

«Утверждаю»

И.о. проректора по науке и стратегическим проектам Национального исследовательского Томского политехнического университета,

Гоголев

Отзыв ведущей организации

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на диссертационную работу Генералова Константина Владимировича «Измерительно-вычислительный комплекс для изучения параметров эритроцитов в медико-биологических исследованиях» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 - Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Актуальность

Разработка новых современных методов и средств исследования клеток является *актуальной задачей* медицины для диагностики и изучения фундаментальных причин заболеваний человека. Одновременно измеренная совокупность параметров эритроцитов наиболее точно отражает состояние здоровья пациента, поэтому она представляет определенную диагностическую ценность и востребована в медицине. Кроме того, лабораторной медицинской практике необходимы методы и средства, которые с минимальными временными и материальными затратами предоставляют в распоряжение врачей достоверную информацию о структуре и функциях клеток. Таким образом, *актуальность* рассматриваемого исследования не вызывает сомнений.

Общая характеристика работы

Диссертация Генералова К.В. оформлена по традиционной схеме и состоит из введения, обзора литературных источников, описания объектов и методов исследования, результатов исследования, заключения и выводов. Работа изложена на 150 страницах, иллюстрирована 27 рисунками и 13 таблицами, содержит 10 приложений. Список литературы включает 132 источника, из них 45 отечественных и 87 зарубежных.

Во **Введении** излагается важность проблемы, обосновывается ее актуальность, цель и задачи исследования, формулируются выносимые на защиту положения, описывается научная новизна, научно-практическая значимость и собственный вклад в работу, приводятся данные об апробации выполненной работы.

В первой главе (обзор литературы) излагаются современные методы исследования вязкоупругих параметров эритроцитов, анализируются их достоинства и недостатки. Описываются основы теории диэлектрофореза клетки, теории электроориентации и вращения клетки. По результатам анализа литературных источников автор формулирует проблему, обосновывает цель и задачи диссертационной работы.

Во 2 главе детально описаны перечень оборудования и материалов, методика подготовки эритроцитов и латексных частиц к измерениям, проводится подробный анализ сил, действующих на эритроциты в неоднородном переменном электрическом поле, движения эритроцита в неоднородном переменном электрическом поле (НПЭП).

Обстоятельно представлен алгоритм определения поляризуемости, индуцированного заряда, индуцированного дипольного момента и индуцированной электрической ёмкости эритроцита. Адекватность использованных в исследовании методических приемов не вызывает сомнений.

В 3 главе подробно представлены данные по разработке измерительно-вычислительного комплекса в составе: генератор и усилитель переменного напряжения, оригинальная измерительная ячейка, микроскоп для наблюдения за клетками и их реакциями в измерительной камере в ответ на воздействия со стороны НПЭП; видеокамера для трансляции потока изображений в компьютер.

Подробно представлено программное обеспечение измерительно-вычислительного комплекса. Приведены данные по разработке опытного образца государственного эталона величины поляризуемости 1-го разряда, способа определения массы эритроцита.

В главе 4 проанализированы теоретические и экспериментальные аспекты нелинейной поляризуемости эритроцитов в НПЭП.

Глава 5 посвящена исследованию пилотных референтных интервалов поляризуемости эритроцитов человека с учетом половых и возрастных различий.

В Заключении проанализированы результаты и подведены итоги выполненных исследований. Сделанные выводы подтверждены результатами исследований и полностью соответствуют положениям, вынесенным на защиту.

В целом, следует отметить, что диссертационное исследование хорошо структурировано и логично построено; работа содержит новые научные результаты, что свидетельствует о

значительном вкладе Генералова К.В. в науку. Диссертация написана хорошим научным языком, экспериментальный материал хорошо иллюстрирован.

Теоретическая значимость работы

Автором теоретически обоснована нелинейность поляризации эритроцита путем анализа частоты его вращения вокруг собственной оси в неоднородном переменном электрическом поле, что подтверждено патентом на изобретение «Определение параметров эритроцитов с помощью неоднородного переменного электрического поля» (Патент на изобретение № 261435) и тем, что «впервые создан и аттестован опытный образец государственного эталона электрической поляризуемости биологических частиц 1-го разряда».

