

**А.П. Черняев¹, П.Ю. Борщеговская¹, С.М. Варзарь¹, М.В. Желтоножская¹, Е.Н. Лыкова²,
С.У. Нисимов³, В.В. Розанов¹**

ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ ДЛЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

1. Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. E-mail: iv-kate@yandex.ru
2. НИИЯФ МГУ имени Д.В. Скобельцына, Москва
3. Фонд инфраструктурных и образовательных программ РосНАНО, Москва

А.П. Черняев – зав. кафедрой, зав. лаб., проф., д.ф.-м.н.; П.Ю. Борщеговская – ассистент, к.ф.-м.н.; С.М. Варзарь – доцент; М.В. Желтоножская – с.н.с., к. т. н.; Е.Н. Лыкова – вед. инженер; С.У. Нисимов – зам. директора департамента, к.ф.-м.н., доцент; В.В. Розанов – в.н.с., проф., д.б.н.

Реферат

Дана оценка кадровой ситуации в области отечественной лучевой терапии и ядерной медицины. Несмотря на то, что в последние годы происходит значительное переоснащение российских медицинских центров новейшими аппаратами, количественные показатели медицинского оборудования, нормированные на число жителей страны, до сих пор значительно уступают показателям других стран. Причем эта проблема значительно усугубляется недостаточным количеством специалистов, которые могут работать на поставляемом оборудовании. В первую очередь, речь идет о медицинских физиках, которые отвечают не только за обеспечение требуемой точности при подведении дозы ионизирующего излучения к опухоли, но и за обеспечение радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующего излучения.

Разработана образовательная программа дополнительной профессиональной переподготовки в области разработки, эксплуатации и применения высокотехнологичных систем для лучевой терапии. Данная программа была разработана на кафедре физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ по заказу Фонда инфраструктурных и образовательных программ Роснано, Проектной компании Роснано – ООО «ПЭТ-Технолоджи». Соисполнителями при разработке и апробации Программы являлись Национальный медицинский исследовательский центр радиологии Минздрава РФ, Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России. Приглашенными экспертами в процессе разработки Программы стали ученые и специалисты МГТУ им. Баумана, Томского политехнического университета, НИЯУ МИФИ, Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н.Блохина. В результате освоения профессиональной образовательной программы у обучающихся формируются необходимые профессиональные навыки для работы в качестве специалистов отделений лучевой терапии и центров ядерной медицины, что позволит успешно решать задачу профессиональных кадровых ресурсов для клинических центров России.

Программа разработана и успешно реализована на кафедре физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ.

Рассматривается необходимость разработки программы аттестации медицинских физиков, которые работают в настоящий момент. Это позволит гарантировать высокий уровень знаний, необходимый для полноценного участия в лечебном процессе и принятия ответственных решений по терапевтическому использованию радиационных устройств и обеспечению радиационной безопасности пациентов и персонала.

Ключевые слова: медицинская физика, ядерная медицина, лучевая терапия, переподготовка кадров, система аттестации медицинских физиков

Поступила: 26.09.2017. Принята к публикации: 26.04.2018

Введение

Применение последних достижений ядерной и ускорительной физики в медицине является одним из эффективных направлений развития методов лечения и диагностики 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-терапевтические аппараты, оборудование для радиохирургии, нейтронные генераторы, открытые и закрытые радионуклидные источники и т.д.; различные средства медицинской визуализации (ультразвуковое исследование, рентгенография, рентгеновская компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, позитронная эмиссионная томография и др.); источники оптически-

го излучения (например, лазеры), ультразвук, магнитные поля.

Несмотря на постоянное значительное переоснащение российских медицинских центров новейшими аппаратами в последние годы, количественные показатели, нормированные на число жителей страны, до сих пор значительно уступают показателям других стран. Так, в России один медицинский ускоритель приходится примерно на 800 тыс. жителей, а в США и в странах Европейского союза – на 80 тыс. и 100 тыс. чел. соответственно. В мире лучевую терапию проходят около 70 % онкологических больных, а в России – менее 30 % пациентов, причем в большинстве случаев на морально устаревших аппаратах с кобальтовыми источниками [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 эмис-

сионные томографы – 120, магнитно-резонансные томографы – 3500. На рис. 1 представлены состояние и потребности России в высокотехнологичной медицинской технике для диагностики и терапии.

