



**СЕРИЯ ПУБЛИКАЦИЙ МАГАТЭ ПО ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА**

**№ 25**

**Функции, обязанности и  
требования к образованию и  
профессиональной  
подготовке медицинских  
физиков клинической  
квалификации**



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

## ПУБЛИКАЦИИ СЕРИИ ИЗДАНИЙ МАГАТЭ ПО ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА

Мандат программы МАГАТЭ в области здоровья человека вытекает из статьи II его Устава, которая гласит, что «Агентство стремится к достижению более быстрого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире». Основная задача программы в области здоровья человека – расширение возможностей государств – членов МАГАТЭ для решения вопросов профилактики, диагностики и лечения заболеваний посредством разработки и применения ядерных методов на основе гарантии качества.

В публикациях Серии изданий МАГАТЭ по здоровью человека содержится информация из следующих областей: радиационная медицина, включая лучевую диагностику, диагностическую и терапевтическую ядерную медицину и лучевую терапию, дозиметрия и медицинская радиационная физика и методы стабильных изотопов и другие ядерные применения в питании. Публикации имеют широкую читательскую аудиторию и рассчитаны на практикующих врачей, исследователей и других специалистов. В подготовке и рецензировании этих публикаций Секретариату МАГАТЭ оказывают помощь международные эксперты. Некоторые публикации этой серии могут также получать одобрение международных организаций и профессиональных обществ, работающих в соответствующих областях, или подготавливаться в соавторстве с ними. В этой серии выделяются две категории публикаций:

### СЕРИЯ ИЗДАНИЙ МАГАТЭ ПО ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА

В публикациях этой категории представлен анализ или приводится информация рекомендательного характера, например руководящие принципы, нормы и стандарты практики; в нее также входят пособия по программам гарантии качества. В этой серии также издаются монографии и образовательные материалы высокого уровня, например для программ послевузовской подготовки.

### ДОКЛАДЫ МАГАТЭ ПО ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА

Доклады по здоровью человека дополняют информацию, публикуемую в Серии изданий МАГАТЭ по здоровью человека, в таких областях, как радиационная медицина, дозиметрия и медицинская радиационная физика, а также питание. Эти публикации включают в себя отчеты технических совещаний, результаты проектов координированных исследований МАГАТЭ, промежуточные доклады о реализации проектов МАГАТЭ и образовательные материалы, подготавливаемые для учебных курсов МАГАТЭ по тематике здоровья человека. В некоторых случаях в этих докладах может содержаться дополнительный материал к публикациям, выходящим в Серии изданий МАГАТЭ по здоровью человека.

Все эти публикации можно бесплатно загрузить с веб-сайта МАГАТЭ:

<http://www.iaea.org/Publications/index.html>

За дополнительной информацией просьба обращаться в:

Marketing and Sales Unit  
International Atomic Energy Agency  
Vienna International Centre  
PO Box 100  
1400 Vienna, Austria

Читателям предлагается делиться своими впечатлениями от этих публикаций. Информацию можно направлять через веб-сайт МАГАТЭ, по почте на указанный выше адрес либо по электронной почте:

[Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org).

ФУНКЦИИ, ОБЯЗАННОСТИ И  
ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗОВАНИЮ И  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ  
ПОДГОТОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ  
ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	КАЗАХСТАН	ПАПУА-НОВАЯ ГВИНЕЯ
АВСТРИЯ	КАМБОДЖА	ПЕРУ
АЗЕРБАЙДЖАН	КАМЕРУН	ПОЛЬША
АЛБАНИЯ	КАНАДА	ПОРТУГАЛИЯ
АЛЖИР	КАТАР	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АНГОЛА	КЕНИЯ	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АРГЕНТИНА	КИПР	РУАНДА
АРМЕНИЯ	КИТАЙ	РУМЫНИЯ
АФГАНИСТАН	КОЛУМБИЯ	САЛЬВАДОР
БАГАМСКИЕ ОСТРОВА	КОНГО	САН-МАРИНО
БАНГЛАДЕШ	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
БАХРЕЙН	КОСТА-РИКА	СВАЗИЛЕНД
БЕЛАРУСЬ	КОТ-д'ИвуАР	СВЯТОЙ ПРЕСТОЛ
БЕЛИЗ	КУБА	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БЕЛЬГИЯ	КУВЕЙТ	СЕНЕГАЛ
БЕНИН	КЫРГЫЗСТАН	СЕРБИЯ
БОЛГАРИЯ	ЛАТВИЯ	СИНГАПУР
БОЛИВИЯ	ЛАОСКАЯ НАРОДНО-	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	РЕСПУБЛИКА
БОТСВАНА	РЕСПУБЛИКА	СЛОВАКИЯ
БРАЗИЛИЯ	ЛЕСОТО	СЛОВЕНИЯ
БРУНЕЙ-ДАРУССАЛАМ	ЛИБЕРИЯ	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО
БУРКИНА-ФАСО	ЛИВАН	ВЕЛИКОБРИТАНИИ
БУРУНДИ	ЛИВИЯ	И СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БЫВШАЯ ЮГОСЛ. РЕСП.	ЛИТВА	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ
МАКЕДОНИЯ	ЛИХТЕНШТЕЙН	АМЕРИКИ
ВЕНГРИЯ	ЛЮКСЕМБУРГ	СУДАН
ВЕНЕСУЭЛА,	МАВРИКИЙ	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
БОЛИВАРИАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МАВРИТАНИЯ,	ТАДЖИКИСТАН
ВЬЕТНАМ	ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ТАИЛАНД
ГАБОН	МАДАГАСКАР	ТОГО
ГАИТИ	МАЛАВИ	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ГАНА	МАЛАЙЗИЯ	ТУНИС
ГВАТЕМАЛА	МАЛИ	ТУРЦИЯ
ГЕРМАНИЯ	МАЛЬГА	УГАНДА
ГОНДУРАС	МАРОККО	УЗБЕКИСТАН
ГРЕЦИЯ	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	УКРАИНА
ГРУЗИЯ	МЕКСИКА	УРУГВАЙ
ДАНИЯ	МОЗАМБИК	ФИДЖИ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	МОНАКО	ФИЛИППИНЫ
РЕСПУБЛИКА КОНГО	МОНГОЛИЯ	ФИНЛЯНДИЯ
ДОМИНИКА	МЬЯНМА	ФРАНЦИЯ
ДОМИНИКАНСКАЯ	НАМИБИЯ	ХОРВАТИЯ
РЕСПУБЛИКА	НЕПАЛ	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ
ЕГИПЕТ	НИГЕР	РЕСПУБЛИКА
ЗАМБИЯ	НИГЕРИЯ	ЧАД
ЗИМБАБВЕ	НИДЕРЛАНДЫ	ЧЕРНОГОРИЯ
ИЗРАИЛЬ	НИКАРАГУА	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ИНДИЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ЧИЛИ
ИНДОНЕЗИЯ	НОРВЕГИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ИОРДАНИЯ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА	ШВЕЦИЯ
ИРАК	ТАНЗАНИЯ	ШРИ-ЛАНКА
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ	ЭКВАДОР
РЕСПУБЛИКА	АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭРИТРЕЯ
ИРЛАНДИЯ	ОМАН	ЭСТОНИЯ
ИСЛАНДИЯ	ПАКИСТАН	ЭФИОПИЯ
ИСПАНИЯ	ПАЛАУ	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИТАЛИЯ	ПАНАМА	ЯМАЙКА
ЙЕМЕН	ПАРАГВАЙ	ЯПОНИЯ

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение “более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире”.

СЕРИЯ ПУБЛИКАЦИЙ МАГАТЭ ПО ЗДОРОВЬЮ  
ЧЕЛОВЕКА № 25

ФУНКЦИИ, ОБЯЗАННОСТИ И  
ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗОВАНИЮ И  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ  
ПОДГОТОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ  
ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2014

## УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены в соответствии с положениями Всемирной конвенции об авторском праве в том виде, как она была принята в 1952 году (Берн) и пересмотрена в 1972 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно является предметом соглашений о роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом отдельном случае. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа маркетинга и сбыта, Издательская секция  
Международное агентство по атомной энергии  
Vienna International Centre  
PO Box 100  
1400 Vienna, Austria  
факс: +43 1 2600 29302  
тел.: +43 1 2600 22417  
эл. почта: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)  
веб-сайт: <http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2014

Отпечатано МАГАТЭ в Австрии  
Август 2014 года  
STI/PUB/1610

ФУНКЦИИ, ОБЯЗАННОСТИ И  
ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗОВАНИЮ И  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ  
ПОДГОТОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ  
ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ  
МАГАТЭ, ВЕНА, 2014 ГОД  
STI/PUB/1610  
ISBN 978–92–0–409414–5  
ISSN 2075–3772

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Проект технического сотрудничества МАГАТЭ «Усиление роли медицинской физики в радиационной медицине», целью которого является обеспечение безопасной и эффективной диагностики и лечения пациентов, был одобрен Советом управляющих МАГАТЭ на период 2009-2013 годов. МАГАТЭ, совместно с Всемирной организацией здравоохранения и заинтересованными сторонами из многочисленных профессиональных ассоциаций медицинской физики во всем мире, включая Международную организацию медицинской физики (ИОМР), Европейскую федерацию организаций медицинской физики, Американскую ассоциацию физиков в медицине (ААРМ), Латиноамериканскую ассоциацию медицинской физики, Федерацию организаций медицинской физики Азии и Океании, Европейское общество радиотерапии и онкологии, Европейскую комиссию и Международную ассоциацию радиационной защиты, а также с региональными партнерами из Африки, Азии, Европы и Латинской Америки, провели встречу в мае 2009 года в Вене по вопросам планирования и координации этого нового проекта. Нехватка медицинских физиков клинической квалификации (МФКК), их недостаточное образование и профессиональная подготовка (особенно должным образом организованная и скоординированная клиническая подготовка) и недостаток профессионального признания были идентифицированы как основные проблемы, на решение которых будет направлен указанный проект. Настоящая публикация была подготовлена в рамках указанного проекта в ответ на вышеприведенные выводы. Основной целью публикации является обоснованное и однозначное определение функций и обязанностей МФКК в специальностях медицинской физики, связанных с использованием ионизирующего излучения, таких как лучевая терапия, ядерная медицина, и диагностическая и интервенционная радиология. Важно отметить, что для полноты картины также рассмотрены специальности, относящиеся к медицинским изображениям, связанные с использованием неионизирующего излучения, такие как магнитный резонанс и ультразвук. Исходя из этих задач, настоящая публикация предоставляет рекомендуемые минимальные требования к академическому образованию и клинической подготовке МФКК, включая рекомендации в отношении их аккредитации, сертификации и регистрации, а также непрерывного повышения квалификации. Цель состоит в определении тех критериев, которые способствуют гармонизации образования и клинической подготовки во всем мире, а также содействуют признанию медицинской физики как профессии.

Настоящая публикация была одобрена Американской ассоциацией физиков в медицине (ААРМ) и Международной организацией медицинской физики (ИОМР).

МАГАТЭ выражает признательность К. Константину (Кипр) и К.И. Чжан (Китай), председателям рабочих групп, которые внесли большой вклад в разработку рекомендаций в отношении функций и обязанностей МФКК и в отношении образования, требований к клинической подготовке и сертификации, соответственно. МАГАТЭ также выражает признательность П. Андрео (Швеция) за особый вклад в подготовку итогового отчета.

Ответственными за подготовку настоящей публикации сотрудниками МАГАТЭ являются А. Мегзифене и Д. ван дер Мерве из Отдела здоровья человека.

### РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

*Хотя для обеспечения точности информации, содержащейся в данной публикации, были приложены большие усилия, ни МАГАТЭ, ни его государства-члены не принимают на себя ответственности за последствия, которые могут возникнуть в результате ее использования.*

*Использование тех или иных названий стран или территорий не выражает какого-либо суждения со стороны издателя – МАГАТЭ – относительно правового статуса таких стран или территорий, их компетентных органов и учреждений либо относительно определения их границ.*

*Упоминание названий конкретных компаний или продуктов (независимо от того, были они зарегистрированы или нет) не подразумевает какого-либо намерения нарушить права собственности, и его не следует рассматривать как одобрение или рекомендацию со стороны МАГАТЭ.*

*МАГАТЭ не несет ответственности за сохранение и точность приводимых в настоящей книге адресов веб-сайтов внешних или третьих сторон и не гарантирует того, что информационное наполнение таких веб-сайтов является или останется точным и релевантным.*



## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
2.	ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ .....	4
3.	ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ КО ВСЕМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ. ....	7
4.	ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ОПРЕДЕЛЕННЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ. ....	11
4.1.	Лучевая терапия .....	11
4.2.	Получение медицинских изображений .....	24
4.2.1.	Ядерная медицина .....	25
4.2.2.	Диагностическая и интервенционная радиология. . .	31
4.2.3.	Другие области получения медицинских изображений .....	36
4.3.	Радиационная защита персонала и радиационная защита населения. ....	44
4.3.1.	Безопасность персонала и населения .....	45
4.3.2.	Безопасность радиоактивных источников .....	48
5.	ШТАТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ .....	48
5.1.	Требования к штатному обеспечению .....	51
6.	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АКАДЕМИЧЕСКОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ .....	54
6.1.	Текущий статус .....	54
6.2.	Требования к квалификации для академической и клинической подготовки .....	56
6.3.	Аккредитация, сертификация и регистрация. ....	59
6.4.	Программа непрерывного повышения квалификации .....	60
6.5.	Сводка требований к квалификации. ....	61

ПРИЛОЖЕНИЕ I: ЭТИЧЕСКИЙ КОДЕКС МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КЛИНИКИ .....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ II: МЕДИЦИНСКИЕ ДОЗИМЕТРИСТЫ – ОБЯЗАННОСТИ И НАВЫКИ .....	76
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	79
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И АКРОНИМОВ .....	83
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ .....	85

# 1. ВВЕДЕНИЕ

Медицинская физика – это раздел прикладной физики, являющийся профессией медицинских физиков, которые используют принципы, методы и приемы физики на практике, в условиях клиники и при проведении научных исследований с целью профилактики, диагностики и лечения болезней людей с конкретной целью улучшения здоровья и благополучия человека. Медицинская физика охватывает широкий диапазон применений во многих областях деятельности, и недавно она была классифицирована на международном уровне как профессия [1]. Общие роли и обязанности медицинских физиков были сведены воедино Международной организацией медицинской физики (ИОМР) [2]. Одной из целей настоящей публикации является предоставление подробного описания этих функций в условиях клиники, главным образом в областях, связанных с использованием ионизирующего излучения, а также создание фундамента для обоснования гармонизации международных требований в отношении академического образования и клинической подготовки медицинских физиков.

Международные основные нормы безопасности (BSS) [3] дают следующее определение медицинскому физика, работающему в клинике:

«медицинский работник, имеющий специальное образование и профессиональную подготовку в отношении концепций и методов применения физики в медицине, и обладающий компетентностью для независимой практической деятельности в одной или более подобластях (специальностей) медицинской физики».

Аналогичное определение, хотя и ограниченное областями применения, связанными с медицинским радиационным облучением, дано в Директиве Совета Евратома 97/43 для термина «эксперт по медицинской физике» [4]. В это определение недавно были внесены поправки при пересмотре Основных норм безопасности Евратома [5]. Термин «независимая практическая деятельность» означает, что медицинский физик работает без прямого контроля более опытного медицинского физика и способен обеспечить безопасное и эффективное подведение облучения для достижения диагностического или терапевтического результата в соответствии с назначенным пациенту лечением. Специальности, связанные с использованием ионизирующего излучения при медицинском облучении, включают физику получения медицинских изображений, куда входят процедуры диагностической и интервенционной радиологии (радиологическая физика) и радионуклидные процедуры (физика ядерной

медицины), физику лучевой терапии и медицинскую радиационную физику (радиационная защита в медицине). Эти специальности медицинской физики являются важнейшими составляющими радиационной медицины.

Цель настоящей публикации состоит в том, чтобы установить критерии для обеспечения гармонизации образования и клинической подготовки медицинских физиков в разных странах, а также способствовать профессионализму медицинской физики и признанию ее как профессии на международном уровне.

Медицинские физики должны обязательно получить соответствующее базовое высшее образование в области физики или технических наук, с последующей подготовкой для приобретения профессиональной компетентности, которая включает дополнительно 1–3 года академического образования в области медицинской физики на уровне последипломного образования. Для того чтобы стать медицинским физиком клинической квалификации (МФКК), необходимо после получения академической подготовки на уровне последипломного образования дополнительно пройти как минимум двухгодичную структурированную стажировку в условиях клиники по одной или более специальностям медицинской физики. В целом, минимальная продолжительность академического образования и клинической подготовки должна составлять, как правило, семь лет. Для того чтобы медицинские физики, закончившие академическую программу и работающие или выполняющие научные исследования в неклинической среде, стали МФКК, потребуется получение дополнительной соответствующей профессиональной подготовки. Образование и профессиональная подготовка медицинских физиков должны признаваться национальным или международным органом аккредитации. Для поддержания и повышения своей профессиональной компетентности и способности независимо работать, практически работающие медицинские физики должны участвовать в программе непрерывного повышения квалификации (НПК), которая должна включать посещение национальных и/или международных конференций и курсов по темам, связанным с их областью специализации. Они должны также регулярно искать информацию в соответствующих научных журналах и литературе.

Компетентность медицинских физиков должна оцениваться соответствующим органом, и в результате такой оценки осуществляется их формальная регистрация и/или аккредитация или сертификация. В органе профессиональной сертификации должны быть представлены медицинские физики, должным образом избранные национальным сообществом МФКК для выполнения этих функций. Там, где формального механизма не существует, медицинские физики должны быть сертифицированы национальным или международным органом профессиональной

сертификации после того, как они докажут посредством письменных и устных экзаменов, что они обладают тем уровнем знаний и навыков, который необходим для независимой практической деятельности в одной или более подобластей медицинской физики. Таким образом, сертифицированным медицинским физиком является МФКК, получивший сертификацию о том, что он обладает уровнем знаний и навыков, необходимым для независимой практической деятельности в одной или более подобластей медицинской физики, на основании сдачи письменных и устных экзаменов, проведенных национальным или международным органом профессиональной сертификации, должным образом назначенным для выполнения этих функций.

Одной из целей настоящей публикации является предоставление рекомендаций в отношении минимальных требований к академическому образованию и клинической подготовке, необходимым для того, чтобы физик мог стать МФКК. Это включает рекомендации в отношении аккредитации, сертификации и регистрации, наряду с непрерывным повышением квалификации. Для обоснования этих рекомендаций в настоящей публикации сначала детально описываются функции и обязанности МФКК различных специальностей, включая рекомендации относительно организации службы клинической медицинской физики.

Поскольку МФКК являются медицинскими работниками и, следовательно, имеют доступ к данным пациентов, имеют прямой контакт с пациентами в условиях клиники и участвуют в реализации клинического процесса, на них распространяется действие этических принципов, которые определяют их профессиональное поведение. Типовой этический кодекс, который должны соблюдать МФКК в условиях клиники, кратко изложен в Приложении I.

В некоторых странах, особенно в Северной Америке, появилась отдельная группа специалистов, известных как медицинские дозиметристы. В большинстве стран функции и обязанности медицинских дозиметристов исполняют МФКК. В Приложении II представлена информация о типовых обязанностях и квалификационных требованиях для медицинских дозиметристов согласно Американской ассоциации медицинских дозиметристов (AAMD).

## **2. ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

Медицинский физик является членом многопрофильной группы, осуществляющей диагностику и лечение пациентов при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения; он способствует обеспечению высокого стандарта качества медицинской помощи в больницах и клиниках (см. [6–8]). Как специалист в области физики, МФКК способен идентифицировать проблемы и формулировать стратегии их решения, интерпретировать новую или нестандартную информацию, оценивать необычные ситуации научным способом, ясно и точно излагать научные мнения, распознавать ошибочные ситуации и принимать соответствующие корректирующие меры, и признавать ограниченность своих собственных знаний и навыков. Основная функция МФКК в клинической практике состоит в том, чтобы оптимизировать использование радиации таким образом, чтобы обеспечить безопасность и высокое качество диагностических или терапевтических процедур – или рекомендовать выполнение такой оптимизации другим медицинским специалистам, разрабатывать политику, руководящие принципы и методы измерений для определения дозы, подводимой пациенту, и собирать и анализировать данные клинической физики для диагностики или лечения болезней.

МФКК отвечают за разработку и реализацию физических и технических аспектов программ гарантии качества (ГК) применительно к диагностическим и терапевтическим процедурам. Они также отвечают за предоставление рекомендаций или помощи другим медицинским работникам в оптимизации баланса между полезными и вредными эффектами радиации, а при установке нового оборудования они играют ключевую роль в вопросах радиационной защиты пациентов, персонала и населения, включая планировку и расчет защиты для кабинетов лучевой терапии. Медицинские физики выполняют научные исследования и разработку нового оборудования, методов, процедур и технологий для совершенствования клинической диагностики и лучевой терапии. Они также обеспечивают образование и профессиональную подготовку в области прикладной физики и радиационной безопасности для врачей [9], медсестер, технического персонала, студентов и других сотрудников. В большинстве больниц обязанности МФКК включают обеспечение соответствия средств получения диагностических изображений и радиационного облучения национальным нормам и правилам, а также выполнение рекомендаций компетентных международных организаций

[3]. МФКК оказывают помощь руководству больницы в определении технических требований к приобретаемому оборудованию, и предоставляют консультации технического, научного и административного характера.

В данном разделе описываются конкретные функции и обязанности МФКК в области лучевой терапии и получения медицинских изображений, выполняемых при помощи ионизирующего и неионизирующего излучения. МФКК иногда также обладают компетенцией для оказания профессиональной поддержки в других областях медицины (фотодинамическая терапия, оптическая визуализация, использование лазеров, терапевтическое использование ультразвука и физиологические измерения, и т.д.), хотя эти аспекты не рассматриваются в настоящей публикации в полном объеме. Некоторые из этих методов по определению включены в данный раздел.

