

Использование изображений разной модальности для реконструкции позиции аппликатора при брахитерапии

А.Н.Моисеев✉

Сеть медицинских центров «Медскан», МЗ РФ, Москва, Российская Федерация

✉ moiseev@medscannet.ru

Резюме

В статье описываются возможности системы планирования PlanB по воспроизведению трехмерных моделей пациента и аппликаторов по сериям изображений разной модальности, в частности по КТ и МРТ исследованиям. Показаны частные результаты реконструкции аппликатора.

Ключевые слова: контактная радиотерапия; брахитерапия; система планирования; лучевая терапия.

Для цитирования: Моисеев А.Н. Использование изображений разной модальности для реконструкции позиции аппликатора при брахитерапии. Трудный пациент. 2022; 20 (1): 54–57. doi: 10.224412/2074-1005-2022-8-54-57

Using Images of Different Modality to Reconstruct the Position of the Applicator During Brachytherapy

Aleksey N. Moiseev✉

Medscan Network of Medical Centers, Moscow, Russian Federation

✉ moiseev@medscannet.ru

Abstract

The article describes the capacity of the PlanB planning system for reproducing three-dimensional models of the patient and the applicators in a series of images of different modality, in CT and MRI studies in particular. Partial results of applicator reconstruction are shown.

Keywords: contact radiotherapy; brachytherapy; planning system; radiation therapy.

For citation: Moiseev A.N. Using images of different modality to reconstruct the position of the applicator during brachytherapy. Trudnyj Pacient = Difficult Patient. 2022; 20 (1): 54–57. doi: 10.224412/2074-1005-2022-8-54-57

Введение

Современную онкологию сложно себе представить без радиотерапии (лучевой терапии), которую в силу больших технологических различий разделяют на дистанционную радиотерапию, контактную радиотерапию (брахитерапию) и радионуклидную терапию. Последняя является частью ядерной медицины, то есть диагностики и терапии открытыми радионуклидами. Хотя границы между разными радиотерапевтическими методами иногда размываются, контактная радиотерапия достаточно четко характеризуется тем, что облучение производится источником, который является либо закрытым (запаянным в герметичную оболочку) радионуклидным источником, либо компактным генерирующим источником, то есть не является открытым радионуклидным источником, что отличает метод от радионуклидной терапии, с одной стороны. С другой стороны, источник при процедуре подводится непосредственно к тканям пациента, что отличает его от дистанционной радиотерапии.

Несмотря на существенные технические различия, все методы требуют проведения предварительной подготовки к облучению, учитывающей анатомические особенности пациента и распространенность патологического процесса. Данную подготовку называют «планирование радиотерапии» (англ. treatment planning), а компьютерную программу для выполнения этой процедуры – «система (дозиметрического) планирования» (англ. treatment plan-

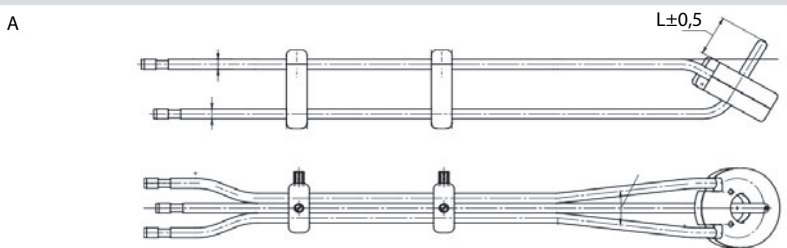
ning system). Учитывая существенный прогресс в диагностической технике, такое планирование, как правило, опирается на изображения разных модальностей, но в первую очередь на трехмерные исследования с компьютерных томографов (КТ) и магнитно-резонансных томографов (МРТ). И действительно, было показано, что использование исследований МРТ при дозиметрическом планировании контактной радиотерапии гинекологического рака имеет клиническую значимость [1, 2], равно как и использование при планировании трехмерных изображений вместо двумерных [2].

В данной статье будут представлены некоторые результаты разработки отечественной системы планирования контактной радиотерапии (брахитерапии) PlanB, учитывающей современные требования к ее проведению.

