для пациентов;
- максимально точную оценку дозы и сопутствующих рисков для пациентов и работников при облучении;
- оптимальное использование излучения в диагностических и лечебных целях.

Безопасность медицинских процедур в лучевой терапии обеспечивается обязательным этапом планирования облучения, на котором медицинские физики участвуют в разработке и реализации программ обеспечения качества. При этом в практической деятельности медицинский физик не подменяет ни врача, ни инженера, а выполняет свои специфические междисциплинарные функции, требующие особой подготовки.

В идеальном случае медицинский физик – это специалист с высшим образованием, имеющий магистерскую академическую степень «Магистр медицинской физики» и прошедший практическую подготовку на базе учреждения здравоохранения.

Обучение и подготовка студентов и магистрантов по специальности «медицинская физика» на I и II ступенях получения высшего образования в МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ проводится в тесном сотрудничестве

с высококвалифицированными специалистами Республиканского научно-практического центра онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова (РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова) и Минского городского клинического онкологического центра (МГКОЦ), имеющими большой опыт клинической работы и навыки наставничества, которые читают лекции, проводят практические занятия со студентами, консультируют и руководят подготовкой дипломных работ, активно участвуют в подготовке и защите магистерских диссертаций [4].

Наши выпускники работают медицинскими физиками в областных онкологических центрах, в клинических больницах города Минска, Минском городском клиническом онкологическом центре и в отделе инженерного обеспечения лучевой терапии РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова. В обязанности медицинского физика клинической квалификации входит организация технического оснащения и технического обслуживания структурных подразделений медицинских организаций, использующих при проведении диагностики и лечения физические излучения. Он осуществляет калибровку медико-физического оборудования, обеспечивает точность и безопасность физических методов, используемых в клинической практике. Под руководством врача планирует, организует и проводит лечебно-диагностический процесс. Ведет необходимую медико-физическую и техническую документацию.

Согласно рекомендациям МАГАТЭ [3], образование квалифицированного медицинского физика должно состоять из трёх составляющих: базовое высшее образование сроком не менее 4 лет, последиplomное образование в течение от одного года до трех лет и клиническая стажировка сроком не менее двух лет по одному из профилей (специализаций) медицинской физики под руководством старшего медицинского физика. Академическое образование обязательно должно включать углубленное изучение оптики, атомной и ядерной физики, биологической и медицинской физики, основ медицины, физических методов диагностики и лечения, применяемых в ядерной медицине. Последиplomное образование состоит в выполнении исследовательской работы и завершается присвоением степени магистра медицинской физики. Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности «медицинская физика», должен обладать универсальными, углубленными профессиональными и специализированными компетенциями. Академические компетенции включают знания и умения по изученным учебным дисциплинам и умение учиться. Профессиональные компетенции предполагают выработку способностей решать задачи, разрабатывать планы и обеспечивать их выполнение в избранной сфере профессиональной деятельности.

Рекомендации МАГАТЭ по подготовке медицинских физиков, а также требования к их компетенциям и обязанностям указывают на то, что наилучшим образом цель подготовки высококвалифицированных специалистов может быть реализована в рамках системы дуального образования. Система дуального образования объединяет в рамках одного курса получение студентом академических знаний в университете и профессиональных навыков на потенциальном рабочем месте. Как показывает анализ международного опыта, теоретический курс с аудиторными занятиями, как правило, составляет до 30–40% от общего количества учебного времени, практический курс обучения в профильной организации – 60 % – 70 %. При такой подготовке специалист с квалификацией «медицинский физик» за время обучения в университете овладевает базой научных знаний и практических профессиональных умений и навыков, позволяющих оперативно и эффективно осваивать новое сложное высокотехнологичное диагностическое и лечебное оборудование, инновационные технологии лечебных и диагностических процедур. У него формируются способности самостоятельно совершенствовать известные и разрабатывать новые методики физико-технического сопровождения медицинской и лабораторной деятельности организаций здравоохранения. Дуальное образование призвано готовить образованных креативных, квалифицированных специалистов, способных приступить к работе по специальности в полную силу сразу же после окончания высшего учебного заведения.

Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета в тесном сотрудничестве с заказчиком кадров Республиканским научно-практическим центром онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова постоянно совершенствуют обучение медицинских физиков в рамках программ I и II ступеней высшего образования, базируясь на следующих принципах:

- практико-ориентированность обучения – погружение студентов в профессиональную среду в процессе обучения;
- единство теоретической и практической подготовки будущих специалистов;
- формирование необходимой клинической квалификации на базе межпредметных связей;
- гибкость и вариативности содержания и технологий образовательного процесса;
- развитие способностей будущих специалистов к социализации в условиях изменяющейся производственной ситуации в результате модернизации высокотехнологичного медицинского оборудования.

Основными компонентами разрабатываемой системы подготовки медицинских физиков являются:

- разработка единой нормативно-правовой базы функционирования производственно-образовательной среды, обеспечивающей коллегальность принятия решений и разделение функций между государством, учреждением высшего образования и учреждением здравоохранения-заказчика кадров;
- установление договорных отношений между учреждением образования и учреждением здравоохранения на основе равноправного партнёрства;
- согласование образовательных стандартов первой и второй ступеней высшего образования, учебных планов, учебных программ, тематики курсовых и дипломных работ с профессиональными стандартами, должностными инструкциями и потребностями реального работодателя-партнера;

- проектирование содержания обучения;
- методическое обеспечение подготовки специалистов и оснащение современными средствами обучения;
- создание подразделений и структур, обеспечивающих реализацию дуального обучения;
- подготовка кадров преподавателей учебного заведения и развитие института наставничества в профильном учреждении здравоохранения.

Все стороны процесса подготовки медицинских физиков получают преимущество от внедрения такой системы обучения. Учебное заведение увеличивает разнообразие предлагаемых студентам и магистрантам профессиональных образовательных программ, обусловленных постоянной технологической модернизацией лечебных и диагностических отделений клинических медицинских центров. Максимальное приближение профессиональной подготовки будущих специалистов к запросам работодателей обеспечивает профильные медицинские учреждения квалифицированными кадрами, не требующими профессиональной адаптации. Возможность выпускников университета получить работу в той организации, где они проходят обучение, создает высокую мотивацию к получению знаний.

Важнейшим документом, определяющим инновационный тренд совершенствования подготовки медицинских физиков, является государственный образовательный стандарт высшего образования, представляющий собой совокупность обязательных требований при реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности. Министерство образования Республики Беларусь впервые утвердило и ввело в действие образовательный стандарт высшего образования I ступени по специальности 1-31 04 05 «Медицинская физика» 25 марта 2014 г. [5].

За прошедшие 10 лет на кафедре общей и медицинской физики МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ накоплен большой опыт совместной работы с Республиканским научно-практическим центром онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова и Минским городским клиническим онкологическим центром в использовании практико-ориентированных образовательных программ для обучения и профессиональной подготовки медицинских физиков. Его обобщение с учётом предложений МАГАТЭ, зарубежного опыта и современных потребностей организаций-заказчиков кадров привело к разработке нового образовательного стандарта высшего образования I ступени по специальности 6-05-0533-03 «Медицинская физика», призванного обеспечить подготовку специалистов, обладающих глубокими универсальными профессиональными и специализированными компетенциями.

Проект нового образовательного стандарта разработан в соответствии с требованиями Кодекса Республики Беларусь об образовании, потребностями рынка труда Республики Беларусь в кадрах с высшим образованием и действующими нормативными актами Республики Беларусь, коллективом авторов учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета и РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова в 2022 году. Он даёт общую характеристику специальности, описывает сферу, объекты и виды профессиональной деятельности медицинского физика, формулирует цели и задачи подготовки специалиста, регламентирует формы и сроки получения высшего образования I ступени, возможности продолжения образования специалиста, раскрывает требования к компетентности специалиста. В образовательном стандарте указаны требования к уровню образования лиц, поступающих в высшие учебные заведения для получения общего высшего образования, формам и срокам получения общего высшего образования, требования к составу и разработке учебно-программной документации, к составлению графика образовательного процесса, раскрыты структура и обязательные элементы типового учебного плана, перечислен обязательный минимум содержания учебных программ и компетенций по учебным дисциплинам, сформулированы требования к содержанию и организации практик, к кадровому и научно-методическому обеспечению образовательного процесса, а также рассмотрены формы и средства диагностики компетенций, включающие требования к итоговой аттестации студентов, государственному экзамену и дипломной работе выпускников вуза.

