

Т. А. Чуйко, В. С. Кузнецова,  
студенты IV курса Института бизнеса БГУ  
Научный руководитель:  
старший преподаватель  
А. М. Туровец

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАСХОДОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ

В современном мире 3D-печать развивается с огромной скоростью. Что же такое 3D-печать? 3D-печать или «аддитивное производство» – процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели.

Цель научной работы – выявить и оценить возможности снижения производственных расходов за счет применения 3D-печати.

Не зависимо от того, в какой сфере ваш бизнес, 3D-печать становится действительно конкурентным преимуществом. Так, 93 % респондентов считают, что 3D-печать является конкурентным преимуществом, и количество респондентов растет с каждым годом. Это можно увидеть на рис. 1.

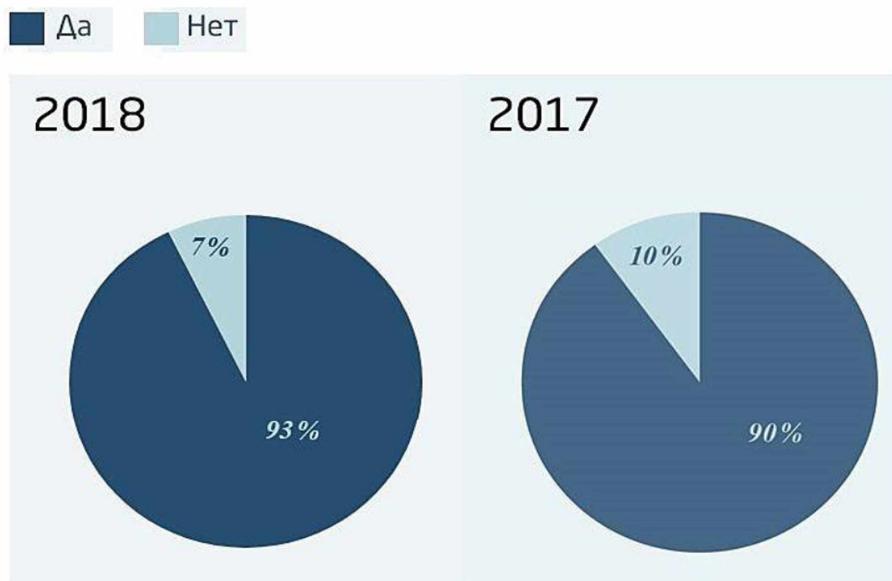


Рис. 1. Рост количества респондентов

Что касается положительных сторон 3D-печати, то (несмотря на то что в числе главных факторов применения аддитивного производства респонденты называют сокращение расходов и снижение сроков производства) значительную роль для 48 % из них также играет возможность создания изделий сложной геометрии, что представлено на рис. 2 [2].

В широком смысле, «Индустрія 4.0» (Четвертая промышленная революция) означает новый уровень организации производства и управления цепочкой создания стоимости на протяжении всего жизненного цикла выпускаемой продукции [1].

На рис. 3 отображено изменение цепочки добавленной стоимости под влиянием 3D-печати.

Из-за изготовления элемента любой фигуры и сложности, экономии на оснастке либо ее наиболее дешевого изготовления с помощью АП, подрывается и перестает функционировать основной экономический принцип современной промышленности – эффект масштаба.

