

# Будущее 3D-печати: пять прогнозов от компании Jabil

**То, что можно сделать с помощью 3D-печати, больше не является теоретическими изысканиями — теперь это настоящая производственная необходимость.**

**Раш ЛаСель  
(Rush LaSelle)**

**Перевод:  
Сергей Шихов**

sergey@aconf.ru

Буквально несколько лет назад преимущества аддитивного производства были очень дискуссионными. Много споров велось о том, есть ли финансовые или технологические основания для перехода от традиционных крупносерийных процессов к аддитивным. Сегодня же 3D-печать позиционируется как основная производственная технология во многих сферах, где она позволяет существенно повысить эффективность производства, сократив временные затраты, необходимые для проектирования и изготовления продукции. Аддитивное производство набирает обороты и становится опорой для развития, а будущее 3D-печати видится весьма перспективным.

Многие отрасли, включая здравоохранение, аэрокосмическую и оборонную индустрии, находятся в процессе трансформации, которая вызвана развитием цифровизации бизнеса, активной разработкой и внедрением в производство новых материалов и изменениями в цепочках поставок, а также в большой степени расширением сфер применения технологий аддитивного производства.

Так, в аэрокосмической отрасли изготовление внутренних частей летательных аппаратов — в частности, воздухопроводов, вентиляционных отверстий и аэродинамического оборудования — с использованием аддитивного производства позволяет конструкторам

сокращать вес и количество компонентов в узлах, что дает возможность максимально эффективно размещать все оснащение в тесном пространстве кабины. Кроме того, при проектировании деталей 3D-печать предоставляет разработчикам свободу экспериментировать, подбирать наиболее оптимальную форму изделий, снижать количество потенциальных точек отказа и улучшать их функциональные свойства.

На фоне сокращения циклов создания нового продукта, возможности аддитивного производства дают производителям недоступный ранее уровень гибкости в процессе проектирования, изготовления и поставок продукции.

В ходе третьего исследования «Тенденции 3D-печати», которое проводит компания Jabil раз в два года, выяснилось, что за последние пару лет области применения аддитивного производства заметно расширились. Сегодня компании чаще всего прибегают к технологии 3D-печати на этапах исследований и проектирования новой продукции, в то время как ранее наибольшее распространение 3D-печать получала в процессе прототипирования. Исследование показало, что существенный рост применения 3D-печати произошел в области создания технологического оснащения (37% в 2019 против 57% в 2021 году), изготовления мостов (с 39 до 56%) и производства деталей (рис. 1). При этом более по-

**Исследования и разработки (R&D) сегодня являются наиболее распространенными сферами применения 3D-печати. Каким образом ваша компания в настоящее время использует 3D-печать?**

	 Исследования и разработки (R&D)	 Прототипирование	 Изготовление оснастки, сборочных приспособлений и других инструментов	 Производство мостов	 Производство деталей изделий	 Ремонт и обслуживание
<b>2017</b>	–	69%	30%	23%	27%	14%
<b>2019</b>	53%	66%	37%	39%	52%	38%
<b>2021</b>	73%	72%	57%	56%	62%	46%

Рис. 1. Результаты исследования «Тенденции 3D-печати»

ловины респондентов считают 3D-печать реальной «стратегической возможностью» для своей компании, что свидетельствует о хороших перспективах развития аддитивных технологий.

Проведя исследование, аналитики компании Jabil задумались о том, как повлияет рост применения аддитивного производства на другие отрасли и аспекты производства, и что именно ждет 3D-печать в будущем. Ниже представлено пять прогнозов, сделанных в Jabil.

## 1. От быстрого прототипирования к массовому производству

Аддитивное производство дает преимущества на каждом этапе разработки продукта, позволяя более эффективно управлять его жизненным циклом и быстро масштабировать процессы при переходе от прототипов к массовым сериям. А в этом и заключается суть промышленного производства.