Основные функции и обязанности МФКК в условиях больницы основаны на их профессиональной подготовленности в одной или более специальностях медицинской физики, клиническом знании основополагающих понятий, основ анатомии и физиологии для проведения соответствующих клинических исследований, владении методами проведения медицинских процедур и т.д. Функции и обязанности могут быть разделены на две основных группы: одна группа включает те аспекты, которые относятся ко всем специальностям медицинской физики, а другая связана с конкретными областями специализации. Их можно кратко изложить следующим образом:

- a) Функции и обязанности, относящиеся ко всем специальностям:
  - i) Калибровка и контроль точности измерительных приборов;
  - ii) Технический контроль за эксплуатацией и техобслуживанием оборудования;
  - iii) Ведение отчетности и документации;
  - iv) Проведение клинических вычислений и организация сети;
  - v) Научные исследования и разработки;
  - vi) Образование и профессиональная подготовка.
- b) Функции и обязанности, относящиеся к специальностям лучевой терапии, ядерной медицины и диагностической и интервенционной радиологии (ДИР):
  - i) Рабочий проект, технические требования, приемка и ввод в эксплуатацию оборудования, включая разработку критериев приемлемых показателей работы;
  - ii) Радиационная безопасность и защита пациентов, персонала и населения;
  - iii) Радиационная дозиметрия источников излучения и пациентов;

- iv) Оптимизация физических аспектов диагностических и терапевтических процедур;
- v) Управление качеством физических и технических аспектов радиационной медицины, таких как:
  - Разработка политики и процедур медицинского учреждения в отношении безопасного и эффективного использования излучения;
  - Надзор за соблюдением процедур гарантии качества (ГК) и контроля качества (КК);
  - Оценка риска и управление рисками.
- vi) Сотрудничество с другими клиническими специалистами при оказании медицинской помощи больным, например:
  - Проведение консультаций с врачами и другими членами клинической группы во время диагностических или терапевтических процедур;
  - Внедрение новых или сложных медицинских процедур и контроль за соблюдением их выполнения, а также оказание помощи в профессиональной подготовке клинического персонала.

Ниже рассматриваются функции и обязанности, относящиеся ко всем специальностям медицинской физики, а далее идет раздел, где рассматриваются функции и обязанности, относящиеся к различным специальностям, связанным с ионизирующим излучением, а именно, лучевая терапия, ядерная медицина и ДИР. Также кратко освещаются функции и обязанности некоторых специальностей получения медицинских изображений, связанных с неионизирующим излучением, таких как магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультразвуковое обследование. Представлено краткое описание функций и обязанностей в отношении радиационной защиты пациентов, персонала и населения, включая обязанности МФКК. Те аспекты радиационной защиты, которые касаются использования в клинике радиоактивных источников и генераторов излучения, рассматриваются применительно к каждой области специализации, в то время как аспекты, связанные с радиационной защитой работников и населения, рассматриваются отдельно.



### **3. ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ КО ВСЕМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ**

Ниже приводится описание основных функций и обязанностей МФКК, относящихся ко всем специальностям медицинской физики (кратко изложены в Таблице 1):

- a) *Калибровка и контроль точности измерительных приборов:* МФКК отвечают за калибровку приборов, которые они используют, или за соблюдение рекомендованных стандартов или норм практики и ведение соответствующих записей о проводимой калибровке. Они отвечают за разработку методов определения стабильности приборов для клинического использования.
- b) *Технический контроль за эксплуатацией и техобслуживанием оборудования:* МФКК осуществляют контроль за профилактическим и корректирующим техобслуживанием, ремонтом и калибровкой диагностического, терапевтического и измерительного оборудования, а также отвечают за документальное оформление соответствующей информации. Они сотрудничают с сервисными инженерами в разработке и ведении программы управления качеством для всего оборудования, с тем чтобы обеспечить оптимальную работу оборудования. МФКК отвечают за выдачу разрешения на клиническое использование радиационного оборудования после проведения процедуры техобслуживания. Для этого они выполняют особо сложные измерения по программе контроля качества после проведения профилактического или корректирующего обслуживания, позволяющие гарантировать, что функционирование оборудования не было затронуто какими-либо изменениями, сделанными во время обслуживания или ремонта. Они проверяют правильность функционирования оборудования, с тем чтобы обеспечить как оптимальные показатели работы оборудования, так и безопасность пациентов и персонала.
- c) *Ведение отчетности и документации:* МФКК обеспечивают необходимую документацию и ведут отчетность в области своей работы, они могут представить доказательства соответствия оборудования и процедур правилам и рекомендациям соответствующих регулирующих органов и органов аккредитации. Они анализируют записи в историях болезни пациентов на предмет правильности

интерпретации назначения дозы или запроса о проведении процедуры получения медицинских изображений, оптимизации параметров плана облучения при лучевой терапии, параметров пучков излучения при терапии или при получении медицинских изображений, дозиметрии пациента и/или радиофармацевтической дозиметрии. Кроме того, МФКК отвечают за документацию программы гарантии качества, калибровки оборудования, независимых аудитов дозиметрии и любые другие вопросы политики и процедур медицинской физики.

- d) *Проведение клинических вычислений и организация сети:* МФКК обладают знаниями и навыками для того, чтобы оказывать помощь в клиническом использовании Интранета, например, в отношении компьютерных рабочих мест для анализа/обработки данных или систем регистрации и верификации; выполнять общие задачи управления и администрирования компьютерных систем; применить такие методы обработки изображений, как реконструкция, регистрация и слияние изображений, и выполнять первоочередный поиск неисправностей системы для устранения компьютерных проблем общего характера. Они знакомы с основными понятиями и использованием систем регистрации и верификации, систем архивирования изображений и систем связи, информационных систем радиологии и информационных систем больницы. Они также хорошо знают, как хранить, обрабатывать и распределять снимки и данные пациентов между различными рабочими местами. Они сотрудничают с компьютерными инженерами с целью проверки интеграции сети и передачи данных, с тем чтобы гарантировать функциональность всех систем и защиту данных пациентов от несанкционированного доступа и нарушения неприкосновенности частной жизни.
- e) *Научные исследования и разработки:* МФКК оценивают новые технологии и исследуют принятие новых процедур, оказывают помощь в профессиональной подготовке клинического персонала для их выполнения. Они обеспечивают физические и технические аспекты клинических исследований и часто играют ведущую роль в группе медицинских исследований, особенно в центрах высокой технологической сложности. МФКК выполняют важную функцию в отношении клинических протоколов, используемых в прикладных исследованиях. Они выполняют научные исследования и разработки в области медицинской физики и медицинских приборов, отслеживают современные достижения в определенных областях исследования, и разрабатывают планы проектов с конкретными этапами, методиками проведения экспериментов и оценкой сроков.

## ТАБЛИЦА 1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОБЯЗАННОСТЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИХСЯ КО ВСЕМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

а) Калибровка и контроль точности измерительных приборов	МФКК отвечают за соответствие и периодическую калибровку приборов, которые они используют или за которые они отвечают.
б) Технический контроль за эксплуатацией и техобслуживанием оборудования	МФКК отвечают за разработку процедур приемки и ввода в эксплуатацию диагностического, терапевтического и измерительного оборудования. Они сотрудничают с сервисными инженерами в отношении координации проектных программ и программ техобслуживания и осуществляют контроль за их реализацией, выполняя измерения по программе контроля качества и калибровочные измерения, чтобы гарантировать безопасную и оптимальную работу оборудования. МФКК выдают разрешение на клиническое использование оборудования после каждой процедуры техобслуживания.
с) Ведение отчетности и документации	МФКК отвечают за документацию и отчетность в отношении техобслуживания, калибровки и показателей работы оборудования в своей области, они могут представить доказательства соответствия оборудования и процедур правилам и рекомендациям соответствующих регулирующих органов и органов аккредитации.
д) Проведение клинических вычислений и организация сети	МФКК оказывают помощь в клиническом использовании компьютерных рабочих мест для анализа/обработки данных, выполняют общие задачи управления компьютерными системами и осуществляют первоочередной поиск неисправностей. Они сотрудничают с компьютерными инженерами с целью проверки интеграции сети и передачи данных, с тем чтобы гарантировать функциональность всех систем.

ТАБЛИЦА 1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОБЯЗАННОСТЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИХСЯ КО ВСЕМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ (продолжение)

е) Научные исследования и разработки	МФКК оценивают новые технологии и исследуют принятие новых процедур, оказывают помощь в профессиональной подготовке клинического персонала для их выполнения. Они обеспечивают технические аспекты клинических исследований и часто играют ведущую роль в группе медицинских исследований, особенно в центрах высокой технологической сложности. Они выполняют научные исследования и разработки в области медицинской физики и медицинских приборов.
ф) Образование и профессиональная подготовка	МФКК читают лекции и проводят занятия по профессиональной подготовке в области медицинской физики для врачей, техников-радиологов, младших медицинских физиков, медсестер, студентов, резидентов и технического персонала. Они могут также выполнять наставничество или контроль в отношении других специалистов в связи с требованиями в отношении их непрерывного профессионального образования и повышения квалификации.

**Примечание:** МФКК – медицинский физик клинической квалификации.

- f) *Образование и профессиональная подготовка:* МФКК играют ключевую роль в академическом образовании и клинической профессиональной подготовке медицинских физиков. Они также читают лекции и разрабатывают образовательный материал для врачей, техников-радиологов, дозиметристов и медсестер, а также для студентов, резидентов и технического персонала. Кроме того, они могут также выполнять постоянное наставничество или клиническое руководство специалистами в связи с требованиями в отношении их непрерывного профессионального образования и повышения квалификации.

## **4. ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ОПРЕДЕЛЕННЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ**

### **4.1. ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ**

Лучевая терапия является медицинской дисциплиной, в которой используются генераторы ионизирующего излучения или радиоактивные источники для подведения высокой дозы излучения к объему мишени, содержащему злокачественное или доброкачественное образование, защищая при этом окружающие здоровые ткани. Технология, при которой используются внешние источники рентгеновского излучения, гамма-излучения, электронов, протонов и более тяжелых ионов, нейтронов и т.д. называется дистанционной лучевой терапией. В другой технологии, известной как контактная лучевая терапия (КЛТ), используются закрытые радиоактивные источники, испускающие гамма-лучи, электроны или другие возможные частицы для лечения злокачественных тканей почти в любой анатомической области тела; в зависимости от распределения геометрии источника, метод называется контактной (внутриполостной, внутрисветовой, эндоваскулярной или поверхностной) или интерстициальной КЛТ. Обе технологии полностью опираются на методы получения медицинских изображений для локализации опухолей и определения тех клинических объемов, которые необходимо облучать или которые необходимо защищать. Эту медицинскую специальность часто называют термином «радиационная онкология», хотя, строго говоря, кроме терапевтического использования радиации сюда входят и другие аспекты лечения рака. Связь медицинских физиков с пациентом возникает

лишь после принятия клинического решения о назначении пациенту лучевой терапии, и поэтому термин «физик в области лучевой терапии» представляется более логичным, чем «физик в области радиационной онкологии»; однако гармонизация терминологии во всем мире весьма недостаточна.

МФКК в лучевой терапии разрабатывают и осуществляют процедуры в отношении дозиметрии и планирования облучения, гарантии качества процессов и оборудования, подведения и проверки облучения, и радиационной безопасности и защиты пациентов, сотрудников и населения. Их знания также используются для разработки и оптимизации новых методов облучения, они играют важную роль в принятии, реализации, разработке, безопасном использовании и оптимизации передовых методов и технологий. Эффективность медицинских физиков в лучевой терапии имеет основополагающее значение для оказания безопасной и квалифицированной медицинской помощи. Это означает, что их научная и практическая подготовка должна включать глубокое понимание клинических аспектов радиобиологии. Сюда входят использование схем фракционирования, определяющих промежутки между фракциями лучевой терапии, биологических параметров облучения для различных видов опухолей, обоснование для использования рентгеновского излучения и пучков электронов, а не пучков протонов или более тяжелых ионов, распределение энергетического воздействия и линейную передачу энергии, а также оптимизация дозы. Ниже приводится описание основных функций и обязанностей МФКК при лучевой терапии (кратко изложены в Таблице 2).

- а) *Рабочий проект, технические требования, приемка и ввод в эксплуатацию оборудования, включая разработку критериев приемлемых показателей работы:* Применительно к техническим требованиям, приемке, вводу в эксплуатацию, контролю за правильностью функционирования установки и относящегося к ней оборудования, и разработке критериев приемлемых показателей работы необходимо рассмотреть следующие функции и обязанности:
  - і) МФКК являются неотъемлемой частью группы, занимающейся вопросами монтажа, проектирования и расчета защиты новых или модернизированных кабинетов лучевой терапии, гарантируя выполнение всех требований безопасности. Они рассчитывают и обеспечивают необходимую толщину, состав материалов и размещение средств радиационной защиты, необходимых для обеспечения безопасности пациентов, персонала и населения, гарантируя, таким образом, их соответствие всем требованиям

ТАБЛИЦА 2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОБЯЗАННОСТЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИХСЯ К СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ, ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ И ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ

Сфера ответственности	Лучевая терапия	Ядерная медицина	Диагностическая и интервенционная радиология
а) <i>Рабочий проект, технические требования, приемка, ввод в эксплуатацию и обслуживание жизнеоборудования</i>	<p>i) Быть неотъемлемой частью группы, занимающейся вопросами проектирования, расчета защиты и монтажа новых или модифицированных кабинетов лучевой терапии, гарантируя выполнение требований безопасности;</p> <p>ii) Руководить разработкой технических требований к оборудованию;</p> <p>iii) Выполнять обязанность приема и ввода в эксплуатацию оборудования, включая установку лучевой терапии и получения изображений, источники КЛП и системы планирования облучения;</p> <p>iv) Предоставлять рекомендации относительно вывода оборудования из эксплуатации.</p>	<p>i) Быть неотъемлемой частью группы, занимающейся вопросами проектирования, расчета защиты и монтажа новых или модифицированных отделений, гарантируя выполнение требований безопасности;</p> <p>ii) Руководить разработкой технических требований к оборудованию;</p> <p>iii) Выполнять обязанность приема и ввода в эксплуатацию оборудования;</p> <p>iv) Предоставлять рекомендации относительно вывода оборудования из эксплуатации.</p>	<p>i) Быть неотъемлемой частью группы, занимающейся вопросами проектирования, расчета защиты и монтажа новых или модифицированных отделений, гарантируя выполнение требований безопасности;</p> <p>ii) Руководить разработкой технических требований к оборудованию;</p> <p>iii) Выполнять обязанность приема и ввода в эксплуатацию оборудования;</p> <p>iv) Предоставлять рекомендации относительно вывода оборудования из эксплуатации.</p>

ТАБЛИЦА 2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОБЯЗАННОСТЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИХСЯ К СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ, ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ И ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ (продолжение)

Сфера ответственности	Лучевая терапия	Ядерная медицина	Диагностическая и интервенционная радиология
b) Радиационная опасность и защита пациентов, персонал и население	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Разрабатывать программу радиационной безопасности для радиационной защиты пациентов, персонала и населения;</li> <li>ii) Участвовать в расследовании радиационных аварий и несчастных случаев;</li> <li>iii) Разрабатывать процедуры для проверки целостности, безопасной работы и использования оборудования и принадлежностей лучевой терапии.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Разрабатывать программу клинической радиационной безопасности для радиационной защиты пациентов, персонала и населения;</li> <li>ii) Участвовать в расследовании радиационных аварий и несчастных случаев;</li> <li>iii) Разрабатывать процедуры для проверки целостности, безопасной работы и использования ядерной медицины и радиоактивных источников.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Разрабатывать программу клинической радиационной безопасности для радиационной защиты пациентов, персонала и населения;</li> <li>ii) Участвовать в расследовании радиационных аварий и несчастных случаев;</li> <li>iii) Разрабатывать процедуры для проверки целостности, безопасной работы и использования оборудования и принадлежностей диагностической и интервенционной радиологии.</li> </ul>



ТАБЛИЦА 2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОБЯЗАННОСТЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИХСЯ К СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ, ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ И ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ (продолжение)

Сфера ответственности	Лучевая терапия	Ядерная медицина	Диагностическая и интервенционная радиология
с) <i>Радиационная дозиметрия пациентов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Получать данные, необходимые для клинического использования установок облучения (часть процесса приемки и ввода в эксплуатацию);</li> <li>ii) Разрабатывать таблицы данных для клинического использования;</li> <li>iii) Разрабатывать и выполнять процедуры вычисления и проверки дозы пациента;</li> <li>iv) Нессти общую ответственность за вычисления по планированию облучения;</li> <li>v) Выполнять проверки доз пациентов, включая дозиметрию <i>in vivo</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Выполнять измерения активности и вычисление дозы, полученной различными органами после введения радиофарм-препаратов при различных медицинских процедурах;</li> <li>ii) Выполнять вычисления дозы индивидуального пациента и устанавливать допустимые уровни.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Разрабатывать процедуры для оценки поглощенной дозы у пациентов во время различных медицинских процедур;</li> <li>ii) Выполнять вычисления дозы индивидуальных пациентов и устанавливать допустимые уровни;</li> <li>iii) Выполнять оценку дозы пациентов для установления диагностических опорных уровней или выполнять проверку на соответствие рекомендуемым диагностическим опорным уровням.</li> </ul>

ТАБЛИЦА 2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОБЯЗАННОСТЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИХСЯ К СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ, ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ И ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ (продолжение)

Сфера ответственности	Лучевая терапия	Ядерная медицина	Диагностическая и интервенционная радиология
<i>d) Оптимизация физических аспектов медицинских процедур</i>	<p>i) Оптимизировать процесс планирования облучения, включая получение изображений и подведение излучения;</p> <p>ii) Разрабатывать программу управления качеством для систем получения изображений при проведении лучевой терапии, вычисления дозы и подведения излучения.</p>	<p>i) Оптимизировать процессы и процедуры получения данных для улучшения качества изображений, снижая при этом радиационную нагрузку на пациентов;</p> <p>ii) Помогать врачам ядерной медицины в оценке эффективности обследования и в исследованиях качества и восприятия изображений.</p>	<p>i) Оптимизировать процессы и процедуры получения данных для улучшения качества изображений, снижая при этом радиационную нагрузку на пациентов;</p> <p>ii) Помогать медицинским специалистам в области диагностической и интервенционной радиологии в оценке эффективности обследования и в исследованиях качества и восприятия изображений.</p>

**ТАБЛИЦА 2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОБЯЗАННОСТЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИХСЯ К СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ, ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ И ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ (продолжение)**

Сфера ответственности	Лучевая терапия	Ядерная медицина	Диагностическая и интервенционная радиология
<p>e) <i>Управленческие аспекты</i></p> <p><i>Управленческие аспекты физических и технических аспектов</i></p>	<p>В качестве члена группы, участвовать в разработке программы управления качеством, отвечая за:</p> <p>i) Разработку политики и процедур медицинского учреждения в отношении использования излучения;</p> <p>ii) Разработку и реализация программ гарантии качества для установок облучения, систем планирования облучения, дозиметрического облучения и облучения для получения изображений при проведении лучевой терапии;</p> <p>iii) Калибровка генераторов излучения и источников КЛТ в соответствии с установленными нормами практики;</p> <p>iv) Выполнение оценки риска, идентификация потенциальных облучений и разработка процедур для действий при таких событиях.</p> <p>v) Исследование аварийных ситуаций или случайных медицинских облучений.</p>	<p>В качестве члена группы, участвовать в разработке программы управления качеством, отвечая за:</p> <p>i) Разработку политики и процедур медицинского учреждения в отношении постоянной оптимизации использования излучения;</p> <p>ii) Разработку и реализация программ гарантии качества с соответствующими элементами для обращения с радиоактивными источниками и выполнения измерений на этих источниках, обеспечения соответствия оборудования для получения изображений и дозиметрии нормативным требованиям;</p> <p>iii) Выполнение оценки риска, идентификация потенциальных радиационных облучений и разработка процедур для действий при таких событиях;</p> <p>iv) Исследование аварийных ситуаций или случайных медицинских облучений.</p>	<p>В качестве члена группы, участвовать в разработке программы управления качеством, отвечая за:</p> <p>i) Разработку политики и процедур медицинского учреждения в отношении постоянной оптимизации использования излучения;</p> <p>ii) Разработку и реализация процедур по начальной оценке облучения для получения изображений и связанного с ним оборудования, а также калибровки оборудования дозиметрии пациентов;</p> <p>iii) Калибровка рентгеновских установок в соответствии с установленными нормами практики;</p> <p>iv) Обеспечение соответствия радиационного оборудования для получения изображений требованиям рекомендациям государственных и аккредитационных ведомств.</p>

ТАБЛИЦА 2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ОБЯЗАННОСТЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ОТНОСЯЩИХСЯ К СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ, ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ И ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ (продолжение)

Сфера ответственности	Лучевая терапия	Ядерная медицина	Диагностическая и интервенционная радиология
<i>В) Сотрудничество с другими клиническими специалистами в качестве ключевых членов группы</i>	<p>i) Проводить консультации с онкологами для определения оптимальной технике облучения;</p> <p>ii) Контролировать выполнение новых клинических процедур техниками-радиологами, включая помощь в укладке и правильном подведении излучения.</p>	<p>i) Проводить консультации с врачами ядерной медицины в отношении особых случаев диагностического исследования или лечения и оказывать помощь в определении оптимального подхода для каждого случая;</p> <p>ii) Оказывать помощь во внедрении новых медицинских процедур, разрабатывать методы гарантии качества и контроля качества и контролировать их выполнение.</p>	<p>i) Проводить консультации с врачами диагностической и интервенционной радиологии в отношении особых случаев диагностических или интервенционных процедур и оказывать помощь в определении оптимального подхода для каждого случая;</p> <p>ii) Оказывать помощь во внедрении новых медицинских процедур, разрабатывать методы гарантии качества и контролировать их выполнение.</p>

норм и функциональности. Они также проверяют надежность защиты после завершения монтажа.

