

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРОВ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация.

Актуальность и цели. Мировое лидерство в условиях четвертой научно-технической революции обеспечивается не только активным освоением передовых технологий в производстве, но и эффективным использованием их возможностей на рынке, что зачастую требует значительного изменения номенклатуры выпускаемых товаров, формирования новых рыночных механизмов и отношений. В настоящее время в обрабатывающей промышленности это касается, прежде всего, аддитивных технологий (технологий 3D-печати, АМ-технологий), которые приходят на смену классическим технологиям механообработки, штамповки, литья. Цель работы – провести анализ преимуществ, недостатков и перспектив рыночного использования аддитивных технологий в мировой и российской экономике.

Материалы и методы. Реализация исследовательских задач была достигнута на основе использования контент-анализа, анализа статистических данных, сравнительного анализа, описательного метода, методов запроса интернет-аналитики.

Результаты. Описано содержание и назначение аддитивных технологий, которые оценены как революционные, подрывные технологии, в корне меняющие структуру производства и рынка. Оценена динамика роста применения аддитивных технологий в мировой и российской экономике. Отмечено, что АМ-технологии в настоящее время в основном используются для производства промышленных изделий, однако намечается тенденция их широкого применения для производства потребительских товаров. В статье описаны возникающие в связи с этим новые рынки, представлены варианты новых рыночных механизмов и отношений.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что, несмотря на инновационные риски и трудности с формированием новой рыночной среды, изменением потребительских предпочтений, широкое внедрение АМ-технологий, в том числе в домохозяйствах, является неизбежным и перспективным. Российским предпринимателям при поддержке государства необходимо активно входить в «повышательную волну» инновационных технологий как на производстве, так и на рынке, в противном случае в этой сфере экономики Россия останется аутсайдером.

Ключевые слова: технологический уклад, аддитивные технологии, 3D-печать, технологические инновации, рыночные отношения и механизмы, рынок потребительских товаров.

THE STATUS AND PROSPECTS OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN PRODUCTION OF CONSUMER GOODS

Abstract.

Background. World leadership in conditions of the 4 scientific and technical revolution is provided not only by active development of advanced technologies in production, but also by efficient usage of opportunities offered by these technologies in the market. This often requires a significant change in the structure of products, new market mechanisms and relationships. Currently, in manufacturing, this is particularly true for additive technologies (such as 3d-printing, AM-technologies) that replace classical machining, stamping, casting. The purpose of the work is to analyse the advantages, disadvantages and prospects of the market use of additive technologies in the world and in the Russian economy.

Materials and methods. The research tasks have been accomplished through the use of content analysis, statistical analysis, comparative analysis, the descriptive method, methods of online analytics requesting.

Results. The work describes the content and purpose of additive technologies, which are evaluated as revolutionary, subversive technologies that entirely change the patterns of production and market. Growing application of additive technologies in the world and the Russian economy has been assessed. It has been noted that AM-technology is currently used mainly for industrial products, but there is a tendency for them to be widely applied in production of consumer goods. The article describes emerging markets, introduces new market mechanisms and relationships.

Conclusions. The study suggest that, despite the innovative risks and difficulties in creating a new market environment and changing consumer preferences, the widespread adoption of AM-technologies, including in households, is inevitable and promising. Russian entrepreneurs, supported by the State, should be actively involved in the "upward wave" of innovative technologies, both in manufacturing and in the market, otherwise Russia would remain an outsider in that area.

Key words: technological structure, additive technologies, 3D-printing, technological innovations, market relations and mechanisms, consumer goods.

