

## Моделирование гетерогенных структур в 3D- и биопечати: протоколы и программное обеспечение

Научный руководитель – Пасько Александр Александрович

*Пахомова Екатерина Александровна*

*Аспирант*

Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия

*E-mail: uni-dubna@mail.ru*

В области биотехнологий можно выделить два исследовательских направления: биопечать из живых клеток и 3D-печать в медицинских целях. Биопечать включает в себя создание тканей или целых органов для хирургии, фармакологических исследований и тестов, трансплантации. Печать гетерогенных структур представляется первостепенным предметом исследования в биопринтинге в настоящее время. Одной из причин является структура большинства органов человека, васкуляризованных и чаще всего гетерогенных. Учитывая сложность такого процесса, как создание модели комплексной гетерогенной структуры, в работе выявлены наиболее важные компоненты, на основе которых проведён анализ исследований и предложен авторский подход к их систематизации и обобщению [1]. Представляется, что подготовленный анализ может служить «дорожной картой», т.е. оказать влияние на дальнейшее развитие науки в данной отрасли знаний. Кроме того, подобного анализа, претендующего на целостность, не замечено ни в отечественной, ни в зарубежной литературе, что подчеркивает его актуальность и научную новизну.

Одной из основных компонент, участвующих в процессе 3D-печати и биопечати, является формат модельного файла (протокола), выбор которого является важной стадией создания модели. Окончательное решение в этом вопросе зависит от многих факторов, таких как специфика модели, её материал и сложность. Кроме того, определенные ограничения накладывает специфика принтера, на котором будет производиться печать. Рассмотрен ряд форматов модельных файлов, а также современное состояние исследований в области гетерогенного объёмного моделирования. Определены критерии, которым должен отвечать оптимальный формат сложной гетерогенной объёмной модели. Правильный выбор оптимального формата модельного файла может помочь как на этапе пре-процессинга, так и на этапах процессинга (печати) и пост-процессинга, в связи с чем проведен сравнительный анализ программного обеспечения для этих этапов. При выборе протокола (формата модельного файла) важно достижение консенсуса между требованиями модели из-за множества факторов и необходимостью максимально точно передавать исходные биологические данные. Это особенно важно для биомедицинского моделирования, а также для такой высокотехнологичной отрасли как биопринтинг, требующей высокоспециализированного программного обеспечения.

Проанализирован ряд широко распространенных программных средств с выявлением их достоинств и недостатков для применения в технологиях биопринтинга, особенно гетерогенных тканей и органов; выявлено направление разработки элементов программного обеспечения, отвечающих критическим требованиям. Обосновано, что развитием в гетерогенном объёмном моделировании может быть метод функционального представления (FRep), что будет способствовать выделению новой научно-прикладной области знаний - информатике в биопринтинге [2].

### Источники и литература

- 1) Pakhomova C, Popov D, Maltsev E, et al., 2020 Software for Bioprinting. Int J Bioprint 6(3): 279. DOI: 10.18063/ijb.v6i3.279.
- 2) Pasko, Alexander, et al. "Function representation in geometric modeling: concepts, implementation and applications." The visual computer 11.8 (1995): 429-446.