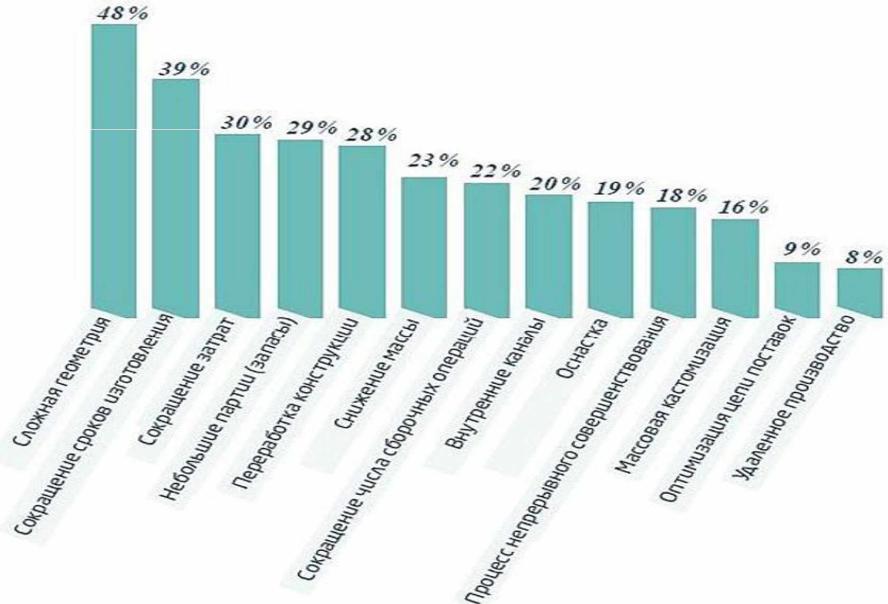


Рис. 2. Преимущества 3D-печати

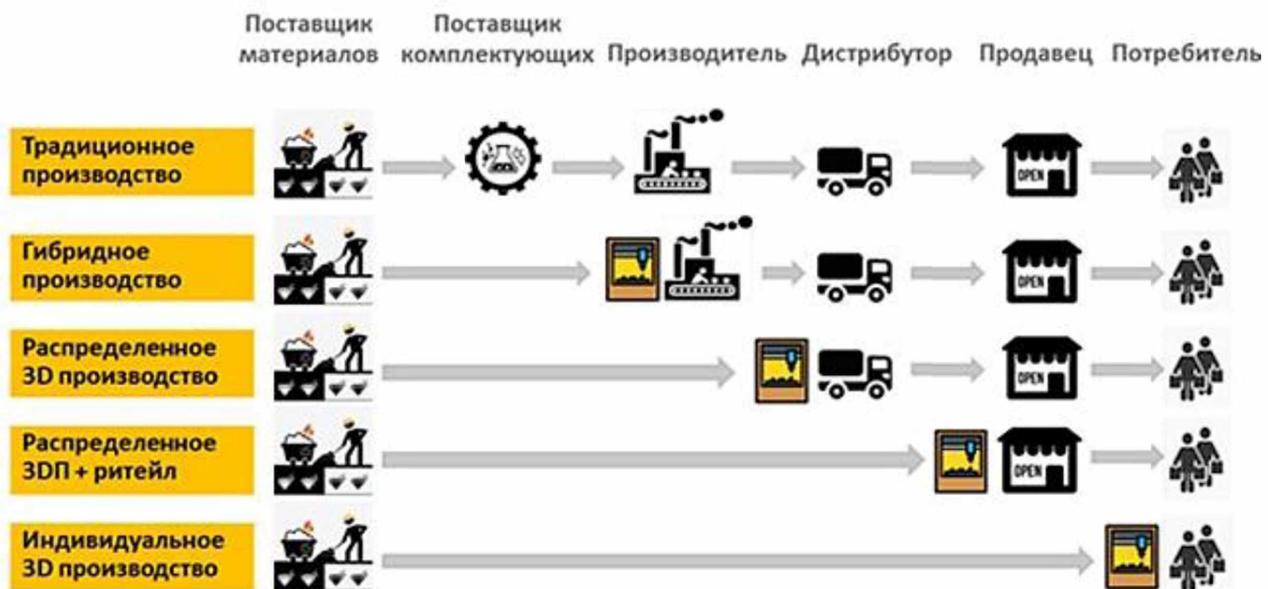


Рис. 3. Изменение цепочки добавленной стоимости под влиянием 3D-печати

Вместо эффекта масштаба появляется новый экономический принцип 3D-печати – «экономика единицы» (economy of one). И, кроме того, «сложность за бесплатно» (complexity for free) – печать единичной детали любой сложности по индивидуальной модели по одинаковой стоимости независимо от размера партии, и без необходимости налаживать производственную линию и формировать массовый заказ для уменьшения и распределения себестоимости, поскольку для принтера все равно какой формы печатать деталь, благодаря технологии послойного добавления материала.

Выявить и оценить возможности снижения производственных расходов за счет применения 3D-печати поможет рассмотрение практических примеров.

Пример 1. Российская компания ЗАО «Энергия» осуществляет методом литья из металла производство трубопроводной арматуры. Когда возникла необходимость в усилении рыночных возможностей организации, стал вопрос о поиске новых решений, которые удешевили бы производство и, следовательно, позволили бы оптимизировать себестоимость продукта. Если ис-

пользовать старые методы изготовления оснасток с помощью механической обработки, потребуется человеческое управление, которое заметно снижает скорость выполнения заказов. Новые фрезеровочные станки с числовым программным управлением стоят дорого. Тщательно рассмотрев возможности, плюсы и минусы каждого из методов производства продукции, ЗАО «Энергия» пришла к решению о приобретении трех 3D-принтеров, чтобы минимизировать производственные издержки. Финальный выбор был обусловлен некоторыми соображениями.

За 18 тыс. долл. США по состоянию на август 2018 г. можно было купить 1 станок. Для того чтобы изготовить 1 оснастку, в среднем ей потребуется 8 ч. При использовании аддитивного производства для выпуска той же оснастки за то же время следует иметь 3 ед. 3D-принтеров. Однако по цене ЧПУ-фрезера возможно приобретение целых восьми принтеров, которые способны напечатать за 8 ч., грубо говоря, 3,5 оснастки, т. е. производительность возрастет в 3,5 раза. Более того, не нужен оператор, который бы следил за процессом создания модели круглосуточно.

В итоге очевидна выгода за счет применения 3D-принтеров на примере компании ЗАО «Энергия»: низкая цена оборудования в сочетании с большими объемами выпуска, а также дешевый материал и низкое энергопотребление.

Пример 2. Около 52 тыс. деталей для разнообразных раритетных моделей автомобилей Porsche изготавливаются одноименной немецкой компанией. При относительно небольших объемах выпуска традиционные методы производства невыгодны из-за отсутствия как такового эффекта масштаба. Отсюда компания помогает трехмерная печать: наблюдается экономия на производственных затратах и складских издержках при изготовлении ограниченного количества деталей.

