

Компьютеризованный комплекс для радиотерапии ЭФАРАД

М.Ф. Ворогушин, А.С. Тихомиров, В.А. Шишов

Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры
им. Д.В. Ефремова, Санкт-Петербург, Россия

НИИЭФА имеет большой опыт разработки и изготовления медицинских ускорителей и другого радиотерапевтического оборудования (в том числе для анатомо-топометрии).

С учетом международного опыта в ГП НИИЭФА ОП НПК ЛУЦ налажен мелкосерийный выпуск радиотерапевтического оборудования, а также (совместно с медицинскими соисполнителями) разрабатывается типовая структура, технологии, оборудование и программно-аппаратные средства радиотерапевтического комплекса. Это должно обеспечить необходимый уровень гарантии качества лучевой терапии.

Комплекс (рис. 1) включает в себя: излучатели, средства анатомо-топометрической подготовки, системы верификации и дозиметрии, систему планирования лучевой терапии, компьютеризованную информационную систему, диагностическую аппаратуру.

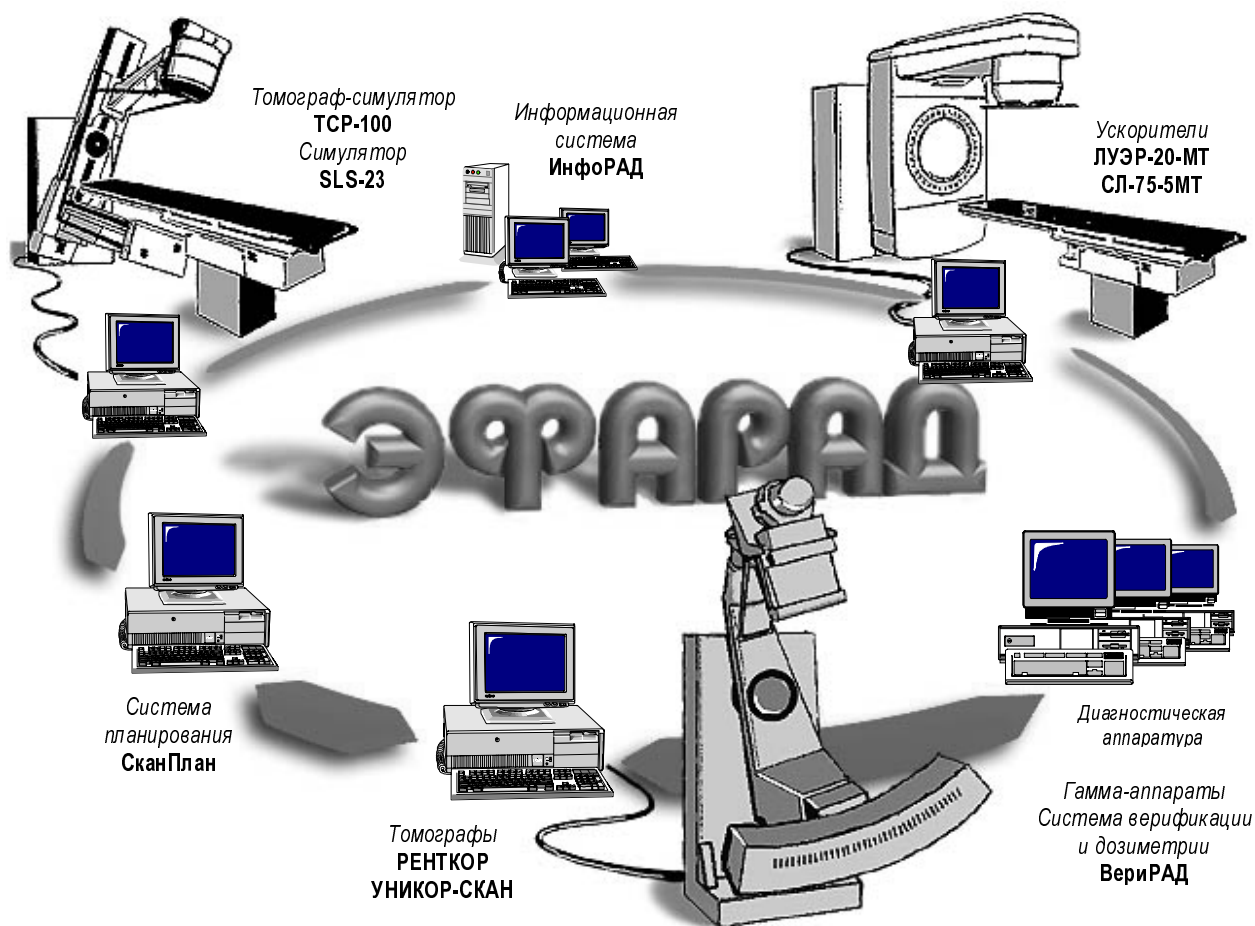


Рис. 1. Общий состав комплекса «ЭФАРАД».

ГАРАНТИЯ КАЧЕСТВА РАДИОТЕРАПИИ

Важнейшей проблемой радиотерапии является обеспечение гарантии качества. Собственно радиационное лечение условно может быть разделено на три части: диагностику, предлучевую подготовку и терапию.

Диагностика. Заключается в определении наличия у пациента опухоли, ее локализации, определении размера и расположения по отношению к другим органам. На этом этапе широко используются, компьютерные томографы, устройства рентгено- и радиографии, УЗИ и др.

Предлучевая подготовка. Заключается в определении лечебной позиции, т.е. области и условий облучения, органов риска, уровней дозовых нагрузок и их фракционирования, а также оптимизация распределения доз. Для этого необходимы цифровые анатомо-топометрические 3-D данные пациента. На этом этапе применяются рентгеновские цифровые симуляторы, компьютерные томографы и системы планирования лучевого лечения.

Терапия. Заключается в реализации выбранной лечебной позиции. На этом этапе используются ускорители и системы верификации условий облучения.

Качество лечения достигается за счет:

- полноты и качества анатомо-топометрических данных;
- оптимизации создаваемых планов облучения;
- обеспечения оптимальных условий лучевого воздействия;
- точности реализации плановых условий облучения;
