

МЕДИКО-ФИЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Костылев В.А.

Ассоциация медицинских физиков России, Москва

Введение

Сегодня медицина в своем распоряжении имеет уже достаточно большой выбор медико-физических технологий и оборудования как для терапии, так и для диагностики заболеваний.

Так, в терапии используется широкий спектр ионизирующих излучений: рентгеновское, фотоны, электроны, протоны и т.д. При этом применяются различные гамма-аппараты, ускорители, реакторы, нейтронные генераторы, радионуклиды и т.д. Для диагностики, планирования лечения и контроля результатов лечения широко используются различные средства визуализации: рентген, УЗИ, РКТ, МРТ, ОФЭКТ, ПЭТ и др. Для лечебного воздействия и как физические модификаторы используются различные источники оптического излучения, ультразвук, применяется гипертермия, гипотермия, магнитные поля.

Наиболее широко распространены эти технологии и оборудование в высокоразвитых странах, особенно в США, Германии, Швеции, Японии и др. Бурное развитие этих технологий, их широкое распространение и эффективное использование в клиниках этих стран базируется на мощном фундаменте медицинской физики и хорошо организованном медико-физическом обслуживании. Однако Россия, несмотря на свой несомненно высокий уровень науки и образования, сильно отстает в данных областях и по времени (лет на 30–40), и по количеству самых перспективных медико-физических комплексов (в сотни и даже тысячи раз) в клиниках.

Сегодня уже накоплен большой объем научно-технических знаний и достижений. Однако наука вырвалась далеко вперед, а ее практическое применение у нас в клиниках сильно отстает. Настало время более эффективного, комбинированного, системного применения имеющихся технологий и аппаратов.

Для этого пора:

- ✓ "оглядеться, причесать мысли" и проанализировать ситуацию;
- ✓ "подтянуть обозы к оторвавшейся далеко вперед коннице";
- ✓ научиться быстро и эффективно реализовывать на практике достижения науки и техники.

Появление сложных медико-физических лечебных и диагностических технологий и оборудования наряду с проектированием и оснащением соответствующих клинических центров ставит очень важную проблему их эффективного использования.

Это касается, в первую очередь, клинических центров конформной лучевой терапии, протонной и нейтронной терапии, центров ядерной медицины и ПЭТ-центров, центров физической модификации.

Специфика этих комплексов заключается в том, что они не могут эффективно функционировать в клинике без компетентной и хорошо организованной медико-физической службы, укомплектованной высококвалифицированными медицинскими физиками и инженерами.

Задачи медико-физической службы в клиниках

Общими задачами такой службы в клиниках являются [1]:

