

2. Стратегия развития лесопромышленного комплекса Свердловской области на период до 2020 года. – URL: <http://economy.midural.ru> (дата обращения: 05.10.2020).

3. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication; A White Paper. – LLC: Melbourne, FL, USA, 2014.

4. Matthews, S. Designing Better Machines: The Evolution of the Digital Twin Explained; Keynote Delivered at Hannover Messe. – Hanover, Germany, 2018.

УДК 338

М. Н. Салихова

(M. N. Salikhova)

УГЛТУ, Екатеринбург

(USFEU, Yekaterinburg)

В. В. Побединский, С. В. Ляхов

(V. V. Pobedinskiy, S. V. Lyakhov)

УрГАУ, Екатеринбург

(Ural SAU, Yekaterinburg)

## **РАЗВИТИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (DEVELOPMENT OF ADDITIVE TECHNOLOGIES APPLICATION)**

*Рассмотрены понятие и разновидности аддитивных технологий (АТ), а также приводятся данные по областям применения 3D-печати промышленными компаниями в мире. Представлены показатели использования 3D-печати в различных направлениях, таких как научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), проектирование, производство, технологические отделы, техническое обслуживание. Рассмотрены положительные моменты и недостатки в использовании АТ в области машиностроения.*

*The article discusses the concept and varieties of additive technologies (AT), and also provides data on the areas of 3D- printing application by industrial companies worldwide. The 3D- printing use indices in such various areas as Research and Development (R&D), design, production, technological departments, maintenance are presented. The positive aspects and disadvantages of the AT use in the field of mechanical engineering are considered.*

В настоящее время совершенствование цифровых технологий происходит на базе развития технологических процессов. Один из таких процессов – аддитивные технологии (АТ).

Поскольку такие технологии являются принципиально новыми, то для их совершенствования, а также внедрения в сферу образования, науку, производство необходимы соответствующие аналитические обзоры, которые позволят обоснованно выбирать дальнейшие направления их развития [1].

Аддитивные технологии (АТ) – это новое технологическое явление, совершающее переворот в промышленности, влияющее на экономику и общество в целом.

Аддитивное производство (Additive Manufacturing) – это изготовление изделия с помощью послойного создания, т. е. поэтапное добавление материала на основу, такой процесс еще называют «выращиванием» [2].

Основоположником такого изобретения стал Чарльзу Халлу, который в 1986 г. сконструировал первый трехмерный принтер.

На сегодняшний день прогнозы мировых аналитиков сбываются, отслеживается значительный рост использования всех типов применяемых материалов для 3D-печати, например данные по использованию металлов на 2019 г. показывают прирост на 42 %, также прослеживается динамика роста количества производителей промышленных систем аддитивного производства: на сегодняшний день насчитывается 177 предприятий по всему миру [3].

Внедрение аддитивных технологий в Европе и на Ближнем Востоке происходит медленнее, чем в странах Северной Америки. Основную ставку в этих странах делают на использование 3D-печати на основе лазерных технологий, которые используются в промышленной и судостроительной отраслях. Лидерами являются США, Германия, Великобритания, Япония и другие, которые в совокупности контролируют более 50 % мирового рынка аддитивного производства и в долгосрочной перспективе будут отстаивать свое первенство.

По ежегодному отчету компании Sculpteo о состоянии отрасли 3D-печати, основанном на годовом опросе более тысячи директоров, руководителей, технических специалистов и т.д. по всему миру, можно провести анализ и сделать следующие выводы. 3D-печать для прототипирования, как и в 2017 г., используется наиболее часто при изготовлении изделия (рис. 1). Прототипирование является ранним видом АТ и первоначально вместо названия АТ использовался термин «быстрое прототипирование» (rapid prototyping) для визуализации моделей при предварительной подготовке с целью проверки проектных расчетов, доработки или утверждения опытного образца перед производством.

На рис. 2 приведены показатели использования 3D-печати, где наблюдается спад по таким подразделениям, как научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), проектирование, и незначительный рост в областях производство, технологические отделы, техническое обслуживание.