Другая острейшая проблема связана с отсутствием достаточного числа квалифицированных специалистов, которые могут работать на поставляемом оборудовании. В первую очередь, речь идет о медицинских физиках, отвечающих за обеспечение выполнения особых требований точности при подведении требуемой дозы ионизирующего излучения к опухоли с минимальным поражением соседних здоровых тканей, а также за гарантию качества и безопасность лучевого лечения.

Для эффективной работы по лучевому лечению пациентов необходимо слаженное взаимодействие врача и медицинского физика. 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 диагностического процесса;
- тестирование оборудования для гарантии качества диагностического изображения или точности лечения;
- контроль радиационной защиты установок;
- дозиметрическое планирование облучения пациента.

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

В настоящее время в нашей стране насчитывается около 300 штатных медицинских физиков, работаю-

щих в 140 отделениях лучевой терапии онкологических отделений и клиник России, а инженерно-технического персонала, обслуживающего медицинскую технику, в российских вузах практически не готовят. По количеству медицинских физиков Россия существенно отстает от ведущих стран Европы и Америки. У нас таких специалистов 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-эксплуатационников [3, 4]. Проблемой является не только отсутствие соответствующих штатных единиц, но и квалификация специалистов, которые могут их занимать.

Количество медицинских физиков в центрах обычно соответствует уровню оснащения клиники: если уровень оснащения низкий, используются простейшие технологии 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 насыщенность медицины физикой, т.е. свидетельствует о степени технологичности, точности и качества лечения.

По разным оценкам, общее число специалистов, подготовленных по специальности «медицинская физика», составляет от 250 до 400 чел. Тогда как согласно штатным нормативам в соответствии с порядками оказания медицинской помощи больным необходимое количество физико-технического персонала должно быть намного больше (см. табл. 1) [7].

Понимание наличия проблемы имеется и в медицинских, и в научно-образовательных кругах. Лидерами подготовки медицинских физиков в России являются физический факультет Московского госу-