1. Физико-техническое обеспечение лучевой терапии, лучевой диагностики, ядерной медицины, лазерной медицины и других областей медицины, где используются физические излучения, медико-физические технологии и аппаратура.
 2. Обеспечение высокого уровня медико-физического обслуживания, предоставляемого в лечебном учреждении.
 3. Ответственность за стандартизацию и калибровку медико-физического оборудования, за точность и безопасность физических методов, используемых в повседневной клинической практике, в тесном сотрудничестве с медицинским персоналом.
 4. Проведение и организация научных исследований по развитию и внедрению новых медико-физических технологий и аппаратов.
 5. Организация и проведение обучения по прикладной физике, медико-физическим технологиям и технике врачей, инженеров, медицинских сестер, студентов (физиков и врачей) и технических работников.
 6. Административная работа по организации медико-физического обслуживания и технического оснащения.
 7. Ведение необходимой медико-физической и технической документации.
 8. Участие совместно с медицинским персоналом в планировании, организации и проведении лечебно-диагностического процесса.
 9. Ответственность (совместно с медицинским персоналом) за диагностику и лечение больных, за безопасность проводимых процедур.
 10. Контроль и гарантия качества медико-физических диагностических и лечебных технологий.
 11. Калибровка и метрологическая поверка дозиметрической и радиометрической аппаратуры, эксплуатируемой в учреждениях сети государственного санитарно-эпидемиологического надзора.
 12. Физико-математическая экспертиза и разработка проектов помещений для размещения медико-физической аппаратуры.
- В каждой из медико-физических областей эти задачи приобретают более конкретное содержание. Так, например, в лучевой терапии это:
1. Выбор оптимального по радиационно-физическим параметрам источника облучения и типа облучения.
 2. Составление общего плана лучевой терапии, выбор режима фракционирования по радиобиологическим критериям, в том числе и по оптимизационным математическим моделям.
 3. Проведение и компьютерная обработка результатов предлучевой топометрии с использованием методов фотопленочной и цифровой рентгенографии, а также рентгеновской, магнитно-резонансной и ультразвуковой компьютерной томографии.
 4. Расчет пространственного распределения поглощенных доз в теле больного с помощью компьютерных систем дозиметрического планирования, в том числе для дистанционного, контактного и сочетанного методов облучения.
 5. Дозиметрическое планирование дистанционной и контактной лучевой терапии.
 6. Многопараметрическая оптимизация планов лучевого лечения с использованием конформных дозных полей.
 7. Абсолютная и относительная клиническая дозиметрия, измерение поглощенных доз на пациенте и в поле пучка.
 8. Контроль точности реализации дозиметрического плана с помощью средств и методов дозиметрии *in vivo* и визуализации дозового распределения в облучаемых анатомических структурах.
 9. Дозиметрическое планирование радионуклидной терапии при терапевтическом использовании радиофармпрепаратов, в том числе с помощью компьютерных расчетов, фантомных и *in vivo* измерений пространственного распределения активности в теле больного.
 10. Организация и выполнение мероприятий по обеспечению радиационной безопасности больного, в том числе снижению радиационного риска поражения тканей и органов, не затронутых патологическим процессом.
 11. Разработка и выполнение программ гарантии качества облучения, в том числе по метрологическому контролю.

12. Оснащение отделений лучевой терапии современной радиационно-физической аппаратурой и вспомогательным оборудованием, в том числе участие в монтаже и приемосдаточных испытаниях радиационно-терапевтических установок.
13. Физико-математическое обеспечение проектирования помещений для радиационно-терапевтических установок.
14. Калибровка радиационно-физических параметров пучка излучения и проведение фантомных измерений пространственного распределения поглощенных доз.
15. Внедрение в лечебную практику новых методов лучевой терапии.
16. Организация и проведение мероприятий по иммобилизации больного при топометрии и облучении.

Применительно к лучевой диагностике, ядерной медицине и при использовании неионизирующих излучений задачи медико-физической службы приводятся также в работе [1].

Об эффективности использования радиационных терапевтических комплексов

Мониторинг технического состояния отделений лучевой терапии показывает, что относительно простое оборудование находится в рабочем состоянии 90 % времени, средней сложности – 70 %, а ускорительные 20-мэВные комплексы – 30 %. А если учитывать не только рабочее состояние, но и степень использования функциональных возможностей, то в последнем случае эффективность использования составляет лишь 10 %.

Основными причинами этого являются плохое (неадекватное) финансовое обеспечение эксплуатации, дефицит медицинских физиков соответствующей квалификации и плохо организованный сервис.

Сегодня государство вкладывает немалые средства в закупку сложных терапевтических диагностических комплексов, а затем фактически бросает их на призыв судьбы.

В то время как материальные потери при использовании медико-физических технологий (по оценке Американского колледжа клинической инженерии) в США составляет 13–17 %, а в развивающихся странах 85–92 %, то в России (по оценке АМФР) они в 1,5 раза больше, чем в развивающихся странах.

