

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ ДЛЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

А.П. Черняев¹, П.Ю. Борщевская¹, С.М. Варзарь¹, Г.А. Крусанов²,
Е.Н. Лыкова², Н.В. Коропченко², П.А. Истратов³

¹ Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

² НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ, Москва

³ Роспотребнадзор г. Москвы, Москва

Описана профессиональная образовательная программа профессиональной дополнительной переподготовки специалистов в области разработки, эксплуатации и применения высокотехнологичных систем для лучевой терапии. Программа разработана и апробирована на кафедре физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова по заказу Фонда образовательных программ РОСНАНО и предназначена для переподготовки кадров, уже имеющих диплом специалиста или магистра. Также рассматривается разработка системы аттестации медицинских физиков, инженеров и дозиметристов.

Ключевые слова: медицинская физика, лучевая терапия, переподготовка кадров, образовательная программа

Введение

Применение последних достижений ядерной и ускорительной физики в медицине является одним из эффективных направлений в лечении и диагностике заболеваний. Особенно заметна роль ядерно-физических технологий в области онкологии.

Сегодня медицина имеет в своем распоряжении достаточно большой арсенал физических технологий и оборудования для диагностики, профилактики и терапии заболеваний: широкий спектр ионизирующих излучений (рентгеновское, гамма-излучение, электроны, протоны, тяжелые ионы, нейтроны и т.д.); различная ускорительная техника, гамма-тера-

певтические аппараты, нейтронные генераторы, открытые и закрытые радионуклидные источники и т.д.; различные средства медицинской визуализации (УЗИ, рентгенография, КТ, МРТ, ОФЭКТ, ПЭТ и др.); источники оптического излучения (лазеры), ультразвук, магнитные поля.

Несмотря на значительное переоснащение в последние годы российских медицинских центров новейшими аппаратами, количественные показатели такого оснащения, нормированные на число жителей страны, до сих пор значительно отличаются от показателей других стран. Так, в России один медицинский ускоритель приходится примерно на 800 тыс. жителей, а в США и в странах Европейского