Материал и методы

Разработанная система планирования PlanB (ООО «РТ7») основана на клиент-серверной архитектуре, что позволяет работать разным пользователям одновременно с разных рабочих мест отделения. При этом клиентом выступает браузер (предпочтительно Google Chrome), что делает клиент «тонким», то есть позволяет работать с разных устройств и рабочих мест в локальной сети отделения. Доступа к интернету при установке сервера в сети отделения, что является стандартной практикой, при этом не требуется.

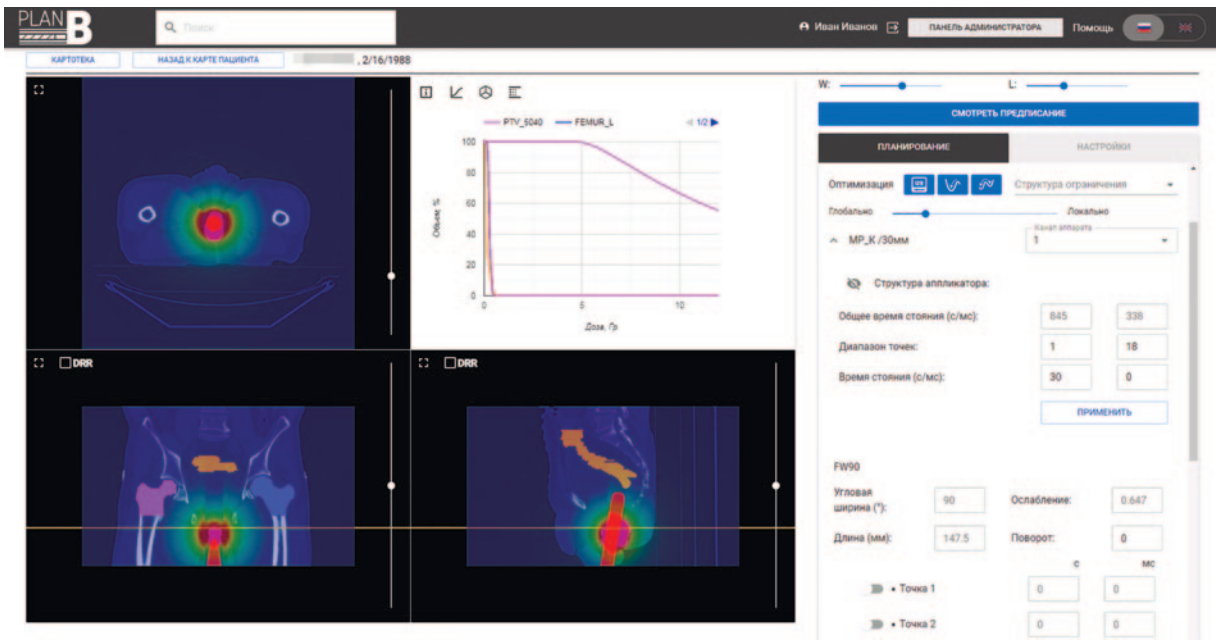
Рис. 1. Пример импортированного в СП PlanB составного аппликатора. А – проекции трехмерной модели аппликатора в системе инженерного проектирования, Б – координаты узловых точек
Fig. 1. An example of a composite applicator integrated into PlanB system. A – projections of a three-dimensional model of the applicator in the engineering design system, Б – coordinates of nodal points



Имя	MP_TL_30°/20mm																	
Имя	1 MP_TL_30°/20mm						2 MP_TL_Л30°						3 MP_TL_П30°					
Канал	1						2						3					
экраны	нет						нет						нет					
гибкий	нет						нет						нет					
активная длина	45						60						60					
Координаты	X	Y	Z	r	atten.	rot. point	X	Y	Z	r	atten.	rot. point	X	Y	Z	r	atten.	rot. point
	0	0	0	2.5	0.965	true	5.882	24.371	-14.567	5	0.965	true	-5.882	24.371	-14.567	5	0.965	true
	0	2.887	-5	2.5	0.965		9.233	22.639	-15.567	5	0.965		-9.233	22.639	-15.567	5	0.965	
	0	5.773	-10	2.5	0.965		11.338	20.906	-16.567	5	0.965		-11.338	20.906	-16.567	5	0.965	
	0	8.66	-15	2.5	0.965		12.799	19.174	-17.567	5	0.965		-12.799	19.174	-17.567	5	0.965	
	0	11.547	-20	2.5	0.965		13.824	17.442	-18.567	5	0.965		-13.824	17.442	-18.567	5	0.965	
	0	14.363	-25	2.5	0.965		14.505	15.71	-19.567	5	0.965		-14.505	15.71	-19.567	5	0.965	
	0	15.693	-30	2.5	0.965		14.889	13.978	-20.567	5	0.965		-14.889	13.978	-20.567	5	0.965	
	0	15.75	-33	2.5	0.965	true	14.999	12.246	-21.567	5	0.965		-14.999	12.246	-21.567	5	0.965	
	0	15.75	-58	2.5	0.965		14.841	10.514	-22.567	5	0.965		-14.841	10.514	-22.567	5	0.965	
	0	15.75	-83	2.5	0.965	true	14.406	8.782	-23.567	5	0.965		-14.406	8.782	-23.567	5	0.965	
	0	15.75	-108	2.5	0.965		13.671	7.05	-24.567	5	0.965		-13.671	7.05	-24.567	5	0.965	