Когда объемы выпуска изделий сравнительно невысоки (например, если планируется напечатать 100 деталей для разностороннего тестирования их характеристик или для запуска пилотных продаж на региональных рынках), аддитивное производство дает возможность производителям изготавливать небольшие партии с высокой степенью повторяемости продукции. Более того, если требуется увеличить объем даже в 3 или 4 раза, 3D-печать позволяет сделать это без дополнительных затрат на переналадку оборудования.

Аддитивное производство также становится оптимальным решением для предприятий, выпускающих мелкие и средние объемы партий, но имеющих необходимость делать большие вложения в наладку производственных линий, что, естественно, осложняет вывод продукта на рынок. В такой ситуации продукция на начальных этапах изготавливается при помощи 3D-печати, а в дальнейшем переводится на стандартное заводское оборудование для крупносерийного производства. При правильном планировании технологических процессов, начиная с этапов создания проекта и разработки материалов, этот переход осуществляется легко, без каких-либо нестыковок.

Аддитивные технологии также помогают производственным компаниям сократить свои складские запасы и тем самым существенно экономить денежные ресурсы, затрачиваемые на хранение деталей. Теперь предприятию не нужно каждый раз обращаться к поставщику, когда появляется необходимость в той или иной детали, достаточно просто напечатать ее на 3D-принтере. Это особенно актуально для автомобилестроительной отрасли, где за счет 3D-печати складские запасы деталей могут быть снижены на 90%.

Перевод производства некоторых деталей с традиционного способа на аддитивные технологии доказал свою эффективность и в судостроении. Так, по данным исследования Гдыньского морского университета в Польше, изготовление металлической детали по стандартным технологиям занимает в среднем 12 недель и стоит около \$20 000, а при использовании 3D-печати сроки изготовления такой же детали сокращаются до 72 ч, а ее стоимость не превышает \$1250.

Обсуждая аддитивные технологии сегодня, производители переходят от вопроса возможностей к разговору о мощностях. В скором будущем 3D-печать станет неотъемлемой частью на всех этапах ввода в производство нового продукта (new product introduction, NPI), что позволит предприятиям достигать целевой стоимости продукции на начальных этапах выхода товара на рынок. Это, в свою очередь, снизит риски, связанные с новым продуктом, и позволит компаниям отложить масштабирование объемов производства до наиболее благоприятного момента.

## 2. Аддитивные технологии как способ цифровизации производства и повышения гибкости цепочек поставок

Если пандемия коронавируса нас чему-то и научила, то это тому, что привычная налаженная работа цепочек поставок может вдруг стать абсолютно непредсказуемой. Так сложилось, что при формировании цепочек поставок, как правило, во главу угла была поставлена их потенциальная эффективность, а вопрос стабильности был второстепенным, и этот подход характерен для всех отраслей промышленности. Неудивительно, что многие цепочки поставок были нарушены, когда мировая экономика столкнулась с такой серьезной проблемой, как

пандемия. Влияние карантинных мер на поставки деталей и материалов было очень серьезным во всех отраслях, но особенно тяжелым оказалось положение предприятий, работающих в сфере здравоохранения и производства медицинских устройств. Этот тяжелый опыт показал, что создание стабильных цепочек поставок является важной задачей для каждого производителя. Но пока компании решают данный вопрос, производственные линии должны продолжать работать. И тут на помощь приходят аддитивные технологии.

Так, 3D-печать стала настоящим спасением в ситуации, когда сбой в цепочках поставок привел к нехватке деталей аппаратов искусственной вентиляции легких, в то время как производство аппаратов ИВЛ было без преувеличения жизненно важным для людей во всем мире. В тот период компания Jabil оказала поддержку в разработке инновационной технологии производства разветвителей аппарата искусственной вентиляции легких при помощи 3D-печати. Это позволило использовать один аппарат для нескольких пациентов одновременно. Благодаря аддитивному производству было изготовлено более 60 000 разветвителей всего за три недели, при этом качество деталей оставалось на высоком уровне, необходимом для достижения положительных результатов в лечении пациентов.

