

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации

Сергея Валентиновича Чапека

«Ускоренный синтез и *in situ* спектральная диагностика новых наноматериалов в микрофлюидных устройствах, полученных аддитивным методом производства»,

представленной на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности

2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (физико-математические науки)

В условиях активного развития цифровых, ресурсо- и энергоэффективных технологий, а также общей тенденции к миниатюризации устройств и автоматизации процессов, особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку инновационных методов управления химическими процессами и синтезом функциональных наноматериалов. Диссертационное исследование С. В. Чапека посвящено решению важной научно-практической задачи — созданию микрофлюидных платформ с применением аддитивных технологий. Разработанные системы обеспечивают не только управляемый синтез наночастиц, но и возможность оперативного мониторинга и диагностики процессов *in situ* с использованием современных методов спектроскопии и рентгеновского анализа.

В работе реализована оригинальная и многоуровневая экспериментальная стратегия: от прецизионного 3D-моделирования каналов до *in situ* мониторинга химических реакций методами SAXS, UV-Vis и XAS. Впервые продемонстрированы системы, в которых *in situ* диагностика процессов восстановления и агрегации наночастиц проводится непосредственно в потоке, с временным разрешением до 1 с, и пространственным — на уровне сотен микрон. Автором также показана возможность использования микрофлюидики для получения гибридных наноматериалов, обладающих фармакологическим потенциалом ( $\text{CaCO}_3@Ag$ ), с высокой загрузочной способностью и антибактериальной активностью.

Научная новизна работы заключается в интеграции микрофлюидных платформ и методов диагностики *in situ*, которые ранее не использовались в едином технологическом комплексе. Особого внимания заслуживает применение алгоритмов машинного обучения для оптимизации параметров синтеза в реальном времени, что демонстрирует междисциплинарный характер исследования и открывает новые возможности для управления процессами получения функциональных наноматериалов.

При прочтении автореферата возникли следующие вопросы и замечания:

– Рассматривалась ли возможность масштабирования представленного микрофлюидного подхода параллельного синтеза различных классов наноматериалов?

– В автореферате следовало бы отдельно выделить влияние характеристик фотополимерного материала на результаты *in situ* диагностики.

Высказанные замечания никоим образом не умаляют высокой оценки представленной работы, а напротив, подчеркивают значительный научный интерес к полученным результатам. Автореферат составлен на высоком профессиональном уровне и объективно отражает научную значимость и актуальность проведенного исследования. Разработанные автором устройства и методики демонстрируют высокую степень научно-инженерной проработки. Достоверность результатов подтверждена апробацией на синхротронных источниках, а также представлением на международных конференциях и в публикациях в журналах квартилей Q1–Q2.

На основании вышеизложенного можно заключить, что рассматриваемая диссертация «Ускоренный синтез и *in situ* спектральная диагностика новых наноматериалов в микрофлюидных устройствах, полученных аддитивным методом производства», представленная на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, в рамках поставленной задачи является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Чапек Сергей Валентинович заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (физико-математические науки).

28.08.2025

Руководитель лаборатории цифровых управляемых лекарств и тераностики

Федеральный исследовательский центр

«Красноярский научный центр» Сибирского

Отделения Российской академии наук

Доктор биологических наук, 1.5.4. – Биохимия

Адрес:

660036 г. Красноярск, Академгородок, стр.50

Тел.: +7(903) 923 84 02

E-mail: [annazamay@yandex.ru](mailto:annazamay@yandex.ru)

\_\_\_\_\_  
Анна Сергеевна Кичкайло

Подпись Кичкайло А. С.

*Анна Сергеевна Кичкайло*



*А.В. Бончневич*