Так, у нас в лучевой терапии (оснащенной пока преимущественно относительно несложной техникой) положение с качеством пучков и дозиметрической аппаратурой намного хуже, чем в развивающихся странах. Тестирование облучателей, проведенное МАГАТЭ и АМФР в России с помощью ТЛД-дозиметрии, показало, что у нас почти в 2 раза больше неудовлетворительных результатов, чем в развивающихся странах. Причинами этого являются: оснащение устаревшим оборудованием (в некоторых клиниках работают на списанных гамма-терапевтических аппаратах), низкая квалификация медицинских физиков и несоответствующая международным стандартам поверочная лаборатория в РНЦР.

Т.к. "КПД" резко снижается с повышением сложности оборудования, то можно себе представить, что нас ожидает в будущем с протонными, нейтронными и ПЭТ-центрами, если мы не повысим медико-физическую культуру, не создадим соответствующие службы в клиниках и не отработаем их, например, на ускорительных комплексах конформной лучевой терапии.

У нас сегодня есть выбор оборудования, в основном оно импортное, но кое-что есть и отечественное. Т.е. имеются "кирпичи", но из них надо строить надежные и удобные "дома". Вот этого как раз мы и не умеем – не умеем создавать, а затем эффективно эксплуатировать сложные медико-физические комплексы непосредственно в медицинских центрах.

Сегодня 94 % онкологических учреждений в первую очередь по кадровому обеспечению очень далеки от "созревания" для освоения и эффективной эксплуатациикупаемых сложных ускорительных комплексов с мультилепестковыми коллиматорами, модуляцией интенсивности и трехмерным планированием. Даже ведущие онкологические учреждения еще не достигли необходимого "уровня зрелости".

Различные группы медицинских физиков, их функции и положение в системе медико-физического обеспечения

Для медико-физического обеспечения сложных радиационных терапевтических и диагностических комплексов медицинские физики сегодня должны:

1. Продолжить усовершенствование существующих и разработку новых медико-физических технологий и аппаратов.

2. Организовывать и обеспечивать процесс внедрения новых технологий и аппаратов в клиники (коммерциализация проектов, медико-технологический менеджмент).
3. Обеспечивать стабильное и качественное медико-физическое обслуживание оборудования и технологий в клиниках.
4. Готовить высококвалифицированные кадры медицинских физиков и инженеров.

Те медицинские физики, которые в научно-технических учреждениях занимаются разработками, не должны самоустраняться от задач, связанных с внедрением и последующим эффективным использованием их научной продукции. Конечно, главное их занятие – это НИОКР, но без их инициативы и заинтересованного участия во внедрении и клиническом использовании этой продукции она останется "на полке". Что чаще всего и происходит. Это не в интересах разработчиков, т.к. получается, что они работают "вхолостую".

Медицинские физики, работающие на коммерческих фирмах и занимающиеся, главным образом, продажей импортного или отечественного оборудования, должны заботиться о том, чтобы это оборудование эффективно использовалось в клиниках. А если заранее ясно, что в клинике нет для этого условий? А фирма все равно ставит свою аппаратуру в эту клинику и зарабатывает на этом. Как это квалифицировать? Некомпетентность, непорядочность, обман или что-то иное? Специалисты, занимающиеся такой работой, должны чувствовать себя весьма неуютно или, по крайней мере, испытывать чувство морально-го неудовлетворения.

Главной задачей медицинских физиков, работающих непосредственно в лечебных учреждениях (клинических физиков), является медико-физическое обеспечение эффективной эксплуатации сложных терапевтических и диагностических комплексов и технологий. На них лежит большая ответственность (совместная с врачами) за результаты лечения и точность диагноза. Но они не смогут успешно справляться со своей главной задачей, если не будут участвовать в разработках и внедрении новых технологий и оборудования, а также в процессе подготовки и повышения квалификации кадров. Для того, чтобы клинические физики могли решать свои задачи, в клинике должны быть созданы соответствующие условия, в том числе достойный статус и зарплата, хорошее оборудование, возможность участия в на-

учных разработках и возможность профессионального роста. И что не менее важно, их профессиональная деятельность должна быть хорошо организована.

