**Обзор исследований дисторсии МР-изображений**

***П.А. Ломакина1, И.В. Мяэкиви1, А.П. Стрелковская1, А.А. Щербаков2***

1студент,2*аспирант*

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,   
физический факультет, Москва, Россия*

E–mail: [lomakina.pa21@physics.msu.ru](mailto:lomakina.pa21@physics.msu.ru)

В настоящее время растет интерес к использованию магнитно-резонансной томографии (МРТ) для планирования лучевой терапии (ЛТ). Однако геометрические искажения, возникающие при МР-сканированиях, оказывают негативное влияние на планирование лечения и точность доставки дозы и являются одним из главных недостатков применения МРТ в ЛТ. Искажения зависят от устройства МР-томографа и от факторов, связанных непосредственно с пациентом. В работе подводятся итоги ряда исследований искажений, относящихся к обеим группам, проводимых сотрудниками и обучающимися кафедры физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ.

В рамках первого эксперимента исследовались искажения, связанные с неоднородностью магнитного поля томографа. В работе использовался фантом, состоящий из пробирок с водой, закрепленных на пластиковой подставке. Получена серия снимков в различных положениях фантома относительно центра однородности поля. Также получена серия снимков в присутствии массивного тела вблизи фантома. При обработке полученных данных использовалась сетка, повторяющая реальные размеры фантома. При помощи сетки были произведены измерения отклонений.

В рамках второго эксперимента вновь исследовались искажения, связанные с неоднородностью магнитного поля томографа. В ходе работы был использован фантом, состоящий из пробирок с водой, закрепленных на пластиковой подставке. Получено три серии снимков в различных положениях фантома относительно центра однородности поля и в присутствии одного и двух массивных предметов вблизи фантома, сбивающих настройки центра однородности.

Следующий эксперимент был направлен на изучение искажений, связанных непосредственно с пациентом, а именно с различной магнитной восприимчивостью веществ. В ходе эксперимента использовался фантом с простой геометрией, состоящий из пробирок с разным количеством наполнения кальцийсодержащих веществ. Было произведено МР-сканирование. В результате было замечено сильное искажение формы пробирок на изображении. Было сделано предположение о том, что искажение связанно с градиентом магнитного поля, направленным по радиусу катушки.

Четвертый эксперимент был направлен на количественную оценку влияния дисторсии на планы лечения метастазов в головном мозге. В эксперименте использовался самодельный лего-фантом. Было произведено МР-сканирование. Обнаруженная дисторсия минимальна в центральной части магнитного поля и значительно увеличивается на периферии исследуемого фантома. Для оценки влияния искажения изображения на доставку дозы были рассчитаны высококомформные планы облучения для шести метастазов различных объемов, локализованных в одном месте. Контур опухоли смещался на 1, 2 и 3 мм от начального положения мишени, чтобы воссоздать дисторсию, возникающую на снимках.

Исследование выполнено при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина».

**Литература**

1. М. А. Зубков, А. Е. Андрейченко, Е. И. Кретов. Магнитно-резонансная томография человека в сверхвысоком поле: новые задачи и новые возможности // УФН, 189:12 (2019), 1293–1314; Phys. Usp., 62:12 (2019), 1214 -1232
2. А.П. Черняев. Радиационные технологии. Наука. Народное хозяйство. Медицина. Москва: Издательство Московского университета, 2019. - 231, [3] с.: ил.
3. Л. Д. Линденбратен, И. П. Королюк Медицинская радиология / Москва, Медицина, 2000
4. Н. В. Анисимов, С. С. Батова, Ю. А. Пирогов Магнитно-резонансная томография: управление контрастом и междисциплинарные приложения / Под ред. проф. ЮА Пирогова, Москва: МАКС Пресс, 2013