

ОТЗЫВ

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

Работа Левина А. А. посвящена разработке роботизированного комплекса для биопечати *in situ*. Этот комплекс позволит осуществлять сканирование, визуализацию на компьютере процесса заполнения дефектов сложной формы, а также нанесение биоматериала в едином интерфейсе. Биопечать *in situ* представляет собой разновидность биопечати, которая подразумевает послойное создание функциональных тканей из живых клеток и биоматериалов, таких как гидрогель, в соответствии с цифровой моделью. Однако в исследовании рассматривается интраоперационная биопечать, которая подразумевает печать эквивалентов кожи непосредственно на теле пациента в операционной.

Основное отличие технологии биопечати *in situ* от других методов заключается в том, что в этом случае организм человека становится своего рода биореактором, и для проведения процесса не требуется дополнительное оборудование. Применение специализированных шарнирных манипуляторов позволяет осуществлять процесс биопечати не только на горизонтальных поверхностях, но и, например, заполнять поверхностные дефекты тканей сложной формы и топологии под требуемым углом.

Научная новизна диссертации состоит в разработке алгоритма сканирования, который позволяет увеличить количество правильно распознанных точек по сравнению с существующими алгоритмами. Также была разработана методика расчёта траектории шарнирного манипулятора с мехатронным дозатором для биопечати на глубоких раневых дефектах сложной формы. Методика учитывает кривизну как нижней поверхности раны, так и окружающей здоровой ткани, а также позволяет выбирать различные шаблоны заполнения. Кроме того, был разработан метод определения параметров печати, которые были получены с помощью компьютерного моделирования процесса сканирования поверхности с последующим нанесением на неё гидрогеля, созданного на основе коллагена.

В ходе научного исследования было продемонстрировано, что биопечать *in situ* с использованием разработанного роботизированного комплекса способствует восстановлению полнослойных повреждений кожи у лабораторных животных.

В исследовании использовался промышленный робот KUKA LBR iiwa 14 R820. С его помощью у крыс были закрыты полнослойные дефекты кожи критического размера. Для этого использовалась гидрогелевая композиция на основе коллагена или коллагена и аллогенного лизата тромбоцитов без клеток, либо насыщенная аллогенными фибробластами кожи.

Замечаний по автореферату диссертационной работы нет.

Автореферт полностью раскрывает суть и масштаб диссертационного исследования Левина А. А.

Диссертация «Разработка робототехнического комплекса для интраоперационной 3D-биопечати эквивалентов мягких тканей», представленная на соискание учёной степени

кандидата технических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных 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».

Начальник
отдела разработки новых типов
углерод-углеродных композиционных материалов
Акционерное общество «Научно-исследовательский институт
конструкционных материалов на основе графита
«НИИГрафит» имени С.Е. Вяткина».

Кандидат технических наук, специальность 05.19.02



Панин Михаил Иванович
15.10.2025

Контактные данные:

Тел. + 7 (909) 625-80-85, e-mail: MIPanin@rosatom.ru

Подпись Панина Михаила Ивановича удостоверяю
Ученый секретарь Акционерного общества «Научно-исследовательский институт
конструкционных материалов на основе графита «НИИГрафит» имени С.Е. Вяткина»
кандидат технических наук



Фирсова Татьяна Данииловна
15.10.2025

Адрес места работы:
Москва, 111524, ул. Электродная, д. 2.
Тел. +7 (910) 466-20-98
e-mail: TaDFirsova@rosatom.ru

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита «НИИГрафит» имени С.Е. Вяткина»