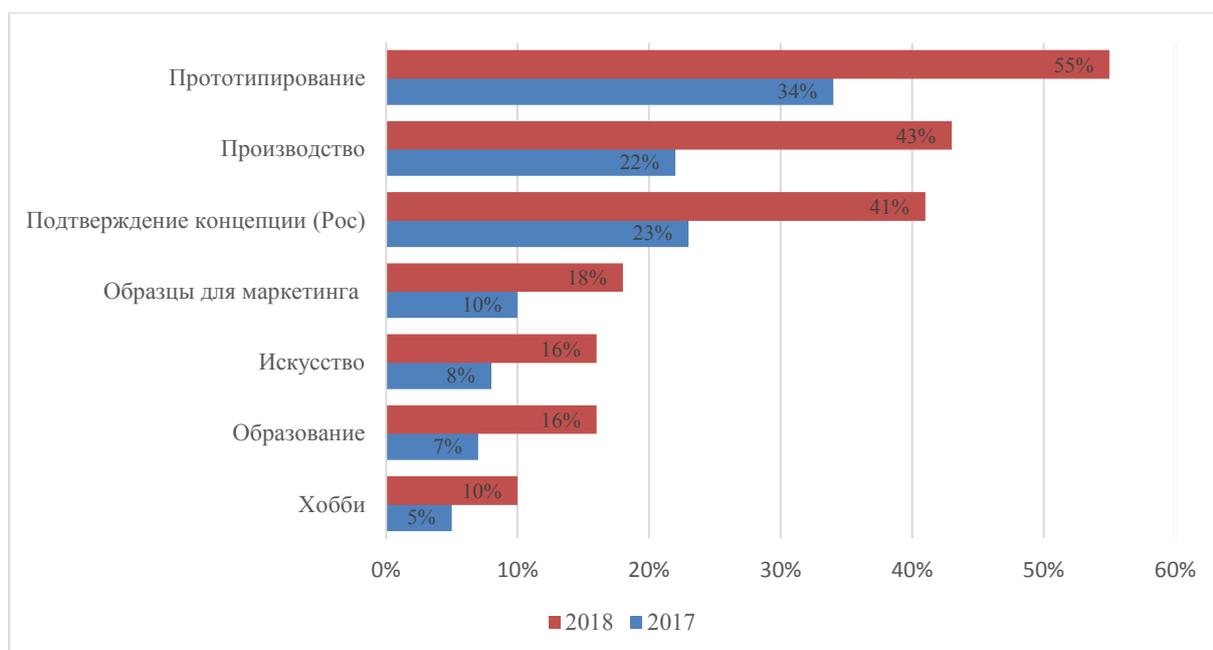


Рис. 1. Области применения 3D-печати промышленных компаний в мире, 2017–2018 гг.

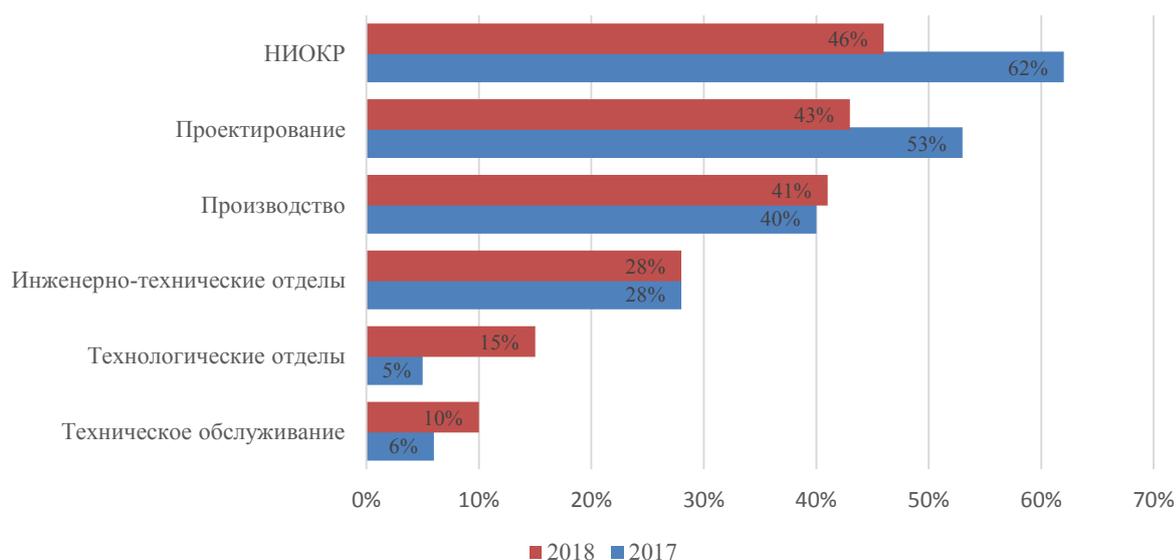


Рис. 2. Показатели использования 3D-печати подразделениями в сравнении на 2017–2018 гг.

