*Тематика: Технічні науки*

# АСПЕКТИ РОЗРОБКИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПАКЕТІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ В ЗАДАЧАХ БІОПРИНТИНГУ

**Селєзньов І.С.**
студент-магістр кафедри біомедичної інженерії,
Харківський національний університет радіоелектроніки

Останні десятиліття тісно пов'язані з бурхливим розвитком технологій адитивного виробництва. Галузь біомедичної інженерії взяла на озброєння ці засоби для продукування медичних виробів різного характеру та призначення [1]. 3D-друк дозволяє відтворити об'єкти різної форми та складності з широким діапазоном деталізації. Слід зазначити, що окрему нішу в технологіях тривимірного друку займає біопринтинг [2-3]. Дослідження в цій галузі можуть та роблять революцію в області біотканинної інженерії та транспланталогії. Хоча на сьогодні не існує доступної технології широкомасштабного продукування живих органів, але з кожним роком ми стаємо ближче до цієї мети.

Одним з найважливіших етапів виробництва різного роду об'єктів є їх проєктування. Особливо важливим цей процес стає при реалізації технологій тривимірного друку, у тому числі й біодруку. Адже від етапу проєктування залежать функціональні можливості структури, її “життєздатність”, та ін. Тому розробка спеціалізованих пакетів автоматизованого проєктування для задач біопринтингу є актуальним завданням.

Фактично, процес 3 D -біодруку можна представити з наступних складових, а саме: медичної візуалізації, моделювання, генерацію плану продукування та безпосередньо 3D - біодруку [2].

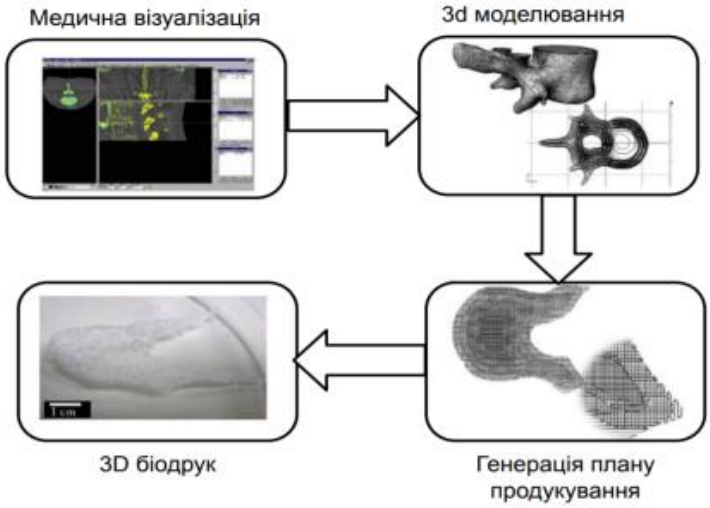


**Рисунок 1 – Складові процесу 3D-біодруку [2]**

Як видно, характерною особливістю під час моделювання біологічних структур є наявність референсних даних [4]. Хоча такі дані не є обов'язковими, але вони зазвичай присутні. Зазвичай у якості таких даних виступають дані томографічних досліджень, що дозволяють встановити систему координат, розміри об'єктів, геометрію, тощо [4-5]. Також слід зазначити, що зображення здебільшого зберігаються у спеціалізованому форматі DICOM [6], тому функціональні можливості щодо його завантаження і відображення є обов'язковим.

Як відомо, медичні зображення різного роду використовуються в галузі біомедичної інженерії у якості вхідних даних для вирішення значного кола задач [7-10]. При цьому, зазвичай вирішуються питання сегментації, детектування та розпізнавання певних структурних елементів. Такі автоматичні або ж автоматизовані інструменти також необхідні

в системах автоматизованого проєктування. На етапі планування слід забезпечити генерацію плану відповідно до вимог технологічного процесу, біотехнологічних особливостей та ін. Особливо важливим є врахування особливостей структури, що генерується та робочих біочорнил. Засоби проєктування повинні включати різні шаблонні "бібліотеки". Враховуючи специфічність таких "бібліотек" в залежності від біопринтера, біочорнила, методу принтингу, патерну, робочих параметрів, типу тканини слідує необхідність розробки спеціалізованого формату зберігання таких бібліотек.

