

Новый этап освоения 3D-печати.

Академик Олег Фиговский.

3D-печать — это крайне перспективная технология, которая способна изменить принципы производства многих вещей. Помимо этого, использование 3D-принтеров существенно сократит время производства различных изделий и снизит их конечную стоимость. Исследователи из разных стран независимо друг от друга начинают успешно применять аддитивные технологии в атомной промышленности. Например, в США по заказу Oak Ridge National Laboratory (ORNL) компанией Fabrisonic была создана управляющая пластина ядерного реактора. Реактор с высоким потоком изотопов состоит из горячей активной зоны, в которой находятся ядерные топливные стержни, окруженные регулируемые металлическими панелями управления, которые содержат встроенные поглощающие радиацию материалы. Компания Fabrisonic использовала технологию низкотемпературного ультразвукового аддитивного производства (UAM). При помощи 3D-печати была создана пластина из алюминиевого композитного сплава со встроенными поглотителями радиации из тугоплавких металлов тантала и европия. Пластины панели управления с поглотителями радиации являются дорогостоящими при изготовлении традиционными методами: комбинации порошковой обработки, сварки, прокатки, механической обработки. Технология UAM позволила печатать недорогие и надежные композитные изделия с высокой точностью, а также быстро и без брака, характерного для традиционных технологий. Сотрудник ORNL доктор Сридхаран (Sridharan) пояснил, что проект успешно завершен и появилась возможность для изготовления пластин высокоточного изотопного реактора (HFIR) использовать ультразвуковые аддитивные технологии (UAM).

Еще одним применением в атомной отрасли стала впечатанная по этой же технологии в металлические конструкции проводка, позволяющая передавать данные от реактора и других устройств к контрольным приборам, обеспечивая непрерывный поток данных в реальном времени. Стремясь повысить безопасность ядерного топлива, Фонд коммерциализации технологий Министерства энергетики США и Национальная лаборатория штата Айдахо разработали инновационный процесс аддитивного производства сырья на основе урана (AMAFT). В США компания GE Hitachi Nuclear Energy (GEN) получила \$2 млн на проект аддитивного производства запасных частей для атомных электростанций. Аналогичный проект также осуществляется в Управлении по атомной энергии Великобритании (UKAEA).

Французский химический и машиностроительный концерн Air Liquide сконструировал 3D-печатный теплообменный реактор, который значительно повышает эффективность производства водорода за счет парового риформинга природного газа. Для этого тепло от избытка пара используется повторно и может передаваться между горячими технологическими потоками. По расчетам Air Liquide, усовершенствованный реактор снижает эксплуатационные расходы на 20% и выбросы углекислого газа на 12% по сравнению с существующей технологией. Разработка реактора началась в 2015 г., компания получила €35 млн на исследования от фонда PIA, управляемого Bpifrance. Прототип прошел 3 000 часов пробной эксплуатации в исследовательском центре Air Liquide Paris Saclay research centre.

В 2022 году индустрия 3D-печати отметит свое первое десятилетие, как инструмент аддитивного производства. Какие материалы для 3D-печати будут наиболее востребованы в будущем? — этот и другие вопросы задал

эксперт Michael Petch ведущим специалистам мира. Какие материалы для 3D-печати ожидает процветание в следующем десятилетии? Увидим ли мы новые материалы для 3D-печати, полученные в результате открытия новых сплавов с помощью вычислительных процессов на основе искусственного интеллекта, когда конечный пользователь может задать требуемые характеристики? Как насчет широкого применения метаматериалов – материалов со свойствами, которые не встречаются в природе? Как будет рассматриваться вопрос стабильности, роста производства полимеров на биологической основе или утилизации отходов пластмасс и металлов, возвращение ресурсов в замкнутую экономику?

Не слишком ли большие надежды возлагают на 3D-печать? Как и любая передовая технология, 3D-печать пережила свою долю футуристической шумихи. Шумиха и модные тенденции могут быть полезными инструментами для привлечения финансирования, но чрезмерные ожидания могут быть пагубны в долгосрочной перспективе. Маркетологи могут использовать модные тенденции или предоставлять красивые концепты, но важно понимать конечную цель, к которой нужно стремиться. Могут ли компании, занимающиеся 3D-печатью, ожидать усиления правительственного контроля? Некоторые изобретения расширяют проблемы безопасности за пределы обороны и распространяются на другие вертикали, такие как энергетика, аэрокосмическая промышленность или более широкие технологические рынки.