Использование 3D-печати, кроме всего прочего, ускоряет цифровизацию производственных процессов, ведь аддитивное производство — это чисто цифровая технология. Она не требует средств технологического оснащения, а следовательно, позволяет снизить или вообще исключить затраты на переключение производства между разными типами оборудования и несколькими участками завода. Это радикальный отход от традиционных трудоемких методов производства, применяемых последние 150 лет в промышленной сфере, когда для достижения целевого уровня затрат, особенно на рынке потребительских товаров, чувствительных к цене, требовалась агрегация больших объемов производства на одной площадке.

В действительности самый революционный аспект аддитивного производства имеет мало общего непосредственно с 3D-принтерами. Ключевой момент состоит в том, что аддитивные технологии позволяют переводить цифровую форму в физический продукт. Файл для 3D-печати представляет собой уже готовый конечный продукт, в то время как проект (прототип) — это некий компромисс между итоговым, желаемым продуктом и возможностями традиционного производственного процесса. Таким образом, можно говорить о том, что 3D-печать — значимый шаг на пути кардинальной цифровой трансформации производств.

Причем цифровизация производства затрагивает не только этапы изготовления продукции, но и все смежные процессы, в том числе и цепочки поставок, и способы хранения деталей. Склады, перегруженные компонентами, которые могут устареть и остаться невостребованными, уходят в прошлое. Аддитивное производство переводит груды коробок, съезающих физическое пространство, в цифровые файлы, которые можно хранить в облаке и иметь к ним доступ в любой момент, как только понадобится.

Кроме цифрового хранения 3D-печать предоставляет еще одну важную возможность — расширение сети локализаций производственных площадок, что позволяет компаниям рассматривать внедрение аддитивных технологий в разрезе стратегического планирования бизнеса.

Расширение сети локализаций производственных площадок, по сути, представляет собой децентрализацию производственных мощностей, проще говоря, организацию нескольких небольших производств рядом с потенциальными потребителями вместо одного крупного завода, где сосредоточено все оборудование и все ресурсы компании. Так, компания Jabil использует возможности аддитивных технологий для организации сети заводов, что позволяет быстро перемещать производственные нагрузки с одного географического рынка на другой, при этом затраты на переналадку технологических процессов и на «подстройку» продукта под конкретного потребителя оказываются минимальными. Это было бы невозможно без цифровых технологий 3D-печати.

Таким образом, аддитивное производство позволяет эффективно комбинировать реальные поставки компонентов с цифровыми (файлами деталей), что дает широкие возможности менеджмента продукта на всех этапах его жизненного цикла, от создания концепции до окон-

чания срока службы. Производственные процессы могут быть оперативно перемещены на любую площадку, имеющую нужное цифровое оборудование, для этого необходимо лишь загрузить и отправить требуемый файл! Производство больше не привязано жестко к одному заводу и к налаженным цепочкам поставок. А это значит, что в случае какой-либо глобальной проблемы, подобной нынешней пандемии, у производителя есть больше возможностей для оперативного и гибкого реагирования: реорганизации цепочек поставок и переналадки производственных процессов в других точках производственной сети. Эта гибкость дает промышленности «запас прочности» в сложных экономических условиях, что, в свою очередь, повышает надежность мирового рынка в целом.

В свете широкого применения аддитивных технологий будущее промышленности выглядит как гибрид нескольких крупных мегазаводов и множества площадок, оборудованных с учетом требований цифровых технологий, таких как 3D-печать, и не только. Заглядывая еще дальше, можно прогнозировать использование 3D-принтеров в сервисных центрах, в пунктах выдачи товаров и даже в жилых домах. Так аддитивное производство сможет сделать тот самый «последний шаг» к конечному потребителю. Апологеты аддитивных технологий считают, что 3D-печать уже скоро станет настолько доступной, что люди смогут просто купить файлы продукта и напечатать его самостоятельно, буквально за пару кликов.

Промышленность уже вступила на этот длинный путь, ведущий к такой степени гибкости, которую потребители ожидают от рынка, подобно тому, что компании Google и Amazon создали в сфере информационных технологий и электронной коммерции.