- ii) МФКК играют ведущую роль в подготовке технических требований к оборудованию в соответствии с потребностями центра лучевой терапии, они участвуют в оценке тендера и разработке рекомендаций в отношении приобретения оборудования. Они анализируют функциональные требования в отношении клинического использования оборудования и определяют необходимые условия для интеграции, совместимости и возможности подключения приобретаемого оборудования к существующему оборудованию.
  - iii) После установки нового оборудования МФКК отвечают за определение основных норм, которые должны быть применены для приемки и последующего ввода оборудования в клиническую эксплуатацию. Они обеспечивают функционирование всех установок и систем в соответствии с их технической спецификацией и предоставляют рекомендации относительно любых отклонений в работе оборудования от приемлемых критериев, а также, в соответствующих случаях, руководство по выводу из эксплуатации. К обязанностям МФКК, часто в сотрудничестве с компьютерными инженерами, относится также проверка компьютерных систем и алгоритмов, относящихся к новому оборудованию, и обеспечение их соответствия требованиям безопасного и эффективного клинического использования.
- b) *Радиационная безопасность и защита пациентов, персонала и населения:* у МФКК имеются обязанности в отношении разработки и реализации программы клинической радиационной безопасности для радиационной защиты пациентов при лучевой терапии. Однако в большинстве случаев у них также есть обязанности в отношении радиационной безопасности персонала и населения, поскольку это связано с обслуживанием и инфраструктурой лучевой терапии. МФКК отвечают за разработку процедур, необходимых для проверки целостности оборудования и принадлежностей, правильности функционирования блокировок и других аспектов безопасности.
- c) *Радиационная дозиметрия пациентов:* МФКК отвечают за разработку процедур для вычисления и проверки дозы излучения, подводимой пациенту. Их обязанности включают дозиметрические измерения с использованием ионизационных камер и других детекторов для определения поглощенной дозы в опорных условиях и определения распределения поглощенной дозы от дистанционных источников

лучевой терапии и источников КЛТ, разработку методов анализа результатов измерений дозы и проверку точности распределения дозы, подведенной пациентам. Задачи, связанные с дозиметрией пациента, включают:

- i) Приемочные испытания и ввод в клиническую эксплуатацию генераторов излучения, радиоактивных источников и систем планирования облучения (СПО): МФКК отвечают за приемочные испытания, ввод в эксплуатацию и сбор всех данных, необходимых для клинического использования установок для получения изображений и облучения (часть процесса ввода в эксплуатацию):
  - Для всех значений энергии, технологий и источников, необходимых для выполнения дистанционной лучевой терапии и КЛТ, процесс включает измерения для определения параметров, характеризующих источники излучения, включая дополнительные измерения для ввода в эксплуатацию принадлежностей оборудования; эти значения параметров служат опорными значениями для будущих измерений по программе контроля качества (КК), а также для вычисления дозы в опорной точке и для 2, 3 и 4-хмерных распределений дозы.
  - Разработка таблиц данных для клинического использования: МФКК отвечают за то, чтобы данные пучков лучевой терапии и радиоактивных источников лечебного учреждения были должным образом моделированы и введены в СПО при вводе системы в клиническую эксплуатацию; МФКК получают и преобразуют в табличную форму данные таким образом, чтобы они были полезны и понятны тем лицам, которые должны выполнять или проверять дозиметрические расчеты.
- ii) Планирование облучения и вычисление дозы: Медицинские физики выполняют или контролируют вычисления и измерения, необходимые для оптимизации распределения дозы в теле пациента, и обеспечивают надлежащее использование этих вычислений и измерений для различных видов облучения. Это могут быть ручные или компьютерные вычисления и/или измерения, сделанные на фантомах. МФКК также отвечают за достоверность медицинских изображений и передачу этих данных в/от СПО. Они также часто выполняют обязанности администратора СПО в отношении политики безопасности системы, защиты данных, импорта и экспорта данных,

- резервирования данных, хранения данных и архивирования, модернизации/актуализации систем и т.д.
- iii) Проверка дозы пациента: МФКК отвечают за измерения, выполняемые для проверки дозы конкретных пациентов. Они устанавливают допустимые уровни и уровни вмешательства. Сюда входят соответствующие дозиметрические измерения *in vivo* с использованием необходимых детекторов.
- iv) Дополнительные задачи в КЛТ: После калибровки радиоактивных источников, используемых для брахитерапии, но все еще на этапе ввода в клиническую эксплуатацию, МФКК отвечают за сравнение полученных значений с калибровочными сертификатами изготовителя, и разрешают любые возможные несоответствия. Они отвечают за перемещение источников из экранированного сейфа в палату пациента, чтобы начать лечение с ручным последующим введением, а после введения источников в аппликаторы МФКК отвечают за необходимый радиационный контроль. Они выполняют периодические измерения по программе контроля качества для обеспечения точности движений источника, управляемых компьютером. МФКК отвечают за разработку стратегии и процедур, направленных на обеспечение безопасности и защиту пациентов, персонала и населения от источника какого-либо конкретного типа. Они разрабатывают план действий в чрезвычайной ситуации, где указаны те меры, которые необходимо выполнять в случае утери источника или отказа компьютеризированной системы КЛТ. При выводе из эксплуатации установок или источников брахитерапии, после удаления источника из оборудования медицинские физики отвечают за утилизацию радиоактивных отходов, находящихся под их контролем.
- d) *Оптимизация физических аспектов терапевтических процедур:* У МФКК имеются обязанности по оптимизации физических и технических аспектов терапевтических процедур, используемых в данном учреждении лучевой терапии. Сюда входят помощь в выборе соответствующих средств позиционирования и фиксации для оптимизации планов облучения пациентов в соответствии с предусмотренными методами подведения излучения, надзор за изготовлением, контроль качества и проверка устройств формирования пучка, обеспечение качества при модуляции интенсивности для каждого облучения, определение протоколов получения изображений, используемых для планирования облучения и лучевой терапии под

управлением изображений (ЛТУИ), и разработка методик определения отступов укладки.

е) *Управление качеством физических и технических аспектов лучевой терапии*: МФКК, как члены группы, участвуют в разработке программы управления качеством и отвечают за ее физические и технические аспекты. Сюда относятся следующие задачи:

i) Разработка политики и процедур медицинского учреждения в отношении использования излучения, которые включают обязанность документального оформления и реализации новой политики и процедур, или доработки существующих:

— Процедуры, относящиеся к здоровью и безопасности, например, процедуры, связанные с радиационной защитой, радиационным контролем персонала, информированием об аварийных ситуациях и ситуациях на грани аварий, гарантии качества, безопасности при работе в муляжных мастерских, дозой облучения пациента и персонала, и с соответствующими рисками;

— Процедуры, относящиеся к оборудованию, например, процедуры незамедлительного уведомления технического персонала об отказе оборудования;

— Процедуры, относящиеся к лечению пациентов, например, лечение пациентов с особыми потребностями, и анализ дозиметрической информации, включенной в медицинские карты пациентов;

— Протоколы и процедуры, относящиеся к повышению качества предоставляемых услуг, совершенствованию рабочего процесса, повышению производительности персонала, безопасной работе нового оборудования и информационных систем, и профессиональной подготовке персонала.

ii) Разработка программ ГК и осуществление КК всех генераторов излучения (все установки визуализации и облучения в лучевой терапии), СПО, сетей лучевой терапии, например, систем регистрации и верификации, и дозиметрического оборудования (ионизационные камеры и другие детекторы, электрометры, фантомы, сканеры и т.д.). Одной из главных задач программы ГК в лучевой терапии является калибровка источников излучения. МФКК отвечают за выполнение калибровки установок излучения и источников брахитерапии в соответствии с установленными протоколами или нормами практики дозиметрии, и за обеспечение соответствия оборудования лучевой терапии национальным и международными нормам и рекомендациям.



Они также проверяют точность СПО и выполняют контроль качества отдельных планов облучения, используя независимые методы или системы вычисления дозы.

- iii) Выполнение оценки степени риска и идентификация потенциальных радиационных аварийных ситуаций, таких как инциденты, связанные с отказом оборудования, человеческим фактором или потерей радиоактивных источников: МФКК разрабатывают планы действий, которые необходимо будет выполнять в случае возникновения вышеперечисленных событий, и проводят учения с целью проверки возможности их надлежащего выполнения. В целом, МФКК в каждом случае стремятся найти пути минимизировать риски, принимать процессы обязательной экспертной оценки, стремиться к постоянному повышению качества, и при любой возможности участвовать во внешних аудитах.
  - iv) Исследование непреднамеренных или случайных медицинских облучений: Обязанности МФКК включают анализ всех инцидентов, связанных с отказом оборудования, аварией, ошибкой или другим непредусмотренным событием, которое могло привести к облучению пациента, существенно отличающемуся от назначенного облучения в большую или меньшую сторону. МФКК предоставляют консультацию в отношении доз, полученных пациентами или персоналом, и в отношении соответствующих рисков, и рекомендуют меры для минимизации вероятности повторения несчастных случаев.
- f) *Сотрудничество с другими клиническими специалистами:* МФКК являются ключевыми членами группы клинических специалистов, включающей врачей, техников-радиологов и сестринский персонал, совместно работающих при лечении онкологических заболеваний. Вклад МФКК в это сотрудничество включает:
- i) Проведение консультаций с радиационными онкологами в отношении клинических случаев пациентов, с тем чтобы оптимизировать технику облучения, включая средства и принадлежности позиционирования и фиксации пациентов и формирующие приспособления, которые могут потребоваться и должны быть произведены для достижения оптимального результата: МФКК обеспечивают оценку планов облучения и дают предложения по их оптимизации.
  - ii) Сотрудничество с техниками-радиологами в отношении укладки, правильного подведения излучения и дозиметрии пациентов: При использовании передовых технологий облучения, например,

лучевой терапии с модулированной интенсивностью (ЛТМИ) и лучевой терапии под управлением изображений (ЛТУИ), особенно на начальных этапах внедрения, может потребоваться более интенсивное сотрудничество специалистов. Некоторые технологии, например, стереотактическая радиохирургия и КЛТ с постоянной имплантацией микроисточника в простату, требуют физического присутствия МФКК во время процедуры.

- iii) При наличии комплексных систем управления качеством необходимо, чтобы МФКК вносил свой вклад на регулярных встречах экспертов, например, при проведении анализа снимков, и на конференциях по планированию в отношении новых пациентов.

#### 4.2. ПОЛУЧЕНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Благодаря прогрессу в области получения медицинских изображений становится доступной достоверная и точная информация об анатомии, физиологии и функционировании различных органов в теле пациента. Изображения пациента можно получать при помощи обычных или цифровых рентгеновских методов, ультразвуковых установок или МРТ, и при помощи оборудования ядерной медицины.

МФКК являются неотъемлемой частью группы, работающей в диагностической и интервенционной радиологии (ДИР) и ядерной медицине. У них имеются обязанности в отношении оптимизации дозы и качества изображений, включая как диагностические, так и интервенционные процедуры. МФКК вместе с врачами и техниками-радиологами интерпретируют и оптимизируют технические аспекты различных методов получения и показа изображений. В современную цифровую эру МФКК играют существенную роль, помогая врачам и техникам-радиологам в выборе оптимального протокола постпроцессорной обработки и оптимизации цифрового представления и показа изображений. Они также занимаются вопросами безопасности пациентов и выполняют задачи научных исследований и обучения.

Поскольку между методами получения медицинских изображений при помощи радиоактивных материалов и при помощи рентгеновского излучения имеются технологические различия, функции и обязанности МФКК в ядерной медицине и ДИР, соответственно, рассматриваются в данном разделе по отдельности.

### 4.2.1. Ядерная медицина

Ядерная медицина является медицинской дисциплиной, в которой используются открытые радиоактивные источники для ряда диагностических и терапевтических применений. В процедурах ядерной медицины используются чистые радиоизотопы или определенные молекулы, меченные радиоизотопами (например, моноклональные антитела и пептиды) для получения радиофармпрепарата, который вводят пациентам внутривенно или перорально. Организм метаболизирует радиофармпрепарат, как если бы это было «нормальное» вещество, распределение радионуклида в организме измеряется при помощи внешнего детектора, и полученные данные преобразуются в изображения и анализируются. Данный процесс позволяет визуализацию или отслеживание функции органа (даже на молекулярном уровне) для диагностики заболевания, благодаря чему можно обеспечить раннюю диагностику отклонений. В настоящее время ядерная медицина используется главным образом для диагностики, и поэтому ее часто классифицируют как одно из средств получения диагностических изображений.

Основные области применения ядерной медицины – онкология, кардиология и нейронауки. Терапевтические применения главным образом связаны с лечением рака и лабораторными процедурами, такими как определение маркера опухоли, применения в области молекулярной биологии и новые методы оценки экспрессии генов при ряде заболеваний.

МФКК в ядерной медицине вносят свой вклад в выполнение и оптимизацию медицинских процедур диагностики и лечения с использованием радионуклидов. Их обязанности включают обращение со всеми радиоактивными источниками и их дозиметрию, а также обязанности в отношении планирования терапевтических применений, гарантии качества используемых процессов и измерительного оборудования, и радиационной безопасности и защиты пациентов, персонала и населения. Они также анализируют данные для определения физиологических переменных, таких как скорость метаболизма и кровотока. Их знания используются для разработки и оптимизации новых методов получения медицинских изображений, они играют важную роль в принятии, реализации, развитии, безопасном использовании и оптимизации передовых технологий визуализации. Показатели работы медицинских физиков в лучевой терапии имеют основополагающее значение для оказания безопасной и квалифицированной медицинской помощи. Это означает, что их научная и практическая подготовка должна включать глубокое понимание клинических аспектов радиобиологии. Следовательно, их научная и практическая профессиональная подготовка должна включать

глубокое понимание физиологии, радиобиологии и математических методов для выполнения визуализации.

Ниже приводится описание основных обязанностей и функций МФКК в ядерной медицине (кратко изложены в Таблице 2):

- а) *Рабочий проект, технические требования, приемка и ввод в эксплуатацию оборудования, включая разработку критериев приемлемых показателей работы:* Применительно к техническим требованиям, приемке, вводу в эксплуатацию, контролю за правильностью функционирования установки и относящегося к ней оборудования, и разработке критериев приемлемых показателей работы необходимо рассмотреть следующие функции и обязанности:
- i) МФКК являются неотъемлемой частью группы, занимающейся проектными вопросами в отношении новых установок. Они отвечают за расчет защиты и монтаж новых или модернизированных центров ядерной медицины, гарантируя выполнение все требований безопасности. Они рассчитывают и обеспечивают необходимую толщину, состав материалов и размещение радиационной защиты, необходимой для обеспечения безопасности пациентов, персонала и населения, и проектируют систему обращения с изотопами и радиоактивными отходами, гарантируя, таким образом, соответствие всем требованиям безопасности и функциональности. Они также проверяют достаточность защиты после завершения монтажа.
  - ii) МФКК играют ведущую роль в подготовке технических требований к оборудованию в соответствии с потребностями центра ядерной медицины, они участвуют в оценке тендера и разработке рекомендаций в отношении приобретения оборудования. Они анализируют функциональные требования в отношении клинического использования оборудования и определяют необходимые условия для интеграции, совместимости и возможности подключения приобретаемого оборудования к существующему оборудованию.
  - iii) После установки нового оборудования МФКК отвечают за определение основных норм, которые должны быть применены для приемки и последующего ввода оборудования в эксплуатацию. Они обеспечивают функционирование всех установок и систем в соответствии с их технической спецификацией и предоставляют рекомендации относительно любых отклонений в работе оборудования от приемлемых критериев, а также, в соответствующих случаях, руководство

по выводу из эксплуатации. К обязанностям МФКК, часто в сотрудничестве с компьютерными инженерами, относится также проверка компьютерных систем; они помогают врачам в оценке алгоритмов визуализации или диагностики для обеспечения их безопасного и эффективного клинического использования. Они отвечают за выдачу разрешений на клиническое использование оборудования и приборов визуализации после процедуры техобслуживания.

- b) *Радиационная безопасность и защита пациентов, персонала и населения:* Обязанности МФКК включают разработку и реализацию клинической программы радиационной безопасности для радиационной защиты пациента в ядерной медицине. Однако в большинстве случаев у них также есть обязанности в отношении радиационной безопасности персонала и населения, поскольку это относится к функциям и инфраструктуре ядерной медицины. МФКК отвечают за разработку процедур, необходимых для проверки целостности оборудования и радиоактивных источников, и для проверки правильности функционирования оборудования. Они разрабатывают политику и процедуры для безопасного перемещения используемых радионуклидов, мер предосторожности в случае загрязнения или утечек негерметизированных радионуклидов, и для обращения с радиоактивными отходами в соответствии с требованиями нормативных документов. У МФКК имеются обязанности в связи с выпиской пациента из больницы после радионуклидной терапии, исходя из оценки потенциального облучения населения. В обязанности МФКК входит инструктирование пациентов относительно минимизации облучения родственников и населения в дальнейшем после выписки.
- c) *Внутренняя дозиметрия пациентов:* МФКК отвечают за разработку процедур для вычисления и проверки дозы излучения, полученной различными внутренними органами, а также суммарной эффективной дозы пациента полученной от введения активности радионуклида. Они также отвечают за проверку точности таких вычислений. Задачи, связанные с дозиметрией пациента, включают:
- i) Измерение активности и вычисление поглощенных доз: МФКК используют данные о распределении активности и методику внутренней дозиметрии для оценки дозы, поглощенной пациентами во время различных медицинских процедур. Это требует использования ручных или компьютеризированных моделей и/или измерений на фантоме. МФКК должны быть способны оценить применимость используемых моделей и

синтезировать новые модели, а также обладать знаниями, позволяющими оценить неопределенности дозиметрии.

- ii) Вычисления дозы для индивидуальных пациентов: МФКК отвечают за измерение и/или вычисление дозы индивидуальных пациентов, а также доз эмбрионов в случаях, когда обнаруживается беременность пациенток; это особенно важно при терапевтических применениях, когда дозиметрию необходимо выполнять для каждого пациента. МФКК также устанавливают толерантные уровни и делают выводы о правильности результатов измерений, включая предоставление консультаций врачу и пациенту в отношении любых сопутствующих рисков, особенно связанных с индуцированием рака.
- d) *Оптимизация физических аспектов диагностических процедур:* Обязанности МФКК включают оптимизацию физических аспектов систем визуализации (гамма камеры, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), причем последние два вида томографии часто объединяются с компьютерной томографией (КТ) и т.д.). МФКК отвечают за разработку и ведение программы гарантии качества для всего оборудования, получения медицинских изображений, с тем чтобы можно было получать изображения оптимального качества при минимальной дозовой нагрузке на пациентов. МФКК также отвечают за оборудование и приборы, необходимые для обеспечения надлежащего контроля качества, за оптимальное качество изображений, контроль облучения пациентов и определение дозы на отдельные органы при различных процедурах визуализации в ядерной медицине, а также за использование соответствующих руководств и методов. Они могут также помогать врачам в оценке эффективности обследования и участвовать в исследовании качества и восприятия изображений.
- e) *Управление качеством физических и технических аспектов ядерной медицины:* МФКК, как члены группы, участвуют в разработке программы управления качеством и отвечают за физические и технические аспекты. Сюда относятся следующие задачи:
  - i) Разработка политики и процедур медицинского учреждения в отношении постоянной оптимизации использования излучения, что включает обязанность написания новой политики и процедур, или доработку существующих:
    - Политика и процедуры медицинского учреждения, связанные с повышением качества услуг, производительностью персонала,

- работой с новым оборудованием и информационными системами, и профессиональной подготовкой персонала;
- Политика и процедуры в отношении визуализации и облучения некоторых категорий пациентов, например, детей или пациентов, требующих особого внимания, и анализ медицинских карт пациентов с немедленным уведомлением ответственного врача при обнаружении любых аномальных данных;
  - Политика и процедуры в отношении радиационной безопасности, например, процедуры, связанные с радиационной защитой, радиационным мониторингом персонала, отчетностью об инцидентах и несчастных случаях, обеспечением качества, безопасным обращением с радиоактивными источниками и радиоактивными отходами, и дозами облучения персонала и сопутствующими рисками;
  - Политика и процедуры в отношении уведомлений о радиационных инцидентах и аварийных ситуациях.
- ii) Разработка программ ГК, обеспечивающих наличие политики и процедур с соответствующими элементами надлежащей практики для обращения с радиоактивным материалом, радиационной защиты пациентов, и для контроля качества и обеспечения соответствия оборудования нормативным требованиям, например:
- Разработка и проведение регулярных процедур контроля качества для подтверждения того, что показатели работы оборудования визуализации находятся в приемлемом диапазоне изменений относительно референсных значений.
  - Калибровка детекторов излучения и оборудования, используемых для измерения активности радиоактивных источников и радионуклидов до начала их клинического использования: МФКК отвечают за обеспечение качества оборудования в соответствии с рекомендуемыми руководящими принципами.
  - Разработка процедур для подготовки радиофармпрепаратов, вводимых пациентам в диагностических или терапевтических целях: МФКК разрабатывают процессы контроля качества для обеспечения отсутствия следов загрязнителей, которые могут нанести ущерб пациентам. Они также выполняют вычисления для определения активности, необходимой для терапевтических процедур, и отвечают за дозиметрию пациентов.

- iii) Оценка риска и идентификация потенциальных радиационных аварийных ситуаций, таких как инциденты, связанные с неисправностью оборудования, ошибкой человека, радиоактивными утечками или потерей радиоактивных источников: МФКК разрабатывают процедуры действий, которые необходимо будет выполнять в случае возникновения вышеуказанных событий, и проводят учения с целью проверки возможности их надлежащего выполнения. В целом, МФКК в каждом случае стремятся найти пути минимизировать риски, принимать процессы с обязательной экспертной оценкой, стремиться к постоянному повышению качества, и при любой возможности участвовать во внешних аудитах.
  - iv) Исследование непреднамеренных или случайных медицинских облучений: Обязанности МФКК включают анализ всех инцидентов, связанных с отказом оборудования, аварией, ошибкой или другим непредусмотренным событием, которое могло привести к облучению пациента, существенно отличающемуся от назначенного облучения. МФКК предоставляют консультацию в отношении доз, полученных пациентами или персоналом, и в отношении соответствующих рисков, и рекомендуют меры для минимизации вероятности повторения несчастных случаев.
- f) *Сотрудничество с другими клиническими специалистами:* МФКК являются ключевыми членами группы клинических специалистов, включающей врачей, техников-радиологов и сестринский персонал, совместно работающих при проведении диагностики и/или лечения пациентов. Вклад медицинских физиков в это сотрудничество включает:
- i) Проведение консультаций с врачами ядерной медицины в отношении особых случаев, где кроме общепринятых диагностических анализов или терапии требуются дополнительные действия: Сотрудничество между врачами и медицинскими физиками помогает в установлении оптимального подхода для каждого случая.
  - ii) Поскольку МФКК являются основными членами группы, отвечающими за реализацию новых процедур получения медицинских изображений или терапии в медицинском учреждении, они осуществляют контроль за введением новых клинических процедур техниками-радиологами; МФКК также отвечают за разработку методов гарантии качества для новых процедур.