Опасения по поводу рынка полупроводников иллюстрируются конфликтом между Китаем и тайваньской TSMC, законом о европейских чипах, объявленным в Давосе, или инвестициями Intel в размере 20 миллиардов долларов в создание “Кремниевого центра” и могут предвещать новую эру протекционизма. Экспортный контроль и ограничения ITAR вряд ли будут сняты по мере возрастания напряженности между Россией и НАТО из-за конфликта в Украине. Как будет действовать налог на цифровые товары и будет ли продлен нынешний мораторий на таможенные пошлины на электронные товары – если он будет отменен, как отреагирует рынок на умные фабрики и совместные бизнес-модели? Растущие транспортные расходы и запутанные цепочки поставок, приводящие к логистическому кризису, способствовали переоценке производственных площадок. Играет ли аддитивное производство определенную роль в проектах по переориентации, возвращая производство странам-потребителям, и примет ли это форму давно разрекламированного распределенного производства – или производство, скорее всего, будет перенесено, но остается сконцентрированным из-за эффекта масштаба?

Вернемся к индустрии 3D-печати и к тому, как изменится ландшафт брендов в ближайшее десятилетие. Консолидация в секторе 3D-печати уже на горизонте, этому способствовали IPO и безумные вливания капитала SPAC в этот сектор. Как будут использоваться эти деньги на исследования и разработки для вывода инноваций и новой технологии 3D-печати на рынок с учетом того, что инвесторы задают короткие сроки? Руководители компаний должны ежеквартально демонстрировать улучшения показателей, и приобретение инновационного оборудования играет немаловажную роль в росте прибыли. Индустрия 3D-печати скоро опубликует обновленные данные о патентах на 3D-печать.

Как рынок аддитивного производства может оцениваться в 12 миллиардов долларов, если активность SPAC за последние 12 месяцев превысила 11 миллиардов долларов? А рыночная капитализация одной компании, использующей аддитивное производство, в три раза превышает стоимость индустрии 3D-печати? (Align Technology, NASDAQ: ALGN, рыночная капитализация: 37,4 миллиарда долларов по сравнению с 3D Systems, NYSE: DDD, рыночная капитализация:

2,2 миллиарда долларов). Рынок через конечных пользователей может сделать часть работы. Спрос помогает найти наиболее выигрышные технологические платформы из моря вариантов. По мере возрастания спроса на аддитивное производство, растущий рынок может способствовать росту всех фирм, как новичков, так и действующих компаний, которые получают доступ к большему “пирогу”. 1922 год часто называют годом рождением модернизма: рабочие, возвращаются после глобальных конфликтов, идет великая миграция, рабочие приходят на недавно механизированные фабрики. Художники под знаменем футуризма во главе с Маринетти прославляли движение и стремительность развития техники, в то время как дадаисты и фильм «Модерн Таймс», с Чарли Чаплином в главной роли, позже выступили против этого. Вулф, Эллиот и Джойс перенесли свои мысли на чистый лист, экспериментируя в эпоху Гарлемского Возрождения, когда модернизм процветал в литературе, музыке и других видах искусства, не только в США, но и во всем мире. Могут ли новые инструменты и технологии дизайна обеспечить современный ренессанс и реализацию творческих порывов? Как будут взаимодействовать более широкие тенденции в обществе и макроэкономические силы?

Роман Олдоса Хаксли «О дивный новый мир» не только отражает социальные особенности того времени, но и иллюстрирует представления о применении новых технологий. Автор выражает тревоги того времени наряду с опасностями научного футуризма. Неуклюжий подбор элементов для проведения параллелей с нынешним десятилетием – это приятное развлечение, но было бы ошибкой игнорировать такие пагубные силы, как бешеная спекуляция, перепроизводство и неадекватные или отсутствующие механизмы контроля, которые погрузили последующий период в великую депрессию. К этой теме мы вернемся позже, после того как эксперты по аддитивному производству представят свой взгляд на более широкий технологический ландшафт, который будет определять грядущее десятилетие. Будут ли STL с поддержкой NFT легко доступны в метавселенной, и будут ли над ними работать инженеры в дополненной реальности?

Арно Г. Хелд, Управляющий партнер, AT Ventures:

В ближайшие 10 лет аддитивное производство собирается занять свое место в качестве технологии производства, которая будет поддерживать переход к стабильной и ресурсоэффективной цивилизации. Самые большие потенциальные области применения – это проектирование и изготовление легких конструктивных элементов или электродвигателей. Для этого участники отрасли должны понять, что необходимо работать сообща и вместе преодолевать проблемы контроля качества, межплатформенной повторяемости и переработки материалов.