Кадры медицинских физиков для решения перечисленных выше задач сегодня в большом дефиците. Они сами по себе не появятся и "с неба не свалятся". Их надо готовить, а это тоже очень сложная, тяжелая и не дешевая работа. А у нас нет для этого ни "педагогического корпуса", ни учебников, ни других необходимых средств, и нет самой системы их подготовки. Те медицинские физики, которые заняты в образовательной сфере, тоже не должны быть оторваны от науки и практики. Они должны принимать участие в разработках, внедрении и использовании медико-физической аппаратуры и технологий, в противном случае им нечем будет "поделиться" с учениками.

Таким образом, мы имеем 4 группы медицинских физиков, каждая из которых выполняет свою очень важную функцию в общем деле – медико-физическом обеспечении сложных радиационных терапевтических и диагностических комплексов.

Между этими группами должна быть налажена тесная взаимосвязь, по отдельности они нежизнеспособны (как органы одного организма) и не могут успешно выполнять свои функции. Каждая из этих групп специалистов должна по уровню квалификации и организованности соответствовать уровню сложности решаемых ею задач. Ничего этого у нас сегодня нет, чем и объясняется очень низкий "КПД" сложных ускорительных комплексов.

В каком же положении находится сегодня каждая из этих групп медицинских физиков?

Разработчики отечественного медико-физического оборудования получают слишком слабую финансовую поддержку от государства. Олигархи тоже пока не заинтересованы вкладывать сюда средства, т.к. неизвестно, когда и будет ли вообще от этих вложений прибыль. Госбюджет уже не обеспечивает клиники средствами на закупку нового оборудования, а страховая медицина еще не заработала, т.е. механизма, который стимулировал бы создание хорошей медицинской техники, в нашем государстве нет. Ни президент, ни правительство созданием такого механизма не занимаются. И, похоже, заниматься не собираются. Если же, несмотря на мизерное финансирование, нашим разработчикам удастся создать что-ли-

бо приличное, у них на "коммерческую раскрутку" и сервисную поддержку не хватает ни компетенции, ни сил, ни средств. Торговым фирмам торговать отечественным оборудованием тоже невыгодно. Слишком много "головной боли" и мало толку. Коммерциализация наших разработок разбивается о мощную конкуренцию импортных аналогов (они, конечно, выигрывают в качестве) и коррупцию чиновников. А сервисное обслуживание организовывать тоже не выгодно, т.к. у клиник денег на нормальную оплату сервисных услуг нет.

Таким образом, у наших разработчиков мы имеем тупиковую ситуацию. Полностью отсутствуют механизмы, которые могли бы стимулировать отечественное производство, внедрение и сервисное обслуживание. Без этих механизмов отечественного производства, которое ослабевает на глазах, через несколько лет не станет, и мы полностью сядем на импортную "иглу". Наши производства гибнут на фоне возрастающих потребностей и закупок, которые, естественно, удовлетворяются за счет импорта. Мы потеряем наши научные школы в данной области и специалистов. По некоторым самым скромным оценкам через несколько лет это приведет к необходимости дополнительно тратить более миллиарда долларов ежегодно. Сегодня же для поддержки и развития отечественных производств сложных медико-физических комплексов требуется ежегодно всего лишь несколько десятков миллионов долларов.

Медицинские физики, занимающиеся продажей ускорителей, гамма-камер, ПЭТ-центров и т.п. находятся в гораздо более благоприятной ситуации, т.к. они, в основном, сегодня продают импортные системы. Их зарплата заложена в стоимости оборудования и услуг. Гибель отечественных производств сегодня им ничем не угрожает, даже наоборот, возрастут продажи импорта, а, следовательно, и их заработки.

Такое "привилегированное положение" отделяет эту группу медицинских физиков от других. Ведь "сытый голодного не разумеет".