### 3. 3D печать для персонализации товаров

На современном потребительском рынке преобладает тенденция, которая диктует перемены во многих производственных отраслях. Речь идет о персонализации товаров. Сегодня люди уже не хотят приобретать продукт, изготовленный в рамках массового производства, покупатели все чаще ищут уникальный товар, созданный специально для них, отвечающий их личным вкусам и предпочтениям.

Персонализацию и уникальность продукции легко обеспечить благодаря аддитивным технологиям в мелкосерийном производстве. Вместо того, чтобы наводнять рынок большим количеством одинаковых товаров, производители смогут позволить себе выпускать небольшие партии продукции, которую затем можно будет легко совершенствовать по мере изучения настроений потребителей и их отзывов о товарах, не теряя при этом экономической эффективности.

В компании Jabil считают, что это лишь вопрос времени, когда аддитивные и молекулярные технологии достигнут такого уровня развития, что каждый обладатель 3D-принтера сможет напечатать свою собственную оправу для очков, или еду, или... да все, что угодно!

### 4. Будущее аддитивных технологий зависит от материалов

Но вернемся из будущего с его 3D-принтерами в каждом доме к настоящему, где 3D-печать пока еще остается сферой промышленного применения.

Несмотря на рост инвестиций в аддитивное производство в различных отраслях промышленности, существует ряд сдерживающих факторов, которые мешают активному внедрению технологий 3D-печати. Вторым после высокой стоимости оборудования факто-

ром являются материалы, требуемые для аддитивного производства. Сегодня на рынке есть различные типы материалов для 3D-печати, но только немногие из них полностью соответствуют требованиям к качеству и/или нормативным требованиям конкретной отрасли. Более половины промышленных компаний, использующих аддитивные технологии, говорят о том, что именно трудности с материалами не позволяют более широко применять 3D-печать в производственных процессах.

К сожалению, в нынешней сложной экономической ситуации поставщики и производители материалов для 3D-печати не заинтересованы в разработке новой продукции по этому направлению. Но следует понимать, что светлое будущее у аддитивного производства появится только в том случае, если будут создаваться новые материалы, особенно это актуально для инженерных материалов, необходимых для узкопрофильных применений. В целом, разнообразие отраслей требует такого же и даже большего разнообразия материалов. Рынки сторицей вознаградят те компании, которые смогут ускорить процессы разработки и внедрения новых материалов для 3D-печати, особенно для специфических производств и специальных инженерных задач.

В свою очередь, внедрение новых инженерных материалов делает экономически оправданным создание новых областей применения аддитивных технологий и цифровизации производств в целом.

### 5. 3D-печать на страже экологической безопасности

И наконец, рассмотрим еще два немаловажных аспекта аддитивного производства — это экологическая безопасность и охрана окружающей среды. Одно из неоспоримых преимуществ 3D печати — сокращение или полное отсутствие отходов из-за брака продукции. Как отмечают в своем эссе «Аддитивное производство и экологическая безопасность: исследование преимуществ и трудностей» Симон Форд и Мелани Деспейс, аддитивное производство имитирует биологические процессы за счет создания объектов слой за слоем, в отличие от традиционного способа, при котором в большинстве случаев необходимо сначала изготовить громоздкий объект, а затем отрезать от него значительные куски для получения продукта нужной формы. Авторы эссе считают, что поскольку 3D-печать создает гораздо меньше отходов, чем обычные методы производства, она потенциально может помочь отделить в сознании потребителей создание социальных и экономических благ от негативного влияния промышленности на окружающую среду.

Помимо уменьшения количества отходов 3D-печать экономит энергию. Федерация отраслей металлических порошков провела исследование, в котором сравнила производство шестеренки грузовика субтрактивным методом с созданием этой же детали с помощью аддитивных технологий. В первом случае продукту необходимо пройти 17 этапов производства, тогда как во втором — лишь шесть! 3D-печать затрачивает вдвое меньше энергии, чем традиционные технологии. А локализации сети аддитивных производственных площадок ближе к потребителям многократно снижает количество транспортировок материалов и готовой продукции, уменьшая тем самым вредное воздействие промышленности на окружающую среду. Таким образом, цифровые технологии вообще и аддитивные в частности приведут нас к экологически безопасному будущему.

