

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Левина Александра Александровича  
«Разработка робототехнического комплекса для интраоперационной 3D-  
биопечати эквивалентов мягких тканей», представленной на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности  
1.1.10 – «Биомеханика и биоинженерия»**

Диссертация Левина Александра Александровича посвящена решению актуальной научно-технической задачи в области регенеративной медицины и биоинженерии – созданию робототехнического комплекса (РТК) для интраоперационной 3D-биопечати эквивалентов мягких тканей. Актуальность темы обусловлена возрастающими потребностями современной медицины в технологиях, позволяющих осуществлять восстановление поврежденных тканей непосредственно в процессе хирургического вмешательства.

В диссертации Левин А.А. провел комплексный анализ существующих мировых разработок в области *in situ* биопечати, выявил ключевые технологические ограничения, такие как недостаточная точность сканирования сложных раневых поверхностей, ограниченная маневренность печатающих устройств и отсутствие интегрированных решений для работы в стерильных условиях операционной. На основе этого анализа Левин А.А. предложил оригинальную архитектуру робототехнического комплекса, включающую интегрированную систему 3D-сканирования на основе лазерной триангуляции и мехатронный дозатор с электрическим приводом.

Научная новизна работы Левина А.А. подтверждается разработанным алгоритмом сканирования, позволяющим в 4 раза увеличить количество корректно распознанных точек поверхности раны за счет применения оригинального метода фильтрации бликов и вычисления положения лазерной линии. Предложенный автором алгоритм расчёта траектории шарнирного манипулятора учитывает кривизну как нижней поверхности раны, так и окружения здоровой ткани, что обеспечивает анатомическое соответствие напечатанного эквивалента кожи окружающим тканям пациента.

Практическая значимость работы Левина А.А. проявляется в создании четырех функциональных лабораторных прототипов, включая образцы на базе роботов KUKA и отечественного робота Rozum. Результаты работы успешно внедрены в учебный процесс НИТУ МИСИС и переданы по лицензионному договору компании «3Д Биопринтинг Солюшенс» для клинического внедрения в СамГМУ. Экспериментально доказана эффективность

применения разработанного комплекса для ускорения регенерации полнослойных дефектов кожи на лабораторных животных.

К автореферату могут быть сделаны следующие замечания, не влияющие на положительную оценку диссертации:

1. В тексте автореферата встречаются отдельные стилистические неточности и несогласованности в предложениях;

2. В автореферате недостаточно подробно освещены вопросы, связанные с обеспечением стерильности рабочего органа РТК в условиях операционной, за исключением упоминания о конструкции корпуса, выполненной с учётом необходимости стерилизации.

Автореферат полностью отражает суть и объем диссертационной работы. Положения, выносимые на защиту, и выводы соответствуют поставленным цели и задачам.

Диссертационная работа «Разработка робототехнического комплекса для интраоперационной 3D-биопечати эквивалентов мягких тканей», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», а ее автору, Левину Александру Александровичу может быть присвоена учёная степень кандидата технических наук по научной специальности 1.1.10 – «Биомеханика и биоинженерия».

Профессор кафедры нанотехнологий и микросистемной техники  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования "Российский университет дружбы народов имени  
Патриса Лумумбы"

д.т.н., Задорожный Владислав Юрьевич

Дата: 07.10.2025

Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

Телефон: +7 495 787-38-03 (добавочный: 28-84)

Адрес электронной почты: zadorozhnyu\_vyu@pfur.ru

Подпись В.Ю. Задорожного удостоверяю.

Учёный секретарь учёного совета инженерной академии РУДН

к.т.н., Олег Евгеньевич Самусенко

