ТЕХНИЧЕСКИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ РАДИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОНКОЛОГИИ

Книга «Технические спецификации радиотерапевтического оборудования для лечения онкологии» представляет собой пособие для студентов и преподавателей. Предлагаемое издание – перевод на русский язык современной публикации Всемирной организации здравоохранения и Международного агентства по атомной энергии. Перевод выполнен в Кубанском государственном университете в 2025 г. под общей редакцией д-р физ.-мат. наук Богатова Н.М., д-р мед. наук Еремина А.Л., канд. физ.-мат. наук Григорьяна Л.Р., канд. физ.-мат. наук Коваленко М.С., Кленевского А.В., Бей Н.Е., Ефремова Г.Д. Пособие предназначено для студентов специальностей и направлений подготовки «Биотехнические системы и технологии», «Медицинская физика» и может быть полезно специалистам на практике.

Содержание включает следующие позиции: общую информацию и технические спецификации об оборудовании для дистанционной радиотерапии, линейных ускорителях электронов, гамма-аппаратах, КТ-симуляторах, системах планирования облучения, технической спецификации онкологических информационных систем и оборудовании для иммобилизации пациентов; технические спецификации оборудования для дозиметрии и контроля качества, оборудования радиационной защиты. Кроме этого рассматриваются технические спецификации ортовольтных рентгеновских аппаратов, оборудования для брахитерапии; технические спецификации рентгеноскопических аппаратов с С-дугой; систем ультразвуковой визуализации. Внимание уделено также вопросам создания службы радиотерапии, управления проектами, закупке, эксплуатации и жизненному циклу оборудования, сохранности пациентов и управления качеством. Отдельные главы посвящены обучению и подготовке медицинских специалистов по радиотерапии, внедрению новых технологий, радиотерапии под визуальным контролем и адаптивной радиотерапии, гипофракционированной и стереотаксической радиотерапии. Рассматриваются специализированные линейные ускорители, протонная и ионная терапия.

Документ включает список сокращений, 11 приложений с техническими спецификациями и их перечень, перечень названий 16 рисунков, перечень заголовков 22 таблиц, перечень аббревиатур и акронимов. Приведенные в начале пособия списки уже задают ориентиры читателю о представленном материале, и это удобно.

Разделы построены однотипно. В начале разделов приводится общее описание, назначение и характеристики технической единицы, далее следует список стандартов и требований к данному виду техники, затем приводятся технические спецификации данного оборудования, позволяющие сориентироваться покупателю при закупках оборудования.

Текст перевода соответствует содержанию. Так в разделе 3.2 (технические спецификации линейных ускорителей) рассматривается технология тотального терапевтического облучения пациентов с лейкемией. Стандартной методикой лечения является метод увеличенного расстояния между источником излучения и кожей. Это позволяет расходящемуся пучку излучения полностью охватить тело пациента, лежащего на боку или спине. Даются рекомендации по проектированию процедурных кабинетов таким образом, чтобы одна из стен находилась на расстоянии не менее 4-х метров от изоцентра, что эквивалентно 5 метрам от источника до стены для горизонтального пучка. Это замечание очень ценно особенно для осваивающих эту методику специалистов, так как одномоментное облучение пациента с малой мощностью дозы на указанных расстояниях снижает количество и выраженность осложнений у пациента по сравнению с облучением на близких расстояниях (на уровне изоцентра).

Все рисунки, таблицы, схемы выполнены с надписями на русском языке. Представлены изображения ускорителей основных компаний производителей Varian и Elekta, отмечены основные компоненты. Обоснованы и даны рекомендации по выбору энергии излучения закупаемого ускорителя, приведены таблицы с основными дозиметрическими характеристиками пучков ускорителей, которые могут сориентировать руководство при закупке оборудования. Приведены технические спецификации ускорителей на одну или несколько энергий. Рассматриваются вопросы радиационной защиты персонала от кратковременных продуктов активации нейтронами конструктивных элементов в головке линейного ускорителя сразу после облучения высокоэнергетическим фотонным пучком.

Рассматриваются технические спецификации (раздел 3.3), вопросы радиационной безопасности, гарантия качества аппаратов для радиотерапии ^{60}Co, которые все еще представлены в современных отделениях преимущественно аппаратами производства Канады и Чехии. Отечественные гамма-терапевтические аппараты практически во всех отделениях радиотерапии России демонтированы.