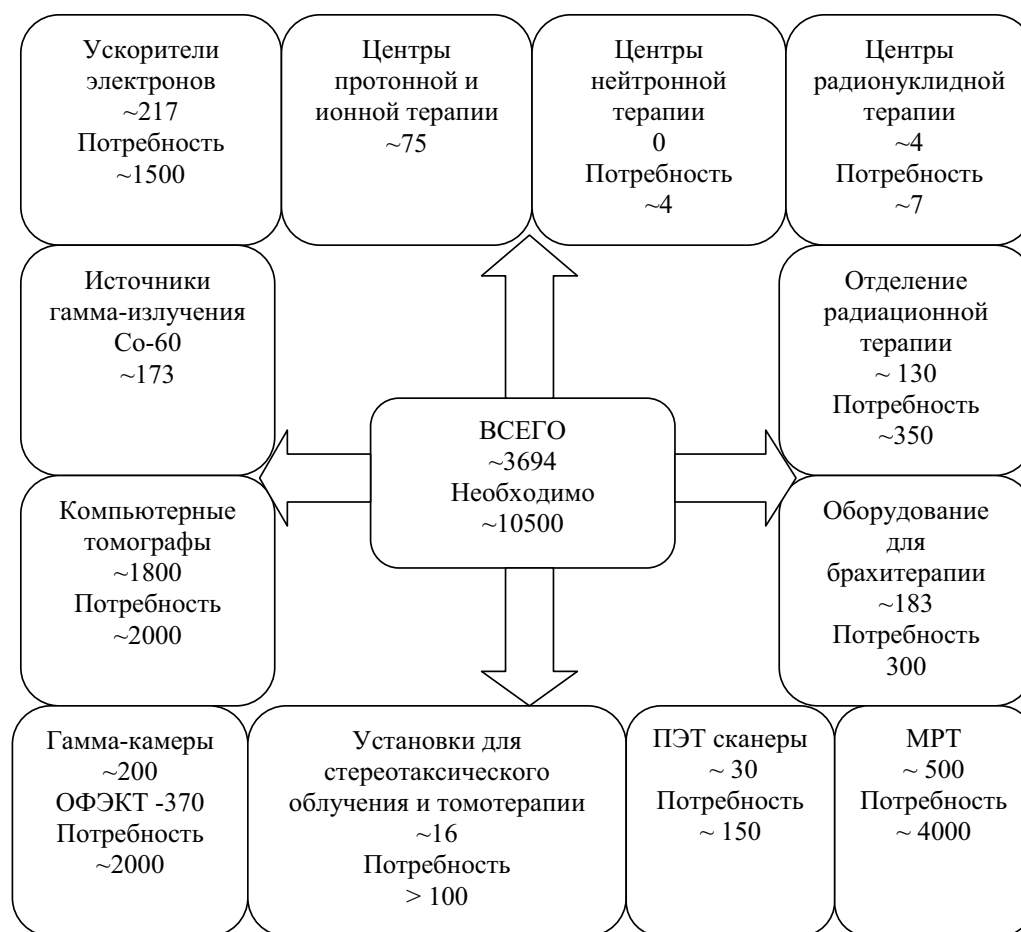


Рис. 1. Радиационные медицинские технологии в России

союза – на 80 тыс. и 100 тыс. человек соответственно. В мире лучевую терапию проходят 70 % онкологических больных, а в России – около 30 % больных [1–3].

Проведенные оценки [4, 5] показывают, что для достижения показателей, близких к европейским, в России необходимо около 1500 ускорителей электронов, а также 4 центра ионной лучевой терапии. В диагностическом оборудовании на данный момент потребности примерно составляют: гамма – камеры – 300, компьютерные томографы – 200, позитронные эмиссионные томографы – 120, магнитно-резонансные томографы – 3500. На рис. 1 представлены состояние и потребности в высокотехнологичной медицинской технике для диагностики и терапии.

Помимо недостаточной оснащенности, существует еще одна важная проблема, кото-

рая связана с отсутствием специалистов для работы на поставленном оборудовании. В первую очередь, речь идет о медицинских физиках, которые отвечают за обеспечение требований точности при подведении требуемой дозы ионизирующего излучения к опухоли с минимальным поражением соседних здоровых тканей, за гарантию качества и безопасность лучевого лечения. Основные задачи в системе реализации лучевой терапии, за которые ответственны медицинские физики:

- ✓ измерения, связанные с оценкой дозы, подводимой к опухоли,
- ✓ уменьшение дозы общего облучения пациента без ущерба для лечебно-диагностического процесса,
- ✓ тестирование оборудования для гарантии качества диагностического изображения или точности лучевого лечения,

- ✓ контроль радиационной защиты установок,
- ✓ дозиметрическое планирование облучения пациента.

Для успешной работы такого специалиста необходимы очень специфическая, широкая и глубокая подготовка.

В настоящее время в 140 отделениях лучевой терапии онкологических отделений и клиник России работает около 300 штатных сотрудников – медицинских физиков. По количеству медицинских физиков Россия существенно отстает от ведущих стран Европы и Америки. У нас их в 10 раз меньше, чем должно быть по европейским показателям, и в 28 раз меньше, чем в США. Стране необходимо ~2000 квалифицированных медицинских физиков и ~1000 инженеров для обслуживания радиационной медицинской техники [3, 4]. Проблемой является не только отсутствие соответствующих штатных единиц, но и квалификация специалистов, которые могут их занимать.

Количество медицинских физиков в медицинских центрах обычно соответствует уровню оснащения клиники: если уровень оснащения низкий и используются простейшие технологии лучевого лечения, то в этих специалистах нет нужды. Соответственно, если имеется сложная аппаратура, то без них не обойтись. Считается, что “плотность” медицинских

физиков (их количество на 100 тыс. населения) отражает насыщение медицины физикой, то есть свидетельствует о степени точности и качестве лечения. По разным оценкам, общее число специалистов, подготовленных по специальности “медицинская физика”, в России составляет от 250 до 400 человек. Такая численность работающих медицинских физиков не соответствует установленным нормам. Согласно штатным нормативам оказания медицинской помощи больным, необходимое количество физико-технического персонала должно соответствовать показателям в табл. 1 [7].

Понимание этого имеется и в медицинских, и в научно-образовательных кругах. Лидерами подготовки медицинских физиков в России являются физический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”, где целевые учебные программы развиваются с 1990-х годов, а также Томский политехнический университет. Курсы повышения квалификации для медицинских физиков проводят в МГУ им. М.В. Ломоносова, Ассоциация медицинских физиков России (АМФР) совместно с РМАПО, а также ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА.

