

## ECONOMIC IMPLICATIONS OF THE DEVELOPMENT OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY

Boychenko O.<sup>1</sup>, Gavrikov I.<sup>2</sup>, Taratukhina T.<sup>3</sup> (Russian Federation)

<sup>1</sup>Boychenko Oleg Valerievich – D.Sc. in Engineering, Full Professor;

<sup>2</sup>Gavrikov Ilya Vladimirovich – student;

<sup>3</sup>Taratukhina Tatyana Sergeevna – student,

DEPARTMENT OF BUSINESS INFORMATICS AND MATHEMATICAL MODELLING,  
INSTITUTE OF ECONOMICS AND MANAGEMENT,  
CRIMEAN FEDERAL UNIVERSITY, SIMFEROPOL

**Abstract:** the article looks at the future prospects of the development of digital production technology based on additive manufacturing. Additive manufacturing allows the production of highly personalised products without significant cost penalties. This is possible thanks to the working principle behind the technology, namely the layer-by-layer manufacturing of products, which makes tools and moulds obsolete and enables the development and production of functional product designs. The economic implications of this new manufacturing paradigm are the primary focus of this work.

**Keywords:** additive manufacturing, AM, 3D-printing, flexible manufacturing systems, product customization.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Бойченко О. В.<sup>1</sup>, Гавриков И. В.<sup>2</sup>, Таратухина Т. С.<sup>3</sup> (Российская Федерация)

<sup>1</sup>Бойченко Олег Валерьевич – доктор технических наук, профессор;

<sup>2</sup>Гавриков Илья Владимирович – студент;

<sup>3</sup>Таратухина Татьяна Сергеевна – студент,

кафедра бизнес-информатики и математического моделирования,  
Институт экономики и управления  
Крымский федеральный университет, г. Симферополь

**Аннотация:** в данной статье рассматриваются перспективы развития цифрового производства товаров, основанного на базе аддитивных технологий. Аддитивное производство позволяет производить индивидуализированные продукты без существенного увеличения себестоимости. Это представляется возможным благодаря принципу послойного нанесения материалов для создания конечных продуктов, который делает ненужными какие-либо инструменты или формы, а также располагает к разработке функциональных дизайнов товаров, произведённых таким образом. Экономическое значение этой новой производственной парадигмы является предметом исследования данной работы.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, аддитивное производство, 3D-печать, гибкие производственные системы, индивидуализация товаров.

Технологические инновации всегда оказывают значительное влияние как на отдельные предприятия, так и на структуру рынка в целом. Особенно заметный эффект был получен при внедрении гибких производственных систем (ГПС), так как ГПС способны обеспечивать производство разнообразной продукции, используя одни и те же производственные ресурсы. Исследования показывают, что динамично растущий потенциал аддитивного производства (АП) может дать старт новой индустриальной революции, значительно расширяя возможности обычных технологий ГПС. АП представляет собой процесс соединения материалов для создания объектов по данным 3D-моделей, обычно послойно (в обиходе АП часто называют 3D-печатью). Основным преимуществом технологии АП является возможность гибко производить продукцию на заказ без повышения цены производства [1].

Технологии АП также влияют на структуру рынка в целом, вне производственных процессов отдельно взятого предприятия. Существует постоянно растущее сообщество «мейкеров», разрабатывающих 3D-модели и делящихся ими, продающих 3D-напечатанные продукты на специализированных рынках, и даже разрабатывающих собственные 3D-принтеры для домашнего использования [2]. К тому же, стабильно растущее количество 3D-принтеров для домашнего и производственного использования расширяет масштаб и рамки производственных возможностей [3].

АП обладает рядом технологических преимуществ, дополняющих обыкновенные ГПС. АП делает возможным прямое производство цифровых 3D-моделей, хранимых в файлах САПР, без необходимости использования инструментов или литейных форм. Кроме материалов и непосредственно станка для АП необходимо только цифровая 3D-модель, а значит затратами по настройке и изменению параметров можно пренебречь, поскольку всё, что для этого необходимо — заменить САПР-файл на машине. Таким образом АП делает возможным индивидуализацию продуктов без дополнительных затрат.