#### 4.2.2. Диагностическая и интервенционная радиология (ДИР)

Диагностическая и интервенционная радиология (ДИР) связана с использованием рентгеновского излучения для получения морфологических или функциональных изображений тела человека, основанных на свойствах ослабления рентгеновского излучения в различных тканях. При таких процедурах часто используются контрастные среды для усиления контраста изображения между сосудистыми структурами и окружающими тканями, или между различными органами или гистологиями. При проведении интервенционных процедур рентгеновские изображения обычно помогают оператору в позиционировании катетеров, катушек, стентов и т.д., устанавливаемых для получения в результате процедуры диагностической информации или терапевтического эффекта. Рентгеновское излучение используется для диагностики широкого спектра патологических состояний в организме. Вследствие различного ослабления диагностического рентгеновского излучения в органах или тканях, и благодаря очень высокому пространственному разрешению рентгеновского обследования, этот метод является предпочтительным методом отображения различий плотности и состава. Рентгеновские изображения могут быть представлены в виде двухмерной проекции, томографических изображений срезов или трехмерных реконструированных объемов (томографические методы). Изображения флюороскопии поступают в реальном времени (близко к реальному времени). Такие системы используются главным образом в хирургических, ангиографических и интервенционных процедурах. Рентгеновская визуализация безусловно является наиболее часто используемым методом визуализации в медицинских применениях, и в связи с этим она также обуславливает большую часть радиационной дозы, получаемой пациентами при медицинском облучении.

В диагностической и интервенционной радиологии МФКК участвуют в выполнении и оптимизации клинических процедур получения рентгеновских изображений; оптимизация качества изображения как функции дозы излучения является ключевой задачей медицинских физиков в этой области. Они отвечают за дозиметрию пациента, проходящего любое рентгеновское исследование, и за процедуры гарантии качества используемого оборудования. Они охватывают все компоненты аппаратного и программного обеспечения, используемые для получения рентгеновских изображений, которые врачи-радиологи используют для диагностической оценки по результатам обследований пациента. МФКК также имеют обязанности в отношении радиационной безопасности и защиты пациентов, персонала и населения в связи с использованием рентгеновского излучения в процедурах ДИР. Их знания используются для разработки

и оптимизации новых методов визуализации, они играют важную роль в принятии, разработке, реализации, безопасном использовании и оптимизации передовых методов. Показатели работы медицинских физиков в диагностической и интервенционной рентгеновской визуализации имеет основополагающее значение для оказания безопасной и квалифицированной медицинской помощи. Это означает, что их профессиональная подготовка должна включать всестороннее понимание анатомии и физиологии, методов обработки изображений и математических методов, используемых для реконструкции изображений.

Ниже приводится описание основных обязанностей и функций МФКК в диагностической и интервенционной радиологии (кратко изложены в Таблице 2):

- a) *Рабочий проект, технические требования, приемка и ввод в эксплуатацию оборудования, включая разработку критериев приемлемых показателей работы:* Применительно к техническим требованиям, приемке, вводу в эксплуатацию, контролю за правильностью функционирования установки и разработке критериев приемлемых показателей работы необходимо рассмотреть следующие функции и обязанности:
  - i) МФКК являются неотъемлемой частью группы, занимающейся проектными вопросами в отношении новых установок. Они отвечают за расчет защиты и монтаж новых или модернизированных кабинетов радиологии, гарантируя выполнение все требований безопасности. Они рассчитывают и обеспечивают необходимую толщину, состав материалов и размещение средств защиты, необходимых для обеспечения безопасности пациентов, персонала и населения, и осуществляют надзор за проведением строительных работ, гарантируя, таким образом, соответствие всем требованиям безопасности и функциональности. Они также проверяют достаточность защиты после завершения монтажа.
  - ii) МФКК играют ведущую роль в подготовке технических требований к оборудованию, они участвуют в оценке тендера и разработке рекомендаций в отношении приобретения оборудования. Они анализируют функциональные требования в отношении клинического использования оборудования и определяют необходимые условия для интеграции, совместимости и возможности подключения приобретаемого оборудования к существующему оборудованию.

- iii) После установки нового оборудования или после какого-либо значительного изменения функций МФКК отвечают за определение основных норм, которые должны быть применены для приемки и последующего ввода оборудования в клиническую эксплуатацию. Они обеспечивают функционирование всех установок и систем в соответствии с их технической спецификацией и предоставляют рекомендации относительно любых отклонений в работе оборудования от приемлемых критериев, а также, в соответствующих случаях, руководство по выводу из эксплуатации. К обязанностям МФКК, часто в сотрудничестве с компьютерными инженерами, относится также проверка компьютерных систем, они помогают врачам в оценке алгоритмов визуализации или диагностики для обеспечения их безопасного и эффективного клинического использования.
- b) *Радиационная безопасность и защита пациентов, персонала и населения:* В обязанности МФКК входит разработка и реализация программы клинической радиационной безопасности для радиационной защиты пациентов в тех областях, где используется ДИР. Однако в большинстве случаев у них также есть обязанности в отношении радиационной безопасности персонала и населения, поскольку это связано с обслуживанием и инфраструктурой радиологии. МФКК отвечают за разработку процедур, необходимых для проверки целостности оборудования и принадлежностей, правильности функционирования оборудования дозиметрии и других средств безопасности. Они также участвуют в расследовании инцидентов, связанных с радиацией, и обеспечивают соответствующую отчетность и документацию.
- c) *Радиационная дозиметрия пациентов:* МФКК отвечают за разработку процедур для вычисления и проверки дозы излучения, подводимой пациенту. Их обязанности включают дозиметрические измерения, а также разработку методов анализа результатов измерений и проверку точности дозы, подведенной пациентам. В особых случаях в обязанности МФКК также входит вычисление индивидуальных доз пациентов. Задачи, связанные с дозиметрией пациента, включают:
- i) Измерение и вычисление поглощенных доз: МФКК используют данные, полученные при вводе оборудования в эксплуатацию, и информацию от дозиметрических измерений для оценки поглощенной дозы пациентов, полученной во время различных медицинских процедур. Для этого необходимо использовать аналитические методы вычислений, компьютеризированные модели или измерения на фантоме. Необходимо обладать

способностью оценивать применимость используемых моделей и синтезировать новые модели, а также иметь знания для оценки неопределенностей дозиметрии.

- ii) Вычисления дозы для индивидуальных пациентов: МФКК отвечают за измерение и/или вычисление дозы индивидуальных пациентов, а также доз эмбрионов в случаях, когда обнаруживается беременность пациенток. Для этого может потребоваться проведение детальных измерений. МФКК также устанавливают толерантные уровни и делают выводы о правильности результатов измерений, включая предоставление консультаций врачу и пациенту в отношении любых сопутствующих рисков, особенно связанных с индуцированием рака.
  - iii) Оценка доз пациентов для установления диагностических опорных уровней (ДОУ) или проверка согласованности национальных или международных нормативных значений с рекомендуемыми ДРУ: обязанности МФКК включают анализ процедур и оборудования в тех случаях, когда значения ДОУ при проведении стандартных процедур систематически превышаются.
- d) *Оптимизация физических аспектов диагностических и интервенционных процедур:* В обязанности МФКК входит оптимизация физических и технических аспектов различных процессов, используемых для получения медицинских изображений, и необходимого оборудования (аналоговые и цифровые рентгеновские установки, КТ, установки ангиографии и т.д.). Они также помогают врачам в оценке эффективности обследования пациентов и участвуют в исследованиях качества и восприятия изображений.
- e) *Управление качеством физических и технических аспектов ДИР:* МФКК, как члены группы, участвуют в разработке программы управления качеством и отвечают за ее физические и технические аспекты. Они прежде всего отвечают за разработку и реализацию процедур начальной и последующей оценки оборудования ДИР, а также за калибровку дозиметрического оборудования. Сюда относятся следующие задачи:
- i) Разработка политики и процедур медицинского учреждения в отношении постоянной оптимизации использования излучения, что включает обязанность написания новой политики и процедур, или доработки существующих, применительно к:
    - Политика и процедуры, относящиеся к таким задачам, как повышение качества предоставляемых услуг, повышение производительности персонала, использование нового

- оборудования и информационных систем, и профессиональная подготовка персонала;
- Процедуры, связанные с обследованием пациентов, например, пациентов с особыми потребностями, и анализ дозиметрических данных пациентов с немедленным уведомлением ответственного врача при обнаружении любых аномальных данных;
  - Процедуры, относящиеся к безопасности, например, процедуры, связанные с радиационной защитой, радиационным контролем персонала, информированием об инцидентах и несчастных случаях, обеспечением качества, дозой облучения пациента и персонала и соответствующими рисками;
  - Процедуры, относящиеся к оборудованию, например, процедуры незамедлительного уведомления технического персонала об отказе оборудования.
- ii) Разработка программы гарантии качества (ГК) для проверки, установления и принятия начальных опорных значений параметров для оптимального качества изображений и начального опорного состояния оборудования: сюда входит разработка и реализация программы контроля качества, обеспечение выполнения периодических измерений по программе контроля качества для рентгеновских установок и сопутствующего оборудования, обработки, хранения и печати изображений. МФКК также отвечают за обеспечение соответствия оборудования нормативным требованиям и рекомендациям государственных и аккредитационных ведомств.
- iii) Выполнение оценки риска и идентификация потенциальных радиационных чрезвычайных ситуаций, таких как инциденты, связанные с отказом оборудования, ошибкой человека или потерей радиоактивных источников: МФКК разрабатывают планы действий, которые необходимо будет выполнять в случае возникновения вышеперечисленных событий, и проводят учения с целью проверки возможности их надлежащего выполнения.
- iv) Исследование непреднамеренных или случайных медицинских облучений, таких как экстраординарные события в интервенционной радиологии: МФКК предоставляют консультацию в отношении доз, полученных пациентами или персоналом, и в отношении соответствующих рисков, и рекомендуют меры для минимизации вероятности повторения несчастных случаев.

- f) *Сотрудничество с другими клиническими специалистами:* МФКК являются ключевыми членами группы клинических специалистов, включающей врачей-радиологов и других клинических специалистов, техников-радиологов и сестринский персонал, совместно работающих при диагностике и лечении пациентов. Вклад МФКК в это сотрудничество включает:
- i) Предоставление консультаций врачам в отношении пациентов с особыми случаями, которые могут встретиться при проведении диагностических или интервенционных процедур, когда кроме общепринятых действий требуются дополнительные действия: сотрудничество между врачами и МФКК помогает в разработке оптимального подхода для каждого случая.
  - ii) Поскольку МФКК являются основными членами группы, отвечающими за внедрение новых клинических процедур в медицинском учреждении, они осуществляют контроль за реализацией новых клинических процедур техниками-радиологами; МФКК также отвечают за разработку методов гарантии качества для новых процедур.

#### **4.2.3. Другие области получения медицинских изображений**

В данном разделе рассматривается роль и обязанности медицинского физика в медицинских специальностях МРТ и УЗИ. В отличие от ионизирующего излучения, производимого генераторами и радиоактивными источниками, которое ранее рассматривалось в настоящей публикации, МРТ и УЗИ не вызывают ионизацию тканей пациента при поступлении энергии высокочастотного электромагнитного излучения или ультразвуковых волн, соответственно, в организм человека. Поэтому при использовании этих методов не требуется выполнять радиационную дозиметрию пациентов, хотя может потребоваться выполнить другие физические и технические измерения. Обязанности МФКК в отношении образования и профессиональной подготовки других клинических специалистов не отличаются от тех, которые описаны для ионизирующего излучения. Однако физические параметры, величины и методика, используемые для получения изображений при помощи установок МРТ и УЗИ, отличаются от тех, которые рассматривались применительно к ионизирующему излучению. Следовательно, функции и обязанности МФКК при визуализации пациентов, проведении научных исследований и разработок в отношении применений МРТ и УЗИ специфичны для этих технологий. Наиболее важные аспекты кратко описаны ниже.

#### 4.2.3.1. Магнитно-резонансная томография

- a) *Научные исследования, разработки и образование:* МФКК применяют свои знания процесса магнитного резонанса для проведения научных исследований в области медицинских изображений, основанных на использовании магнитных полей и высокочастотной энергии. Они обеспечивают технические аспекты клинических исследований и часто играют ведущую роль в группе медицинских исследований. В специализированных центрах высокой технической сложности они выполняют научные исследования и разработки в области МРТ и соответствующей аппаратуры (например, разработка новых последовательностей импульсов, катушек для оптимальной визуализации). МФКК играют важную роль как в разработке клинических протоколов для прикладных исследований, так и в обучении клинического персонала в отношении магнитного резонанса, проблем безопасности и требований для оборудования МРТ.
- b) *Безопасность и защита пациентов, персонала и населения:* МФКК отвечают за разработку и реализацию клинической программы безопасности и за проверку целостности оборудования и принадлежностей МРТ, за защиту пациентов. Они отвечают за оценку биофизических рисков оборудования МРТ, за измерение краевых полей и разработку процедур просвечивания пациентов и персонала на наличие стальных предметов, за предоставление консультаций пациентам по вопросам безопасности в связи с магнитными полями (особенно для пациентов с имплантами и электрокардиостимуляторами), за сотрудничество в разработке мер противопожарной защиты и аварийных процедур, за введение процедур безопасности на случаи изменения интенсивности магнитного поля, за идентификацию контролируемых областей, и за введение мер административного контроля для обеспечения выполнения норм безопасности МРТ. В большинстве случаев МФКК также отвечают за безопасность персонала и населения. Они также участвуют в расследовании инцидентов, связанных с МРТ, и обеспечивают соответствующую отчетность и документацию.
- c) *Рабочий проект, технические требования, приемка и ввод в эксплуатацию оборудования, включая разработку критериев приемлемых показателей работы:* Применительно к техническим требованиям, приемке, вводу в клиническую эксплуатацию, контролю за правильностью функционирования оборудования, и разработке критериев приемлемых показателей работы необходимо рассмотреть следующие функции и обязанности:

- i) МФКК являются неотъемлемой частью группы, занимающейся проектными вопросами в отношении новых установок МРТ. Они отвечают за обеспечение выполнения требований в отношении интеграции и совместимости с другим оборудованием и установками, и за обеспечение выполнения всех требований безопасности и однородности магнитного поля. Они также проверяют соответствие диаметра и длины трубы быстрого охлаждения, необходимой для отвода инертного газа гелия в атмосферу в случае квинча, и соответствие строительным планам медицинского учреждения.
- ii) МФКК играют ведущую роль в подготовке технических требований к оборудованию, они участвуют в оценке тендера и разработке рекомендаций в отношении приобретения оборудования. Они анализируют функциональные требования в отношении клинического использования оборудования и определяют необходимые условия для интеграции, совместимости и возможности подключения приобретаемого оборудования к существующему оборудованию.
- iii) МФКК отвечают за контроль монтажа нового оборудования и определение основных норм, которые должны быть применены для приемки и последующего ввода оборудования в эксплуатацию. Они разрабатывают процедуры приемки и ввода оборудования в клиническую эксплуатацию, с тем чтобы гарантировать надлежащее функционирование систем. Они обеспечивают функционирование всех установок и систем в соответствии с их технической спецификацией и предоставляют рекомендации относительно любых отклонений в работе оборудования от приемлемых критериев, а также, в соответствующих случаях, руководство по выводу оборудования из эксплуатации. К обязанностям МФКК, часто в сотрудничестве с компьютерными инженерами, относится также проверка компьютерных систем; они помогают врачам в оценке алгоритмов получения изображений или диагностики для обеспечения их безопасного и эффективного клинического использования. Они разрабатывают процедуры для применения специальных методов (например, спектроскопия и функциональный магнитный резонанс) до внедрения этих методов в клинику. После установки нового оборудования МФКК отвечают за определение основных норм, которые должны быть применены для приемки и последующего ввода оборудования в эксплуатацию. Они отвечают за выдачу



- разрешений на клиническое использование оборудования и приборов визуализации после процедуры техобслуживания.
- iv) МФКК отвечают за технический контроль техобслуживания оборудования и последующую проверку его функционирования, регистрируют результаты проведенных испытаний и разрешают клиническое использование оборудования, если результаты испытаний находятся в приемлемом диапазоне значений или соответствуют опорным значениям, полученным в процессе приемки оборудования.
- d) *Оптимизация физических и технических аспектов процедур получения изображений:* МФКК отвечают за оптимизацию физических и технических аспектов процессов и оборудования МРТ, используемого для получения медицинских изображений. Сюда входит оптимизация последовательностей импульсов и выбор необходимых катушек для улучшения визуализации различных тканей и органов в теле человека. МФКК также помогают врачам в оценке результатов обследования пациентов и участвуют в исследовании качества и восприятия изображений.
- e) *Управление качеством физических и технических аспектов МРТ:* МФКК, как члены группы, участвуют в разработке программы управления качеством и отвечают за ее физические и технические аспекты. Они прежде всего отвечают за разработку и реализацию процедур начальной и последующей оценки оборудования МРТ. Сюда относятся следующие задачи:
- i) Разработка политики и процедур медицинского учреждения в отношении оптимального использования МРТ, что включает обязанность написания новой политики и процедур, или доработку существующих:
- Политика и процедуры медицинского учреждения, связанные с такими задачами, как повышение качества услуг, производительность персонала, работа с новым оборудованием и информационными системами, и профессиональная подготовка персонала;
  - Политика и процедуры в отношении обследования некоторых категорий пациентов, требующих особого внимания, и анализ медицинских карт с немедленным уведомлением ответственного врача при обнаружении любых аномальных данных;
  - Процедуры, связанные с безопасностью, например, процедуры для пациентов с электрокардиостимуляторами, отчетность об инцидентах и несчастных случаях, обеспечение качества,

- обеспечение надлежащей интенсивности магнитных полей вокруг магнита и сопутствующие риски;
- Процедуры, связанные с оборудованием, например, незамедлительное уведомление технического персонала об отказе оборудования.
- ii) Разработка программы гарантии качества и соответствующих процессов контроля качества как для оборудования МРТ, так и для связанных с ним систем, используемых для получения изображений, включая системы хранения и передачи изображений: МФКК отвечают за разработку и принятие начальных опорных значений параметров, связанных с качеством изображения, и начального опорного состояния оборудования, и за обеспечение выполнения периодических измерений по программе контроля качества с целью поддержания рабочих характеристик оборудования. МФКК также отвечают за обеспечение соответствия оборудования МРТ нормативным требованиям и рекомендациям государственных и аккредитационных ведомств.
- f) *Сотрудничество с другими клиническими специалистами:* МФКК являются ключевыми членами группы специалистов, включающей специалистов в области магнитного резонанса, техников-радиологов и сестринский персонал, совместно работающих при проведении диагностики пациентов. Вклад медицинских физиков в это сотрудничество включает:
- i) Проведение консультаций с врачами в отношении особых случаев: Медицинские физики проводят консультации с врачами относительно особых случаев, которые могут встретиться при проведении процедур диагностической МРТ. В отношении пациентов, для обследования которых, кроме общепринятых методов диагностики, требуются дополнительные действия, сотрудничество между врачами и МФКК помогает разработать оптимальный подход для каждого случая; МФКК предоставляют рекомендации в отношении безопасности для достижения оптимального результата в таких особых случаях.
- ii) Поскольку МФКК являются основными членами группы, отвечающими за реализацию новых клинических процедур получения изображений в медицинском учреждении, они осуществляют контроль за введением новых клинических процедур техниками-радиологами. МФКК также отвечают за разработку методов гарантии качества для новых процедур.

#### 4.2.3.2. Ультразвуковое обследование

- a) *Научные исследования, разработки и образование:* МФКК применяют свои знания процесса распространения ультразвуковых волн в тканях человека для проведения научных исследований в области получения медицинских изображений, основанных на использовании ультразвукового оборудования и датчиков. МФКК играют важную роль как в разработке клинических протоколов для прикладных исследований, так и в обучении клинического персонала в отношении принципов и использования ультразвукового оборудования для получения медицинских изображений.
- b) *Безопасность и защита пациентов, персонала и населения:* МФКК отвечают за разработку и реализацию клинической программы безопасности и за проверку целостности ультразвукового оборудования, датчиков и других принадлежностей. Они также отвечают за анализ и предотвращение возможных биологических эффектов или поражения электрическим током, которые могут быть связаны с использованием ультразвука в клинических процедурах, обеспечивая, таким образом, защиту пациентов и персонала.
- c) *Рабочий проект, технические требования, приемка и ввод в эксплуатацию оборудования, включая разработку критериев приемлемых показателей работы:* Применительно к техническим требованиям, приемке, вводу в клиническую эксплуатацию, контролю за правильностью функционирования оборудования, и разработке критериев приемлемых показателей работы необходимо рассмотреть следующие функции и обязанности:
  - i) МФКК играют важную роль в подготовке технических требований к оборудованию и требований в отношении интеграции и совместимости новых ультразвуковых установок с другим оборудованием; они участвуют в оценке тендера и разработке рекомендаций в отношении приобретения оборудования. Они анализируют функциональные требования для клинического использования оборудования и гарантируют, что технические требования соответствуют регуляторным требованиям безопасности.
  - ii) МФКК отвечают за приемку и ввод в клиническую эксплуатацию нового ультразвукового оборудования. Они обеспечивают функционирование новых ультразвуковых установок в соответствии с их технической спецификацией, получают опорные значения параметров для сравнения с будущими измерениями по программе контроля качества, и предоставляют рекомендации

относительно любых отклонений в работе оборудования от приемлемых критериев, а также, в соответствующих случаях, руководство по выводу оборудования из эксплуатации. К обязанностям МФКК, часто в сотрудничестве с компьютерными инженерами, относится также проверка компьютерных систем; они помогают врачам в оценке алгоритмов визуализации или диагностики для обеспечения их безопасного и эффективного клинического использования.