Таблица 1

Штатные нормативы кадрового обеспечения медицинских учреждений России физико-техническим персоналом

Медицинские физики	
Медицинский физик	1 ставка на каждый ускоритель
Медицинский физик	1 ставка на 2 гамма-аппарата
Медицинский физик	1 ставка на 2 аппарата для контактного облучения
Медицинский физик	1 ставка на 2 симулятора (компьютерных томографа)
Медицинский физик	1 ставка на 2 системы планирования
Инженеры по эксплуатации радиологического оборудования	
Инженер	1 ставка на каждый ускоритель
Инженер	1 ставка на 2 гамма-аппарата
Инженер	1 ставка на 2 симулятора (компьютерных томографа)
Средний технический персонал	
Техник-дозиметрист для обслуживания блока дистанционной терапии	1 ставка
Техник-дозиметрист для обслуживания блоков с закрытыми и открытыми радиоактивными препаратами	1 ставка
Техник для изготовления защитных блоков и других формирующих приспособлений	1 ставка
Техник для изготовления устройств и приспособлений для иммобилизации пациентов	1 ставка

Примечание: В отделениях на каждые 40 радиотерапевтических коек устанавливаются не менее одной должности дозиметриста службы радиационной безопасности.

Подготовка инженеров по эксплуатации медицинских ускорителей в России практически не осуществляется. Наиболее близкие магистерские программы действуют в МГТУ им. Н.Э. Баумана, где выпускают инженеров по эксплуатации медицинской техники.

Актуальность разработки программы профессиональной переподготовки указанных кадров обусловлена, таким образом, следующими причинами:

1. Острым дефицитом квалифицированных медицинских физиков и инженеров-эксплуатационников, особенно в региональных центрах.
2. Магистерские программы дают обширные знания, но не годятся для решения узкопрофильного кадрового запроса от радиологических клиник.
3. Выпускники московских вузов после нескольких лет учебы в Москве не стремятся ехать обратно на работу в регионы.
4. Отсутствие в большинстве регионов преподавателей и современной аппаратной базы для подготовки медицинских физиков и инженеров.
5. Кадровые службы медицинских центров стали требовать документального подтверждения образования по специальности «медицинская физика».

Программа переподготовки кадров физиков для лучевой терапии

По заказу Фонда инфраструктурных и образовательных программ Роснано и Проектной компании Роснано – ООО «ПЭТ-Технолоджи» МГУ им. М.В. Ломоносова (кафедра физики ускорителей и радиационной медицины) разработал программу профессиональной переподготовки физиков и инженеров для лучевой терапии. Соисполнителями при разработке и апробации Программы являются Национальный медицинский исследовательский центр радиологии Минздрава РФ, Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России. Приглашенными экспертами в процессе разработки Программы стали МГТУ им. Н.Э. Баумана, Томский политехнический университет, НИЯУ МИФИ, НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина.

Программа разрабатывалась в три этапа:

1. Анализ квалификационных требований к специалистам и изучение квалификационных дефицитов специалистов.
2. Разработка образовательной программы профессиональной переподготовки.
3. Апробация программы и ее корректировка.

В рамках программы предполагается разделение слушателей на целевые группы по следующим направлениям:

- ✓ медицинские физики для отделений дистанционной лучевой терапии (на пучках фотонов и электронов);
- ✓ медицинские физики для отделений контактной лучевой терапии;
- ✓ медицинские физики для отделений протонной лучевой терапии;
- ✓ инженеры по эксплуатации медицинских ускорителей электронов;
- ✓ инженеры по эксплуатации медицинских ускорителей протонов.

Общая длительность программы 500 часов, в том числе дистанционный модуль – 70 часов (2 недели), общеобразовательный модуль – 290 часов (4 недели), и практическая подготовка – 140 часов (4 недели). В общем виде структура программы представлена на рис. 2.

Программа имеет модульную организацию: все обучающиеся проходят общепрофессиональный цикл «Физические и биомедицинские основы лучевой терапии». Он состоит из дистанционного общепрофессионального модуля, в рамках которого осуществляется оценка знаний слушателей по общим курсам ядерной физики, физики взаимодействия излучения с веществом, радиобиологии, дозиметрии и радиационной безопасности. На основании результатов тестирования осуществляется отбор слушателей для очного цикла и профессионального модуля. Далее слушатели приглашаются на очную часть, где они слушают лекции как по общим курсам физики, так и по специальным профессиональным курсам, в том числе и профессиональный цикл по одному из модулей, соответствующему целевой группе слушателей. Лицам, прошедшим соответствующее обучение в полном объеме и аттестацию, образовательным учреждением будут выдаваться документы установленного образца – дипломы медицинского физика и инженера по эксплуатации.