- исключения случайных ошибок персонала или неисправности аппаратуры.

Современное состояние лечебной и диагностической базы онкологических учреждений определяется прежде всего: морально устаревшим техническим парком; нехваткой оборудования в клиниках; высоким процентом простоя техники ввиду отсутствия единой сервисной службы, дороговизны деталей западного оборудования, длительностью процедуры по оформлению вызова специалистов западных фирм.

ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОТЕРАПИИ В ЭФАРАД

В ЭФАРАД, согласно современным технологиям, лучевому лечению предшествует процесс диагностики, включая исследования на СТ- и МР-сканере.

После определения локализации опухоли осуществляется предлучевая подготовка пациентов. Она включает разметку на рутинном симуляторе и/или томографе-симуляторе полей, формируемых ускорителем.

Далее осуществляется моделирование сеансов облучения в системе планирования с использованием поперечных рентгеновских компьютерных томограмм, и проводится цикл облучения на ускорителе или гамма-терапевтических аппаратах.

Комплексный подход ускоряет и повышает качество предлучевой подготовки и лечения. Так, для получения необходимой анатомо-топометрической информации за один сеанс в условиях полностью идентичного положения пациента при лечении на ускорителях СЛ-75-5МТ и ЛУЭР-20МТ разрабатывается (изготавливается опытный образец) томограф-симулятор ТСП-100.

Для целей диагностики и в случае необходимости получения большого объема анатомо-топометрии (например, для 3D планирования) предполагается использование СТ со спиральным сканированием.

Условия и воспроизводимость укладки пациентов при лечении обеспечивает встроенная система верификации, представляющая собой набор лазерных центраторов и компьютеризованных дальномеров, которые отслеживают положение пациента в процессе лечения.

Анатомо-топометрические изображения, полученные на томографе и томографе-симуляторе, передаются в систему планирования облучения, которая является элементом радиотерапевтического комплекса.

Информационная система обеспечивает работу персонала клиники информацией о проведенной ранее диагностике и текущем процессе лечения пациента (включая все изображения). Дополнительно информационная система осуществляет контроль выполнения назначенных планов облучения на ускорителе.