Система планирования брахитерапии PlanB

Система планирования брахитерапии PlanB разрабатывается в России как конкурентный продукт для поставки в первую очередь в составе отечественных радиотерапевтических комплексов контактного облучения.

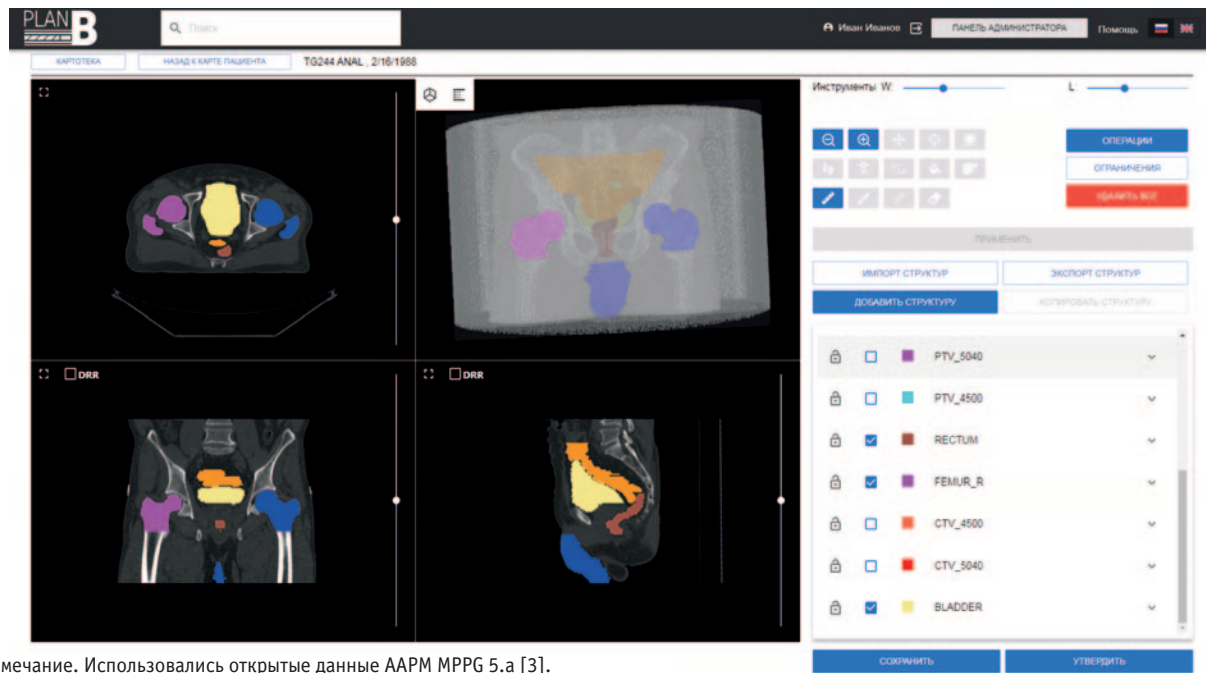


Кроме ориентации на современные требования к лечению (3D вместо 2D, использование разных модальностей изображений при планировании, модельные алгоритмы расчёта), система обладает рядом уникальных для российского рынка возможностей: картотека пациентов, клиент-серверная архитектура с «тонким клиентом», полностью русифицированный интерфейс и другие.