Из этого следует, что АП наиболее полезно на рынках, характеризованных потребностью к индивидуализации, гибкостью, сложностью дизайна и высокой стоимостью доставки конечных продуктов. АП упрощает процесс внедрения инноваций, поскольку изменения дизайна продуктов становятся относительно недорогими, а эффективность производства компонентов значительно увеличивается. Индивидуализация товаров потенциально способна увеличить субъективную ценность товара в глазах клиентов и мотивировать их платить за товары более высокую цену. Таким образом, предприятия могут прибавлять более высокую добавленную стоимость к товарам, произведённым при помощи АП.

Однако, у этих перспектив есть и обратная сторона. Предельная стоимость производства продукта при помощи АП всё ещё выше, чем при использовании традиционных методов, в основном из-за высокой стоимости материалов и больших энергозатрат. Другим ограничением является относительно низкая пропускная способность производственных линий в сравнении с традиционными методами. Хотя разнообразие продуктов и может быть увеличено без дополнительных производственных затрат, при увеличении объёмов производства какого-либо варианта продукта к АП неприменим эффект экономии от масштаба. Таким образом, массовое производство стандартизованных компонентов, скорее всего, останется уделом традиционных производственных методов [4]. В дополнение к этому, проблемы качества могут негативно повлиять на восприятие продуктов клиентами и заставить их отказаться от приобретения товаров, произведённых при помощи АП. В тандеме с развивающимися технологиями 3D-сканирования и возможностями реверс-инжиниринга, АП также представляет значительный риск для интеллектуальных прав дизайнов продуктов. Отдельного анализа и проработки требует вопрос прав собственности в век цифрового дизайна продуктов, что является одним из самых серьёзных последствий распространения аддитивного производства в экономической деятельности.

В заключение стоит отметить, что АП предлагает широкий спектр экономических перспектив. Однако, при использовании данной технологии необходимо всё же учитывать некоторые присущие ей ограничения. Некоторые из них могут стать гораздо менее важными или вообще исчезнуть в результате дальнейших исследований и технологического прогресса; другие же являются неотъемлемой частью технологии АП. Способность предприятий эксплуатировать преимущества и свести к минимуму негативные стороны этой технологии будет решающим фактором, определяющим их положение на рынке.

#### *Список литературы / References*

1. *Lipson H., Kurman M.* Fabricated. The New World of 3D Printing. Wiley, Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, 2013.
2. Gartner. Gartner's 2014 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps the Journey to Digital Business. [Электронный ресурс]: Gartner. Режим доступа: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2819918/> (дата обращения: 30.01.17).
3. *Смуров И. Ю., Ядройцев И. А., Мовчан И. А., Окунькова А. А., Черкасова Н. Ю., Антоненкова Г. В.* Аддитивное производство с помощью лазера // Вестник МГТУ «СТАНКИН», 2012. № 1 (18). С. 36—38.
4. *Довбыш В. М., Забеднов П. В., Зленко М. А.* Аддитивные технологии и изделия из металла. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://nami.ru/uploads/docs/centr\\_technology\\_docs/55a62fc89524bAT\\_metall.pdf/](http://nami.ru/uploads/docs/centr_technology_docs/55a62fc89524bAT_metall.pdf/) (дата обращения: 30.01.17).

#### *Список литературы на английском / References in English*

1. *Lipson H., Kurman M.* Fabricated. The New World of 3D Printing. Wiley, Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, 2013.
2. Gartner. Gartner's 2014 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps the Journey to Digital Business. [Electronic resource]: Gartner. URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2819918> (date of access: 30.01.17).
3. *Smurov I. Yu., Yadroytsev I. A., Movchan I. A., Okunkova A. A., Cherkasova N. Yu., Antonenkova G. V.* Additivnoye proizvodstvo s pomoschyu lazera [Laser additive manufacturing] // Vestnik MG TU «STANKIN» [Journal of the Moscow State Technological University “Stankin”], 2012. № 1 (18). P. 36—38 [in Russian].
4. *Dovbysh V. M., Zbednov P. V., Zlenko M. A.* Additivniye tekhnologii I izdeliya iz metalla [Additive manufacturing and metal products]. [Electronic resource]. URL: [http://nami.ru/uploads/docs/centr\\_technology\\_docs/55a62fc89524bAT\\_metall.pdf](http://nami.ru/uploads/docs/centr_technology_docs/55a62fc89524bAT_metall.pdf) (date of access: 30.01.17) [in Russian].