Кроме того, впервые установлено, что нелинейная поляризация эритроцитов человека возникает после превышения трансмембранного потенциала 26,2 мВ, что имеет теоретическую значимость для биофизических исследований.

Практическая значимость исследования

Предложенная в настоящей работе конструкция измерительной камеры позволяет сформировать область неоднородного переменного электрического поля со стабильными пространственными характеристиками и минимизировать влияние переходного сопротивления на участке электрод измерительной камеры, индуцированных объемных зарядов клеток друг на друга, что имеет существенное значение для совершенствования прибора, позволяющего получить информацию о перечне параметров эритроцитов, значимых для клинической практики.

Генераловым К.В. разработано программное обеспечение «Определение параметров эритроцитов с помощью неоднородного переменного электрического поля» с возможностью одномоментного получения перечня параметров эритроцитов. Данный аспект позволяет автоматизировать процесс получения информации, ускорить выполнение исследования, повысить его точность.

Достоверность результатов не вызывает сомнений. Исследование проведено на достаточном количестве образцов с использованием современных технических средств, современных методов статистической обработки материала.

Апробация результатов исследования и их публикация

Результаты исследования неоднократно представлялись на российских и международных конференциях в виде устных и постерных докладов в России, Германии, Кореи и Греции. Материалы диссертации опубликованы в 33 научных работах, в том числе, 4

– в российских журналах, рекомендованных ВАК, 4 работы в научных изданиях, индексируемых базами Scopus и/или Web of Science; 6 патентов на изобретение РФ, одно свидетельство на программу для ЭВМ. Опубликованные работы в полной мере отражают основные положения диссертации.

Общие замечания

Имеется ряд замечаний и вопросов по представленным Генераловым К.В. диссертации и автореферату:

1. Метрологическое обеспечение сложных технических средств, каким является ИВК, предполагает обязательное наличие системы их контроля, калибровки, которые включают: единые методы и способы измерений; опытно-конструкторские решения и технологические процедуры. Однако автор уделил этому недостаточно внимание.
2. Следует объяснить отличия терминов «поляризация» и «поляризуемость».
3. Почему автор использует для анализа погрешности ИВК неопределенность типа Б, а для погрешности вязкости клеточной суспензии неопределенность типа А?
4. Почему в диссертации нет определений для динамических показателей вязкоупругих свойств эритроцита, жёсткости и вязкости?
5. В тексте диссертации присутствуют опечатки.

Представленные замечания не снижают общее положительной впечатление от работы Генералова К.В.

Заключение

Диссертация Константина Владимировича Генералова на тему «Измерительно-вычислительный комплекс для изучения параметров эритроцитов в медико-биологических исследованиях» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований сформулированы теоретические положения и представлены практические разработки.

Содержание диссертационной работы Генералова К.В. по цели исследования и решаемым задачам соответствует пп. 1, 2, 6, 10, 22 паспорта специальности 2.2.12 - Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

По актуальности решаемых в диссертационной работе задач, использованному комплексу методов, новизне и достоверности результатов, научной и практической значимости и объему материала диссертационная работа Генералова Константина Владимировича «Измерительно-вычислительный комплекс для изучения параметров эритроцитов в медико-

биологических исследованиях» полностью соответствует требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, ее автор, Генералов Константин Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Отзыв по диссертационной работе Генералова К.В. обсужден и одобрен на заседании отделения электронной инженерии Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (протокол № 81 от «29» декабря 2023 г.).

Отзыв ведущей организации подготовлен доктором технических наук, профессором, профессором отделения электронной инженерии Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Солдатовым Алексеем Ивановичем.

Доктор технических наук, профессор, профессор отделения электронной инженерии Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»


 А.И. Солдатов


Тел.: +7 (3822) 60-62-97, e-mail: asoldatof@tpu.ru

Ученый секретарь ФГАОУ ВО НИ ТПУ, к.т.н.

 Е.А. Кулинич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ). Адрес: Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30. Сайт: www.tpu.ru, e-mail: rector@tpu.ru, tpu@tpu.ru, тел. +7 (3822) 70-17-79, +7 (3822) 60-63-33.

Отзыв получен 17.01.2024  *Степанов М.А.*

С отзывом ознакомлен 17.01.2024  *Генералов К.В.*