В настоящее время в мировом сообществе осуществляется смена технологических укладов – переход от 4-го к 5-му и частично к 6-му укладу. В развитых странах научные открытия и радикальные изобретения достаточно быстро «выходят из стен лабораторий», осваиваются в серийном и массовом производстве, проникают на рынки в виде инноваций. В экономическом пространстве зарождаются новые отрасли, используются новые виды энергии и материальных ресурсов, осваиваются новые профессии. И, наоборот, устаревшие виды хозяйственной деятельности уходят в прошлое, а невостребованные профессии исчезают. Трансформируется структура рынков продуктов и услуг, рынка труда, возникают новые потребительские предпочтения, меняется поведение потребителей, формируются иные экономические отношения и рыночные механизмы. Соответственно, подвергаются изменениям социальные отношения и уклады, появляются новые социальные страты. Таким образом, осуществляется «глубинный пласт» преобразований, затрагивающий все сферы жизнедеятельности человека.

На примере аддитивных технологий, которые являются результатом научно-исследовательской деятельности, относящейся к 5-му технологическому укладу, рассмотрим те изменения, которые происходят в экономике и прежде всего на рынках потребительских товаров.

Аддитивные технологии (3-D печать) (Additive Manufacturing, AM) – это революция в производстве материальных изделий. Они заключаются в автоматизированном получении изделия послойным наращиванием (принцип

«сложения») на специальном оборудовании – 3D-принтере, в соответствии с компьютерной информационной моделью этого изделия и под управлением технологических программ (числовое программное управление – ЧПУ). Аддитивные технологии приходят на смену традиционным технологиям обработки резанием, основанным на последовательном съеме стружки (принцип «вычитания») за несколько разнофункциональных операций, например, токарная, фрезерная, сверлильная, протяжная, начиная с черновой заготовки и заканчивая готовой деталью. При использовании аддитивных технологий исключаются перемещения предмета труда с рабочего места на рабочее место, так как изделие полностью изготавливается на одном рабочем месте, значительно снижается материалоемкость (в авиапромышленности, например, при работе традиционными методами до 90 % материалов уходит в отходы) и потребляемая энергия, сокращается подготовительно-заключительное время на переналадку оборудования и время конструкторско-технологической подготовки нового изделия, появляется возможность изготавливать изделия с повышенной конструктивной сложностью.

Аддитивные технологии заменяют и технологии обработки давлением, например, литье под давлением изделий из пластмассы, штамповку металлических изделий, не требуя при этом специальной оснастки – литевых прессформ, штампов.

Следует отметить широкий спектр исходных материалов для 3D-печати – это полимеры, фотополимеры, композиты, гидрогель, металлы, искусственный камень, цементные смеси, гипс, деревянное волокно, бумага, биоматериалы, пищевое сырье (шоколад, мука, крахмал, жиры и пр.). При этом, согласно отчету CNRS семинара по аддитивному производству «Additive Manufacturing and 3D - Printing Technologies in the EC» от 11 января 2016 г., структура применяемых материалов на предприятиях ЕС следующая: металлы – 38,2 %; полимеры – 23,7 %; биоматериалы – 18,9 %; керамика – 9,6 %; другие материалы – 9,6 % [1]. Таким образом, в настоящее время наиболее часто используются металлы, хотя первоначально это были пластмассы.

Разнообразие материалов, а также использование определенных технологий наращивания слоев дает возможность применять изделия 3D-печати в различных сферах: промышленное производство (Industrial processes) – 21,5 %; здравоохранение (Health) – 13,7 %; изготовление биотканей и костей для трансплантации (Bioprinting) – 13,7 %; авиация и космос (Aerospace) – 9,7 %; прессформы и инструменты (Moulds and tools) – 9,7 %; трехмерные микро и наноструктуры (Micro 3D-Printing) – 7,8 %; обувь и текстиль (Foot and textile) – 5,9 %; потребительские товары (Consumer goods) – 4 %; электроника (Electronics) – 4 %; образование (Skills and education) – 4 %; микрожидкостные устройства (Microfluidics) – 2 %; дизайн (Design) – 2 %; еда (Food) – 2 % [1].

Как видим, в настоящее время наиболее широкое применение находят 3D-изделия промышленного назначения, достаточно часто они применяются в медицине, однако еще слабо охвачен рынок потребительских товаров. Отметим также, что области применения аддитивных технологий расширяются, например, они начинают использоваться в строительстве, производстве музыкальных инструментов, военной техники.