Для первого суперкара Porsche модели 959, разгоняющегося до 200 км/ч, было произведено 292 рычага сцепления, что позволило сделать замену деталей доступной для любого автовладельца без необходимости заново налаживать традиционное производство.

Кроме того, сегодня в отношении 3D-печати Porsche осуществляет проверку на применимость технологии еще для 28 различных деталей. Чтобы восстановить деталь, подготавливается ее модель с помощью 3D-сканирования, что теоретически делает аддитивное производство универсальным. Также Ford и Mercedes-Benz собираются внедрять 3D-технологию в свою деятельность, чтобы производить редкие детали для старых коммерческих транспортных средств [5].

На основе приведенных примеров приведем преимущества и недостатки аддитивного производства в сравнении с традиционным в области издержек производства

#### **Преимущества:**

- возможность печати сложных конструкций, которые при традиционных методах дороги из-за высокой себестоимости или вообще невозможны;
- отсутствие дополнительных затрат по причине изменений в продукте, не считая правки цифровой модели, что позволяет удовлетворять конкретные потребности производителей и покупателей (кастомизация);
- снижение фиксированных затрат на модель с помощью литья металлов или под давлением, штамповки, вырубки в частности, когда не нужно изменять процесс производства для новых элементов («единий инструмент»);
- отсутствие отходов, т. к. 3D-принтерами используется ровно столько материала, сколько необходимо для создания модели, который, к слову, может быть переработан для повторного использования.

#### **Недостатки:**

- отсутствие эффекта масштаба производства, когда речь идет о больших объемах выпуска (более 10 тыс. ед.), сказывается на внушительном росте производственных затрат по причине фиксированной цены, как описывалось ранее, на каждый элемент;

- уменьшение вариаций материала, что в некоторых случаях может обходиться производителям дороже, нежели при традиционном производстве;
- неодинаковые прочность и выносливость деталей на различных слоях производимой модели, которые возникают в результате поэтапного добавления слоев, и недостаточная точность в 20–100 микрон для некоторых отраслей, что влияет не столько на производственные затраты в той или иной степени, сколько на отсутствие иногда спроса на готовый продукт (утерянная выгода).

Значит, 3D-печатать, безусловно, является лучшим выбором при создании прототипов или сверхсложных изделий, но для массового производства одинаковых деталей традиционные технологии пока предпочтительнее [4].

Следовательно, согласно заключениям международной сети компаний по оказанию услуг в области консалтинга и аудита Deloitte, преимущества и недостатки аддитивного производства, касающиеся производственных затрат, главным образом влияют на стадии эволюции бизнеса при внедрении 3D-технологий.

Стадия 1. Период застоя: 3D-принтеры используются первоочередно для прототипирования, изготовления оснастки и подстраховки производства (изменения в самом продукте и в цепочке поставки в целом практически отсутствуют).

Стадия 2. Эволюция цепочки поставки: производство располагается ближе к месту использования конечного продукта, благодаря чему сокращаются сроки реакции на запросы покупателей, возможно управление непредсказуемостью спроса, сокращаются производственные затраты и складские запасы.

Стадия 3. Эволюция продукта: появляется возможность кастомизации и персонализации под потребности заказчика, расширяется эффективность и функциональность продукта, фактически без роста затрат при росте сложности самого конечного продукта.

Этап 4. Эволюция бизнес-модели: присущи массовая кастомизация продукта под новые потребности клиентов, производство непосредственно в месте использования конечного продукта, сокращение цепочки поставки и исключение посредников, вовлечение клиентов в процесс разработки и создания продукта. Все это ведет к появлению новых источников прибыли, изменению схем монетизации и структуры затрат [3].

Таким образом, наиболее оптимальным вариантом применения 3D-печати в области снижения производственных расходов является мелкосерийное производство.

### **Список использованных источников**

1. Горьков, Д. 3D-печать в малом бизнесе / Д. Горьков ; под ред. Д. Горькова. – М., 2017. – 104 с.
2. Строганов, Р. 3D-печать. Коротко и максимально ясно / Р. Строганов ; под ред. Р. Строганова. – М., 2016. – 73 с.
3. iQB technologies: блог 3D-экспертов. Как развитие 3D-печати повлияет на изменение бизнес-моделей производственных компаний в ближайшем будущем? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blog.iqb-tech.ru/3d-printing-business-models-change>. – Дата доступа: 14.04.2019.
4. Top 3D Shop: эксперт на рынке 3D-техники. Что такое 3D-печать: просто о сложном [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://top3dshop.ru/blog/what-is-3d-printing.html>. – Дата доступа: 14.04.2019
5. 3Dtoday: сообщество владельцев 3D-принтеров. Как снизить издержки компаний и повысить производительность с помощью 3D-принтеров? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dtoday.ru/blogs/imprinta/how-to-reduce-the-companys-costs-and-boost-productivity-with-3d-printer/#%20Object>. – Дата доступа: 14.04.2019.