

О Т З Ы В

научного руководителя о диссертации Протопопова Алексея Владимировича «Физическая параметризация релаксационных кривых ЯМР в гетерогенных средах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Диссертация Протопопова А.В. посвящена актуальному анализу магнитно-резонансных томограмм с целью выявления новой биомедицинской информации о живых тканях, исследуемых методом МРТ. Главное внимание в его исследовании уделяется проблеме дополнения визуальной информации о наблюдаемом объекте количественными данными о физических параметрах диагностируемых тканей, т.е. решению задачи физической параметризации магнитно-резонансных томограмм. Поскольку ранее такой вопрос в теории и практике МРТ вообще не поднимался, данная работа является в полной мере оригинальной. Прежде все релаксационные процессы, определяющие уровень и другие характеристики МРТ сигнала, рассматривались исходя из чисто экспоненциальной формы кривой релаксации, которая на самом деле может сильно отклоняться от экспоненциального закона. В особенностях временных отличий релаксационных процессов от идеально экспоненциальной формы можно найти, как показано в диссертации, много новых информационных параметров среды, отображаемой на МР томограммах. До сих пор эта принципиальная особенность релаксационного поведения МР сигналов никак не учитывалась и во многих случаях приводила к неверной интерпретации получаемых МРТ изображений.

Поэтому целью диссертационной работы А.В.Протопопова явилась разработка целого набора инструментов для параметризации МР томограмм, включая построение новой трехмерной математической модели релаксационного сигнала, отражающей реальный ход измерительного процесса.

В результате проведенных исследований диссидентом была сформулирована аналитическая 3D модель, адекватно описывающая как регулярные, так и случайные неоднородности биологических тканей. Впервые была выявлена физическая природа квадратичности релаксационной функции в 3D модели и ее "многоэкспоненциальности", ранее наблюдавшейся, но не имевшей

адекватного объяснения. Было обнаружено ранее неизвестное явление регулярной группировки областей с градиентами спин-спинового взаимодействия протонов в ряде органов человека. Полученные результаты имеют явную практическую значимость, позволяя извлекать новую информацию из традиционных МРТ изображений посредством построения карт физических параметров тканей по протонной плотности, градиентам магнитного поля, уточненным значениям времени релаксации и др.

А.В.Протопопов с отличием закончил МФТИ и поступил в аспирантуру этого университета, уже имея весомый багаж теоретических и экспериментальных разработок в области МРТ. На всех этапах обучения в аспирантуре он проявлял высокую самостоятельность при постановке и решении указанных выше задач современными математическими методами, демонстрируя незаурядную изобретательность в поиске адекватных подходов. Дополнительные экспериментальные навыки он получил во время стажировки под руководством профессоров Юргена Хеннига и Майкла Бока во всемирно известном научном центре МРТ в университетской клинике г. Фрайбурга, ФРГ. Там он развивал и использовал разработанные им приемы и модели в разнообразных клинических исследованиях Анализ экспериментальных данных и основанная на нем формулировка результатов и выводов диссертации были проведены в ФИАН.

Помимо исследований представленных в диссертации А.В.Протопопов выполнил также несколько работ совместно с сотрудниками ЦМТС МГУ и опубликовал эти данные в научной печати. Он успешно испытал действие созданного им метода параметризации магнитно-резонансных томограмм в экспериментах с малыми лабораторными животными на 7-Тл томографе БиоСпек 70/30 и на основе собственных электродинамических расчетов разработал ряд новых высокочувствительных элементов приемно-передающего тракта.

Основные результаты диссертации Протопопов А.В. отразил в 10 научных публикациях, включая 3 статьи в журналах, представленных в системах цитирования WoS, Scopus и 2 статьи в журналах, входящих в Перечень ВАК. Он также является соавтором 6 других научных публикаций.

Результаты диссертации неоднократно докладывались на ряде международных конференций, а также на семинарах в ФИАН, МФТИ и МГУ.

Оценивая работу Протопопова А.В. в целом, я выражаю уверенность в том, что им решена важная научно-практическая задача физического и

биомедицинского профиля, получены ценные научные результаты. Диссертация удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Протопопов Алексей Владимирович вполне заслуживает ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Научный руководитель,
доктор физико-математических наук,
профессор по специальности 01.04.03 - радиофизика,
профессор кафедры фотоники и физики микроволн
физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова
Адрес работы: 119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»,
физический факультет
Тел. +7 495 939 1669
Е-мэйл: yupi937@gmail.com



Пирогов Юрий Андреевич

19 сентября 2019 года

Подпись профессора кафедры фотоники и физики микроволн физического
факультета МГУ Пирогова Юрия Андреевича УДОСТОВЕРЯЮ:

Начальник отдела кадров физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова

«19» сентября 2019 года



Л.К.Ковалева