- iii) МФКК отвечают за технический контроль техобслуживания ультразвукового оборудования и последующую проверку его функционирования, регистрируют результаты проведенных испытаний и разрешают клиническое использование оборудования после профилактического или ремонтного техобслуживания. Их обязанности также включают ведение отчетности в соответствии с существующими нормативными требованиями.
- d) *Оптимизация физических и технических аспектов процедур ультразвукового обследования:* МФКК отвечают за оптимизацию физических и технических аспектов ультразвуковых процессов и оборудования, используемого для получения медицинских изображений. МФКК также помогают врачам в оценке результатов обследования пациентов и участвуют в исследовании качества и восприятия изображений.
- e) *Управление качеством физических и технических аспектов ультразвукового обследования:* МФКК, как члены группы, участвуют в разработке программы управления качеством и отвечают за ее физические и технические аспекты. Они прежде всего отвечают за разработку и реализацию процедур начальной и последующей оценки оборудования УЗИ. Сюда относятся следующие задачи:
  - i) Разработка политики и процедур медицинского учреждения в отношении оптимального использования ультразвука для получения медицинских изображений, что включает обязанность написания новой политики и процедур, или доработку существующих:
    - Политика и процедуры медицинского учреждения, связанные с такими задачами, как повышение качества услуг, производительность персонала, работа с новым оборудованием и информационными системами, и профессиональная подготовка персонала;

- Процедуры, связанные с оборудованием, например, незамедлительное уведомление технического персонала об отказе оборудования.
- ii) Разработка программы гарантии качества и соответствующих процессов контроля качества как для ультразвукового оборудования, так и для связанных с ним систем, используемых для получения изображений, включая системы хранения и передачи изображений: МФКК отвечают за разработку и принятие начальных опорных значений параметров, связанных с качеством изображения, и начального опорного состояния оборудования, и за обеспечение выполнения периодических измерений по программе контроля качества с целью поддержания рабочих характеристик оборудования. МФКК также отвечают за обеспечение соответствия ультразвукового оборудования нормативным требованиям и рекомендациям государственных и аккредитационных ведомств.
- f) *Сотрудничество с другими клиническими специалистами:* МФКК являются ключевыми членами группы специалистов, включающей специалистов в области ультразвука, техников-радиологов и сестринский персонал, совместно работающих при проведении диагностики пациентов. Вклад медицинских физиков в это сотрудничество включает:
- i) Проведение консультаций с врачами в отношении особых случаев: МФКК проводят консультации с врачами относительно особых случаев, которые могут встретиться при проведении процедур ультразвукового диагностического обследования. В отношении пациентов, для обследования которых, кроме общепринятых методов диагностики, требуются дополнительные действия, сотрудничество между врачами и МФКК помогает разработать оптимальный подход для каждого случая; МФКК предоставляют рекомендации в отношении безопасности для достижения оптимального результата в таких особых случаях.
- ii) Контроль за введением новых клинических процедур техниками-радиологами: Медицинские физики отвечают за контроль над введением новых клинических процедур получения изображений в медицинском учреждении. Они также отвечают за разработку методов гарантии качества для новых процедур.

#### 4.3. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА И РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ

Основные нормы безопасности (BSS) [3] возлагают конкретные обязанности на медицинского физика в отношении медицинских облучений и радиационной защиты пациента, непосредственно связанных с терапевтическими и диагностическими процедурами, в которых используется ионизирующее излучение, что рассматривалось в предыдущих разделах. В BSS [3] вводится также термин «ответственный за радиационную защиту» (ОРЗ):

«Лицо, имеющее техническую компетенцию в вопросах радиационной защиты, относящихся к определенному виду практической деятельности, и назначенное зарегистрированным лицом или лицензиатом для наблюдения за применением требований настоящих Норм».

Часто в условиях клиники обязанности медицинских физиков включают не только безопасность пациента, но и защиту персонала и населения, а также безопасность радиоактивных источников. В совместном заявлении Международной организации медицинской физики и Международной ассоциации радиационной защиты [10] говорится, что все медицинские физики получают соответствующую профессиональную подготовку в области радиационной защиты, и для многих из них функции ОРЗ являются частью возложенных на них обязанностей. МФКК действуют как ОРЗ в медицинских учреждениях и/или являются членами комитета по радиационной безопасности. Одной из специальностей медицинской физики является радиационная гигиена (радиационная защита в медицине). Медицинские физики, получившие подготовку по этой специальности и работающие главным образом в крупных базовых клиниках, берут на себя функции ОРЗ, что может требовать более высокого уровня профессиональной подготовки и большего опыта в области радиационной защиты.

В данном разделе описаны основные функции и обязанности МФКК в области радиационной защиты на рабочем месте и для населения. Они подразделены на две главные области, а именно, безопасность персонала и населения, и безопасность радиоактивных источников.

#### 4.3.1. Безопасность персонала и населения

- а) *Рабочий проект, технические требования, приемка и ввод в эксплуатацию оборудования, включая разработку критериев приемлемых показателей работы:* МФКК участвуют в проектировании радиационной защиты установок и обеспечивают соответствие требованиям безопасности, классифицируют рабочие зоны на наблюдаемые и контролируемые, помогают в разработке технических требований для приобретения нового оборудования радиационной защиты и контроля безопасности, и разрабатывают процедуры начальной и дальнейшей оценки такого оборудования. Они предоставляют консультации по вопросам практических методов снижения дозы персонала и населения, работающих или находящихся в зонах, смежных с теми помещениями, где установлено радиационное оборудование или используются радиоактивные источники. Кроме того, они отвечают за выделение тех зон, где не должны работать беременные женщины, профессионально подвергающиеся облучению. МФКК также выполняют расчеты и дозиметрический контроль для проверки достаточности имеющейся защиты в указанных помещениях, исходя из соответствующих размеров помещений, степени заполненности и рабочей нагрузки, устанавливают критерии доступа в контролируемые помещения, помещения с ограниченным доступом для населения, и осуществляют надзор за выполнением этих критериев. МФКК также отвечают за контроль монтажа нового оборудования радиационной защиты и за выполнение приемочных испытаний и ввод в клиническую эксплуатацию такого оборудования, включая соответствующие компьютерные системы, их алгоритмы, данные и результаты.
- б) *Программа радиационной безопасности для защиты персонала и населения:* Обязанности МФКК включают разработку и реализацию для больницы клинической программы радиационной безопасности для радиационной защиты пациентов, включая разработку политики и процедур для радиологической защиты и безопасности работников и населения. МФКК выполняют оценку опасности помещений и процедур, определяют достаточность существующих процедур (с учетом типа источников излучения), определяют мощности доз, которые может получить персонал, используют результаты дозиметрии персонала, полученные для аналогичных видов деятельности, проверяют наличие мер контроля и потребность в средствах индивидуальной защиты, таких как свинцовые фартуки, щитки в области щитовидной железы, защитные очки и другие

устройства. Они обеспечивают правильность использования средств индивидуальной защиты (СИЗ) и их периодическую проверку на целостность. В обязанности МФКК входит разработка политики и процедур по безопасному перемещению радиоактивных материалов, по мерам предосторожности в случае загрязнения или утечек негерметизированных радионуклидов, по обращению с радиоактивными отходами, и по обеспечению целостности и надлежащего функционирования дозиметрических приборов и другого измерительного оборудования, в соответствии с требованиями нормативных документов.

- с) *Радиационная дозиметрия*: МФКК организуют и обеспечивают дозиметрию персонала и предоставляют системы радиационного мониторинга на локальном уровне, в соответствии с местными законодательными процедурами. Регистрационные записи дозиметрии персонала и предполагаемых доз, полученных населением, хранятся в течение времени, определенного в национальных нормативных документах. В обязанности МФКК также входит расследование случаев аварийного облучения и определение наличия радиологической опасности, а также установление степени этой опасности в случае ее наличия, особенно когда опасность обусловлена гамма-излучением радиоактивных источников или ионизирующим излучением оборудования, используемого для диагностики или облучения. Они разрабатывают процедуры и планы действий в чрезвычайных ситуациях для принятия мер в случае непреднамеренных или случайных облучений и дают рекомендации относительно действий, необходимых для снижения вероятности таких непреднамеренных облучений в будущем. Кроме того, они обеспечивают необходимый дозиметрический контроль, интерпретируют его результаты и оценивают их соответствие требованиям соответствующих регулирующих органов.
- d) *Оптимизация физических и технических аспектов процедур радиационной безопасности*: МФКК выполняют аудиты радиационной защиты и безопасности и определяют наличие соответствующих лицензий. Они обеспечивают надлежащее обозначение радиационных зон и наличие предупредительных знаков, а также гарантируют, что радиологические проверки рабочих зон могут представить доказательства соответствия оборудования и процедур правилам и рекомендациям соответствующих регулирующих органов и органов аккредитации.
- e) *Управление качеством физических и технических аспектов лучевой терапии*: Обязанности МФКК включают разработку, реализацию и



контроль физических аспектов программы *управление качеством* в отношении оборудования, используемого для радиационной защиты персонала и населения. Сюда относятся следующие задачи:

- i) Разработка политики и процедур медицинского учреждения в отношении безопасного и оптимального использования оборудования, которое применяется для обнаружения и измерения радиации.
  - ii) Разработка программ гарантии качества и выполнение контроля качества для всего оборудования радиационной защиты: МФКК отвечают за выбор, периодическую калибровку и процессы контроля качества, используемые для определения правильности функционирования оборудования дозиметрического контроля, а также связанных с ним систем, используемых для экологического мониторинга, в соответствии с нормативными требованиями.
  - iii) Выполнение оценки рисков и управление рисками: МФКК отвечают за целостность дозиметров и другого оборудования, используемого для измерения уровней радиации, воздействию которых подвергается персонал и/или население, и за определение методов уменьшения радиационной нагрузки на персонал и население, что снизит соответствующие риски.
- f) *Сотрудничество с другими клиническими специалистами*: МФКК работают с другими клиническими специалистами, включая врачей, техников-радиологов и сестринский персонал, в отношении особых случаев, которые могут встретиться в условиях клиники и которые могут поставить под угрозу безопасность персонала и населения, например, авария при транспортировке радиоактивных материалов. В таких случаях лица из населения и/или водитель, которые могут быть вовлечены в аварию, получить травму или загрязнение, доставляются в больницу для наблюдения и возможного лечения. Функция МФКК, который в большинстве случаев действует как ОРЗ, чрезвычайно важна для обеспечения указаний относительно действий, которые необходимо осуществить для сортировки и дезактивации таких пострадавших без распространения загрязнения, и предотвратить чрезмерное радиационное облучение персонала и других пациентов при проведении обработки пострадавших. Сотрудничество между врачами и медицинскими физиками помогает в установлении оптимального подхода для каждого случая; МФКК предоставляют рекомендации в отношении безопасности для достижения оптимального результата в таких особых случаях.
- g) *Образование и профессиональная подготовка*: МФКК обеспечивают образование и непрерывное повышение квалификации

клинического персонала по вопросам радиационной безопасности и радиологической защиты. Они обеспечивают наличие программ профессиональной подготовки, читают лекции и проводят практическую подготовку персонала в отношении основных принципов радиационной безопасности, включая классификацию контролируемых и наблюдаемых зон, ожидаемого облучения от различных диагностических или терапевтических процедур, где используются источники излучения, и внедряют и продвигают культуру безопасности и понятие эшелонированной защиты.

#### **4.3.2. Безопасность радиоактивных источников**

- a) МФКК разрабатывают процедуры для безопасной транспортировки радиоактивных источников и оборудования, которые излучают или используют радиацию, в пределах больничного комплекса, с учетом всех нормативных требований и соображений безопасности. Это включает передачу права собственности на источники при доставке или утилизации.
- b) МФКК разрабатывают программу физической безопасности радиоактивных источников, включая процедуры получения, надежного хранения, инвентаризации и контроля их постоянного или временного местоположения в больнице. Они планируют и контролируют регулярные запасы всех радиоактивных источников и обеспечивают, в соответствующих случаях, их безопасную утилизацию в виде радиоактивных отходов, согласно национальным и международным правилам и рекомендациям по безопасности.
- c) МФКК выполняют оценку степени риска и идентифицируют возможные несчастные случаи или утерю радиоактивных источников, разрабатывают планы действий, которые необходимо будет выполнять в случае возникновения вышеперечисленных событий, и проводят учения с целью проверки возможности их надлежащего выполнения.

## **5. ШТАТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ**

Требования к штатной комплектации для обеспечения функций медицинской физики, направленных на оказание эффективной и безопасной медицинской помощи пациентам, должны определяться исходя из

критериев, согласующихся с современной медицинской практикой. Влияние непрерывного развития медицинской технологии и ее применений, а также изменения в нормативных требованиях во всем мире делают большинство предыдущих рекомендаций в отношении комплектации персоналом устаревшими. Хотя область настоящей публикации не включает детальное рассмотрение этой темы, представляется целесообразным отразить текущий статус рекомендаций в отношении штатного обеспечения.

Лишь немногие организации подробно рассматривали требования и критерии в отношении штатного обеспечения с учетом влияния академической и клинической учебной деятельности (будут рассмотрены в следующем разделе), поэтому они весьма различаются в разных странах. Вероятно, наибольшее внимание получила специальность «физика лучевой терапии» – в последнее время такое внимание продемонстрировали Институт медицинской физики и техники (ИРЕМ) [11] и Американская ассоциация физиков в медицине (AAPM) [12]. Европейская федерация организаций медицинской физики (EFOMP) [13] и МАГАТЭ (для Латинской Америки) [14] представили критерии для всех специальностей. Поскольку старые рекомендации были основаны главным образом на количестве оборудования, имеющегося в учреждении (например, рекомендации AAPM для диагностической радиологии от 1991 года [7]), стало более общепринятым обращать внимание на количество и сложность оборудования, число пациентов, сложность процедур, и организацию отделения медицинского учреждения. Говоря об организации, следует отметить, что некоторые страны разрешают делегировать определенные задачи медицинских физиков техникам-радиологам, дозиметристам или другим сотрудникам, работающим под контролем МФКК (см. Приложение II).

Подробные примеры уровней штатного обеспечения, основанных на определенных требованиях, представлены в большинстве публикаций. Институт ИРЕМ [11], например, рассматривает большой центр лучевой терапии с четырьмя мультимодальными и четырьмя одномодальными ускорителями (половина из них оборудована системами ЛТУИ) и двумя КТ симуляторами. Рабочая нагрузка составляет 4800 пациентов ежегодно, из которых половина получают паллиативное лечение, 400 пациентов получают лечение при помощи специальных методов, таких как ЛТМИ и тотальное облучение тела. Кроме того, 350 пациентов получают КЛТ с источниками высокой мощности дозы и 100 пациентов получают КЛТ с источниками низкой мощности дозы. По расчетам ИРЕМ, в этом случае требуется 16 МФКК, 19 техников-радиологов или дозиметристов и 8 инженеров. Оценки МАГАТЭ [14] для продвинутого центра с такими же показателями не слишком отличаются от оценок ИРЕМ. Однако для базового

отделения лучевой терапии, имеющего три установки с источником Co-60, один обычный симулятор, 2-D систему планирования облучения и нагрузку 1600 сеансов облучения в год, согласно документу МАГАТЭ [14], требуется 2 МФКК и 2,5 дозиметристов; это существенно отличается от оценок, полученных на основании требований EFOMP. Подобные оценки для центров и отделений ядерной медицины и диагностической радиологии, а также для радиационной защиты, основанные на публикациях ААРМ, EFOMP и МАГАТЭ, также показывают существенные различия. Соответственно, признается необходимость гармонизированных критериев.

Организация службы медицинской физики часто определяется размером и типом медицинского учреждения, хотя варьируется в широких пределах. В крупных больницах общего профиля медицинские физики часто организуются в автономное отделение медицинской физики, которое оказывает услуги различным клиническим отделениям. Как вариант, медицинские физики могут быть сотрудниками независимых отделений ДИР, кардиологии, нейрохирургии, ядерной медицины или лучевой терапии. В небольших отделениях лучевой терапии может иметься лишь один штатный МФКК, у которого в резерве находится внешний МФКК, оказывающий поддержку в роли консультанта [13].

МФКК, имеющие взаимодополняющие специализации, должны сотрудничать друг с другом, с тем чтобы обеспечить выполнение требований об оказании больным оптимальной помощи. В зависимости от размера и потребностей медицинского учреждения, МФКК различных квалификаций (и, возможно, работающие в различных отделениях) могут работать совместно для оказания поддержки по линии медицинской физики, таким образом выполняя потребности организации. Например, программу гарантии качества и необходимые процедуры контроля качества КТ или МРТ сканеров, находящихся в отделении лучевой терапии, или установок СПЕКТ/КТ и ПЭТ/КТ, находящихся в отделении ядерной медицины, которыми в обоих случаях управляют местный обученный клинический персонал, может разрабатывать и осуществлять МФКК, прошедший соответственное обучение методам, относящихся к установкам КТ или МРТ, но работающий в отделении ДИР или МРТ. В таких случаях МФКК из различных отделов должны консультироваться друг с другом, чтобы обеспечить выполнение все функций медицинской физики. При невозможности сотрудничества или поддержки, медицинские физики специальности «лучевая терапия» или «ядерная медицина» должны пройти надлежащую профессиональную подготовку, чтобы иметь возможность осуществлять обеспечение качества и контроль качества соответствующего оборудования в своих отделениях. Другая возможная ситуация, часто встречающаяся в некоторых крупных отделениях лучевой терапии,

возникает в связи с возможной узкой специальностью некоторых МФКК, например, дистанционная лучевая терапия и контактная лучевая терапия; в таких ситуациях руководство медицинского учреждения должно обеспечить постоянное достаточное наличие всех узких специальностей.

Во всех случаях МФКК должны знать об ограничениях своей собственной специализации. Если требуется выполнение функций, для которых они не квалифицированы или не компетентны, они должны искать поддержку соответствующих МФКК, либо получить необходимую квалификацию под наставничеством соответствующего МФКК или пройдя курсы повышения квалификации для дальнейшего образования. В исключительных случаях они могут самостоятельно пройти образовательную программу.

## 5.1. ТРЕБОВАНИЯ К ШТАТНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Медицинские физики являются частью многопрофильной группы, состоящей из различных медицинских специалистов, таких как врачи-радиологи, радиофармацевты, инженеры-биомедики, техники-радиологи, рентгенологи, дозиметристы и медсестры. Необходимо определить общие требования к штатному обеспечению для того, чтобы обеспечить надлежащие медицинские услуги для оказания эффективной и безопасной помощи пациентам в соответствии с лучшей современной медицинской практикой. Сосредоточенность на интересах пациента поможет гарантировать обеспечение всех перекрывающихся функций в радиационной медицине, независимо от профессии.

Уровни штатного обеспечения в условиях клиники важны не только для целей планирования и определения бюджета и как фундаментальный фактор безопасности пациентов, но они часто также требуются для аккредитации практики и профессиональной сертификации. Оценка достаточных уровней штатного обеспечения для оказания услуг радиационной медицины часто основывается в широком смысле на численности населения, доступности оборудования, заболеваемости и т.д. Ретроспективные субъективные оценки, основанные на существующей практике, часто являются точкой отсчета для прогнозирования будущих потребностей в штатном обеспечении на местном уровне. Вероятно, самыми объективными основными доказательствами, необходимыми для оценки уровней штатного обеспечения в эквиваленте полной занятости являются детальные измерения продолжительности каждой процедуры и рабочей операции. Такие измерения логически будут более целесообразны и обоснованы, если они получены на материале большого числа клиник,

функций и персонала с разнообразным опытом. Для обеспечения уровня комплектации персоналом медицинской физики широко используются медианные значения, полученные из национальных обзоров.

Получение точных оценок для каждого возможного вида профессиональной деятельности маловероятно, поскольку очевидна чрезмерная обременительность такой задачи. Кроме того, постоянно разрабатываются новые процедуры и внедряются новые технологии, то есть процесс носит динамический характер. Это еще одна причина, почему исследования достаточности штатного обеспечения для существующей рабочей нагрузки будут всегда весьма значительно отставать от технологического развития. В этих случаях следующим предпочтительным вариантом является сопоставительный анализ или согласованное мнение специалистов.

Виды деятельности часто необходимо группировать, поскольку некоторые из них могут быть безопасно выполнены лишь в том случае, если в них участвует более чем один человек, например, подведение излучения в лучевой терапии. В некоторых случаях при проведении одной процедуры может потребоваться присутствие более чем одного типа специалистов. С другой стороны, действия специалистов, непосредственно связанные с использованием оборудования, требуются не для всех процедур, например, для описания изображений не всегда требуется, чтобы радиолог или врач ядерной медицины присутствовали во время фактической процедуры получения изображений.

Количество научно-обоснованной документации, где точно определяется число и тип специалистов, необходимых для обеспечения какой-либо функции, очень мало, и эти показатели также непосредственно связаны с рабочей нагрузкой, технологией, методом, процедурами и инфраструктурой. Общеизвестна необходимость некоего инструмента, который даст руководству больницы руководящие принципы в отношении штатного обеспечения, которые будут прозрачны, гибки и позволят расширять имеющиеся функции, внедрять новые технологии и более широкий диапазон методов, и, таким образом, оказывать безопасную, эффективную и качественную помощь пациентам. В этом контексте МАГАТЭ собрало группу экспертов и представителей профессиональных обществ для разработки «универсального» руководства и ряда моделей для оценки уровней штатного обеспечения для трех специальностей радиационной медицины (ДИР, ядерная медицина и радиационная онкология). Несмотря на различие моделей, разрабатываемых для этих трех специальностей, все они основаны на следующем:

- a) Анализ задач, которые должны быть выполнены соответствующим персоналом;
- b) Их продолжительность;
- c) Клиническая рабочая нагрузка (количество пациентов, количество обследований, процедур и т.д.).

Для этих трех алгоритмов требуется, чтобы пользователь модели охарактеризовал местные условия труда и оценил рабочую нагрузку, число элементов оборудования и технологий, число процедур и/или методов, задействованных по каждой специальности. Определенные данные, которые должны быть введены пользователем для каждой дисциплины, например, число процедур в радиологии и ядерной медицине, или число пациентов, ежегодно получающих лечение в радиационной онкологии, основаны на статистических данных, считающихся легко доступными для пользователей модели, или, как вариант, могут быть оценены из других показателей, таких как популяция пациентов и состав пациентов. В настоящее время идет процесс подтверждения правильности этих моделей в многочисленных различных отделениях медицинских учреждений.

Например, функции радиационной онкологии осуществляются прежде всего тремя группами специалистов: радиационные онкологи, МФКК и медицинские техники-радиологи, с дополнительными функциями поддержки, обеспечиваемыми медсестрами радиационной онкологии, инженерами-механиками и инженерами-электриками, и специалистами информационных технологий (ИТ). В некоторых странах медицинские дозиметристы признаны отдельной профессиональной группой в лучевой терапии (см. Приложение II). Оптимальную лучевую терапию можно получить лишь в том случае, когда эти специалисты работают как единая команда, обеспечивая, таким образом, хорошо интегрированный процесс. Модель радиационной онкологии отражает процессно-ориентированный подход к определению необходимых уровней комплектации персоналом и отражает все виды деятельности по всей цепочке процессов лучевой терапии: процессы, относящиеся к пациенту, обслуживание оборудования и контроль качества, специальные процедуры, руководство, администрирование, образование и научные исследования. Это относится лишь к специалистам конкретной узкой специальности «радиационная онкология» – например, медицинская онкология сюда не включена. За основу берут определенное число рабочих часов в день/неделю, с учетом ежегодного отпуска. Данные параметры могут быть адаптированы к местной ситуации.