Реализация представленного проекта стандарта специальности 6-05-0533-03 «Медицинская физика» и примерного учебного плана подготовки специалистов будет обеспечивать получение выпускниками квалификации «Медицинский физик. Инженер» и степени бакалавра.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISCO-08 Structure, index correspondence with ISCO-88 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco08/> – Дата доступа: 22.02.2023.
2. Подготовка медицинских физиков в Республике Беларусь / Т. С. Чикова [и др.] // Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI-го века : материалы 20-й международной научной конференции, 21–22 мая 2020 г. : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол.: А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020 – Ч. 2 – С. 210–214.
3. Roles and Responsibilities, and Education and Training Requirements for Clinically Qualified Medical Physicists [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iaea.org/publications/10437/roles-and-responsibilities-and-education-and-training-requirements-for-clinically-qualified-medical-physicists> – Дата доступа: 22.02.2023.
4. Медицинский физик: компетенции и опыт МГЭИ имени А.Д. Сахарова БГУ, РНПЦ ОМР имени Н.Н. Александрова, МГКОЦ по совместной подготовке специалистов / С. А. Маскевич [и др.] // Современные

вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии : сб. материалов Республиканской научно-практической конференции с междун. участием (23-24 сентября 2021 г.) / отв. ред. А. С. Александрович. – Гродно : ГрГМУ, 2021. – С. 129–134.

5. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-31 04 05 Медицинская физика. Квалификация Медицинский физик = Вышэйшая адукацыя. Першая ступень. Спецыяльнасць 1-31 04 05 Медыцынская фізіка. Кваліфікацыя Медыцынскі фізік = Higher education. First stage. Speciality 1-31 04 05 Medical Physics. Qualification Medical Physicist : ОСВО 1-31 04 05-2014 – Введ. 25.03.2014 – Минск: М-во образования Респ. Беларусь, 2014. – 38 с.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ И СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ДЫХАНИЯ QUALITY CONTROL IN RADIATION THERAPY AND RESPIRATORY GATING SYSTEMS

Я. Э. Русак^{1,2}, Т. С. Чикова^{1,2}, Е. В. Емельяненко^{1,2}, О. С. Февралева^{1,2}

Y. Rusak^{1,2}, T. Chikova^{1,2}, E. Emelianenko^{1,2}, O. Fevraleva^{1,2}

¹Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь
kfm@iseu.by, cookiebad@outlook.com

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Контроль качества является неотъемлемой частью множества производственных процессов. Это же относится и к медицине. В лучевой диагностике и терапии также применяется контроль качества для аппаратов и процедур, однако он недостаточно развит для проведения процедур, использующих системы контроля дыхания. В статье рассмотрено понятие «контроль качества» применительно к лучевой диагностике и терапии, раскрыта методика разработки процедур контроля качества для систем контроля дыхания.

Quality control is an integral part of many manufacturing processes. The same applies to medicine. Radiation diagnostics and therapy also uses quality control for devices and procedures, but it is not sufficiently developed for procedures using respiratory control systems. The article considers the concept of «quality control» in relation to radiation diagnostics and therapy, a methodology for developing quality control procedures for respiratory control systems is described.

Ключевые слова: Лучевая диагностика, лучевая терапия, контроль качества, гарантия качества, протокол контроля качества, системы контроля дыхания.

Keywords: X-ray diagnostics, radiotherapy, quality control, quality assurance, quality control protocol, breathing control systems.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-1-311-314>

Для обеспечения качества лучевой диагностики и терапии требуется контроль параметров оборудования, которое применяется при лечении. В медицинских центрах Беларуси контроль качества хорошо развит для медицинских ускорителей электронов и части дополнительного оснащения кабинетов лучевой терапии. Однако в настоящий момент остается без внимания оборудование системы синхронизации с дыханием, которое применяется совместно с линейными ускорителями электронов во время облучения пациентов и при подготовке к лучевой терапии совместно с компьютерными томографами. В Республиканском научно-практическом центре онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова стоит задача разработки протокола контроля качества системы синхронизации с дыханием, применяемой в методе «респираторного гейтинга».

Что такое и какие цели преследуют программы гарантии качества и контроль качества и чем они отличаются? На сегодняшний день в мире в различных областях таких как наука и производство, а также в медицине имеют место понятия гарантии качества и контроля качества. В производстве и сфере услуг гарантия качества (англ. *quality assurance* (QA)) – это термин, используемый для описания процессов, предпринимаемых для обеспечения того, чтобы продукция, поставляемая потребителю, соответствовала договорным и другим согласованным характеристикам, конструкции, надежности и ожиданиям клиента в отношении ремонтпригодности.