Что касается динамики роста, то, как показывает диаграмма на рис. 1, в 2007 – 2009 гг. в странах ЕС имел место спад числа проектов аддитивных технологий, но затем наблюдается неуклонный рост, который особенно значителен начиная с 2013 г.

Как ожидается, к 2018 г. мировой рынок 3D-печати и услуг вырастет до 16 млрд долл., при этом Соединенные Штаты являются самым важным участником использования 3D-печати как с точки зрения производства, так и потребления – на США приходится немногим менее 40 % комплексов аддитивных технологий, установленных во всем мире [2]. Значительное количество установок эксплуатируется также в Японии (9,7 %), Германии (9,4 %) и Китае (8,7 %). Доля России составляет всего 1,4 %. Невелик и научный задел России в этой области – всего 0,76 % от мирового объема научных публикаций [3].

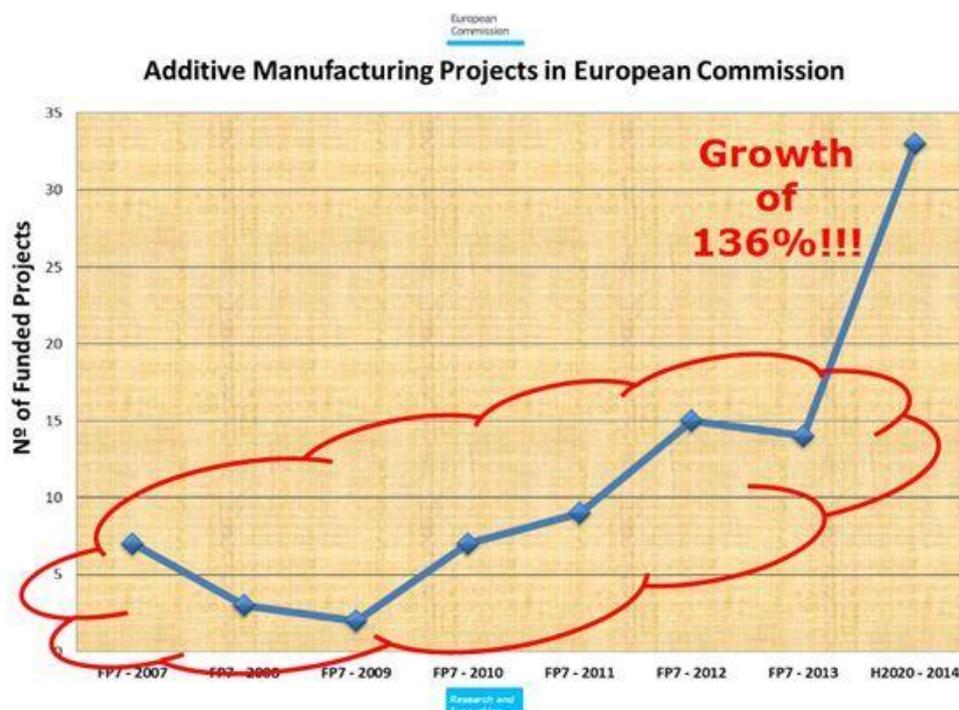


Рис. 1. Динамика роста проектов аддитивных технологий в ЕС [1]

Однако у аддитивных технологий имеются и недостатки: невысокая производительность, незначительная зависимость цены одного изделия от количества изделий в партии, дороговизна отдельных материалов, наличие внутренних пор, шероховатость поверхностей при некоторых методах обработки, что требует дополнительных операций шлифовки, полировки. Хотя отметим, технологии 3D-печати очень быстро совершенствуются. И, кроме того, при единичном производстве, особенно при изготовлении сложных уникальных изделий, трудоемкость аддитивной обработки, как правило, не больше трудоемкости изготовления на универсальном оборудовании.