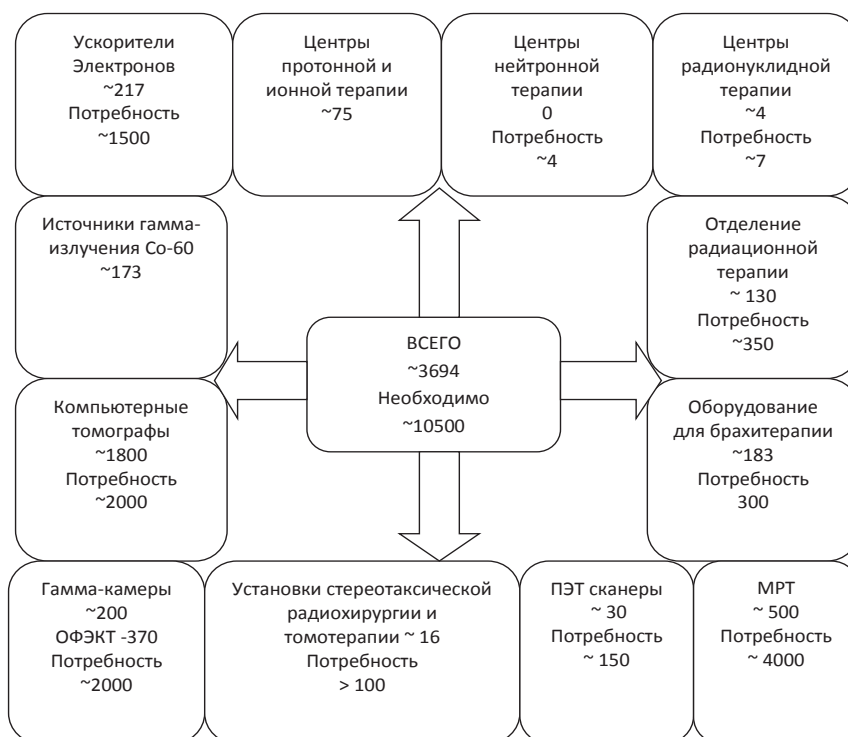


Рис. 1. Радиационные медицинские технологии в России

Таблица 1

Необходимое количество физико-технического персонала

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

Примечание: В отделениях на каждые 40 коек радионуклидной терапии устанавливается не менее одной должности дозиметриста службы радиационной безопасности

дарственного университета им. М.В. Ломоносова и Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт», где целевые учебные программы развиваются с 1990-х годов, а также Томский политехнический университет. Курсы повышения квалификации для медицинских физиков проводят в МГУ имени М.В.Ломоносова, Ассоциации медицинских физиков России совместно с РМАПО, а также в ФМБЦ имени А.И. Бурназяна ФМБА. Подготовка же 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 кадров обусловлена, таким образом, следующими причинами:

1. Имеется острый дефицит квалифицированных медицинских физиков и инженеров, особенно в региональных центрах.
2. Магистерские программы дают обширные знания, но не отвечают требованиям в случае необходимости срочного решения узкопрофильного кадрового запроса.
3. Выпускники московских вузов после нескольких лет пребывания в Москве не стремятся ехать обратно работать в регионы.
4. В большинстве регионов нет преподавателей и современной аппаратной базы для подготовки медицинских физиков.
5. Кадровые службы медицинских центров стали требовать документального подтверждения наличия профессионального образования по специальности «медицинская физика».

Программа переподготовки кадров для лучевой терапии

По заказу Фонда инфраструктурных и образовательных программ Роснано и Проектной компании Роснано – ООО «ПЭТ-Технолоджи» в МГУ им. М. В. Ломоносова (кафедра физики ускорителей и радиационной медицины) разработана программа 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 ученые и специалисты МГТУ им. Н. Э. Баумана, Томского политехнического университета, НИЯУ МИФИ, Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ.

Программа разрабатывалась в три этапа:

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

В рамках программы были обозначены 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 и ионной лучевой терапии;
- инженеры по эксплуатации медицинских ускорителей электронов;

- инженеры по эксплуатации медицинских ускорителей протонов.

Общий объем программы 500 ч, в т.ч. дистанционный модуль – 70 ч (2 нед), общеобразовательный модуль – 290 ч (4 нед), и практическая подготовка – 140 ч (4 нед). В общем виде структура программы представлена на рис. 2.

Программа имеет модульную организацию: все обучающиеся должны освоить 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 радиационной физики, так и по специальным профессиональным курсам, в т.ч. и профессиональный цикл по одному из модулей, соответствующему целевой группе слушателей. Лицам, прошедшим соответствующее обучение в полном объеме и аттестацию, образовательными учреждениями выдаются документы установленного образца.

В результате освоения профессиональной образовательной программы у обучающихся будут сформированы необходимые профессиональные компетенции для работы в качестве специалистов отделений лучевой терапии и центров ядерной медицины, что позволит успешно решать задачу профессиональных кадровых ресурсов для клинических центров России.

На примере подготовки медицинских физиков для отделений лучевой терапии на фотонах и электронах выделим следующие компетенции:

- осуществлять контроль и коррекцию параметров работы оборудования для дистанционной лучевой терапии в клиническом режиме;
- планировать процедуру медицинского дистанционного облучения пациентов пучками фотонов и электронов;
- проводить 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 и выполнять внутренний протокол гарантии качества для аппарата дистанционной лучевой терапии.

Клиническая практика проводится для групп по 4–6 чел. проходит в течение месяца (140 ч) 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 им. А.Ф. Цыба);
- Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России;
- Национальный научно-практический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева.