ООО «РТ7»
 +7 (495) 155-7271
 info@rt-7.ru
https://www.instagram.com/rt7_planb/

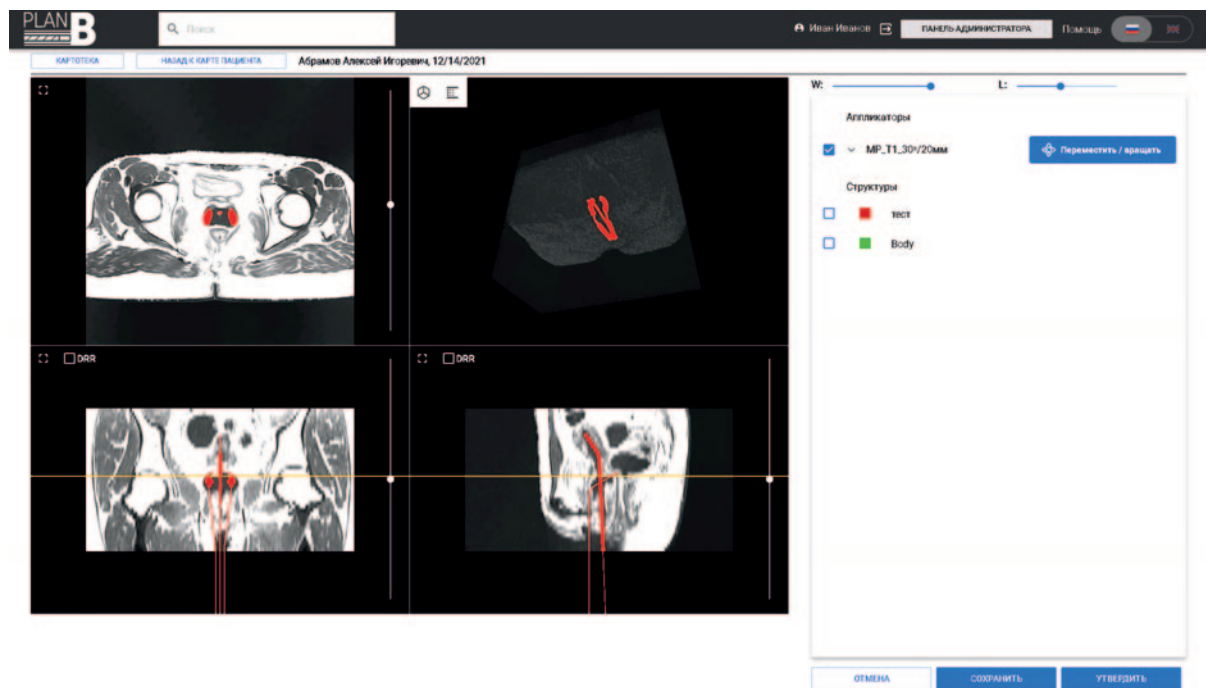


Рис. 2. Пример отображения импортированного в СП PlanB референсного КТ исследования вместе с набором структур.
 Fig. 2. An example of a reference CT scan being displayed after being imported into the PlanB planning system along with a set of structures.



Примечание. Использовались открытые данные AARM MPPG 5.a [3].
 Note. Open data AARM MPPG 5.a were used [3].

Рис. 3. Пример отображения реконструкции позиции аппликатора в СП PlanB на МРТ изображении.
 Fig. 3. An example of displaying the reconstruction of the applicator position in PlanB planning system on an MRI image



Трехмерные КТ и МРТ исследования анонимизированных пациентов для тестирования системы планирования были представлены разными лечебными учреждениями города Москвы, в частности ФГАУ «НМИЦ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России, ФГБУ РНЦРР Минздрава России, ООО «Медскан». Кроме того, были использованы открытые данные исследований КТ и наборов структур для верификации систем планирования Американской ассоциации физиков в медицине (англ. AARM) из рекомендаций MPPG 5.a [3]. Все данные представляют собой файлы в формате DICOM [4].

Система планирования хранит данные изображений в виде трехмерных матриц интенсивности. Координаты центра верхнего левого пикселя изображения с меньшим значением координаты Z считаются началом координат пространства пациента. Учитывая геометрические размеры вокселя, можно сопоставить анатомию пациента с набором оконтуренных структур и размерами, и позицией аппликатора.