Тем не менее аддитивные технологии являются весьма перспективными, и если первоначально они использовались лишь для создания прототипов

(моделей) объектов, а также для инструментов, оснастки и изделий, прежде всего в высокотехнологичных отраслях, то в настоящее время 3D-изделия распространяются на рынках товаров потребительского назначения.

При этом происходят радикальные изменения рынков, механизмов продвижения и распределения товаров, рыночных отношений. Так, в экономическом пространстве возникают следующие рынки:

1) оборудования – 3D-принтеры дифференцированной номенклатурной линейки с отличиями по технологиям наращивания слоев, применяемым материалам, габаритам, точности, качеству и стоимости, 3D-сканеры для формирования трехмерных изображений с образца;

2) материалов для изготовления 3D-изделий, также имеющих, как мы указали выше, широкую дифференциацию в зависимости от технологии печати и сферы применения изделий;

3) дизайнерских и конструкторско-технологических проектов изделий – общего дизайна, конструкции, трехмерной графики, технологий изготовления;

4) программного обеспечения как для проектирования изделий, так и для их изготовления;

5) услуг по индивидуальному проектированию и изготовлению 3D-изделий по требованию заказчика;

6) услуг по техническому обслуживанию и ремонту 3D-принтеров;

7) обучающих курсов для тех потребителей, которые приобретают 3D-принтеры для личного использования, в домохозяйствах.

В дополнение к этому интенсивно развивается инфраструктура аддитивных технологий – формируется профессиональный и любительский слой экспертов 3D-печати, консультантов по защите прав интеллектуальной собственности, создаются специализированные сайты, сетевые группы, осуществляется взаимодействие, обмен идеями, проектами, программным обеспечением, изделиями.

Меняется сам рыночный механизм и рыночные отношения. При этом возможны следующие варианты:

1) замена традиционных технологий резания и обработки давлением на инновационные аддитивные технологии на крупных промышленных предприятиях;

2) создание малых фирм, имеющих парк 3D-принтеров и осуществляющих изготовление изделий как производственного, так и потребительского назначения по заказу;

3) создание кооперативов или неформальных объединений людей, вкладчину приобретающих и использующих аддитивное оборудование, например, это люди, проживающие в месте непосредственной близости – многоквартирный дом, поселок – или совместно использующие гаражные, складские, вспомогательные помещения;

4) приобретение 3D-принтеров физическими лицами и домохозяйствами для своих нужд – персонализированное производство.

В третьем и четвертом вариантах фактически осуществляется возврат к ремесленничеству и элементам натурального хозяйства, так как потребитель является и производителем товаров, а зачастую также дизайнером, конструктором, технологом, но такой возврат происходит на новом высокотехно-

гичном уровне. На первое место для потребителя выходит удовлетворение потребностей в творчестве, самовыражении, социальной идентификации. Кроме того, он стремится снизить зависимость от производственных и торговых фирм.

Общая логистическая цепочка значительно меняется (рис. 2). Человек становится в центр рыночных взаимоотношений, он является менеджером, исполнителем и потребителем в этом производственно-сбытовом процессе, осуществляя управление и операционную деятельность, а также, при желании, обслуживание и ремонт оборудования, запчасти к которому делаются на нем же. Дизайнерские и программистские работы он может заказывать, а также выполнять сам, используя в частности бесплатные сетевые библиотеки.



Рис. 2. Взаимодействие участников аддитивного производства

Перечислим виды потребительских товаров, которые в настоящее время возможны для изготовления посредством аддитивных технологий: украшения, дизайнерские изделия, сувениры, детские игрушки, посуда, канцелярские принадлежности, запасные части к бытовой и офисной технике, видео и фототехнике, автомобилям и другим средствам передвижения, спортивные товары, обувь, текстильные изделия, садовые принадлежности, различные вспомогательные вещи – вешалки для одежды, коробки, коврики, чехлы, сумки и пр., т.е. практически весь спектр товаров, которые мы в обиходе называем «для дома, для быта».

