

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 21 человека. Присутствовали на заседании 14 человек, в том числе удалённо 1 человек.

*Председатель:* д. физ.-мат. наук, Тучин Валерий Викторович

*Ученый секретарь:* д. физ.-мат. наук, Генина Элина Алексеевна

### Повестка дня

**Принятие к защите диссертации** Маркова Сергея Валерьевича «Исследование физических принципов акустооптического метода определения группы крови человека по системе АВ0», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. – Биофизика.

Диссертация выполнена на кафедре оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» (СГУ). Научный руководитель кандидат физико-математических наук, доцент Дубровский Валерий Александрович.

*Слушали:* председателя комиссии совета проф. Скрипаля А.В., представившего положительное заключение комиссии в составе членов совета д.ф.-м.н. проф. Березина К.В., д.ф.-м.н., проф. Караваев А.С. по диссертационной работе (заключение прилагается).

Тема и содержание диссертации соответствуют специальности 1.5.2. – Биофизика (физико-математические науки).

Результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 9 научных работах, из них 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ и включенных в международные базы данных «Web of Science», «SCOPUS». Содержание опубликованных работ полностью отражает содержание диссертации. Диссертация удовлетворяет требованиям, изложенным в пунктах 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Согласно результатам проверки в системе «Антиплагиат.ВУЗ» оригинальность текста составляет 83.59%, самоцитирование – 13.49%, совпадения текста – 2.63%, цитирование – 0.29%.

*Постановили (открытым голосованием, единогласно):*

1. Принять диссертацию Маркова Сергея Валерьевича «Исследование физических принципов акустооптического метода определения группы крови человека по системе АВ0» к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. – Биофизика.
2. Назначить ведущей организацией федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ФГБОУ ВО «ОГУ имени И. С. Тургенева»), г. Орёл.
3. Назначить официальными оппонентами: Беликова Андрея Вячеславовича, доктора физико-математических наук, профессора, профессора лаборатории биомедицинских лазерных технологий института лазерных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», (Университет ИТМО), г. Санкт-Петербург и

Приезжева Александра Васильевича, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», (ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»), г. Москва

4. Назначить дату и время защиты на 19.06.2025 г. в 15:00.
5. Разрешить печатать автореферат и провести его рассылку по обязательным адресам, адресам диссертационных советов по специальности диссертации, в адреса организации и специалистов по профилю диссертации.
6. Разместить объявление и автореферат на сайте Минобрнауки РФ.
7. Разместить объявление, автореферат, диссертацию и всю документацию, предусмотренную «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, и Приказом Минобрнауки РФ от 16.04.2014 № 326, на сайте СГУ и в системе ЕГИСМ.

Председатель диссертационного совета  
д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. РАН



В.В. Тучин

Ученый секретарь диссертационного совета,  
д.ф.-м.н., доц.



Э.А. Генина

## Заключение

комиссии диссертационного совета 24.2.392.06 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по диссертации Маркова Сергея Валерьевича «Исследование физических принципов акустооптического метода определения группы крови человека по системе АВ0», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.5.2. – Биофизика.

Диссертационная работа Маркова С.В. выполнена на кафедре оптики и биофотоники Института физики ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». Научный руководитель – Дубровский Валерий Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий инженер кафедры оптики и биофотоники Института физики ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Диссертационная работа Маркова С.В. посвящена исследованию процессов, лежащих в основе акустооптического метода определения группы крови человека по системе АВ0.

В диссертационной работе при описании общих принципов седиментационного акустооптического метода типирования крови впервые было предложено использовать набор не из двух, а из трёх образцов, включающий в себя чистый образец без гемагглютинирующих агентов и два образца, в которых потенциально может произойти реакция агглютинации эритроцитов. Такой подход обусловлен стремлением к повышению достоверности результатов данного метода.

В рамках настоящей работы был подробно исследован такой процесс как седиментация крови. Были проведены соответствующие эксперименты, необходимые для глубокого изучения данной проблемы: седиментация свободных эритроцитов и их агрегатов и седиментация агглютинатов. Также построены и подтверждены следующие модели: теоретическая модель седиментации крови в форме коллективного оседания эритроцитов и их агрегатов; механические модели седиментации крови (сферическая и дисковая модели). Показано, что результаты проведённых соответствующих экспериментов удовлетворительно совпадают с модельными расчётами. Также показано, что при слабых разведениях крови скорость ее седиментации возрастает с увеличением содержания крови в физиологическом растворе. В рамках исследования седиментации предложено рассмотрение капиллярных эффектов в качестве пусковых основ для старта седиментации крови, показана важность роли агрегации эритроцитов. Рассмотрение капиллярных эффектов и соответствующие эксперименты позволили описать кинетику оседания крови и ранее обнаруженное движение во встречном потоке

эритроцитов, их агрегатов и газовых пузырьков против направления седиментации крови. Помимо этого, показано, что величина скорости седиментации крови зависит от агрегационной способности эритроцитов – при ее росте возрастает и значение скорости седиментации. Экспериментально и с помощью моделирования было доказано, что седиментация крови – коллективный процесс, а скорость седиментации (СОЭ) является многофакторным параметром.