Таким образом, подготовка медицинского физика складывается из трех составляющих: первое – это



Рис. 2. Структура программы

обучение базовым знаниям по физике, математике и другим естественно-научным и гуманитарным дисциплинам; второе – изучение специальных дисциплин из области медицинской, биологической и радиационной физики, и третье – проведение научно-исследовательских практических занятий в лабораториях или лечебных учреждениях.

Итоговая аттестация осуществляется государственной 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 курсов 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 сфере медицинской физики.

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.

Перспективы развития

С нашей точки зрения, программа может быть усовершенствована.

В первую очередь, возможно сократить длительность этапов, поскольку слушатели не могут надолго отлучаться со своего основного места работы.

Во-вторых, некоторым слушателям, закончившим вузы по физическим и техническим специальностям, может экстерном засчитываться часть курсов очного цикла.

В-третьих, для лиц, не имеющих специальной теоретической подготовки и опыта работы в радиологическом отделении медицинского учреждения, в программа может быть расширена до 1000 ч, что сравнимо с объемом часов при обучении в магистратуре.

Кроме того, необходимо разработать программу аттестации медицинских физиков, которые работают в

настоящий момент. Это позволит гарантировать высокий уровень знаний, необходимый для полноценного участия в лечебном процессе и принятия ответственных решений по терапевтическому использованию радиационных устройств и обеспечению радиационной безопасности пациентов и персонала. Согласно проекту, предлагаемому в работе [6], необходимо решить конкретные задачи, а именно:

- обеспечить первичную аттестацию существенной части практикующих медицинских физиков;
- создать группу экспертов для решения вопросов аттестации медицинских физиков;
- разработать стандартизованную процедуру прохождения аттестации 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 // *Reviews of Accelerator Science and Technology*. 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*. – М.: ООО «Институт новых информационных технологий». 2015. С. 167–179.
3. Клёнов Г.И., Козлов Ю.Ф., Хорошков В.С. Шестидесять лет протонной лучевой терапии: результаты, проблемы и тенденции // *Мед. физика*. 2015. № 1 (65). С. 86–90.
4. Черняев А.П., Кольванова М.А., Борщеговская П.Ю. Радиационные технологии в медицине. Часть 1. Медицинские ускорители // *Вестник Московского государственного университета*. Серия: Физика и астрономия. 2015. Т. 70. № 6. С. 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. С. 71–75.
7. Рекомендуемые штатные нормативы в соответствии с порядками оказания медицинской помощи больным. – М. 2010. 54 с.
8. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации 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 Федерации за 2015 год. Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2016. 125 с.

Для цитирования: Черняев А.П., Борщеговская П.Ю., Варзарь С.М., Желтоножская М.В., Лыкова Е.Н., Нисимов С.У., Розанов В.В. Программа профессиональной переподготовки кадров медицинских физиков для лучевой терапии // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2018. Т. 63. № 3. С. 68–73.

DOI: 10.12737/article_5b17a191aa20f9.36730377

The Professional Retraining Program in Radiotherapy for Medical Physicists

A.P. Chernyaev¹, P.Yu. Borshchegovskaya¹, S.M. Varzar¹, M.V. Zheltonozhskaya¹,
E.N. Lykova², S.U. Nisimov³, V.V. Rozanov¹

1. Faculty of Physics, M.V. Lomonosov Moscow State University. Moscow. Russia. E-mail: iv-kate@yandex.ru
2. D.V. Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, M.V. Lomonosov Moscow State University. Moscow. Russia
3. Fund for Infrastructure and Educational Programs Rusnano. Moscow. Russia.

A.P. Chernyaev – Head of Dep., Prof., Dr. Sc. Phys.-Math.; P.Yu. Borshchegovskaya – Assistant, PhD Phys.-Math.; S.M. Varzar – Associate Professor, PhD Phys.-Math.; M.V. Zheltonozhskaya – Senior Researcher, PhD Tech., E.N. Lykova – Leading Engineer; S.U. Nisimov – Deputy Director, PhD Phys.-Math., Associate Prof., V.V. Rozanov – Leading Researcher, Dr. Sc. Biol., Prof.