Однако эти специалисты заинтересованы в связях с клиническими физиками, которые используют их "товар", и с преподавателями, которые готовят для них новые кадры. Кроме того, они и сами приходят в торговлю из этих клиник и учебных заведений. Следовательно, они должны содействовать развитию и укреп-

лению эксплуатационной и образовательной функций единой медико-физической службы, органической и необходимой частью которой они являются.

Вообще-то, более дальновидные физики-бизнесмены понимают, что торговля, а, стало быть, и они, только выиграли, если бы на рынке присутствовала конкурентоспособная российская техника, на продаже которой тоже можно было бы хорошо заработать.

Клинические физики, на которых лежит главная ответственность за медико-физическое обеспечение сложных радиационных терапевтических и диагностических комплексов непосредственно в клиниках, находятся в самом бедственном и бесправном положении. Именно это является основной причиной низкой эффективности клинического использования таких комплексов.

У них нет официального статуса в медицине и поэтому они вынуждены "стыдливо" занимать в клиниках разные другие должности. В ВАКе нет такой научной специальности, и повышать квалификацию им приходится, защищая диссертации по смежным наукам. Это, конечно, создает неблагоприятный моральный климат, отрицательно сказывается на качестве лечения и тормозит развитие высоких медико-физических технологий.

У нас очень плохо обстоит дело с подготовкой клинических физиков. На эту работу чаще приходят некомпетентные в данной области инженеры со стороны, или, как правило, очень "сырые", поверхностно подготовленные выпускники недавно образованных кафедр медицинской физики. Да и эти идут в клинику очень неохотно.

Ситуация усугубляется низкими зарплатами. В результате, даже если в клинике удастся подготовить высококлассного специалиста, он чаще всего уходит в другую сферу деятельности. Будучи универсалом (хорошим физиком, математиком, программистом, компьютерщиком и свободно владея английским языком) такой специалист легко находит себе гораздо более высокооплачиваемую работу в бизнесе, на фирме или в банковской сфере. А клиника остается без ценных кадров и без необходимого медико-физического обеспечения.

Для того чтобы привлечь и сохранить высококвалифицированных физиков в клинику, существует только два механизма:

1. Тесное взаимодействие клинических физиков на финансовой основе с разработчиками отечественного оборудования, медико-техническими коммерческими фирмами и участие в образовательной деятельности. При нормальной организации это вполне можно совмещать с основной работой в клинике.
2. Наличие в обязательном порядке в бюджете клиники соответствующих средств, специально выделяемых на медико-физическое обслуживание сложных и дорогостоящих комплексов при их закупке. Эти средства должны, в первую очередь, использоваться для повышения зарплаты высококвалифицированным кадрам в клинике и для оплаты сторонних сервисных услуг.

Медицинские физики, работающие в образовательной сфере, практически не имеют возможностей для выполнения своих задач. А им предстоит для обеспечения потребностей (в соответствии с международными нормативами) подготовить в ближайшие годы 300 специалистов, а в течение 10–15 лет еще 2–2,5 тысячи медицинских физиков. Эти цифры вытекают из нынешних потребностей и из прогнозов развития и насыщения высокими медико-физическими технологиями российских клиник.

Самым слабым местом является подготовка специалистов в области клинической физики, которые могли бы, например, самостоятельно осуществлять дозиметрическое планирование и клиническую дозиметрию при конформной лучевой терапии онкологических больных с мультилепестковым коллиматором и модуляцией интенсивности. А для этого медицинский физик должен не только знать, что это такое (о чем ему рассказывают на кафедре), но и пройти хорошую клиническую практику и медико-физическую школу в ведущих онкологических клиниках под руководством опытных клинических физиков.

Это требует особой организации и создания специальных образовательных баз учебных медико-физических центров в этих клиниках.

По идее, в этом должны быть заинтересованы все: и физики-разработчики, и физики-бизнесмены, и клинические физики, и руководители медицинских центров. Но как создать эту систему и обеспечить механизмы ее эффективного функционирования?