Рынок на 2020 г. 3D-печати находится в самом начале подъема, разработчики пробуют применить технологию в разных отраслях, при этом совершенствуя ПО, материалы, используемое оборудование, процессы, номенклатуру печатаемой продукции.

По прогнозу мировых производственных лидеров и экспертов, которые уже на данный момент используют 2/3 АТ при изготовлении своей продукции, на 2030 г. 2/3 всей изготавливаемой продукции в мире будет

производиться при применении АТ. И это подтверждается темпами роста на мировом рынке, которые составляют 15 %. При сохранении CAGR (Compound annual growth rate) на этом уровне к 2025 г. объем рынка увеличится с текущих \$5,31 млрд до \$21,5 млрд.

Также по прогнозу аналитиков, 51 % рынка будет приходиться на авиационную промышленность, сферу здравоохранения и автомобилестроение. Отрасли, в которых в 2025 г. будет наиболее заметно использование технологий аддитивного производства, показаны на рис. 3.

Следует отметить опыт КНР, в которой широко применяется 3D-печать для массового производства в области промышленности. И реальность такова, что АТ приводят к снижению стоимости производства, тем самым позволяют странам в ближайшие годы наращивать объемы выпускаемой продукции.

Специалисты данной области непрерывно исследуют и расширяют номенклатуру материалов, адаптированных под АТ, совершенствуют оборудование, предлагают современный технологический процесс.

В настоящее время отмечается повышенное внимание к 3D-печати со стороны автомобилестроительной отрасли, растут инвестиции.

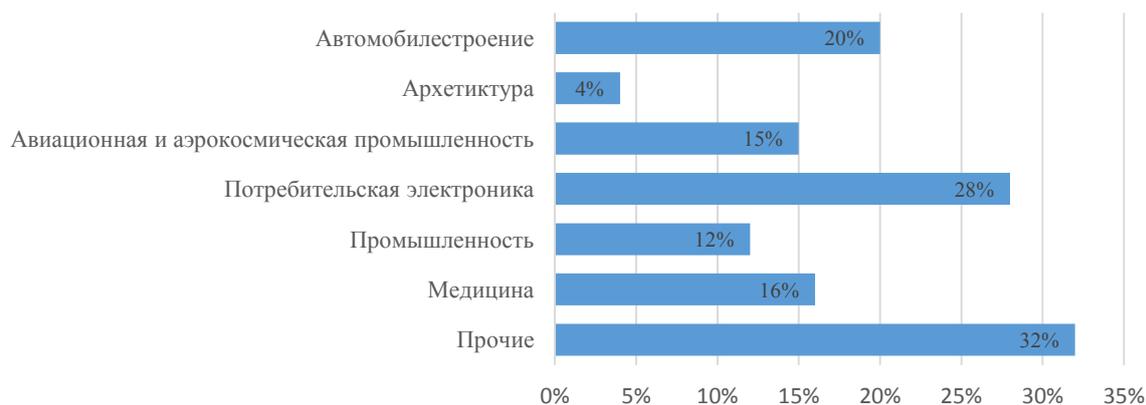


Рис. 3. Структура прогноза рынка аддитивных технологий на 2025 г. по направлениям использования

В области машиностроения АТ заменяют традиционную технологию обработки резанием, основу которой составляло последовательное снятие стружки – так называемый принцип «вытачивания» – за несколько различных операций, таких как фрезерная, токарная, шлифовальная, сверлильная и т.д., начиная с заготовки и заканчивая готовым изделием [4]. Основой же АТ является выполнение изделия на одном рабочем месте без перемещения предмета труда, что влияет на снижение таких показателей, как потребляемая энергия, производственная площадь, время на переналадку

оборудования. Появляется возможность детально продумать и более качественно наладить производство.

Недостатком АТ в данной отрасли является завышенная цена отдельных компонентов и материалов, наличие внутренних пор в изделии, недопустимая шероховатость поверхности при обработке, что требует дополнительных операций полировки, шлифовки. При создании сложных, уникальных изделий трудоемкость работы сопоставима с трудоемкостью изготовления оборудования, а это колоссальный труд.