Воздействие ультразвуковой стоячей волной на исследуемые образцы крови является достаточно значительным внешним фактором, влияющим на седиментацию крови. Кроме того, при условии наличия в образцах гемагглютинирующих агентов – цоликлонов – это влияние становится решающим в определении групповой принадлежности образца.

В рамках исследования воздействия ультразвуковой стоячей волны на образцы крови были реализованы следующие задачи:

Экспериментально показано влияние УЗ воздействия на образцы крови при различных условиях проведения опытов и пробоподготовки – группировка эритроцитов;

Построена математическая модель, описывающая механику процесса группировки эритроцитов под действием УЗ стоячей волны, а также расширение этой модели до рассмотрения монослоя из агрегатов;

Определено оптимальное время для наступления полной, нормальной группировки, а также проведено сопоставление этой величины из расчётов и экспериментов; решение этой задачи напрямую связано с понятием времени, требуемого на практике, для типирования одной пробы крови.

Представлены пять способов цифровой обработки экспериментальных результатов акустооптического метода типирования крови по системе АВ0. Целью разработки и создания этих способов является повышение величины разрешения акустооптического метода и, как следствие – достоверности результатов при определении группы крови проб.

Было показано, что разрешение акустооптического метода зависит не только от особенностей пробоподготовки и условий эксперимента, но и от способов обработки и интерпретации полученных результатов.

Впервые введён параметр "средняя плотность распределения пикселей по яркости" для акустооптического метода. Введено понятие критериев для каждого из представленных способов обработки и алгоритм их применения. Использование этих критериев позволило с высокой долей вероятности однозначно определить тип реакции агглютинации в образцах по значениям величины разрешения каждого из способов соответственно. В рамках настоящего исследования величины разрешающей способности достигали значений вплоть до  $10^4 - 2,5 \times 10^6$ . Результаты разработанных статистических способов полностью соответствовали истинным результатам, полученным на медицинском оборудовании в клинических условиях.

Комиссия пришла к выводу, что диссертационная работа содержит решение актуальной задачи по исследованию процессов, лежащих в основе метода определения группы крови человека, включающего в себя оптическую цифровую регистрацию седиментации крови в результате индуцированной ультразвуком реакции агглютинации с последующим анализом полученных результатов, и соответствует специальности 1.5.2.– Биофизика.

Результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 9 научных работах, из них 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ и включенных в международные базы данных «Web of Science», «SCOPUS». Содержание опубликованных работ полностью отражает содержание диссертации.

При использовании чужих материалов и результатов исследований соискатель ссылается на источник заимствований. В диссертации приведен список используемой литературы. В диссертации и автореферате приведен список основных публикаций автора в изданиях, входящих в перечень ВАК или включенных в базу данных Web of Science, SCOPUS. Недостоверных сведений об опубликованных соискателем работах в диссертации не обнаружено. Согласно результатам проверки в системе «Антиплагиат.ВУЗ» оригинальность текста составляет 83.59%, самоцитирование – 13.49%, совпадения текста – 2.63%, цитирование – 0.29%.

На основе вышеизложенного комиссия заключает, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», а количество публикаций в рецензируемых изданиях достаточно для представления диссертации к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Текст диссертации, представленной в диссертационный совет, идентичен тексту диссертации, размещенной на сайте организации.

**Комиссия рекомендует:**

1. Принять диссертацию Маркова Сергея Валерьевича «Исследование физических принципов акустооптического метода определения группы крови человека по системе АВ0» к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. – Биофизика в диссертационном совете 24.2.392.06 на базе ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
2. В качестве официальных оппонентов рекомендуются:  
Беликов Андрей Вячеславович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор лаборатории биомедицинских лазерных технологий института лазерных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» (Университет ИТМО).

Приезжев Александр Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»).

3. В качестве ведущей организации рекомендуется:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ФГБОУ ВО «ОГУ имени И. С. Тургенева»).

Состав комиссии:

Председатель комиссии

д.ф.-м.н., профессор

(член диссертационного совета 24.2.392.06  
по специальности 1.5.2.-Биофизика)



Скрипаль А.В.

д.ф.-м.н., профессор

(член диссертационного совета 24.2.392.06  
по специальности 1.3.6.-Оптика)



Березин К.В..

д.ф.-м.н., профессор

(член диссертационного совета 24.2.392.06  
по специальности 1.5.2.-Биофизика)



Караваев А.С.