

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на диссертацию Афоничевой Полины Константиновны «Разработка микрофлюидных устройств с интегрированными твердотельными наноструктурами для регистрации биомолекул», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики

Диссертация Афоничевой П.К. на тему «Разработка микрофлюидных устройств с интегрированными твердотельными наноструктурами для регистрации биомолекул» посвящена актуальной для приборостроения проблеме создания устройств для высокочувствительного обнаружения биомолекул на основе наноразмерных структур, в частности, твердотельных нанопор и наноканалов.

На текущий момент времени отдельными научными группами за рубежом продемонстрированы варианты выполнения устройств, позволяющих регистрировать отдельные биологические молекулы при детектировании изменения ионного тока во время взаимодействия молекул с наноструктурами. Несмотря на ряд очевидных преимуществ перед биологическими нанопорами, которые уже используются в коммерческих системах секвенирования (например, приборах Oxford Nanopore Technologies), устройства с использованием твердотельных нанопор еще не продемонстрировали все необходимые характеристики, требуемые как для секвенирования нуклеиновых кислот, так и для обнаружения единичных молекул белков. При этом нерешенными остаются методические, технические и технологические проблемы, связанные: а) с воспроизводимым изготовлением устройств и контролем их параметров; б) с регистрацией информативного сигнала при низком соотношении сигнал/шум и высокой скорости следования молекул; в) с неполностью изученным механизмом взаимодействия между молекулой и наноразмерной структурой и т.д. Все вышеизложенное подтверждает актуальность данного научного исследования.

Задачи, которые рассматриваются и решаются в диссертационной работе, в частности: разработка микрофлюидных устройств с наноканалами и нанопорой для исследования ионного транспорта методами измерения ионной проводимости; разработка электрохимической измерительной ячейки с применением метода фотополимерной 3D печати; разработка протоколов подготовки микрофлюидного устройства и проведения эксперимента при изучении влияния концентрации электролита на проводимость нанопоры; исследования ионного транспорта в твердотельной мембране с одиночной нанопорой и возможности детектирования фрагментов ДНК различной длины с помощью электрохимической ячейки с одиночной нанопорой имеют очевидную практическую значимость.

При решении этих задач используются современные технологии и методы измерений, такие как: оптическая литография и травление сфокусированным ионным лучом, а также анодное сваривание кремниевых и стеклянных пластин при изготовлении устройств; прецизионное электрохимическое детектирование в наноканалах и нанопорах при исследовании ионного транспорта; конфокальная лазерная микроскопия при изучении диффузии через наноканалы и др.

Обоснованность и достоверность научных положений, сформулированных в диссертации, подтверждается тем, что применяемые теоретические подходы основаны на известных физических принципах и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации. Результаты экспериментальных

исследований подтверждены статистически, а также соответствуют подобным результатам, полученными зарубежными исследователями.

К научной новизне полученных результатов следует отнести: 1) новый способ создания кремний-стеклянных микрофлюидных устройств с наноразмерными каналами; 2) технические решения для электрохимической ячейки с твердотельной мембраной и одиночной нанопорой; 3) результаты экспериментальных исследований транслокаций фрагментов ДНК (500, 5000 и 10000 п.о.) при их электрохимическом детектировании.

Результаты диссертационной работы Афоничевой П.К. нашли отражение в 12 печатных трудах, из которых 5 входят в перечень журналов ВАК, 7 публикаций — в международные реферативные базы данных и систему цитирования Scopus. Афоничева П.К. участвовала в работе 10 научных конференций.

Афоничева П.К. принимала деятельное участие в выполнении работ по гранту РНФ «Создание и исследование трехмерных клеточных структур для регенеративной медицины и разработки “органов-на-чипе”» № 20-74-10117 и в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме «Микрофлюидные устройства с интегрированными функциональными микро- и наноразмерными структурами для биологических и медицинских исследований» №075-00439-24-00.

Полина Константиновна в 2022 году окончила аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук (ИАП РАН) по специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики.

Афоничеву П.К. можно охарактеризовать как грамотного, высококвалифицированного специалиста, способного формулировать цели и задачи научных исследований, выбирать эффективные методы их решения, самостоятельно выполнять комплексные исследования и представлять полученные результаты.

Считаю, что диссертация Афоничевой П.К. соответствует требованиям п. 9-13 Положения ВАК РФ «О присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года (редакция от 25.01.2024), а соискатель достоин присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Научный руководитель
д.т.н.,
директор
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт аналитического
приборостроения Российской академии наук
(ИАП РАН)

Евстрапов Анатолий Александрович

15.01.2025

Контактные данные:
198095 Санкт-Петербург,
ул. Ивана Черных, 31-33, лит. А.
e-mail: an_evs@mail.ru
тел. +7 (812) 363-0719
моб. тел. +7 (921) 630-9595