Идентифицированные индивидуальные задачи касаются назначения, подготовки, получения изображений, планирования облучения, подведения излучения и последующего наблюдения пациентов, получающих

дистанционную лучевую терапию и контактную лучевую терапию. Персонал, выполняющий эти задачи, был определен по функциям, а не по профессиям, поскольку признается, что различные специалисты могут выполнять одну и ту же задачу в среде различных ресурсов. Таким образом, был разработан инструмент, обеспечивающий максимальную гибкость. Были определены функции: функции радиационной онкологии, функции медицинской физики, функции технологии лучевой терапии, функции планирования облучения, функции медсестры радиационной онкологии, функции механики и электротехники, и функции информационных технологий. Каждая задача была определена с точки зрения предполагаемого периода времени, реально необходимого для ее выполнения, на основании убедительных доказательств или согласованного мнения. Далее эта продолжительность времени была соотнесена с каждой из функций, как правило, задействованных для выполнения этих задач. Другими словами, для каждой задачи, кроме предполагаемого полного времени, было также оценено время, затраченное на выполнение этой задачи специалистом каждого типа.

Число облученных пациентов и подведенных фракций в отделении медицинского учреждения вводится в модель таким образом, чтобы отражать уровень сложности практики отделения, благодаря чему индивидуальные отделения могут рассчитывать количество персонала в эквиваленте полной занятости, которое необходимо им для обеспечения диапазона технологий в отделении. Поэтому в руководящие принципы и модель была заложена гибкость, облегчающая возможность каждого отделения вычислить требования, основанные на имеющихся у них ресурсах и знаниях и навыках их персонала.

## **6. РЕКОМЕНДАЦИИ В ОТНОШЕНИИ АКАДЕМИЧЕСКОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ КЛИНИЧЕСКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

### **6.1. ТЕКУЩИЙ СТАТУС**

Медицинские физики, работающие в качестве медицинских специалистов, должны продемонстрировать компетентность в своей дисциплине путем получения соответствующей образовательной



квалификации и прохождения стажировки для получения клинической компетентности в одной или более подобластях медицинской физики. Современные требования в отношении квалификации медицинских физиков значительно варьируются в разных странах мира (см. [15-18]). Этот разброс был недавно подтвержден результатами двух крупномасштабных исследований, предпринятых EFOMP в 2006 году [19] и МАГАТЭ в 2010–2011 годах, которые вместе включили ответы из 77 стран на пяти континентах.

Общий анализ показан на Рис. 1, при этом признается, что некоторые вопросы могли быть по-разному интерпретированы, и что даже в одной стране требования среди различных учреждений могут варьироваться. Левая диаграмма показывает, что минимальная продолжительность «академического образования и клинической подготовки» для должности медицинского физика в больнице варьируется от трех до девяти лет, а средняя продолжительность составляет приблизительно шесть лет. Требования в отношении доли времени, потраченного на базовую, последипломную и клиническую подготовку варьируется, как показано в правой диаграмме, от трех лет базового образования без какой-либо клинической подготовки до девяти лет на все три компонента. Базовое

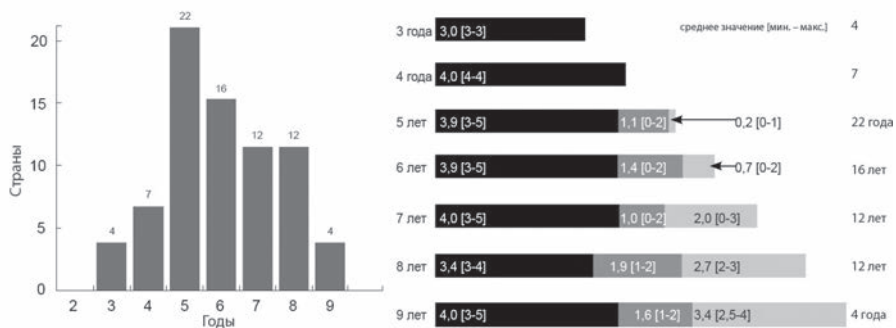


РИС. 1. Результаты двух комплексных исследований требований к квалификации медицинских физиков, проведенных EFOMP в 2006 году [19] и МАГАТЭ в 2010-2011 годах, которые включают ответы от 77 стран. Левая диаграмма показывает минимальную продолжительность «академического образования и клинической подготовки», необходимую для получения должности медицинского физика. На правой диаграмме показан процент времени, потраченного на базовую, последипломную и клиническую подготовку для каждой группы. Числа над столбиком гистограммы на левой диаграмме и в правой колонке правой диаграммы показывают число стран.

физическое образование продолжительностью приблизительно четыре года является наиболее распространенным вариантом для более чем 90% респондентов, а для стран с системой последипломого образования наиболее часто используются одногодичные или двухгодичные программы последипломого образования. Самое большое расхождение, обнаруженное в анализе, относится к программам клинической подготовки в разных странах. Их продолжительность варьируется от полного отсутствия до требования четырех лет подготовки. Их форматы также весьма различаются; например, среди формально структурированных программ в 20% имеется система резидентуры или обучение на рабочем месте в течение первых лет, у 29% клиническая подготовка является компонентом программы последипломого образования, и у 51% нет структурированной клинической подготовки. Оценка навыков, приобретенных во время клинической подготовки, также происходит по довольно различным схемам, от формального экзамена (57%) до непрерывной оценки (9%) или комбинации и того и другого (23%); в 11% случаев не было дано какого-либо определенного ответа. Стоит отметить, что во многих странах, имеющих формальную клиническую подготовку, стажеры получают зарплату как сотрудники, а в некоторых странах стажеров автоматически принимают на работу после завершения программы обучения, в других же странах занятость не гарантируется.

## 6.2. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Проведенный анализ указывает на необходимость установления согласованных критериев в отношении минимальных рекомендаций для академической и клинической подготовки медицинских физиков. Их можно было бы использовать для достижения единых стандартов компетентности во всем мире. На основании результатов проведенных исследований и руководящих принципов, выпущенных многими международными организациями, такими как EFOMP [17], IOMP [18] и Европейская комиссия [20], были подготовлены следующие рекомендации в отношении академической и клинической подготовки, которая позволяет получить статус МФКК.

Рекомендуемый стандартный вариант состоит в получении диплома о базовом университетском образовании в области физики, техники или эквивалентных наук (то есть диплом после обучения продолжительностью 3-4 года, включая продвинутый уровень в области математики и физики), после чего следует:

- a) Степень, получаемая по окончании последиplomной программы в области медицинской физики: Это может быть степень MSc (магистр наук) или эквивалентная степень, получаемая через 1-3 года обучения по этой программе, включая курсы, охватывающие все специальности медицинской физики. Обучение по программе заканчивается написанием отчета о научно-исследовательской работе, выполненной по одному из этих курсов. Примеры программы таких курсов были изданы МАГАТЭ в форме руководств по физике радиационной онкологии [21], физике диагностической радиологии [22] и физике ядерной медицины [23], а также были изданы научными и профессиональными организациями, такими как ААРМ [24, 25] и ИРЕМ [26].
- b) Клиническая стажировка сроком не менее двух лет по одной из специальностей медицинской физики в форме структурированной программы резидентуры, проходящая под руководством старшего МФКК: Примеры программ клинической подготовки по медицинской физике можно найти в Серии учебных курсов МАГАТЭ No 37<sup>1</sup>, 47<sup>2</sup> и 50<sup>3</sup> [27–29]. Клиническая подготовка по каждой дополнительной специальности должна занимать не менее одного года. В программах клинической подготовки, разработанных для каждой специальности, должен делаться упор на функции и обязанности МФКК в соответствующей дисциплине, как описано в Разделах 2-4.

При прохождении программы клинической стажировки должны быть соблюдены следующие условия:

- i) Стажировка должна быть проходить в больнице.
- ii) Продолжительность стажировки должна рассчитываться исходя из полных эквивалентных лет, и это означает, что если клиническая программа стажировки включает академические курсы, то время, выделенное на клиническую стажировку, должно быть соответственно увеличено.
- iii) Стажеры, зачисленные в программу и на любые академические курсы, включенные в эту программу, должны пройти формальную оценку, чтобы можно было убедиться в их знаниях и компетенциях. Даже в случае проведения непрерывной оценки

---

<sup>1</sup> Эта публикация также доступна на французском и испанском языках.

<sup>2</sup> Эта публикация также доступна на французском языке. Испанская версия находится в процессе подготовки.

<sup>3</sup> Эта публикация также доступна на французском языке. Испанская версия находится в процессе подготовки.

она должна быть дополнена устными и/или письменными экзаменами.

- iv) Центры, где будет проводиться клиническая подготовка, должны предлагать широкий диапазон соответствующих медицинских процедур, они должны быть оборудованы полным спектром оборудования дозиметрии и контроля качества, с тем чтобы стажер получил надлежащее обучение по широкому спектру методов. Должен быть также обеспечен доступ к дополнительным ресурсам, таким как библиотека, компьютеры и интернет.
- v) Желательно, чтобы на одного наставника в любой момент времени приходилось не больше двух или трех стажеров, в зависимости от клинических обязанностей наставника. Если наставничество совместно осуществляет группа инструкторов, объем наставничества необходимо увеличить таким образом, чтобы этот объем в сумме соответствовал эквиваленту полной занятости одного наставника.

Альтернативный вариант состоит в том, чтобы начать процесс стажировки после прохождения последипломного образования (степень MSc или PhD) по физике, инженерным наукам или эквивалентным им дисциплинам, и в этом случае потенциальный стажер должен пройти надлежащие академические курсы, охватывающие все соответствующие специальности медицинской физики (см. [30, 31]). Это может быть сделано до начала клинической подготовки или во время нее. В этом случае действует вышеуказанный пункт (b) (ii).

Три вышеперечисленных этапа составляют минимальные требования для МФКК. Подчеркивается, что указанные в годах интервалы приведены как минимальная продолжительность для каждого компонента. Таким образом, для академического компонента эти требования соответствуют различной возможной продолжительности базового и последипломного периодов академического образования, которые суммарно должны составлять 4-7 лет, в зависимости от национальных университетских циклов. Точно так же эффективная продолжительность клинической подготовки должна быть не меньше двух лет, а если в этот период включен какой-либо другой вид деятельности (например, курсы и работа в академическом проекте), то время клинической стажировки должно быть продлено соответственно до трех лет или даже больше. Клиническая стажировка должна быть основана на компетенциях. Как правило, академическое образование и клиническая стажировка должны иметь минимальную суммарную продолжительность семь лет, что характерно для медицинских специалистов в большинстве стран.

### 6.3. АККРЕДИТАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И РЕГИСТРАЦИЯ

Формальный процесс, при котором независимый признанный орган (профессиональный и/или государственный) выполняет оценку какой-либо программы или клинического учреждения и признает, что она/оно отвечают заранее установленным требованиям или критериям, называют аккредитацией. Весьма желательно, чтобы как программа последипломного академического образования, так и клиническая стажировка получали формальную аккредитацию национальной или международной профессиональной организации, уполномоченной правительством или соответствующим государственным ведомством. Подчеркивается, что аккредитация не является бессрочной, а должна периодически возобновляться.

Сертификация (или «аттестация») является формальным процессом, при котором уполномоченный орган (государственный или негосударственный) оценивает и признает знания и профессиональную подготовленность специалиста, которые должны отвечать заранее установленным требованиям или критериям. Сертификация МФКК должна быть обязательной, как и для большинства других медицинских работников. Это помогает в достижении однотипного профессионального стандарта на национальном (и международном) уровне, который гарантирует качество и безопасность в радиационной медицине. Как и в случае с аккредитацией, сертификация не является бессрочной, и необходимо ввести систему регулярной повторной сертификации для обеспечения возможности продемонстрировать, что знания МФКК находятся на уровне современных технологий, методов и стандартов практики. Это обычно достигается через программу непрерывного повышения квалификации (см. ниже).

В идеальном случае профессиональную сертификацию МФКК, как и других медицинских работников, должны проводить национальные советы. Международные советы могут предоставить руководящие принципы в отношении стандартов, требований и формата сертификации, и выполнить аккредитацию систем сертификации. Международные советы могут выдавать сертификаты претендентам, квалификация которых была признана отвечающей требованиям, вести регистр держателей таких сертификатов, и оказывать услуги в форме подготовки и представления списков МФКК, сертифицированных данной международной организацией. Национальные организации медицинской физики должны делиться друг с другом профессиональными знаниями, опытом и ресурсами при создании и использовании систем сертификации. Страны, у которых отсутствуют профессиональные системы сертификации, могут рассмотреть возможность начать с создания добровольной системы, и по мере ее развития перейти

к обязательной системе. Они могут обращаться за консультацией и поддержкой в авторитетные национальные и международные советы. Страны, у которых имеются трудности в создании сертификационных советов по таким причинам, как небольшое количество медицинских физиков и/или нехватка инструкторов в стране, могут рассмотреть возможность сертификации своих медицинских физиков в тех странах, где системы сертификационных советов существуют. Страны, в которых уже имеются действующие добровольные системами сертификации, должны рассмотреть возможность их преобразования в обязательные системы.

Процесс сертификации должен привести к процессу регистрации, при которой документация сертифицированных специалистов ведется и организуется в форме баз данных или регистров. В идеальном случае регистр должен быть правовой системой, которой может управлять государственное ведомство или профессиональная организация, уполномоченная правительством, но этот реестр должен быть реализован на национальном уровне. Преимущество регистра МФКК, ведущегося государством, состоит в том, что профессиональные требования могут быть унифицированы по всей стране, аналогично требованиям, регулирующим других специалистов, например, архитекторов и врачей. В некоторых странах регистрация является требованием, которое должно быть выполнено для получения профессиональной лицензии на ведение практики, что является эффективным механизмом контроля качества для измерения профессиональной компетентности.

#### 6.4. ПРОГРАММА НЕПРЕРЫВНОГО ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Непрерывное повышение квалификации (НПК) является одним из важнейших путей поддержания профессиональной компетентности, особенно для сертифицированного МФКК. Его назначение состоит в том, чтобы поддерживать профессиональные знания и навыки на современном уровне. Понятие НПК варьируется от страны к стране, но в общем случае включает участие в образовательной и научной деятельности, такой как конференции, симпозиумы, курсы и семинары, а также обязанности в отношении образования и профессиональной подготовки медицинских физиков и других клинических специалистов. Деятельность, ориентированная на научные исследования и разработки, также относится к НПК, включая написание отдельных статей для журналов или материалов для книг, публикации и рецензирование. В высокоразвитых системах НПК часто требуется, чтобы специалисты участвовали в нескольких видах деятельности, включая непрерывное образование в области этики.

Формальные программы НПК должны включать механизм оценки, например, систему зачетов, где МФКК получают определенное число баллов за каждый вид деятельности, в котором они участвуют. Эти баллы должны быть включены в число критериев для повторной сертификации. Соответствующую систему НПК следует создать в каждой стране. Национальные профессиональные общества могут играть главную роль в организации и аккредитации мероприятий НПК. Странам, у которых отсутствует система сертификации, настоятельно рекомендуется создать добровольную программу НПК.

## 6.5. СВОДКА ТРЕБОВАНИЙ К КВАЛИФИКАЦИИ

В блок-схеме на Рис. 2 в сжатом виде показаны рекомендуемые требования в отношении минимального академического образования и клинической стажировки и соответствующие этапы, необходимые для достижения уровня МФКК.

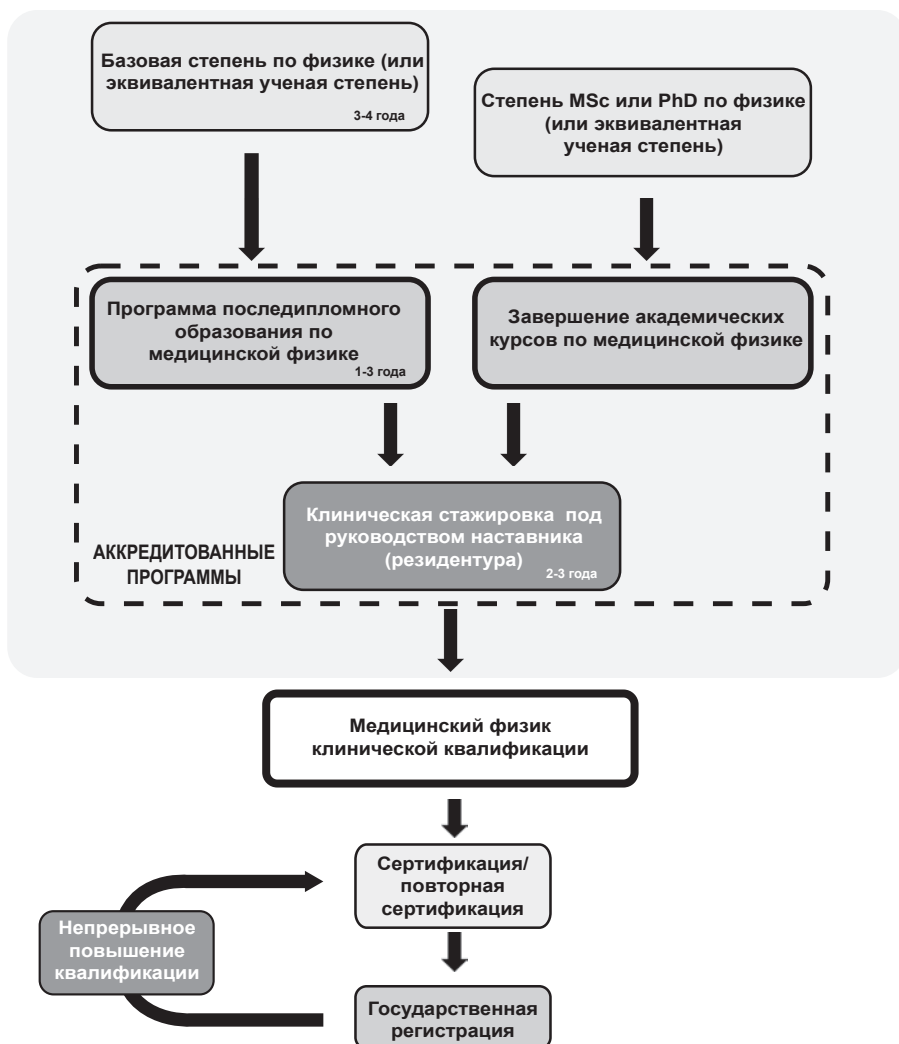


РИС. 2. Рекомендации в отношении минимальных требований к академическому образованию и клинической стажировке медицинского физика клинической квалификации. Два возможных варианта получения академического образования приводят к обязательному компоненту клинической стажировки. Продолжительность академического компонента в годах соответствует возможной различной продолжительности базового и последипломного академического образования, которые суммарно должны составлять 4-7 лет, в зависимости от национальных университетских циклов. Аналогично, период клинической стажировки может включать академические курсы медицинской физики, но он должен быть не короче двух лет. Как правило, суммарная продолжительность академического образования и клинической стажировки составляет минимум семь лет.



## Приложение I

### ЭТИЧЕСКИЙ КОДЕКС МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КЛИНИКИ

Настоящий кодекс этического и профессионального поведения основан на публикациях и информации Американской ассоциации физиков в медицине (AAPM) [32, 33] и Совета медицинских профессий [34]. Он включает два основных раздела, а именно, принципы и руководящие правила. Принципы – это стандарты этического поведения, цель которых состоит в том, чтобы помочь медицинским физикам выполнять свои обязанности и вести себя профессионально, проявляя уважение к пациентам, своим коллегам и населению. Руководящие правила – это инструкции, предназначенные для оказания помощи медицинским физикам в интерпретации и реализации указанных принципов, и хотя они могут не охватывать все конкретные ситуации, в них входят руководящие правила в отношении профессионального поведения, этики исследований и этики образования/обучения. В некоторых странах аспирантам, участвующим в клинических исследованиях, или резидентам, проходящим клиническую стажировку в области медицинской физики, может также требоваться регистрация в органе государственной власти, регулирующем профессиональное поведение медицинских работников. Кроме того, в соответствующих случаях на медицинских физиков могут распространяться этические руководящие правила, относящиеся к бизнесу, государственному управлению, найму на работу, претензиям, судебным процедурам и недобросовестной практике.

#### I.1. ПРИНЦИПЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Медицинские физики должны соблюдать следующие принципы:

- a) Стремиться предоставить пациенту оптимальную медицинскую помощь за счет компетентного и профессионального выполнения своих функций. Обеспечивать поддержку и защиту благополучия, интересов и достоинства пациентов при любых обстоятельствах.
- b) Сохранять доверие пациента, профессиональную тайну и неприкосновенность частной жизни. Сохранять конфиденциальность информации о пациенте, полученной в процессе профессиональной деятельности.
- c) Соблюдать права пациентов, коллег, медицинских работников и стажеров.

- d) Признавать ограниченность собственных знаний, навыков или времени, и обращаться в соответствующих случаях к другим лицам за консультацией и помощью. Не принимать заданий или обязанностей, которые выходят за пределы ваших способностей или компетенций.
- e) Уважать закон и нормативные требования в отношении безопасной и эффективной медицинской практики. Не принимать должность и не предоставлять консультации, противоречащие закону или общественному благополучию.
- f) Быть честным во всех профессиональных взаимодействиях и в собственной работе. Избегать поведения, которое может подрывать достоинство профессии. Все отношения с работодателями, сотрудниками, государственными ведомствами и населением должны быть основаны на самых высоких требованиях добросовестности и справедливости.
- g) Отношения среди медицинских физиков и других медицинских работников должны быть открытыми, коллегиальными и основанными на взаимоуважении. Работать совместно и в духе сотрудничества с другими специалистами здравоохранения, признавая и уважая их конкретные вклады в оказание медицинской помощи.
- h) Раскрывать конфликты интересов, когда финансовые или другие личные соображения могут вмешаться в ваше собственное профессиональное суждение или создать впечатление о таком воздействии. Сообщать работодателю или клиенту в письменном виде о любом конфликте между предоставляемой им медицинской помощью и собственными личными интересами медицинского физика.
- i) Стремиться совершенствовать профессиональные знания и навыки и делиться ими с коллегами и лицами, проходящими профессиональную подготовку. Принимать все разумно необходимые меры для поддержания и развития своих компетенций и помогать делать то же самое коллегам, с которыми вы работаете или которые работают под вашим контролем.
- j) Собственные работы в качестве медицинского физика, включая научные исследования, должны быть достоверны, основаны на принятых научных принципах, и должны в соответствующих случаях содержать ссылки на предшествующие работы. Поддерживать надлежащие профессиональные стандарты в научных исследованиях и предотвращать распространение фальсифицированных или преднамеренно необъективных результатов.