В целях повышения качества лучевого лечения НПК ЛУЦ приступил к разработке ряда устройств и компьютерных технологий, позволяющих на первом этапе заменить дорогостоящие средства анатомо-топометрической подготовки и обеспечить верификацию условий облучения.



Рис. 2. Проект рентгеновского компьютерного томографа-симулятора.

Лазерный сканирующий дальномер (контуромер) для определения контура тела пациента в положении облучения. Это устройство может быть использовано как для верификации воспроизводимости положения пациента при сеансах облучения, так и в процессе анатомо-топометрической подготовки. В последнем случае полученные контуры облучаемого участка тела пациента заполняются стандартными изображениями органов (с последующей корректировкой их размеров и положений по рентгенограммам) или цифровыми изображениями, полученными с компьютерного томографа.

Система преобразования изображений, полученных на фотопленках или бумаге (ксерорентгенограмм) в цифровое компьютерное изображение. При этом используются цифровые видеокамеры и сканеры, имеющие интерфейс с компьютером.

Система работы с цифровыми базами данных стандартных анатомий, созданных по имеющимся атласам или томограммам. Она требуется как для системы планирования, так и для анатомо-топометрической подготовки.

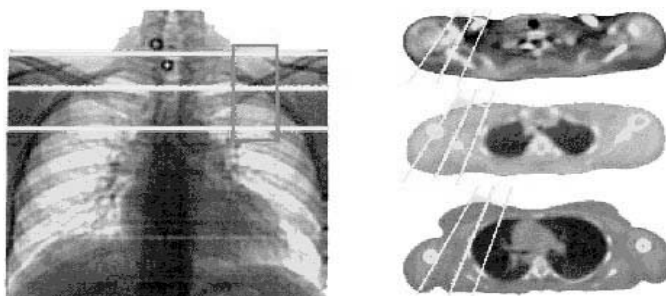


Рис. 3. Примеры изображений, полученных на симуляторно-томографическом комплексе в НИИО им. Н.Н. Петрова.

ВАРИАНТЫ ОСНАЩЕНИЯ КЛИНИК

В рамках радиотерапевтического комплекса ЭФАРД необходимая гарантия качества достигается независимо от многообразия существующих аппаратных средств и состояния диагностической базы конкретного лечебного учреждения России.

Далее представлены примеры создания компьютеризованных радиотерапевтических комплексов в онкологических клиниках России с различной оснащенностью.

Минимальная оснащенность

Полученные на рентгеноаппарате снимки преобразуются в цифровое изображение. Набор контуров, полученных на контуромере, заполняется стандартной анатомией, которая корректируется по полученным рентгенограммам и передается в систему планирования. Планы сеансов облучения передаются на ускоритель или гамма-аппарат. Верификация воспроизводимости укладки пациента осуществляется с помощью контуромера.

Средняя оснащенность

В отличие от предыдущего пункта предварительно осуществляется разметка полей облучения на симуляторе. Если симулятор позволяет получать цифровые изображения, то рентгеноаппарат и система цифрового преобразования не требуются.

Высокая оснащенность

Наличие томографа существенно ускоряет и улучшает качество анатомо-топометрической подготовки. Проблемы отечественных клиник при использовании томографов заключаются, прежде всего в том, что отсутствует прямой интерфейс с системами планирования. Это приводит к необходимости создания твердых копий с последующим их ручным вводом. Однако даже при наличии такого интерфейса условия съема томограмм существенно отличаются от условий облучения на ускорителе, что приводит к искажению контура тела пациента и расположения внутренних органов. Разрабатываемый анатомо-топометрический комплекс позволит автоматизировать процесс ввода цифровых изображений и скорректировать погрешности анатомо-топометрической подготовки за счет использования контуромера.

Полная оснащенность

Предполагает наличие в клиниках симуляторно-томографического комплекса (симулятор с CT-option/extension типа SLS-CT, томограф для радиотерапии, симулятор-томограф и др.), непосредственно совместимого с системой планирования облучения.