Постоянное совершенствование АТ – вот к чему стремятся страны всего мира, и представленная классификация видов АТ (рис. 4) в скором времени потребует изменения.

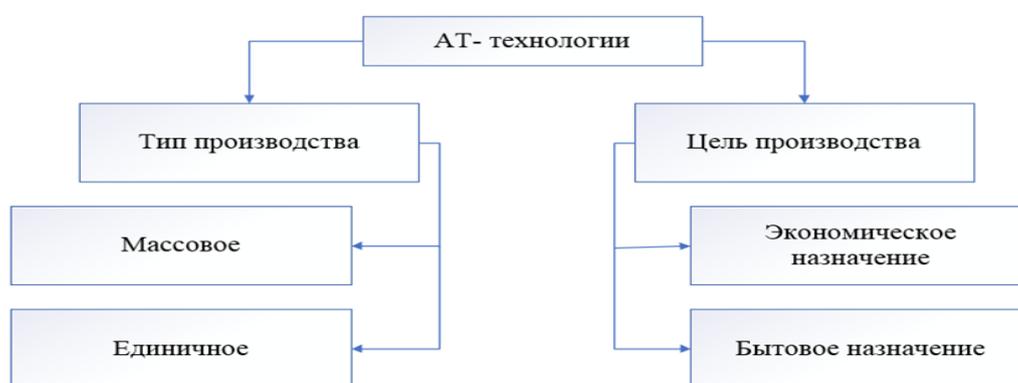


Рис. 4. Классификация направлений АТ-технологий

В заключение можно отметить следующее.

1. Аддитивные технологии являются стремительно развивающимися и охватывают все больше направлений деятельности человека.
2. Несмотря на очевидный эффект, аддитивные технологии на сегодняшний день не могут заменить традиционное производство, поэтому две технологии – традиционные и аддитивные – в ближайшее десятилетие будут дополнять друг друга.

#### *Библиографический список*

1. Аддитивные технологии в России: уникальные разработки, рынок сбыта и господдержка // Innoprom.com: офиц.сайт Иннопрома. – URL: <http://www.innoprom.com> (дата обращения: 12.10.2020).
2. Global Additive Manufacturing Market, Forecast to 2025. – Frost & Sullivan, 2016. – 61 с.
3. Хабр: как рынок 3D-печати рос в 2018 году и что это значит для бизнеса. – URL: [https://habr.com/ru/company/iqb\\_technologies](https://habr.com/ru/company/iqb_technologies) (дата обращения: 13.10.2020).

4. Зленко М. А., Нагайцев М. В., Довбыш В. М. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.

УДК 378.1

А. В.Шустов  
(A. V. Shustov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ЭКОНОМИКИ  
И СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
(DIGITALIZATION IN ECONOMIC RECOVERY  
AND THE SPHERE OF EDUCATION)

*Рассмотрена роль цифровизации как основного фактора в восстановлении экономики и высшем образовании. На основе анализа системных факторов и отдельных тенденций дана оценка перспектив плана Правительства РФ по восстановлению экономики и дальнейшему развитию сферы образования.*

*The role of digitalization as the main factor in economic recovery and higher education is considered. Based on the analysis of systemic factors and individual trends, an assessment of the prospects for the RF Government's plan for economic recovery and further development of the education sector is made.*

Мировая пандемия во многом нарушила ход выполнения национальных проектов в Российской Федерации, особенно в области демографии, а также образования, здравоохранения, науки, культуры, строительства жилья и развития городской среды, экологии, производительности труда и поддержки занятости населения [1]. Поэтому правительство РФ вынуждено было по указанию президента весной 2020 г. разработать почти двухлетний Общенациональный план восстановления экономики [2].

План включает три этапа.

1 этап. Июнь – сентябрь 2020 г. – адаптация экономики в условиях распространения коронавируса. Этот этап уже прошел, и истрачено 4 трлн руб. из выделенных 6,4 трлн руб.

2 этап. Октябрь 2020 г. – июнь 2021 г. – восстановление экономики. Планируется рост доходов граждан и экономики не ниже 100 % к уровню 2019 г.

3 этап. Июль – декабрь 2021 г. – рост доходов и экономики. Конкретные цифры тут трудно планировать.