Потенциальный объем такого рынка очень высок, однако, по мнению аналитиков, темпы роста реально достижимого объема рынка в последние годы и в ближайшем будущем не так велики, как прогнозировалось при их первоначальном освоении. Так, в последние годы 90 % средств компаний инвестировалось в аддитивные технологии промышленного производства и только 10 % – в потребительские [4].

В России рынок потребительских аддитивных технологий только зарождается, его ядром являются молодые технически продвинутые люди, мо-

тивы деятельности которых – познавательный интерес, стремление к творчеству, профессиональному росту и в определенной степени экономической независимости. Хотя многие пользователи рассматривают 3D-печать как хобби, источник удовольствий, увлекательного времяпровождения, отдыха и, соответственно, мирятся с затратами.

В настоящее время создаются производственные предприятия, производящие 3D-принтеры и использующие аддитивные технологии для изготовления изделий, как по заказам, так и для размещения в розничной торговой сети. Формируется инфраструктура предпринимательской деятельности, в частности, в среде Интернет появляются посреднические фирмы, которые принимают заказы от физических лиц и передают их на производственные предприятия. В бизнес-инкубаторах организуются центры технического творчества для подростков, оснащенные 3D-принтерами.

Однако в последние годы свою негативную «лепту» внес экономический кризис и, как показывает запросная интернет-аналитика, продажи потребительских принтеров в России снизились (рис. 3).

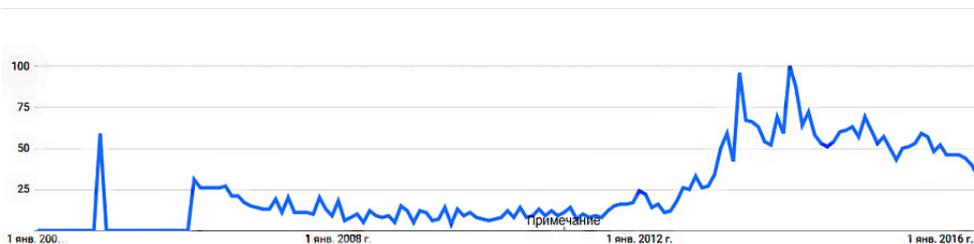


Рис. 3. Динамика продаж 3D-принтеров для изготовления прототипов и потребительских товаров

Антистимулами развития рынка потребительской 3D-печати по сравнению с производственной, по нашему мнению, являются также дороговизна принтеров и получаемых изделий, ограниченные возможности по применяемым материалам, среднее и ниже среднего качество по сравнению с литьевыми способами производства, небольшие размеры изделий, малый выбор по цвету, большая длительность печати, запах пластмассы при производстве изделий.

Кроме того, «психология толпы» как основной фактор потребительского поведения настроена на использование в быту «ширпотреба» – однотипных, стандартных товаров без их индивидуализации.

Укажем также, что очень слабо развит маркетинг, прежде всего, информативная реклама, стимулирование продаж 3D-принтеров и сканеров, услуг аддитивной печати.

В заключение отметим, что несмотря в целом на сложную ситуацию в потребительской 3D-печати, ведущие западные аналитики настроены оптимистично и прогнозируют полную замену в будущем традиционных технологий на аддитивные и все большее вовлечение в этот процесс населения. Так, Крис Коннери, вице-президент отдела глобальной аналитики Context, заявил: «Знакомство с 3D-печатью начинается по-разному: с игрушки вроде Mattel Thingmaker, 3D-принтера с Kickstarter за несколько сотен долларов или

устройства от ведущих брендов вроде XYZprinting или MakerBot. В любом случае, если предыдущим поколениям было необходимо освоить персональные компьютеры, нынешнему поколению придется учиться 3D-печати» [5]. Мы уверены, что это произойдет не только на Западе, но и в России.