Провівши ретельний аналіз досліджень в області 3D-друку та біопринтингу можна дійти висновку, що стан кожної з цих технологій знаходиться на різному рівні. Технології тривимірного друку з використанням різного роду матеріалів широко використовуються в різних галузях людської діяльності. Наявні засоби тривимірного проєктування значною мірою задовольняють потреби інженерів. Між тим біопринтинг по суті є в зародковому стані. Більшість програмних застосунків автоматизованого проєктування не дозволяє проводити повноцінне моделювання відтворюваної біологічної структури з біотехнологічних аспектів та з урахуванням особливостей методу 3D-біодруку. Наступним етапом досліджень є розробка програмного засобу для автоматизованого проєктування біологічних структур стосовно 3D -біодруку.

**Список літератури:**

1. Фильзов М. Использование технологии быстрого прототипирования для задач натурного предоперационного планирования и обучения / М. Фильзов, М. Ю. Тымкович // Актуальні проблеми автоматики та приладобудування : матеріали 3-ї Всеукр. наук.-техн. конф., 8-9 грудня 2016 р. / ред. кол. П. О. Качанов [та ін.]. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – С. 78-79.

2. Ozbolat Ibrahim T. / 3D Bioprinting : Fundamentals, Principles and Applications. Elsevier Inc., 2016. 342 p.

3. Селезнев И. С. Разработка структурной схемы 3D-биопринтера с обратной связью / И. С. Селезньов, М. Ю. Тымкович, Д. А. Костин // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 227- 228.

4. Дуденко В.Г., Аврунин О.Г., Тымкович М.Ю., Куринной В.В.. Построение персонализированной анатомической модели диафрагмы человека / Ж. Експериментальна і клінічна медицина. – 2014. – № 2 (63). – С. 68-70.

5. Дуденко В. Г. Аспекты выбора системы координат при изучении индивидуальной анатомической изменчивости строения человека / В. Г. Дуденко, О. Г. Аврунин, М. Ю. Тимкович, В. Ю. Вдовиченко, В. В. Куренной // Український журнал клінічної та лабораторної медицини, 2013. - Т. 8, № 3. - С. 38-41.

6. Тымкович М.Ю. Использование DICOM-изображений в медицинских системах / М.Ю. Тымкович, О.Г. Аврунин, В.В. Семенец // Техн. электродинамика: Тематич. вып. – 2012. – Т.4. – С. 178-183.

7. Хусамелдин Атеф Бриеф Башир. Разработка программного средства обработки ангиографических изображений / Атеф Хусамелдин Бриеф Башир, К. Г. Селиванова // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: 19-й Международный молодежный форум, Том 1.: материалы конф. – Х., 2015. – С. 142-143.

8. Лебедев В. В. Автоматизированная обработка трихоскопических изображений / В. В. Лебедев, К. Г. Селиванова // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 195-196.

9. Tymkovych M. Y. Multiscale quantitative analysis of microscopic images of ice crystals / Tymkovych, O. G. Avrunin, O. Gryshkov, K. G. Selivanova, V. Mutsenko, B. Glasmacher. // 46 th ESAO Congress.The International Journal of Artificial Organs. Hannover, Germany.- 2019. – Vol.42 ,Number 8. – P. 429.

10. Селиванова К.Г. Виртуальный тренажер для развития мелкой моторики рук / К.Г. Селиванова, В. Худайбердиев // Актуальные проблемы автоматики и приборостроения:материалы Всеукр.наук.-техн.конф.–Х.: ФОП Панов А.М., 2016. – С.68-69.