

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Беляевой Анастасии Александровны на тему «Мультистимул-чувствительные материалы на основе поли(N-изопропилакриламида) для клеточных скаффолдов и актюаторов», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – «Высокомолекулярные соединения»

Обоснованность данного исследования определяется разработкой материалов, способных изменять свои свойства под воздействием внешних стимулов, таких как температура и магнитное поле. Цель работы – создание стимул-чувствительных клеточных скаффолдов и актюаторов методами 3D-печати с помощью биосовместимых полимеров нанокристаллической целлюлозы (НКЦ) и поли(N-изопропилакриламида) (ПНИПАМ) – полностью отвечает запросам регенеративной медицины и мягкой робототехники.

В ходе исследования автором разработан и охарактеризован физический гель на основе ПНИПАМ и НКЦ, изучены фазовые диаграммы состояния системы и её биосовместимость; изучен геля на основе ПНИПАМ, привитого к нанокристаллической целлюлозе и определены ключевые характеристики для образования физического геля, получены данные реологического исследования гелей с разной массовой концентрацией и совместимость с технологией экструзионной 3Д печати, а также получен и изучен мультистимул-чувствительный однослойный актюатор.

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается использованием современных физико-химических методов исследования свойств материалов.

Заявленная работа представляет собой профессионально выполненное, завершённое исследование. Все результаты на 100% опубликованы в виде 3х статей в высокорейтинговых научных журналах, рекомендованных ВАК, и прошли апробацию на 12 научных конференциях различного уровня.

Выносимые на защиту положения соответствуют заявленной специальности, выводы работы вытекают из результатов решения поставленных задач. Автореферат состоит из традиционных разделов, достаточно подробно описывает суть работы и полученные в ходе исследования результаты. По автореферату можно выявить следующие замечания:

1. В разделе "Актуальность" автореферата обоснован выбор ПНИПАМ и нанокристаллической целлюлозы (НКЦ) по отдельности. Однако требуется более четкая аргументация синергетического эффекта именно этой комбинации для создания мультистимульных материалов. Почему эта конкретная пара более перспективна, чем другие аналогичные системы?

2. В разделе 3.2 указано, что клетки "не демонстрируют значительных уровней апоптоза" и пролиферируют. Для оценки биосовместимости желательно представить хотя бы основные количественные показатели (например, процент жизнеспособности клеток относительно контроля, данные МТТ-теста в динамике).

3. В разделе 3.3 продемонстрирована возможность программирования сложных

движений. Однако для обоснования потенциального применения в "инвазивной микрохирургии" не хватает обсуждения ключевых для этой области параметров: масштабируемости изготовления, силы/точности срабатывания захватов, управляемости в моделируемых биологических средах.

Сделанные выше замечания-пожелания носят, в основном, уточняющий и рекомендательный характер и не отражаются на общей высокой оценке работы. Выводы полностью соответствуют содержанию работы и полученным результатам.

По актуальности, новизне результатов, уровню выполнения, объему, научной и практической значимости результатов диссертационная работа «Мультистимул-чувствительные материалы на основе поли(N-изопропилакриламида) для клеточных скаффолдов и актюаторов» отвечает требованиям ВАК РФ и соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции, а её автор и соискатель Беляева Анастасия Александровна заслуживает присвоения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 Высокомолекулярные соединения.

Доктор химических наук (03.01.06 - Биотехнология (в том числе бионанотехнологии), 02.00.06 - Высокомолекулярные соединения),

доцент, профессор кафедры технологии химико-фармацевтических и косметических средств ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева



Андрей Николаевич Кусков

Адрес места работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9, стр. 1

Телефон: +7 (495) 495-24-06

E-mail: kuskov.a.n@muctr.ru

«01» декабря 2025 г.

Подпись Кускова Андрея Николаевича заверяю



В.С. Мишин