

8. Singh, S. Material issues in additive manufacturing: A review / S. Singh, S. Ramakrishna, R. Singh // Journal of Manufacturing Processes. – 2017. – Vol. 25. – P. 185–200.

9. Кальдер, Л. Челюстно-лицевая хирургия: индивидуальный костный имплантат, выращенный внутри пациента / Л. Кальдер, А. Миклос // Dental Tribune Russia. – 2019. – № 2. – 23 p.

## **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ОБЪЕКТ ЦИФРОВОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В УНИВЕРСИТЕТЕ**

**К. В. Минина, А. Л. Климентьев, А. С. Ковчур**

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Беларусь*

*Рассмотрено использование аддитивных технологий в рамках концепции цифрового предпринимательства для распределенной разработки, производства и распространения продукции. В качестве одного из вариантов реализации подобного подхода предложен проект интернет-сервиса по разработке 3D-моделей и 3D-печати в рамках деятельности научно-технологического парка университета.*

Возможности аддитивных технологий по преобразованию цифровых проектов конструкции в физические продукты прямо на месте или в любой точке мира позволяют говорить, что предпринимательская деятельность с использованием аддитивных технологий может рассматриваться как цифровое предпринимательство.

Современный уровень развития цифровых технологий в целом и информационно-коммуникационных технологий в частности кардинально видоизменил подходы к принципам организации разработки, производства и распространения продукции. Появившаяся концепция цифрового предпринимательства, под которым понимается создание и развитие бизнеса, основанного на цифровых продуктах, сервисах и онлайн-платформах, показала большой потенциал распределенного производства различных продуктов. К основным преимуществам цифрового предприни-

мательства можно отнести низкий порог входа, возможность глобального охвата, возможность высокой степени автоматизации процессов, а также высокую гибкость и адаптивность.

Как отмечал Я. Гибсон [1], аддитивные технологии позволяют реализовать принцип «проектирование и изготовление в любом месте» (*design anywhere, build anywhere*) и в сочетании с веб-инструментами, связанными с Web 2.0, идеально подходят для разработки, производства и продвижения нового продукта, который может быть изготовлен посредством аддитивных технологий.

В последние годы в Республике Беларусь наблюдается активное развитие проектов в области цифрового предпринимательства разного уровня и масштаба. Так, например, проект «Дизайн для производства» А. Трофимова (*trofitec.by*) представляет собой пример индивидуального предпринимательства в области CAD-проектирования и дизайна. В качестве примера предпринимательской деятельности, сосредоточенной на 3D-печати под заказ, можно привести ЧП «ИнтерТехноМаркет» (*itmforms.by*). ИнтерТехноМаркет предлагает изготовление изделий с помощью распространенных и популярных аддитивных технологий, таких как FDM/FFF, SLM, SLA. Примером более широкой деятельности может служить компания «3Д СФЕРА» (*3dsfera.by*), которая является официальным представителем ряда компаний в Беларуси и предоставляет их оборудование и расходные материалы. Также компания предлагает услуги по разработке 3D-моделей, услуги по реверс-инжинирингу, 3D-печати и изготовлению 3D-изделий с помощью традиционных субтрактивных технологий.

Эти и многие другие примеры позволяют говорить об активном расширении рынка услуг в области 3D-технологий, где существенную долю занимают аддитивные технологии.

На основе анализа примеров реализации концепции цифрового предпринимательства и существующих подходов и технологий проектирования и производства изделий представляется перспективным реализация в рамках функционирующего технопарка, например, Научно-технологического парка учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» совместно с самим университетом интернет-сервиса по разработке и изготовлению 3D-моделей и изделий.

В качестве основных направлений деятельности сервиса можно выделить следующие.

1. Исключительно 3D-печать по готовым 3D-моделям.

Это направление является самым простым для реализации, так как нужны только навыки работы с 3D-принтером, слайсерами и собственно оборудование для 3D-печати.

Подобная услуга подойдет тем заказчикам, которым нужно в кратчайшие сроки получить готовое изделие (деталь). В настоящий момент на рынке услуг, при всем его насыщении готовыми изделиями и возможностью их заказа, в том числе с использованием маркетплейсов, не всегда в разумные сроки можно получить желаемое. Также нередко необходимые изделия или детали отсутствуют в предложениях. В этом случае заказчик может обратиться в подобный сервис, где ему обозначат сроки и стоимость изготовления необходимого изделия или детали.

2. 3D-печать изделия «с нуля».