В системе планирования аппликаторы хранятся в базе данных как путь канала, представленного узловыми точками. Вычисление промежуточных точек

выполнено трехмерными сплайнами по кривым Безье. Таким образом, пользователь может сам создать аппликатор произвольной геометрии, если ему известны пространственные координаты узловых точек канала, и дополнить им базу данных аппликаторов. Кроме пространственной конфигурации канала, можно указать ослабление излучения аппликатором и толщину его стенок. Также в СП PlanV поддерживаются защитные экраны аппликаторов, но без учета обратного рассеяния.

Габариты и пространственная конфигурация аппликаторов для внутриволостной и аппликационной брахитерапии предоставлены АО «НИИТФА» по тем моделям, которые они выпускают в составе брахитерапевтических комплексов собственного производства. Пример одного такого аппликатора приведен на рис. 1 вместе с координатами узловых точек его центрального канала для задания в СП PlanV.

Результаты

Использованные в системе планирования (СП) PlanV методы хранения изображений и данных аппликаторов позволило протестировать работу системы на референтных данных. Примеры таких проверок представлены на рис. 2 и 3. На рис. 2 представлен пример импортированного в СП PlanV КТ изображения вместе с референтным набором структур. Видно хорошее геометрическое соответствие структур и анатомических областей. Справа сверху расположена трехмерная динамическая модель отображаемых данных (ее можно вращать и рассекать в произвольной плоскости). Представлено окно «оконтурирования» различных анатомических структур и других областей интереса. Данный функционал в целом является стандартным для большинства современных СП.

Кроме возможности работы в трехмерном пространстве с изображениями и структурами, требуется аналогичный функционал для имплантированных в пациента аппликаторов. На рис. 3 показан пример такой реконструкции на МРТ изображении.

Поддерживаются как гибкие аппликаторы (можно перемещать узловые точки), так и аппликаторы из библиотеки. Перемещать в СП можно как сборку аппликаторов целиком, что крайне удобно для случая фиксированной сборки, так и каждый аппликатор в сборке по отдельности.

Заключение

В результате проведенных разработки и тестирования системы планирования брахитерапии PlanV можно утверждать, что разработанная система поддерживает современные трехмерные методы визуализации анатомии пациента и аппликаторов. Это позволяет надеяться в первую очередь на улучшение качества оказываемой медицинской помощи на оборудовании российского производства. В текущий момент ведется верификация геометрической точности воспроизведения модели аппликатора в системе планирования и разными сканерами. Кроме того, в систему постепенно добавляется новый функционал, постоянно расширяющий ее возможности.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор выполняет работы руководителя проекта для ООО «РТ7».

Conflict of interests. The author declares no conflict of interest.

The author works as a project manager for ООО "RT7".

Литература / References

1. Tanderup K., Viswanathan A.N., Kirisits C., Frank S.J. Magnetic resonance image guided brachytherapy. *Semin Radiat Oncol.* 2014; 24 (3): 181–191.
2. Dimopoulos J., Petrow P., Tanderup K. et al. Recommendations from Gynaecological (GYN) GEC-ESTRO Working Group (IV): Basic principles and parameters for MR imaging within the frame of image based adaptive cervix cancer brachytherapy. *Radiation Therapy and Oncology.* 2012; 103 (1): 113–122.
3. Smilowitz J., Das I., Feygelman V. et al. AAPM medical physics practice guideline 5.a.: commissioning and QA of treatment planning dose calculations – megavoltage photon and electron beams. *J Appl Clin Med Phys.* 2015; 16: 14–34.
4. Стандарт DICOM (ISO 12052). Интернет-ссылка: <https://www.dicomstandard.org> [Standart DICOM (ISO 12052). Interenet-ssylka: <https://www.dicomstandard.org> (in Russian)]

Информация об авторе / About the author

Моисеев Алексей Николаевич – к.ф.-м.н., зав. отделением медицинской физики сети мед. центров «Медскан», Москва, Российская Федерация

Aleksey N. Moiseev – Ph.D. in physico-mathematical sciences, Medscan Network of Medical Centers, Moscow, Russian Federation

Статья поступила / The article received: 19.01.2022

Статья принята к печати / The article approved for publication: 25.02.2022