Abstract

The article assesses the personnel situation in the field of domestic radiation therapy and nuclear medicine. Despite the fact that in recent years there has been a significant re-equipping of Russian medical centers with the latest devices, the quantitative indicators of medical equipment normalized for the number of residents of the country are still significantly inferior to the indexes other countries. And this problem is greatly aggravated by the insufficient number of specialists who can work on the equipment supplied. First and foremost, this refers to medical physicists who are responsible not only for ensuring the required accuracy when applying a dose of ionizing radiation to the tumor, but also for ensuring radiation safety when working with sources of ionizing radiation.

A continuing vocational educational retraining program covering development, operation and application of high-tech systems for radiotherapy is being proposed. This program was developed and tested at the Department of Physics of Accelerators and Radiation Medicine of the Physical Faculty of M.V. Lomonosov Moscow State University with the support of the Rusnano Foundation for Educational Programs.

The co-executors in the development and approbation of the Program were the National Medical Research Center of Radiology, A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia. Invited experts in the process of developing the Program were scientists and specialists of the Bauman MSTU, Tomsk Polytechnic University, NRNU MEPhI, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology. As a result of a professional educational program, the necessary professional skills for working as specialists in radiotherapy units and nuclear medicine centers are formed, which will successfully solve the problem of professional human resources for the clinical centers of Russia.

The program was developed and successfully implemented at the Department of Physics of Accelerators and Radiation Medicine of the Physics Department of M.V. Lomonosov Moscow State University.

The need to develop a program of assessment of medical physicists, which are working at the moment, is being considered. This will guarantee a high level of knowledge necessary for full participation in the medical process and making responsible decisions on the therapeutic use of radiation devices and ensuring radiation safety of patients and personnel.

Key words: *medical physics, nuclear medicine, radiotherapy, retraining of specialists, the system of assessment of medical physicists*

REFERENCES

1. Barletta W, Chattopadhyay S, Seryi A. Educating and Training Accelerator Scientists and Technologists for Tomorrow. *Reviews of Accelerator Science and Technology*. 2012;5:313-21.
2. Karpunin VO, Ryazantsev OB, Horoshkov VS. Radiation diagnostics and therapy: development of equipment and technologies in the world and Russia. International conference. IT + M & E, New information technologies in medicine, biology, pharmacology and ecology. Moscow. LLC Institute of New Information Technologies. 2015. P. 167-79. Russian.
3. Klyonov GI, Kozlov YuF, Horoshkov VS. Sixty years of proton beam therapy: results, problems and trends. *Medical Physics*. 2015;1(65):86-90. Russian.
4. Chernyaev AP, Kolyvanova MA, Borshchegovskaya PYu. Radiation technology in medicine. Part 1. Medicine accelerators. *Moscow University Physics Bulletin*, 2015;70(6):457-65.
5. Belousov AV, Bliznyuk UA, Varzar' SM, et al. Accelerators in medicine. *Medical Physics*. 2014;1(61):113-20. Russian.
6. Moiseev AN, Kostylev VA. Draft national program for the certification of experts in medical physics. *Medical Physics*. 2017;1:71-5. Russian.
7. Recommended staff standards in accordance with the procedures for providing medical care to patients. Moscow. 2010. 54 p. Russian.
8. The results of radiation and hygienic certification in the subjects of the Russian Federation for 2012. Radiation-hygienic passport of the Russian Federation. 2 ed. Rev. Moscow. Federal Center of Hygiene and Epidemiology. 2013. 130 p. Russian.
9. The results of radiation and hygienic certification in the subjects of the Russian Federation for 2015. Radiation-hygienic passport of the Russian Federation. Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology. 2016. 125 p. Russian.

For citation: Chernyaev AP, Borshchegovskaya PYu, Varzar SM, Zheltonozhskaya MV, Lykova EN, Nisimov SU, Rozanov VV. The Professional Retraining Program in Radiotherapy for Medical Physicists. *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2018;63(3):68-73. Russian.

DOI: 10.12737/article_5b17a191aa20f9.36730377