В результате освоения профессиональной образовательной программы у обучающихся будут сформированы необходимые профессиональные компетенции для работы в качестве

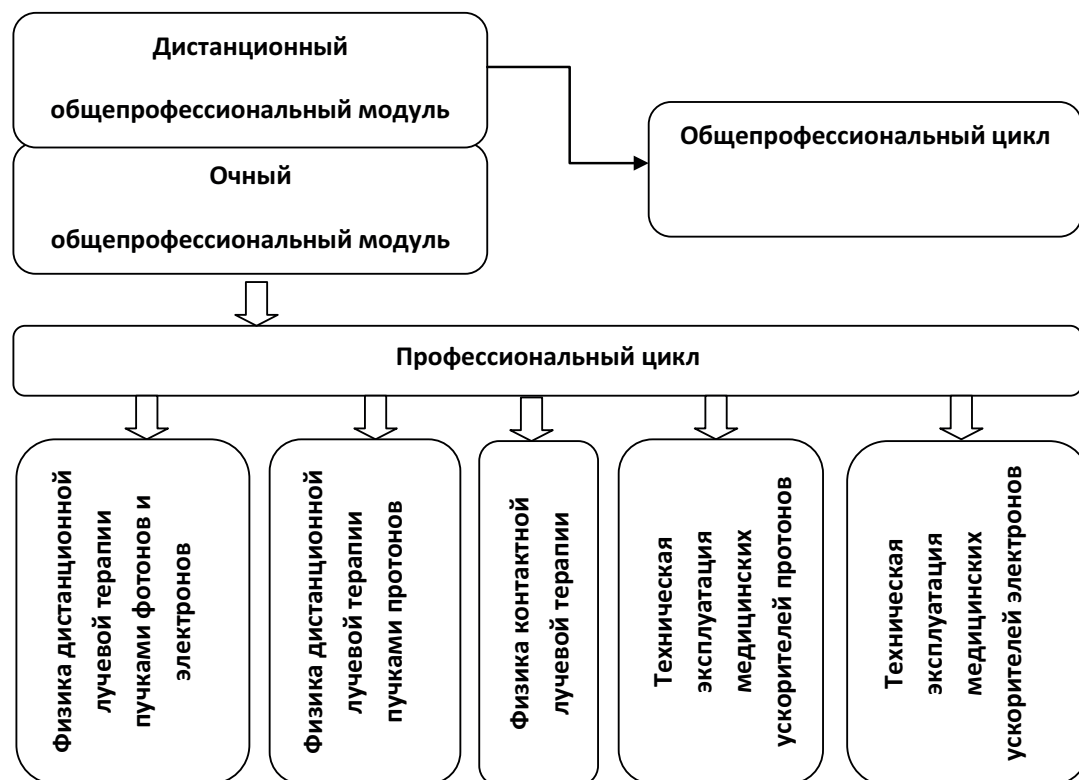


Рис. 2. Структура программы

специалистов отделений лучевой терапии и центров ядерной медицины, что позволит успешно решать задачу профессиональных кадровых ресурсов для клинических центров России. Среди них выделим следующие на примере подготовки медицинского физика для отделений лучевой терапии пучками фотонов и электронов:

- ✓ осуществлять контроль и коррекцию параметров работы оборудования для дистанционной лучевой терапии в клиническом режиме;
- ✓ планировать процедуру медицинского дистанционного облучения пациентов пучками фотонов и электронов;
- ✓ выполнять физико-техническое сопровождение облучения пациента на аппаратах для дистанционной лучевой терапии;
- ✓ разрабатывать рекомендации по техническому оснащению отделений дистанционной лучевой терапии;
- ✓ осуществлять контроль процесса сдачи-приемки аппаратов для дистанционной лучевой терапии;

- ✓ разрабатывать внутренний протокол гарантии качества для аппаратов дистанционной и контактной лучевой терапии.

Клиническая практика проводится для групп по 4–6 человек в течение месяца (140 часов) на базе онкологических центров, принимающих участие в разработке и реализации образовательной программы:

- ✓ Национальный медицинский исследовательский центр радиологии Минздрава РФ (МНИОИ им. П.А. Герцена и МРНЦ);
- ✓ Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России;
- ✓ Национальный научно-практический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева.

Таким образом, образование медицинского физика складывается из трех составляющих: первое – это обучение базовым знаниям по физике, математике и другим естественно-научным и гуманитарным дисциплинам; второе – в программу обучения входят предметы медицинской, биологической и молекулярной физики, и третье – проведение научно-исследо-

вательских практических занятий в лабораториях или лечебных учреждениях.

Итоговая аттестация осуществляется аттестационной комиссией, в состав которой входят преподаватели основных учебных курсов общепрофессионального и специальных модулей, представители организации-работодателя и учреждений, на базе которых проводились практические занятия и профессиональные стажировки.

На рассмотрение комиссии должны быть представлены материалы и результаты промежуточных оценочных испытаний обучающихся по соответствующим целевым группам, отчет о прохождении практики (стажировки), а также зачетный лист обучающегося.