Библиографический список

1. Additive Manufacturing and 3D-Printing Technologies in the EC. – URL: http://www.cnrs.fr/insis/recherche/docs-evenements/workshop-INSIS_11.01.16_GEstepan.pdf (дата обращения 28.08.17).
2. Statistics and Facts about Additive Manufacturing and 3D Printing. – URL: <https://www.statista.com/topics/1969/additive-manufacturing-and-3d-printing/> (дата обращения 29.08.17).
3. **Стрельникова, Л.** Складываем, а не вычитаем. О тонкостях аддитивных технологий / Л. Стрельникова. – URL: http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432581/Skladyvaem_a_ne_vychitaem_O_tonkostyakh_additivnykh_tekhnologii (дата обращения 29.08.17).
4. **Проць, С.** Аддитивная технология: описание, определение, особенности применения и отзывы. Аддитивные технологии в промышленности / С. Проць. – URL: <http://fb.ru/article/231049/additivnaya-tehnologiya-opisanie-opredelenie-osobennosti-primeneniya-i-otzyivy-additivnyie-tehnologii-v-promyshlennosti> (дата обращения 29.01.2017).
5. Объем рынка 3D-печати достигнет \$17,8 млрд к 2020 году. – URL: <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/the-volume-of-the-3dprinting-market-will-reach-178-billion-by-2020-/> (дата обращения 30.08.2017).

References

1. *Additive Manufacturing and 3D -Printing Technologies in the EC*. Available at: http://www.cnrs.fr/insis/recherche/docs-evenements/workshop-INSIS_11.01.16_GEstepan.pdf (accessed August 28, 2017).
2. *Statistics and Facts about Additive Manufacturing and 3D Printing*. Available at: <https://www.statista.com/topics/1969/additive-manufacturing-and-3d-printing/> (accessed August 29, 2017).
3. Strel'nikova L. *Skladyvaem, a ne vychitaem. O tonkostyakh additivnykh tekhnologiy* [Adding, but not subtracting. On subtleties of additive technologies]. Available at: http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432581/Skladyvaem_a_ne_vychitaem_O_tonkostyakh_additivnykh_tekhnologii (accessed August 29, 2017).
4. Prots' S. *Additivnaya tekhnologiya: opisanie, opredelenie, osobennosti primeneniya i otzyvy. Additivnye tekhnologii v promyshlennosti* [Additive technology: description, definition, application features and comments. Additive technologies in the industry]. Available at: <http://fb.ru/article/231049/additivnaya-tehnologiya-opisanie-opredelenie-osobennosti-primeneniya-i-otzyivy-additivnyie-tehnologii-v-promyshlennosti> (accessed January 29, 2017).
5. *Ob'em rynka 3D-pechati dostignet \$17,8 mlrd k 2020 godu* [The 3D-printing market volume to achieve \$17,8 billion by 2020]. Available at: <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/the-volume-of-the-3dprinting-market-will-reach-178-billion-by-2020-/> (accessed August 30, 2017).

Дресвянников Владимир Александрович
доктор экономических наук, профессор,
кафедра менеджмента и экономической
безопасности, Пензенский
государственный университет (Россия,
г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: dva5508@yandex.ru

Dresvyannikov Vladimir Aleksandrovich
Doctor of economic sciences, professor,
sub-department of management
and economic security, Penza State
University (40 Krasnaya street,
Penza, Russia)

Бунимович Игорь Давидович
кандидат экономических наук, доцент,
кафедра менеджмента
и предпринимательской деятельности,
Казанский национальный
исследовательский технологический
университет (Россия, г. Казань,
ул. К. Маркса, 68)

E-mail: bunimovich@mail.ru

Bunimovich Igor' Davidovich
Candidate of economic sciences, associate
professor, sub-department of management
and business activities, Kazan National
Research Technological University
(68 K. Marxa street, Kazan, Russia)

УДК 330

Дресвянников, В. А.

Состояние и перспективы использования аддитивных технологий для производства товаров потребительского назначения / В. А. Дресвянников, И. Д. Бунимович // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Экономические науки. – 2017. – № 2 (6). – С. 35–43. DOI 10.21685/2309-2874-2017-2-4