Данное направление предполагает разработку по чертежам или эскизам заказчика 3D-модели с помощью одной из систем трехмерного моделирования и/или проектирования или с использованием инструментов реверс-инжиниринга, и непосредственно печать на 3D-принтере.

3. Реверс-инжиниринг для особых случаев.

Это направление подойдет в тех случаях, когда заказчик имеет на руках уникальную или редкую вещь, чертежом которой не обладает ни сам заказчик, ни изготовитель, и желает повторить или получить серию подобных изделий. Предполагается, что в таком случае заказчик отправляет по почте или доставке исходное изделие, а изготовитель, соответственно, делает реверс-инжиниринг, посредством сканирования и моделирования на основе полученного полигонального объекта.

4. 3D-печать с разработкой необходимой документации на изделие.

Это направление подразумевает предоставление заказчику, по его требованиям к выполнению работы, 3D-модель изделия, необходимый комплект конструкторской документации (чертежи сборочный, сборочных единиц, деталей), stl-модель и пр.

## 5. Дополнительные услуги.

Данное направление может включать такие услуги, как обработка изделий, нанесение металлических покрытий на изделия, нанесение декоративных покрытий. Кроме того, возможна печать коллекционных фигурок персонажей видеоигр и фильмов с последующей обработкой из предложенного каталога моделей.

Реализация описываемого интернет-сервиса предполагает наличие сайта с удобным и понятным интерфейсом, с которым сможет разобраться человек, впервые пришедший на этот сайт.

Основными требованиями к сайту с целью обеспечения комфортного взаимодействия заказчика и исполнителя являются:

- каталог с разными деталями, которые возможно будет напечатать в кратчайшие сроки;

- удобное поле чата заказчика и представителя услуги (через сообщения на сайте, звонок или письмо на почту);

- список всех предоставляемых услуг, материалов и оборудования, а также возможность индивидуального подхода, если клиент не нашел или не может понять, что ему точно нужно.

В качестве положительных аспектов реализации предлагаемого проекта на базе технопарка университета стоит отметить возможность привлекать к выполнению работ сторонних исполнителей, в том числе на условиях краудсорсинга.

Краудсорсинг представляет собой привлечение к инновационной производственной деятельности широкого круга лиц аналогично работе на условиях субподряда без оплаты или с символической оплатой работы. Термин впервые введен писателем Джеффом Хау и редактором журнала Wired Марком Робинсоном в июне 2006 г. [2]. Этот термин обычно используется для объяснения концепции привлечения трудовых ресурсов, координируемых через сеть Интернет, которые привлекаются на добровольной основе к выполнению определенной работы или обмену ее результатами.

Таким образом, реализация подобного интернет-сервиса на базе университета позволяет не только получить реальный доход для университета, но и несет огромную практическую пользу, если привлекать для таких работ студентов. Для самого сту-

дента это не только наработка практических навыков, но и возможность заработать, попробовав себя в своей специальности.

В качестве заключения можно отметить, что цифровое предпринимательство как бизнес-модель стирает границы и дает свободу, имеет высокую социальную значимость и позволяет внедрить в жизнь новые идеи и подходы в производство.

### **Список использованных источников**

1. Gibson, I. Additive Manufacturing Technologies / I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker. – Second Edition. – NY : Springer, 2015. – 498 p.
2. Краудсорсинг – Википедия. – URL: Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Краудсорсинг>. (дата обращения: 09.04.2025).

## **ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИЛАКТИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ГИДРОФИЛЬНЫМИ АПАТИТ-ПОЛИМЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ**

**О. Н. Мусская, В. К. Крутько, И. Е. Глазов,  
Е. Н. Крутько, А. И. Кулак**

*Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси,  
г. Минск, Беларусь*

*Получены апатит-полимерные биоматериалы в виде индивидуальных пленок и покрытий на полилактидных материалах. Изучено влияние полимерного состава (натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, поливинилового спирта, их смеси), содержания и природы апатитового компонента (аморфизированных гидроксипатита и карбонатзамещенного гидроксипатита), а также условий получения пленочных материалов на их физико-химические свойства и степень биорезорбируемости. Показано, что формирование тонких апатит-полимерных покрытий на поверхности полилактидных материалов способствует их гидрофилизации при сохранении хорошего сцепления покрытия с полилактидной поверхностью.*

**Введение.** Разработка биоматериалов с использованием 3D-печати является одним из активно развивающихся направлений в последнее десятилетие. Возможности аддитивных технологий