На основании решения аттестационной комиссии слушателю программы выдается диплом о профессиональной переподготовке по следующим направлениям:

- ✓ физика дистанционной лучевой терапии (на пучках фотонов и электронов);
- ✓ физика контактной лучевой терапии;
- ✓ физика протонной лучевой терапии.

Данные дипломы удостоверяют право на ведение профессиональной деятельности в штатной должности медицинского физика.

Лекции читают не только преподаватели МГУ, но и ведущие специалисты соответствующей области на высоком профессиональном уровне. Занятия проводятся в аудиториях университета. Обучение на курсах — платное. Дополнительную информацию о правилах приема и обучения можно получить по телефону: +7(985)905-00-38.

С нашей точки зрения, программа может быть усовершенствована:

1. Необходимо сократить длительность этапов, поскольку слушатели не могут надолго отлучаться из своих заведений.
2. Некоторым слушателям, закончившим вузы физико-технического профиля, могут экстерном засчитываться часть курсов очного цикла.
3. Для лиц, не имеющих специальной теоретической подготовки и опыта работы в радиологических отделениях, программа может быть расширена до 1000 часов, что сравнимо с объемом часов магистратуры.

Кроме того, необходимо разработать программу аттестации медицинских физиков, которые уже работают по своей специальности в настоящий момент. Это позволит гарантировать высокий уровень знаний, необходимый

для полноценного участия в лечебном процессе и принятии ответственных решений по использованию радиационных устройств и обеспечению радиационной безопасности пациентов и персонала. Согласно проекту, предлагаемому в [6], необходимо решить конкретные задачи, а именно:

- ✓ создать общественную группу для решения вопросов аттестации медицинских физиков
- ✓ разработать стандартизированную процедуру прохождения аттестации медицинских физиков;
- ✓ обеспечить первичную аттестацию существенной части практикующих медицинских физиков;
- ✓ рассмотреть вопросы переаттестации и постоянного повышения квалификации.

Список литературы:

1. Barletta W., Chattopadhyay S., Seryi A. Educating and training accelerator scientists and technologists for tomorrow // *Rev. of Accelerator Sci. Technol.* 2012. Vol. 5. P. 313–321.
2. Карпунин В.О., Рязанцев О.Б., Хорошков В.С. Лучевая диагностика и терапия : развитие оборудования и технологий в мире и России // *Международная конференция IT + M&E. Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии.* Москва. 2015. С. 167–179.
3. Клёнов Г.И., Козлов Ю.Ф., Хорошков В.С. Шестьдесят лет протонной лучевой терапии: результаты, проблемы и тенденции // *Мед. физика.* 2015. № 1(65). С. 86–90.
4. Chernyaev A.P., Kolyvanovaa M.A., Borshchegovskaya P.Yu. Radiation technology in medicine. Part 1. Medicine accelerators // *Moscow Univ. Phys. Bull.* 2015. Vol. 70(6). P. 457–465.
5. Белоусов А.В., Близнюк У.А., Варзарь С.М. и соавт. Ускорители в медицине // *Мед. физика.* 2014. № 1(61). С. 113–120.
6. Моисеев А.Н., Костылев В.А. Проект национальной программы аттестации экспертов по медицинской физике // *Мед. физика.* 2017. № 1(73), С. 71–75.
7. Рекомендуемые штатные нормативы в соответствии с порядком оказания медицинской помощи больным. Москва. 2010. 54 с.
8. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Фе-

дерации за 2012 год. Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). -2-е изд., испр. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013/ 130 с.

9. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Фе-

дерации за 2015 год: Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2016. 125 с.

DEVELOPMENT AND APPROBATION THE PROFESSIONAL RETRAINING PROGRAM IN THE M.V. LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY

A.P. Chernyaev¹, P.Yu. Borschegovskaya¹, S.M. Varzar¹, G.A. Krusanov¹, E.N. Lykova², P.A. Istratov³

¹ *Faculty of Physics, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

² *D.V. Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

³ *Russian Federal Consumer Rights Protection and Human Health Control Service in Moscow, Moscow, Russia*

The additional professional educational program for professional retraining specialists in the branch of radiotherapy for the development, operation and application of high-tech systems in clinical institutions is described. The program is developed at the Department of Physics of Accelerators and Radiation Medicine of the Physical Department of Lomonosov Moscow State University. The RUSNANO Foundation for Educational Programs participated in financing of the program. Training is conducted for specialists with master diplomas or the diplomas of high education. The development of a system for assessment of practicing medical physicists, engineers and dosimetrists also is discussed in the article.

Key words: *medical physics, radiotherapy, retraining of specialists, educational program*

E-mail: a.p.chernyaev@yandex.ru