Разработать такую систему и привлечь необходимые компетентные кадры может АМФР и созданный ею Институт медицинской физики и инженерии (ИМФИ), но реализовать ее можно только при политической и финансовой поддержке правительства.

Организационно-экономические вопросы

Возникает вопрос: кто и на какие средства должен организовывать работу различных групп медицинских физиков и координировать их взаимодействие, решать широкий спектр выше перечисленных актуальных задач?

Кто должен разрабатывать методы планирования и построения сложных радиационных терапевтических и диагностических систем, методы управления ими? И кто будет затем на практике реализовывать эти задачи?

Этим должны заниматься **медицинские физики-системщики**, которых пока еще нет, но которые уже нужны.

Может, все это будет решаться само собой? Конечно, нет. Сегодня на общественных началах этим занимается и выполняет функции штаба медико-физической службы АМФР, которая вынуждена была взять на себя эти задачи из-за того, что государство этим совершенно не занимается. Это можно рассматривать как временную меру, но дальше это несерьезно. То, что делает в этом направлении Ассоциация, следует рассматривать как серьезный задел для дальнейшего развития на государственной основе.

Необходимо создавать единую государственную медико-физическую службу и обеспечивать ее функционирование. Управление такой службой на федеральном уровне и координацию работ должен осуществлять специальный межотраслевой медико-физический центр. Он должен выполнять головные функции, обеспечивать научно-методическое руководство и управление всей системой и находиться на базе крупного медицинского научного центра.

Кроме этого, должен быть создан ряд межрегиональных медико-физических центров (например, по административным округам), каждый из которых будет курировать сеть крупных медицинских учреждений (институтов, онкодиспансеров, областных больниц, диагностических центров и т.п.), имею-

щих сложные радиационные терапевтические и диагностические комплексы. В каждом округе реально может быть 10–20 таких медицинских учреждений, в которых должны быть свои собственные подразделения медицинской физики, выполняющие конкретные сервисные функции.

Такая схема позволит обеспечить эффективное медико-физическое обслуживание во всех заинтересованных в этом клиниках. Конечно, развитие такой системы должно осуществляться постепенно и поэтапно с учетом необходимости и возможности.

При создании в клиниках сложных медико-физических комплексов в их ежегодный бюджет должны закладываться дополнительные средства в размере, равном 10–15 % от их продажной стоимости (так делается в развитых странах). Эти средства идут на технический и медико-физический сервис, зарплату высококвалифицированным кадрам и др. Это позволит сохранить ценные кадры, обеспечить постоянное повышение их квалификации и содержать соответствующую медико-физическую службу, а, следовательно, обеспечить условия для эффективного использования таких комплексов.

Вообще, затраты на подготовку, повышение квалификации и сохранение высококвалифицированных кадров, создание и поддержание системы медико-физического обеспечения значительно меньше затрат на закупку оборудования, но без них это оборудование становится практически бесполезным.

На начальном этапе для создания такого федерального медико-физического центра и придания импульса к построению всей системы медико-физического обеспечения должно быть выделено целевое госбюджетное финансирование. Затем этот центр и межрегиональные центры смогут существовать и развиваться, в основном, за счет хоздоговорного обслуживания медицинских центров (оснащаемых сложными системами), которые, в свою очередь, должны иметь на это специальные средства из федерального и местного бюджета за счет медицинского страхования, платных услуг и т.п.

Разумной альтернативы созданию медико-физической службы нет. В противном случае, лучше остановить процесс приобретения сложных радиационных терапевтических и диагностических комплексов, т.к. без системы медико-физического обеспечения это приводит лишь к огромным и бесполезным тратам государственных средств и большой “головной боли” при отсутствии ожидаемого терапевтического эффекта.

Список литературы

1. Костылев В.А. Медико-физическая служба. Задачи и вопросы организации. – М.: АМФР-Пресс, 2001.