

Отзыв научных руководителей
на диссертацию Щербакова Алексея Александровича «Оценка влияния
физических факторов на дозовое распределение в лучевой терапии» на
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.5.1 –Радиобиология

Щербаков Алексей Александрович поступил на физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова в 2015 году. Окончил бакалавриат (2019), магистратуру (2021) и обучается в аспирантуре по кафедре физики ускорителей и радиационной медицины. С 2023 года работает в должности младшего научного сотрудника кафедры и программиста лаборатории Радиационной медицинской физики Отдела ядерно-физических методов в медицине и промышленности НИИЯФ МГУ.

Щербаков А.А. ведет лекционные, семинарские и практические занятия для студентов кафедры физики ускорителей и радиационной медицины по курсам «Физика взаимодействия излучения с веществом», «Математические методы трансмиссионной вычислительной томографии», «Математические методы эмиссионной вычислительной томографии», «Инженерная физика», вел научно-исследовательский семинар для студентов второго курса магистратуры кафедры. С 2021 года ведет семинарские занятия по курсам «Физика» для студентов факультета фундаментальной медицины и «Современное естествознание» для студентов факультета политологии. Ведет лекционные занятия по курсам «Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом», «Дозиметрия ионизирующих излучений» и «Физика лучевой диагностики и терапии» для студентов СВФУ имени М.К. Аммосова (г. Якутск). Является одним из лекторов программы дополнительного образования медицинских физиков для отделений лучевой терапии, разработчик программы повышения квалификации в области обработки продуктов питания ионизирующим излучением. Является соавтором двух

учебных пособий. Под его руководством защищено 8 курсовых работ. Являлся научным консультантом трех бакалаврских дипломов.

Тема диссертационной работы Щербакова А.А. посвящена комплексной оценке влияния физических факторов на распределение дозы при проведении лучевой терапии. Рассматривается влияние неопределенностей, возникающих на этапах диагностики, планирования и проведения лучевой терапии. Работа включает в себя экспериментальную оценку геометрических искажений магнитно-резонансных снимков, расчет вкладов вторичных нейтронов в получаемую пациентом дозу и оценку утечки излучения через многолепестковые коллиматоры ускорителя. На примере мочевого пузыря и дозиметрического плана лечения предстательной железы приведена комплексная оценка неучтенной дозы в органах риска.

Актуальность исследования обусловлена высокими требованиями к точности планирования и проведения лучевого лечения пациента. Неопределенности расчета получаемой пациентом дозовой нагрузки могут приводить как к недооблучению мишени и развитию рецидивов, так и к переоблучению окружающих органов пациента. В связи с этим комплексная оценка их причин представляет как научный, так и практический интерес.

В процессе выполнения диссертационной работы Щербаков А.А. приобрел полный перечень навыков, необходимых для научного сотрудника. Он овладел современными методами моделирования взаимодействия излучения с веществом, методами постановки и проведения экспериментов, а также анализа экспериментальных данных. Им были проведены серии расчетов методом Монте-Карло с использованием инструментария Geant4, выполнены экспериментальные измерения на МР-сканерах Tomikon S50 (Bruker, Германия), Magnetom Avanto и Magnetom Area (Siemens, Германия), линейных медицинских ускорителях Varian Trilogy и Varian Halcyon (Varian Medical Systems, США).

Основные научные результаты, полученные в диссертации Щербакова А.А. состоят в следующем:

1. Проведена экспериментальная оценка геометрических искажений МР-изображений, используемых при планировании лучевой терапии. Показано, что геометрические искажения МР-изображений оказывают влияние на результаты дозиметрического планирования и приводят к изменению расчётного дозового распределения.
2. Разработан и апробирован подход к оценке геометрических искажений МР-изображений с использованием фантомов, включая модульный фантом из доступных компонентов. Это позволило получить количественные характеристики дисторсии и выполнить оценку её влияния на расчётное дозовое распределение.
3. Разработана и верифицирована компьютерная модель медицинского линейного ускорителя для оценки вклада вторичных нейтронов, возникающих при высокоэнергетическом фотонном облучении, в дополнительную дозовую нагрузку. На основе численного моделирования и сопоставления с экспериментальными данными получены количественные оценки вклада вторичных нейтронов.
4. Выполнена экспериментальная оценка дополнительной дозовой нагрузки, обусловленной утечками и рассеянным излучением, связанными с работой многолепесткового коллиматора. Показано, что в области геометрической тени формируется дополнительная доза, не в полной мере учитываемая при расчёте планируемого дозового распределения.
5. На основании результатов, полученных при анализе геометрических искажений МР-изображений, вклада вторичных нейтронов и дополнительной дозы в области геометрической тени, выполнена комплексная оценка суммарного вклада указанных физических факторов в дополнительную дозовую нагрузку на ткани пациента. На примере лучевой терапии предстательной железы проведена оценка дополнительной дозы на мочевого пузырь. Рассмотренный случай служит иллюстрацией предложенного подхода и не ограничивает область его применения.

Щербаков А.А. проявил себя как зрелый и квалифицированный исследователь, умеющий самостоятельно формулировать задачи, выбирать адекватные методы их решения и доводить работу до законченного научного результата. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, содержит новые результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью.

Считаем, что диссертация Щербакова Алексея Александровича «Оценка влияния физических факторов на дозовое распределение в лучевой терапии» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.1 – Радиобиология.

Научные руководители:

Заведующий кафедрой физики
ускорителей и радиационной
медицины физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
д.ф.-м.н., профессор

А.П. Черняев

Доцент кафедры физики
ускорителей и радиационной
медицины физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
к.ф.-м.н.

Е.Н. Лыкова

26.02.2026.