### Заключение

Мы являемся свидетелями поворотного момента в истории промышленности. Сегодня наши идеи, разработки и продукты могут быть практически полностью представлены в цифровом пространстве, и мы научились превращать биты информации в физические объекты. Мы знаем, как сделать это экономически выгодным, технологически эффективным и экологически безопасным способом! Будучи первой по-настоящему цифровой технологией производства, аддитивное производство демонстрирует свой революционный характер и уже эффективно видоизменяет бизнес с поразительной скоростью.

Согласно исследованию компании Jabil, 87% компаний планируют расширить использование аддитивных технологий на своих производствах как минимум вдвое, а около 40% респондентов — в пять

**Сергей ШИХОВ, директор по управлению проектами «А-КОНТРАКТ»:**

Аддитивные технологии, включая 3D-печать, стремительно переходят из категории «игрушки для технологов» в область реальных производственных процессов. И несмотря на сравнительно высокую стоимость оборудования и материалов, данные технологии будут развиваться во всех отраслях промышленности.



Как, по вашему мнению, изменятся сферы применения аддитивных технологий в вашей компании в ближайшие 2–5 лет?  
Выберите наиболее подходящий ответ.

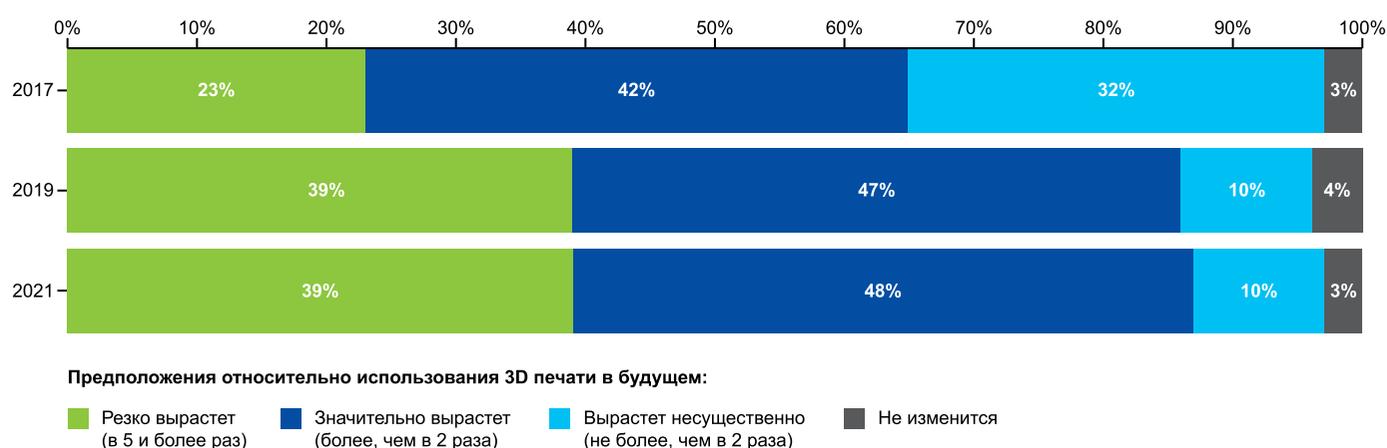


Рис. 2. Результаты исследования компании Jabil

и более раз (рис. 2). По мере внедрения аддитивных технологий производители смогут уменьшать размеры партий, что ускорит процессы вывода на рынок новых разработок и продуктов, а в конечном счете сделает 3D-печать основным инструментом серийного производства. Сейчас благодаря развитию аддитивных технологий закладывается

тот фундамент, на котором компании смогут построить новые производственные технологии, позволяющие создавать инновационные продукты, улучшать пользовательские характеристики товаров и повышать их эффективность. Не нужно иметь хрустальный шар, чтобы увидеть: 3D-печать ждет светлое будущее!