Раздел 3.4 посвящен КТ-симуляторам. Подчеркивается необходимость наличия большой апертуры КТ симулятора для возможности укладки больных на фиксирующие устройства, а также необходимость плоской деки кушетки из углеродного волокна с идентичной индексацией (для всех видов систем иммобилизации в радиотерапии), идентичной индексации ЛУ и/или аппаратов для телетерапии кобальтом-60 в отделении радиотерапии. Это две позиции отличают КТ-симуляторы и рентгеновские КТ для целей лучевой терапии от диагностических. Приведены стандарты и технические спецификации симуляторов для закупок для целей лучевой терапии. Раздел 3.6 желательно было бы переименовать и назвать «Технические спецификации систем планирования для дистанционного облучения». Раздел 3.8 посвящен основным характеристикам средств иммобилизации и их спецификации, раздел 3.9 включает технические спецификации формовочной комнаты, где изготавливается индивидуальное оборудование при лучевой терапии онкологических больных.

В разделе 3.10. представлены технические спецификации оборудования для дозиметрического контроля качества для ускорителей электронов и гамма-терапевтических аппаратов, включающего референтное дозиметрическое оборудование, оборудование для относительной дозиметрии (радиохромная пленка, электронная 2Д-детекторная матрица). В списке также дозиметрическое оборудование для in vivo дозиметрии, различные инструменты для проверки функционирования различных визуализирующих, оптических и механических компонентов лечебного оборудования и оборудования для симуляции. Приведены стандарты и таблицы спецификаций.

В разделе 3.11 приведены технические спецификации оборудования радиационной защиты. Для ускорителей электронов с энергией фотонного излучения 10 МВ или выше требуется доступ к нейтронному измерителю. В этом

случае требуется измерение дозы нейтронов у входа в процедурный кабинет при вводе в эксплуатацию и в дальнейшем. Раздел 3.12 посвящен рентгеновским аппаратам.

Раздел 4 включает технические спецификации оборудования для брахитерапии, в том числе технические спецификации автоматического введения источников, рентгеноскопических аппаратов с С-дугой, систем ультразвуковой визуализации, технические спецификации для дозиметрии и контролю качества, оборудования радиационной защиты. Раздел 5 посвящен непростым вопросам создания службы радиотерапии, проектам, их реализации, закупкам оборудования и его жизненному циклу, подготовке медицинских специалистов для радиотерапии. В разделе 5.3, что немаловажно, рассматривается система радиационных инцидентов и обучения, которая используется для информирования и изучения отклонений от предполагаемого плана лечения и предписанной дозы на практике, а также в качестве инструмента качества, сохранности и образования. Радиационные инциденты в радиотерапии включают не только передозировку, но и недозировку, а также любые геометрические промахи (правильная доза в неправильном месте). Необходимо отметить, что этим вопросам в отделениях радиотерапии РФ уделяется недостаточное и минимальное внимание, что недопустимо. В разделе 6 рассматриваются новые технологии и методологии радиотерапии, которые включают электронную брахитерапию (замена закрытых радиоактивных источников ^{60}Co и ^{192}Ir миниатюрными рентгеновскими трубками для брахитерапии), радиотерапию под визуальным контролем, адаптивную радиотерапию, гипофракционированное и стереотаксическое облучение. В разделах 6.5 рассматриваются специализированные линейные ускорители, включающие ускорители, установленные на роботизированном манипуляторе, установленном на кардане, с закрытым гантри; ускорители совмещенные с МРТ, с расходящимся пучком, ускорители с гироскопическим движением, ускорители с ПЭТ.

Раздел 6.6 посвящен протонной и легкоионной терапии. В настоящее время в мире насчитывается 79 действующих центров протонной терапии, сосредоточенных в основном в Китае, Японии, Соединенных Штатах и Европе. В Китае, Японии и Европе имеется 13 установок с использованием пучка ионов углерода. Преимущество протонной и легкоионной терапии заключается в снижении дозы на окружающие здоровые ткани и возможности эскалации дозы. Ресурсы для создания и поддержания центров протонной или легкоионной терапии значительно выше, чем для установки линейных ускорителей с той же пропускной способностью пациентов. В настоящее время эти методы не являются экономически эффективными. Однако в будущем ситуация может измениться по мере развития технологий.

Перевод отредактирован и выполнен на профессиональном уровне и языке. В каждой главе к текущему разделу приведены ссылки на большое количество стандартов и литературы, что само по себе бесценно. Однотипность построения разделов благоприятно сказывается на восприятии и запоминании информации. Соответствующее внимание уделено программе гарантии качества оборудования во всех перечисленных разделах документа. В пособии собрано и структурировано значительное количество специальной и новой информации большим коллективом физиков и врачей.

Авторами и переводчиками проделана добросовестная огромная работа и представлено прекрасное пособие, которое будет очень полезно и для начинающих, и для опытных специалистов, работающих в области лучевой терапии.

Д.б.н., профессор И.М. Лебеденко