- k) Вести письменную регистрацию данных, подтверждающих собственное постоянное повышение квалификации, и рекомендовать коллегам действовать аналогично.
- l) Стремиться защитить безопасность и благополучие пациентов.
- m) Сообщать о любом инциденте или ошибках, которые могут произойти в процессе работы и которые могут затронуть или затронули процесс лечения любого пациента.

## 1.2 РУКОВОДЯЩИЕ ПРАВИЛА ЭТИКИ

Общее руководящее правило заключается в необходимости соответствовать высоким стандартам этического, правового и профессионального поведения. Любая деятельность, не соответствующая этим стандартам, ставит под угрозу личностную целостность.

### 1.2.1. Руководящие правила для профессионального поведения

- a) *Академическая свобода*: Стремиться к научному поиску, способствовать созданию научной и клинической среды, свободной от политического, идеологического или религиозного давления или ограничений.
- b) *Честность*: Быть честным во всех профессиональных взаимодействиях и в своей работе. Правдиво и точно указывать в документах и отчетах сведения о своей профессиональной квалификации, такие как ученая степень, профессиональная подготовка, дальнейшее образование, вклад в академическую деятельность и научные исследования. Честно указывать направления своей деятельности и предоставляемые услуги и продукты. Фальсифицированная документация о фактически невыполненной работе, отчеты, оформленные задним числом, подписание отчетов о работе, выполненной другими лицами, фабрикация и фальсификация данных неэтичны.
- c) *Поддержание своих знаний и навыков в актуальном состоянии*: Стремиться совершенствовать знания и навыки, относящиеся к своей профессиональной работе. Участвовать в образовательной деятельности, связанной с повышением квалификации в области медицинской физики. Делиться такими знаниями и навыками с коллегами. Стремиться сделать свой опыт доступным для сообщества медицинской физики.
- d) *Компетентность*: Осознавать ограниченность своих знаний, навыков, компетенций и опыта. Брать на себя лишь ту работу, для выполнения которой вы квалифицированы, стремиться получить

в соответствующих случаях дополнительное образование и профессиональную подготовку или консультацию.

- e) *Профессиональные отношения*: Стремиться иметь взаимопользные отношения с коллегами. Все такие взаимодействия должны быть открытыми, честными и уважительными. В соответствующих случаях делиться своими навыками и опытом с коллегами и способствовать их профессиональному развитию. Лица, занимающие руководящие должности, обязаны направлять своих подчиненных.
- f) *Ответственность перед населением, пациентом и медицинским учреждением*: Стремиться улучшить благополучие населения посредством распространения научных знаний и соответствующего образования. Делать упор на благополучие пациентов и участвовать в оказании только такой помощи пациенту, которая наилучшим образом соответствует его интересам. В случае аффилированности с медицинским учреждением или связи с ним отношениями найма, учитывать интересы этого учреждения. Способствовать атмосфере взаимного уважения с медицинскими работниками, администраторами и вспомогательным персоналом. Поддерживать других сотрудников медицинского учреждения, чтобы обеспечить возможность качественной медицинской помощи пациентам. Соблюдать политику и процедуры медицинского учреждения и способствовать их непрерывному усовершенствованию.
- g) *Конфиденциальность в отношении пациентов*: Уважать конфиденциальный характер всей информации, относящейся к пациентам, и защищать конфиденциальность такой информации.
- h) *Конфликт интересов*: Это могут конфликты интересов с медицинским учреждением, со средой, дающей образование, с отраслью или с клинической практикой. Медицинскому физическому необходимо осознавать, когда его личные интересы находятся в конфликте с другими интересами. Потребности пациента должны быть поставлены выше своих собственных личных интересов. Конфликты интересов не всегда являются неэтичными, и не всегда их следует избегать, но о них должно быть известно любой участвующей стороне и должны приниматься соответствующие меры, чтобы с ними справиться.
- i) *Пристрастное отношение*: Относиться справедливо, беспристрастно и с уважением ко всем тем, с кем вас связывают профессиональные отношения. Судить о других на основании их знаний, профессиональной подготовки, навыков и качества выполняемых функций. Необъективное, пристрастное отношение, не основанное на заслугах, предосудительно и неэтично.

- ж) *Притеснения*: Способствовать созданию рабочей среды, где сотрудники могут проявить себя в максимальной мере и работать наиболее продуктивно. Использовать положительный, создающий комфортную обстановку язык. Неприемлемы словесные оскорбления, унижающие замечания, раздраженная перебранка или любое поведение, прямо или косвенно создающее враждебную рабочую среду. Совершенно недопустимы сексуальные домогательства. Сексуальное домогательство – это нежелательные сексуальные посягательства, притязания на сексуальную благосклонность или другие словесные или физические поступки сексуального характера.
- з) *Отношения эксплуатации*: Не допускать эксплуатации человека, с которым у Вас имеются профессиональные отношения. К эксплуатации относится, в частности, принуждение человека к выполнению работы без справедливой компенсации, вынуждение человека действовать против своего желания или согласия, или создание условий труда, при которых работа одного или более человек несправедливо используются в пользу других людей.
- и) *Реакция на нарушенное состояние или некомпетентность коллег*: Безопасность и благополучие пациентов являются первоочередными задачами медицинских физиков. Если вследствие какого-либо нарушения своего состояния, коллега, как представляется, подвергает опасности благополучие пациента, необходимо выступить от имени пациента. Такие конкретные обстоятельства могут быть неоднозначными, поэтому необходимо действовать рассудительно. При наличии юридического, договорного или регуляторного обязательства сообщать о таких проблемах, необходимо выполнить это обязательство. Об инцидентах, определяемых как нежелательные или неожиданные отклонения от нормы, которые оказывают или имеют потенциал оказать отрицательное воздействие на человека или оборудование, медицинские физики должны сообщать в соответствии с политикой данного медицинского учреждения и соответствующими государственными нормами. Извлечение уроков из инцидентов является чрезвычайно важным механизмом минимизации риска будущих подобных событий. Медицинские физики должны также призывать других медицинских специалистов сообщать об инцидентах.
- л) *Отношения с регулирующими органами*: Вы обязаны честно и уважительно оказывать помощь и содействие регуляторам в исполнении их обязанностей.
- м) *Защита лиц, сообщающих о нарушениях*: Вы должны уважать других медицинских физиков (информаторов), которые сообщают о лицах

недостаточно компетентных или участвующих в неэтичном поведении, фальсификации или обмане, и не участвовать в карательных или репрессивных мерах против таких информаторов.

о) *Проверка работы другого медицинского физика (на должности):* Существует по крайней мере две категории проверок: проверки как часть постоянного процесса обеспечения качества, инициируемые физиком на должности, и проверки, инициируемые другими лицами. Процедуры и руководящие правила относительно проверок, инициируемых лицом на должности, опубликованы в литературе [31]. В случае проверок, инициируемых не физиком на должности, МАГАТЭ (как и ААРМ и другие профессиональные ассоциации) не подтверждает и не отклоняет процесс проверок. В таких случаях в интересах защиты прав сотрудника на должности он имеет право ожидать соблюдения следующих условий:

- i) Проверка должна выполняться равным проверяемому лицу квалифицированным медицинским физиком, то есть МФКК, имеющим аналогичную или более высокую аттестацию и знакомым с рабочей средой того типа, в которой он выполняет проверку. Проверяющий должен посетить проверяемого медицинского физика с визитом вежливости, с тем чтобы определить взаимоприемлемые сроки и сообщить о процессах и целях проверки.
- ii) По мере возможности, у проверяющего лица не должно быть никаких настоящих или прошлых профессиональных отношений с юридическим лицом, запрашивающим проверку, например, близких личных, профессиональных или учебных отношений.
- iii) Проверяемый медицинский физик должен получить копию итогового отчета, как в устной, так и в письменной форме.
- iv) Конфиденциальность должна сохраняться в течение всего процесса проверки.
- v) Необходимо принять все меры к тому, чтобы неоправданно не поставить под угрозу положение проверяемого лица (например, путем высказывания личных мнений или суждений, выходящих за рамки представленных данных). Процесс проверки необходимо использовать, чтобы создать возможности для усовершенствований (и/или улучшений в отношении рабочих условий, оборудования, персонала и т.д.) для всех заинтересованных сторон, а также для сообщества в целом.

### **I.2.2. Руководящие правила этики научных исследований**

Для биомедицинских исследований, включая исследования, проводимые медицинскими физиками или с их участием, имеется свой собственный набор этических обязательств, которые исследователи и другие лица, занятые в исследовании, должны в максимальной мере соблюдать. Этические обязательства относятся к дизайну и проведению исследования, сбору и интерпретации данных, полученных в результате исследования, публикации отчетов и научных монографий, описывающих исследование, управлению интеллектуальной собственностью, полученной в результате исследования, и отношениям группы исследователей с финансовыми спонсорами исследования. Отклонения от этических стандартов могут поставить под угрозу принятие результатов исследования и серьезно повредить карьере исследователей, отвечающих за полученные результаты.

- a) *Получение, обработка, совместное использование данных исследований и право собственности на такие данные:* Медицинские физики должны гарантировать реальность всех данных, полученных во время исследования, и отсутствие фальсификации, фабрикации данных или плагиата. Все медицинские физики группы должны соблюдать конфиденциальность данных исследования и не должны раскрывать данные другим ученым или предавать их гласности без согласия всех членов группы. Члены исследовательской группы должны четко понимать, кому принадлежат данные проводимого исследования.
- b) *Конфликт интересов:* Наиболее часто рассматривается финансовый конфликт интересов, когда один или более членов исследовательской группы или их ближайшие родственники могут оказаться в финансовом выигрыше, если результаты исследования или отчеты об исследовании будут поданы определенным образом. Если такой конфликт принял значительные размеры, то о нем необходимо сообщить. Например, Национальные институты здоровья США (НИН) установили предел финансовой выгоды 10000\$, выше которого исследователи, финансируемые НИН, обязаны сообщать о конфликте интересов своему учреждению-работодателю. Конфликт интересов в связи с предложенным или фактическим исследованием может возникнуть даже при отсутствии какой-либо потенциальной финансовой выгоды. Например, в случае получения положительных и перспективных результатов исследователи завоевывают авторитет среди своих коллег и в своем учреждении или организации. Конфликт интересов не является чем-либо изначально неправильным, но его

необходимо признавать, с тем чтобы устранить его восприятие как возможное отклонение от принятых правил. Лучшей защитой от обвинений в конфликте интересов является полная открытость и прозрачность получения, интерпретации и публикации результатов исследования, не допускающие каких-либо подозрений.

- c) *Участники исследований на людях*: При проведении исследований на людях необходимо придерживаться Принципа 15 из Доклада Бельмонта [35], а именно, «уважение к людям, благодеяние и законность». Принцип уважения к людям подтверждает самостоятельность людей и право каждого добровольца на уважительное отношение, полную информированность об исследовании и его потенциальных выгодах и рисках, и предоставление возможности самостоятельно принимать решение об участии в исследовании. Принцип благодеяния означает, что исследование принесет некоторое потенциальное благо его непосредственным участникам и другим лицам, находящимся в таком же состоянии, которые смогут извлечь пользу в будущем, или обществу в целом. Принцип законности означает, что потенциальные участники исследования не могут быть из него исключены без веской на то причины. Большинство учреждений присоединяется к «общему правилу», гласящему, что все исследования на людях находятся под надзором в одинаковой степени, и руководствуются принципами Бельмонта [35].
- d) *Нарушение норм научных исследований*: Конкретными примерами нарушения норм научных исследований является фабрикация данных, фальсификация данных и плагиат. Фабрикация данных – это искусственное создание данных исследования вместо получения данных путем эксперимента. Фальсификация данных – это такая манипуляция данными, при которой выбираются только те из них, которые поддерживают гипотезу исследования. Плагиат – это представление данных другого исследователя как свои собственные. Эти этические нарушения являются намеренными правонарушениями, которые в научном сообществе считаются отвратительными и недопустимыми.
- e) *Защита животных*: Животных следует использовать как предмет исследования лишь в случае отсутствия альтернатив. Исследователи имеют моральное обязательство гуманно и с уважением обращаться с животными, используемыми для экспериментального исследования. Исследователи должны соблюдать соответствующие законы и нормы, относящиеся к их исследованию, лабораторным регламентам и финансирующим организациям.



- f) *Сотрудничество в науке*: Научные исследования часто являются коллективными и междисциплинарными по своей природе; сегодня редко говорят об исследователе-одиночке, независимо работающем в лаборатории. Научно-исследовательская работа всегда является партнерством, включающим несколько специалистов различных дисциплин, а часто и различных учреждений. Партнеры по исследованию должны относиться с уважением и доверием ко всем членам своей группы. Все партнеры должны соблюдать конфиденциальный характер исследования и его результатов до момента их представления и публикации по взаимному согласованию.
- g) *Авторство*: Авторство научной публикации должно быть закреплено лишь за теми лицами, которые внесли существенный вклад в концепцию и дизайн научного исследования и/или сбор, анализ и интерпретацию данных, полученных в результате исследования. Авторство также подразумевает, что человек непосредственно участвовал в составлении и редактировании публикации. Авторам не рекомендуется включать в число авторов какого-либо человека, если он не внес существенного вклада в публикацию.
- h) *Редактирование и рецензирование*: Редактор отвечает за обеспечение объективного и справедливого процесса рецензирования в журнале и за отсутствие в рецензиях пренебрежительных критических замечаний или неодобренных комментариев. Редакторы должны отказаться от участия в работе, если у них имеется конфликт интересов в отношении предлагаемого исследования, который может сказаться на их объективности. Редактор и рецензенты этически обязаны гарантировать конфиденциальный характер рецензий и не допускать раскрытия личности авторов и/или рецензентов при односторонне слепых или двойных слепых рецензиях. Целостность исследования в значительной мере зависит от процесса рецензирования, которое что означает, что работа прозрачна и анализируется коллегами. Экспертное рецензирование должно всегда проводиться с полной объективностью, честностью, тщательностью и конфиденциальностью, и с уважением к рецензентам и рецензируемому. Рецензенты должны помнить, что работа, которую они рецензируют, является конфиденциальной и может раскрываться лишь членам группы рецензентов. Они не должны заимствовать рецензируемую работу или любой из ее результатов в собственное исследование, даже если они могут работать в аналогичной области.
- i) *Конфликт интересов авторов или рецензентов*: Авторы должны сообщать о любом конфликте интересов, который может иметь место в связи с исследованием, о котором сообщается в научной публикации.

Лица, которых приглашают в качестве рецензентов, должны отказываться от такого приглашения журнала, если у них имеется конфликт интересов в отношении представленного исследования, или если у них имеются личные отношения с авторами, которые могут сказаться на их объективности.

- ж) *Неприкосновенность частной жизни и конфиденциальность*: Авторы должны уважать конфиденциальность пациентов, не называя их имен в публикациях или иных местах. Эта защита неприкосновенности частной жизни распространяется на людей, выступающих в качестве добровольцев в исследовании на людях.
- з) *Дублирующиеся публикации*: Для автора является неэтичным одновременно или последовательно представлять в значительной мере один и тот же материал для публикации в два или более журналов, если на это не дано разрешение редакторов всех соответствующих журналов, кроме как в случае отклоненных рукописей.

### **1.2.3. Руководящие правила этики в области образования**

Обстановка формального образования является той средой, в которой студент получает возможность впитывать интеллектуальную и этическую атмосферу учебного заведения и его преподавателей. Таким образом, чрезвычайно важно, чтобы учителя/преподаватели показывали самые высокие этические стандарты, и чтобы студенты включались в те нормы этического поведения, которыми они будут руководствоваться в своей дальнейшей карьере. В данном разделе, посвященном этике в области образования, используются следующие определения: слово «преподаватель» относится к любому человеку, ответственному за образование или наставничество студента, занятого в любой программе образования или профессиональной подготовки; слово «студент» относится к человеку, занятого в любой программе образования или профессиональной подготовки. Предполагается, что вся деятельность, выполняемая студентом в условиях клиники, проходит под прямым руководством преподавателя, и студент должен всегда осознавать медико-правовую ответственность врача.

- а) Руководящие правила для преподавателя:
  - и) *Выполнение программы обучения студента*: Преподаватели должны стремиться способствовать интеллектуальному развитию своих студентов и поддерживать студентов в достижении образовательных целей. Преподаватели должны направлять студентов на эффективный путь к достижению этих целей. Студентыверяют получение образования своим преподавателям,

научным руководителям и наставникам. Соответственно, преподаватели должны действовать как представители своих студентов. Например, работа по грантам учебного заведения или по научно-исследовательским проектам, которая прежде всего приносит пользу преподавателю или учреждению, может быть компонентом образования студента, но такая работа не должна чрезмерно задерживать образовательный процесс в целом.

- ii) *Безопасная среда*: Преподаватели должны способствовать созданию безопасной среды для учебы, они должны научить студентов выявлять опасности и знать, как управлять потенциальными рисками и минимизировать их.
- iii) *Уважение к студентам*: Преподаватели должны с уважением общаться со студентами. Преподаватели воплощают влияние и авторитет. Они обязаны строить отношения со студентами в положительной манере. Их вербальное, невербальное и письменное общение со студентами должно быть конструктивно и аргументировано, и должно служить увеличению их преподавательского опыта.
- iv) *Недопущение дискриминации*: Преподаватели должны справедливо и беспристрастно относиться ко всем студентам независимо от возраста, расы, цвета кожи, вероисповедания, пола, национальной принадлежности, семейного положения, политических или религиозных убеждений, семейных, социальных или культурных корней, или сексуальной ориентации.
- v) *Равные возможности*: Преподаватели должны беспристрастно относиться ко всем студентам в отношении их участия в любой программе или в любой деятельности, которая может принести пользу студенту, включая, среди прочего, участие в научных мероприятиях, программах обучения, научно-исследовательских проектах, интернатуре и стипендиальных программах.
- vi) *Конфиденциальность в отношении студентов*: Доверию, свойственному хорошим отношениям учитель-студент, будет нанесен безвозвратный вред в случае нечаянного разглашения учителем конфиденциальной информации. Преподаватели должны сохранять конфиденциальность непубличной информации о студентах. Оценки работы студента наряду с вербальной и электронной коммуникацией между учителем и студентом должны быть конфиденциальными, если не требуется документально оформить работу студента.
- vii) *Консенсуальные отношения со студентами*: Следует избегать *консенсуальных* или романтических отношений между учителем

и студентом. Основное бремя ответственности за обеспечение корректных отношений между учителем и студентом лежит на учителе.

- viii) *Сексуальное домогательство*: Сексуальное домогательство со стороны преподавателя в отношении студента недопустимо. Сексуальное домогательство – это нежелательные сексуальные посягательства, притязания на сексуальную благосклонность или другие словесные или физические поступки сексуального характера, или любое поведение, которое прямо или косвенно создает неблагоприятную обстановку.
  - ix) *Признание работы студента или других лиц*: Преподаватели должны делать ссылки и признавать предшествующую работу других лиц, если они ее используют в своих учебных презентациях или в материалах курса. Преподаватели должны признавать существенную академическую или научную помощь со стороны студентов. Такое признание может быть выражено как включение студента в соавторы публикации. Отношения наставник-обучаемый или исследователь-студент и проблемы, связанные с авторством, описаны в разделе «Этика научных исследований».
  - x) *Справедливая оценка*: Преподаватели должны справедливо оценивать работу студента и в соответствующих случаях фиксировать эти оценки в учебной карточке студента.
  - xi) *Интеллектуальная и академическая свобода*: Преподаватели должны поощрять открытую атмосферу научного поиска и способствовать созданию среды, свободной от политических, идеологических или религиозных давлений и ограничений.
- b) *Руководящие правила для студента*:
- i) *Просмотр и проверка документов персонального учета*: Студенты имеют право просматривать и проверять свои документы персонального учета. Они могут просить о внесении поправок в свои *документы персонального учета*, если сумеют привести доказательство неправильности записи.
  - ii) *Защита лиц, сообщающих о нарушениях*: Студенты вправе сообщать о нарушениях настоящего кодекса или предоставить соответствующую информацию без страха перед наказанием и/или репрессиями.
  - iii) *Требования в отношении работы по образовательной программе*: Студенты имеют право ожидать, что завершение их образовательной программы не будет зависеть от выполнения какой-либо работы для преподавателя или учреждения, которая

не является формальной, документально оформленной частью образовательной программы.

- iv) *Требования в отношении программы*: Студенты имеют право на получение информации и четко определенных требований в отношении завершения своей образовательной программы.
- v) *Соблюдение политики и порядков медицинского учреждения*: Студенты должны соблюдать политику и порядки своего медицинского учреждения.
- vi) *Академическая честность и добросовестность*: Студенты должны защищать и поддерживать академическую честность и добросовестность. Примеры академической непорядочности включают обман, плагиат, фальсификацию или фабрикацию информации или данных, и несанкционированное сотрудничество.
- vii) *Признание работы других лиц*: Студенты должны полностью признавать предшествующую работу других лиц при включении ее в собственную работу.
- viii) *Свобода самовыражения*: Студенты должны уважать свободу самовыражения других лиц.
- ix) *Конфиденциальность*: Студенты должны соблюдать конфиденциальность информации в отношении пациентов и медицинского учреждения.
- x) *Уважение к студентам, преподавателям, персоналу и пациентам*: Студенты должны взаимодействовать с другими студентами, преподавателями, персоналом и пациентами в уважительной манере. Они должны уважать и поддерживать участие других студентов в аудиторных занятиях.
- xi) *Уважение к собственности медицинского учреждения*: Студенты не должны использовать профессиональную информацию, данные или собственность, принадлежащие преподавателю или медицинскому учреждению, которые не являются частью их образовательных материалов, для собственной профессиональной практики без формального разрешения. Это относится к интеллектуальной или физической собственности. Примеры включают процедуры, политику, рабочие бланки, контрольные перечни, программы гарантии качества, учебные пособия, презентации и протоколы исследований *медицинского* учреждения. Хотя учитель или медицинское учреждение могут разрешать использование или раскрытие такой информации или данных, студент обязан получить разрешение на такое использование.

## Приложение II

### МЕДИЦИНСКИЕ ДОЗИМЕТРИСТЫ – ОБЯЗАННОСТИ И НАВЫКИ

Медицинский дозиметрист является членом группы лучевой терапии, который обладает знанием общих характеристик установок и оборудования лучевой терапии, хорошо знаком с процедурами, стандартно используемыми в дистанционной лучевой терапии и контактной лучевой терапии, и имеет образование и профессиональный опыт, необходимые для расчета дозы излучения и вычисления полученной дозы совместно с медицинским физиком и радиационным онкологом. Медицинские дозиметристы имеют образование, позволяющее им выполнить различные обязанности под контролем МФКК и радиационных онкологов. Предполагается, что все решения, производимые действия и контакты медицинского дозиметриста, о которых говорится в настоящей публикации, выполняются под соответствующим контролем. Кроме того, многие задачи, выполняемые медицинскими дозиметристами, включают участие других членов группы лучевой терапии, таких как техники-радиологи и медсестры. В различных медицинских учреждениях относительные уровни ответственности для выполнения какой-либо задачи по-разному распределяются среди различных членов группы.

Информация об обязанностях и навыках медицинских дозиметристов была взята для настоящего Приложения из материалов Американской ассоциации медицинских дозиметристов (AAMD) [36] и представлена здесь с незначительными изменениями в формулировках и формате. Она представляет собой должностную инструкцию, рекомендуемую AAMD, в которой укрупненно описаны обязанности, навыки и квалификация медицинских дозиметристов в Северной Америке. Медицинским учреждениям, использующим эту должностную инструкцию как основу, предлагается адаптировать ее к местным условиям в зависимости от ситуации и по мере необходимости.

#### II.1. ОСНОВНЫЕ ОБЯЗАННОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ДОЗИМЕТРИСТОВ

- a) Разработка плана облучения при помощи компьютера и/или вручную, с тем чтобы обеспечить подведение назначенной дозы излучения и определить методы подведения дозного распределения в соответствии с назначением радиационного онколога для определенного объема опухоли.

- b) Оценка устройств формирования дозы в дизайне планов облучения и документальное оформление дозиметрического плана в соответствии с назначением радиационного онколога.
- c) Координация моделирования облучения и определение локализации опухоли при помощи специализированных устройств, включая КТ, МРТ и ПЭТ, по показаниям, для планирования облучения в лучевой терапии, согласно руководящим принципам медицинского учреждения.
- d) Контроль, участие или оказание помощи в планировании производства и контроле качества компенсирующих фильтров, индивидуализированных защитных блоков, клиньев и других устройств модификации пучка.
- e) Контроль, участие или оказание помощи в изготовлении и контроле качества муляжей, литых форм и других устройств фиксации больных.
- f) Контроль выполнения плана облучения техниками-радиологами, включая правильное использование устройств для фиксации больных, компенсаторов, клиньев, конфигурации полей облучения и других параметров облучения.
- g) Выполнение вычислений для точного подведения дозы, назначенной радиационным онкологом, оформление всей соответствующей информации в медицинской карте пациента и проверка математической точности всех вычислений при помощи системы, определенной медицинским физиком.
- h) Обеспечение дозиметрии и технической поддержки медицинскому физика в отношении радиационной защиты, калибровки установок выполнения измерений по программе и гарантии качества оборудования радиационной онкологии.
- i) Контроль, участие или оказание помощи в применении определенных методов дозиметрии, включая ионизационные камеры, термолюминесцентную дозиметрию или пленочные измерения, в соответствии с указаниями медицинского физика.
- j) Ассистирование при внутрисполостных и интерстициальных процедурах КЛТ, и в последующем ручном и/или компьютерном вычислении распределений дозы этого облучения под контролем МФКК.
- k) Преподавание прикладных аспектов медицинской дозиметрии студентам и стажерам, в соответствии с назначением.
- l) Участие в клинических исследованиях с целью разработки и внедрения новых методов.
- m) Повышение квалификации в области современных методов планирования облучения и достижений медицинской дозиметрии.

## II.2. НАВЫКИ, НЕОБХОДИМЫЕ МЕДИЦИНСКИМ ДОЗИМЕТРИСТАМ

- a) Должен быть способен понимать технические аспекты лучевой терапии и медицинской физики, необходимые для получения компьютеризированных планов облучения, и сообщить об этих аспектах радиационному онкологу для одобрения плана и технику-радиологу для выполнения плана.
- b) Должен независимо выполнять рутинные обязанности, но при необходимости консультироваться с радиационным онкологом и медицинским физиком.
- c) Должен использовать компьютерную систему планирования облучения применительно к программе гарантии качества под руководством медицинского физика.
- d) Должен иметь практические знания в области радиационной безопасности и соответствующих современных норм и правил местного или национального регулирующего органа (например, Комиссии по ядерному регулированию США).
- e) Должен быть способен интерпретировать и реализовать планы облучения согласно соответствующим руководствам по облучению.
- f) Должен обладать математическими навыками, включая алгебру, тригонометрию и начала анализа, и уметь визуализировать объекты в трехмерном виде для облегчения процесса планирования облучения.



## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] SMITH, P.H.S., NUSSLIN, F., Benefits to medical physics from the recent inclusion of medical physicists in the international classification of standard occupations (ICSO-08), *Med. Phys. Int. J.* **1** (2013) 10–14.
- [2] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MEDICAL PHYSICS, The Medical Physicist: Role and Responsibilities, Working Group on Policy Statement No. 1, IOMP, York, UK (2010).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards — Interim Edition, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 (Interim), IAEA, Vienna (2011).
- [4] COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, Council Directive 97/43 Euratom on Health Protection of Individuals Against the Dangers of Ionizing Radiation in Relation to Medical Exposure, *Official Journal of the European Union* 1997/L 180/22 (1997).
- [5] EUROPEAN COMMISSION, Draft Proposal for a Council Directive Laying Down Basic Safety Standards for Protection Against the Dangers Arising from Exposure to Ionising Radiation (COM/2011/0593 final — 2011/0254 (NLE)) (2011).
- [6] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, The Role of a Physicist in Radiation Oncology, Rep. No. 38, AAPM, College Park, MD (1993).
- [7] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Staffing Levels and Responsibilities of Physicists in Diagnostic Radiology, Rep. No. 33, AAPM, College Park, MD (1991).
- [8] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, The Role of the Clinical Medical Physicist in Diagnostic Radiology, Rep. No. 42, AAPM, College Park, MD (1994).
- [9] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, A Guide to the Teaching of Clinical Radiological Physics to Residents in Diagnostic and Therapeutic Radiology, Rep. No. 64, AAPM, College Park, MD (1999).
- [10] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MEDICAL PHYSICS, Statement of Collaboration between IOMP and IRPA on the Use of Ionizing Radiation in Health Care, *eMPW* **3** 2 (2012) 10–12, [http://www.iomp.org/sites/default/files/empw-32\\_0.pdf](http://www.iomp.org/sites/default/files/empw-32_0.pdf)
- [11] INSTITUTE OF PHYSICS AND ENGINEERING IN MEDICINE, Recommendations for the Provision of a Physics Service to Radiotherapy, IPEM, York, UK (2009).
- [12] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, The Solo Practice of Medical Physics in Radiation Oncology, Rep. No. 80, AAPM, College Park, MD (2003).
- [13] EUROPEAN FEDERATION OF ORGANISATIONS FOR MEDICAL PHYSICS, Criteria for the staffing levels in a medical physics department, EFOMP Policy Statement No. 7, *Phys. Medica* **XIII** (1997) 187–194.
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina, IAEA Human Health Reports No. 1, IAEA, Vienna (2010).

- [15] TABAKOV, S., SPRAWLS, P., KRISANACHINDA, A., LEWIS, C. (Eds), Medical Physics and Engineering Education and Training (Part I), ICTP Press, Trieste, Italy (2011).
- [16] ROBERTS, C., TABAKOV, S., LEWIS, C. (Eds), Medical Radiation Physics: A European Perspective (CEC Project CIPA 3510 CT 92 2623), King's College School of Medicine and Dentistry, London (1995).
- [17] EUDALDO, T., OLSEN, K., The European Federation of Organisations for Medical Physics, Policy Statement No. 12: The present status of Medical Physics Education and Training in Europe, New perspectives and EFOMP recommendations, *Phys. Medica* **26** (2010) 1–5.
- [18] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MEDICAL PHYSICS, Basic Requirements for Education and Training of Medical Physicists, Working Group on Policy Statement No. 2, IOMP, York, UK (2010).
- [19] EUDALDO, T., OLSEN, K., The present status of Medical Physics Education and Training in Europe: an EFOMP survey, *Phys. Medica* **24** (2008) 3–20.
- [20] EUROPEAN COMMISSION, Project on Medical Physics Expert (TREN/09/NUCL/SI2.549828) — Draft Qualification and Curriculum Frameworks for the Medical Physics Expert in Europe (2010–2012), <http://portal.ucm.es/web/medical-physics-expert-project>
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students, IAEA, Vienna (2005).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students, IAEA, Vienna (2013).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Medicine Physics: A Handbook for Teachers and Students, IAEA, Vienna (готовится публикации).
- [24] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Academic Program Recommendations for Graduate Degrees in Medical Physics, Rep. No. 197, AAPM, College Park, MD (2009).
- [25] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Essentials and Guidelines for Hospital-based Medical Physics Residency Training Programs, Rep. No. 90, AAPM, College Park, MD (2006).
- [26] INSTITUTE OF PHYSICS AND ENGINEERING IN MEDICINE, Training Prospectus for Medical Physicists and Clinical Engineers in Health Care, IPEM, London (2010).
- [27] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Клиническая подготовка медицинских физиков, специализирующихся в области радиационной онкологии, Серия учебных курсов, № 37, МАГАТЭ, Вена (2012).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Clinical Training of Medical Physicists Specializing in Diagnostic Radiology, Training Course Series No. 47, IAEA, Vienna (2011).
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Clinical Training of Medical Physicists Specializing in Nuclear Medicine, Training Course Series No. 50, IAEA, Vienna (2011).
- [30] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Alternative Clinical Training Pathways for Medical Physicists, Rep. No. 133, AAPM, College Park, MD (2008).

- [31] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, The Essential Medical Physics Didactic Elements for Physicists Entering the Profession through an Alternative Pathway (Suppl. to Report 197), Rep. No. 197S, AAPM, College Park, MD (2011).
- [32] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Code of Ethics for the American Association of Physicists in Medicine, Rep. No. 109, AAPM, College Park, MD (2009).
- [33] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Recommended Ethics Curriculum for Medical Physics Graduate and Residency Programs, Rep. No. 159, AAPM, College Park, MD (2010).
- [34] HEALTH AND CARE PROFESSIONS COUNCIL, Standards of Conduct, Performance and Ethics (2012), <http://www.hpc-uk.org/aboutregistration/standards/standardsofconductperformanceandethics/>
- [35] THE NATIONAL COMMISSION FOR THE PROTECTION OF HUMAN SUBJECTS OF BIOMEDICAL AND BEHAVIORAL RESEARCH, The Belmont Report, Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects of Research (1979), <http://www.hhs.gov/ohrp/humansubjects/guidance/belmont.html>
- [36] AMERICAN ASSOCIATION OF MEDICAL DOSIMETRISTS, <http://www.medicaldosimetry.org/generalinformation/description.cfm>



## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И АКРОНИМОВ

ААМД	Американская ассоциация медицинских дозиметристов
ААРМ	Американская ассоциация физиков в медицине
ЕГОМР	Европейская федерация организаций медицинской физики
ИОМР	Международная организация медицинских физиков
ИРЕМ	Институт медицинской физики и техники
ГК	гарантия качества
ДИР	диагностическая и интервенционная радиология
ДРУ	диагностический референтный уровень
ИТ	информационная технология
КК	контроль качества
КТ	компьютерная томография
ЛТВК	лучевая терапия с визуальным контролем
ЛТМИ	лучевая терапия с модуляцией интенсивности
МРТ	магнитно-резонансная томография
НИЗ	Национальные институты здравоохранения
НПК	непрерывное повышение квалификации
МФКК	медицинский физик клинической квалификации
ОНБ	Основные нормы безопасности
ОРЗ	ответственный за радиационную защиту
ОФЭКТ	однофотонная эмиссионная компьютерная томография
ПЭТ	позитронно-эмиссионная томография
СПЛ	система планирования лечения
УЗО	ультразвуковое обследование



## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Andreo, P.	Стокгольмский университет, Швеция
Brandan, M.E.*	Национальный автономный университет Мексики, Мексика
Castellanos, M.E.*	Папский университет Хавериана, Колумбия
Cheung, K.Y.**	Гонконгская больница-санаторий, Китай
Constantinou, C.	Онкологический центр Банка Кипра, Кипр
Frey, G.H.***	Южнокаролинский медицинский университет, Соединенные Штаты Америки
Ige, T.A. <sup>+</sup>	Национальная больница, Нигерия
LeHeron, J.C.	Международное агентство по атомной энергии
Lopes, M.C.**	Португальский институт онкологии в Коимбре, Португалия
Meghzifene, A.	Международное агентство по атомной энергии
Ramahi, S.	Онкологический центр им. короля Хусейна, Иордания
Van der Merwe, D.	Международное агентство по атомной энергии
Van der Putten, W.	Международное агентство по атомной энергии

\* Представляющий также Латиноамериканскую ассоциацию медицинской физики.

\*\* Представляющий также Международную организацию медицинской физики.

\*\*\* Представляющий также Американскую ассоциацию физиков в медицине.

<sup>+</sup> Представляющий также Федерацию африканских организаций медицинской физики.







# IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 23

## ЗАКАЗ В СТРАНАХ

В указанных странах платные публикации МАГАТЭ могут быть приобретены у перечисленных ниже поставщиков или в крупных книжных магазинах.

Заказы бесплатных публикаций следует направлять непосредственно в МАГАТЭ. Контактная информация приводится в конце настоящего перечня.

### **АВСТРАЛИЯ**

#### ***DA Information Services***

648 Whitehorse Road, Mitcham, VIC 3132, AUSTRALIA

Телефон: +61 3 9210 7777 • Факс: +61 3 9210 7788

Эл. почта: books@dadirect.com.au • Веб-сайт: <http://www.dadirect.com.au>

### **БЕЛЬГИЯ**

#### ***Jean de Lannoy***

Avenue du Roi 202, 1190 Brussels, BELGIUM

Телефон: +32 2 5384 308 • Факс: +32 2 5380 841

Эл. почта: jean.de.lannoy@euronet.be • Веб-сайт: <http://www.jean-de-lannoy.be>

### **КАНАДА**

#### ***Renouf Publishing Co. Ltd.***

5369 Canotek Road, Ottawa, ON K1J 9J3, CANADA

Телефон: +1 613 745 2665 • Факс: +1 643 745 7660

Эл. почта: order@renoufbooks.com • Веб-сайт: <http://www.renoufbooks.com>

#### ***Bernan Associates***

4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, USA

Телефон +1 800 8653457 • Факс: 1 800 865 3450

Эл. почта: orders@bernan.com • Веб-сайт: <http://www.bernan.com>

### **ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА**

#### ***Suweco CZ, spol. S.r.o.***

Klecakova 347, 180 21 Prague 9, CZECH REPUBLIC

Телефон +420 242 459 202 • Факс: +420 242 459 203

Эл. почта: nakup@suweco.cz • Веб-сайт: <http://www.suweco.cz>

### **ФИНЛЯНДИЯ**

#### ***Akateeminen Kirjakauppa***

PO Box 128 (Keskuskatu 1), 00101 Helsinki, FINLAND

Телефон: +358 9 121 41 • Факс: +358 9 121 4450

Эл. почта: akatilaus@akateeminen.com • Веб-сайт: <http://www.akateeminen.com>

### **ФРАНЦИЯ**

#### ***Form-Edit***

5 rue Janssen, PO Box 25, 75921 Paris CEDEX, FRANCE

Телефон: +33 1 42 01 49 49 • Факс: +33 1 42 01 90 90

Эл. почта: fabien.boucard@formedit.fr • Веб-сайт: <http://www.formedit.fr>

#### ***Lavoisier SAS***

14 rue de Provigny, 94236 Cachan CEDEX, FRANCE

Телефон: +33 1 47 40 67 00 • Факс: +33 1 47 40 67 02

Эл. почта: livres@lavoisier.fr • Веб-сайт: <http://www.lavoisier.fr>

#### ***L'Appel du livre***

99 rue de Charonne, 75011 Paris, FRANCE

Телефон: +33 1 43 07 50 80 • Факс: +33 1 43 07 50 80

Эл. почта: livres@appeldulivre.fr • Веб-сайт: <http://www.appeldulivre.fr>

### **ГЕРМАНИЯ**

#### ***Goethe Buchhandlung Teubig GmbH***

Schweitzer Fachinformationen

Willstätterstrasse 15, 40549 Düsseldorf, GERMANY

Телефон: +49 (0) 211 49 8740 • Факс: +49 (0) 211 49 87428

Эл. почта: s.dehaan@schweitzer-online.de • Веб-сайт: <http://www.goethebuch.de>

### **ВЕНГРИЯ**

#### ***Librotrade Ltd., Book Import***

PF 126, 1656 Budapest, HUNGARY

Телефон: +36 1 257 7777 • Факс: +36 1 257 7472

Эл. почта: books@librotrade.hu • Веб-сайт: <http://www.librotrade.hu>

## **ИНДИЯ**

### **Allied Publishers**

1<sup>st</sup> Floor, Dubash House, 15, J.N. Heredi Marg, Ballard Estate, Mumbai 400001, INDIA  
Телефон: +91 22 2261 7926/27 • Факс: +91 22 2261 7928  
Эл. почта: alliedpl@vsnl.com • Веб-сайт: <http://www.alliedpublishers.com>

### **Bookwell**

3/79 Nirankari, Delhi 110009, INDIA  
Телефон: +91 11 2760 1283/4536  
Эл. почта: bkwell@nde.vsnl.net.in • Веб-сайт: <http://www.bookwellindia.com/>

## **ИТАЛИЯ**

### **Libreria Scientifica "AEIOU"**

Via Vincenzo Maria Coronelli 6, 20146 Milan, ITALY  
Телефон: +39 02 48 95 45 52 • Факс: +39 02 48 95 45 48  
Эл. почта: info@libreriaaeiou.eu • Веб-сайт: <http://www.libreriaaeiou.eu/>

## **ЯПОНИЯ**

### **Maruzen Co., Ltd.**

1-9-18 Kaigan, Minato-ku, Tokyo 105-0022, JAPAN  
Телефон: +81 3 6367 6047 • Факс: +81 3 6367 6160  
Эл. почта: journal@maruzen.co.jp • Веб-сайт: <http://www.maruzen.co.jp>

## **НИДЕРЛАНДЫ**

### **Martinus Nijhoff International**

Koraalrood 50, Postbus 1853, 2700 CZ Zoetermeer, NETHERLANDS  
Телефон: +31 793 684 400 • Факс: +31 793 615 698  
Эл. почта: info@nijhoff.nl • Веб-сайт: <http://www.nijhoff.nl>

## **СЛОВЕНИЯ**

### **Cankarjeva Založba dd**

Kopitarjeva 2, 1515 Ljubljana, SLOVENIA  
Телефон: +386 1 432 31 44 • Факс: +386 1 230 14 35  
Эл. почта: import.books@cankarjeva-z.si • Веб-сайт: [http://www.mladinska.com/cankarjeva\\_zalozba](http://www.mladinska.com/cankarjeva_zalozba)

## **ИСПАНИЯ**

### **Diaz de Santos, S.A.**

Librerias Bookshop • Departamento de pedidos  
Calle Albasanz 2, esquina Hermanos Garcia Noblejas 21, 28037 Madrid, SPAIN  
Телефон: +34 917 43 48 90 • Факс: +34 917 43 4023  
Эл. почта: compras@diazdesantos.es • Веб-сайт: <http://www.diazdesantos.es/>

## **СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО**

### **The Stationery Office Ltd. (TSO)**

PO Box 29, Norwich, Norfolk, NR3 1PD, UNITED KINGDOM  
Телефон: +44 870 600 5552  
Эл. почта (заказы): books.orders@tso.co.uk • (справки): book.enquiries@tso.co.uk • Веб-сайт: <http://www.tso.co.uk>

## **СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ**

### **Bernan Associates**

4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, USA  
Телефон: +1 800 865 3457 • Факс: 1 800 865 3450  
Эл. почта: orders@bernan.com • Веб-сайт: <http://www.bernan.com>

### **Renouf Publishing Co. Ltd.**

812 Proctor Avenue, Ogdensburg, NY 13669, USA  
Телефон: +1 888 551 7470 • Факс: +1 888 551 7471  
Эл. почта: orders@renoufbooks.com • Веб-сайт: <http://www.renoufbooks.com>

### **Организация Объединенных Наций (ООН)**

300 East 42<sup>nd</sup> Street, IN-919J, New York, NY 1001, USA  
Телефон: +1 212 963 8302 • Факс: +1 212 963 3489  
Эл. почта: publications@un.org • Веб-сайт: <http://www.unp.un.org>

## **Заказы платных и бесплатных публикаций можно направлять непосредственно по адресу:**

IAEA Publishing Section, Marketing and Sales Unit, International Atomic Energy Agency  
Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria  
Телефон: +43 1 2600 22529 или 22488 • Факс: +43 1 2600 29302  
Эл. почта: sales.publications@iaea.org • Веб-сайт: <http://www.iaea.org/books>



В настоящей публикации представлены рекомендации в отношении функций и обязанностей медицинских физиков клинической квалификации, работающих по одной или более специальностей лучевой терапии, ядерной медицины или диагностической и интервенционной радиологии, гармонизированные на международном уровне. Публикация также включает рекомендации в отношении минимальных требований к академическому образованию и клинической подготовке, необходимых для получения физиком клинической квалификации по одной из этих специальностей. Эта книга будет особенно полезна для специалистов, занимающихся образованием и профессиональной подготовкой медицинских физиков как в учебных заведениях, так и в медицинских учреждениях, а также для специалистов, работающих в области медицинской радиационной физики. Она будет также важна для национальных профессиональных ассоциаций, министерств здравоохранения и регулирующих органов для обеспечения возможности регулирования рассматриваемой профессии. Выполнение настоящих рекомендаций, одобренных профессиональными ассоциациями, обеспечит согласованность и гармонизацию практической деятельности в области медицинской физики на благо пациентов во всем мире.

## СЕРИЯ ПУБЛИКАЦИЙ МАГАТЭ ПО ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА

ISBN 978–92–0–409414–5

ISSN 2075–3772