Доктор Джеффри Грейвс, Президент и генеральный директор 3D Systems:

Я ожидаю, что массовая кастомизация станет тенденцией не только 2022 года, а следующего десятилетия. Многие организации стремятся воспользоваться возможностями аддитивного производства для изготовления большого количества отдельных деталей, но мне кажется, что многие фирмы еще не поняли, как интегрировать АТ (аддитивные технологии) в свои рабочие процессы. Мы видим все более широкое распространение аддитивных технологий, наряду с традиционными методами производства. Я думаю, мы скоро увидим крупных и мелких производителей, использующих АТ для массовой персонализации.

Я считаю, что в облегчении интеграции АТ в существующие рабочие процессы решающую роль будет играть машинное обучение. Аддитивное производство способно предложить гибкость проектирования, быстрый выход на рынок и эффективные цепочки поставок. Для того, чтобы компании могли сохранить свои

конкурентные позиции, им необходима разумная стратегия производства, позволяющая эффективно и результативно внедрять АТ в общий производственный процесс. По мере того, как все больше компаний внедряют интеллектуальные производственные решения, я ожидаю, что они увидят, как машинное обучение может обеспечить автономное производство, что поможет повысить производительность и расширить возможности для внедрения масштабируемости и гибкости в процессы.

Мы будем наблюдать, как аддитивное производство поможет достичь значительных прорывов в медицине. АТ уже продемонстрировала отличные результаты в этой отрасли. Аддитивные технологии помогли обеспечить медицинское обслуживание конкретных пациентов с помощью уникальных решений для планирования хирургических операций и создания медицинских устройств. Я очень рад наступлению следующего рубежа в здравоохранении, где биопечать играет важную роль. За последний год резко возросло число участников этой отрасли, будь то исследовательские организации или частные и государственные компании. Мы видели, что масштабы исследований расширяются и включают в себя новые технологии печати и новые материалы, предназначенные для помощи в открытии лекарств, создании тканей и, надеюсь, в скором будущем, производстве донорских органов для человека. Я верю, что мы находимся на пороге удивительных достижений на этом поприще и с нетерпением жду открытий в этой индустрии.

Ави Райхенталь, соучредитель и генеральный директор Nexa3D:

АТ сыграет ключевую роль в обращении вспять глобального потепления, благодаря снижению веса, сокращению углеродного следа, за счет локализации производства, снижению энергопотребления и уменьшению количества отходов, а также переходу на материалы растительного происхождения.

В течение следующего десятилетия АТ станет экономически эффективным и практичным инструментом, охватывающим весь жизненный цикл продукта от концептуальных моделей до запасных частей на вторичном рынке и всего, что между ними, включая святой грааль: массовое производство.

АТ выйдет на новый уровень, став эффективным инструментом изготовления самолетов, поездов, автомобилей и домов, а также для создания атомных структур.

Мы приблизимся к появлению “репликатора”, особенно в области биопечати.

Кристин Мульхерин, генеральный менеджер Powder Products, Nexa3D и президент Women in 3D Printing:

Устойчивое развитие и экономика замкнутого цикла были актуальными темами 2021 года, и я ожидаю, что в течение десятилетия интерес к ним только возрастет. Аддитивное производство способствует развитию экономики замкнутого цикла. Помимо растущего давления на окружающую среду, эффективная переработка материалов, как пластика, так и металла, имеет решающее значение для снижения затрат на печать в промышленных масштабах. Высокая стоимость сырья для 3D-печати, возможно, является одним из самых больших препятствий на пути превращения АТ в настоящий основной метод производства. И до тех пор, пока мы не сможем эффективно и действенно сократить или почти полностью исключить материальные отходы и, следовательно, снизить эти затраты, реальная печать больших партий, скорее всего, останется непомерно дорогой.

Дидье Дельторт, Президент подразделения НР по персонализации и 3D-печати:

Происходит исторический сдвиг в поведении потребителей. Персонализация и стабильность становятся ориентирами для брендов, стремящихся выделиться на все более конкурентных рынках. Традиционный дизайн продукции, производство и длинные цепочки поставок плохо соответствуют этим тенденциям. В ближайшие годы, по мере того, как мы будем продолжать совершенствовать решения для аддитивного производства, все больше брендов, как малых, так и крупных, будут внедрять новые автоматизированные, высокопроизводительные инновации, основанные на данных, которые повсеместно связаны со сложными системами проектирования, заказа и логистики. Все это позволяет нам воплотить как массовую персонализацию, так и классическое производство в масштабируемую реальность.

Крис Коннери, вице-президент по глобальному анализу, CONTEXT:

Тенденции поставок снова и снова показывают, что рынок промышленной 3D печати, растет с каждой инновацией. Инновации могут быть реализованы за счет нового подхода к существующим технологиям, расширения портфеля продуктов существующими игроками, так и за счет дополнения существующих технологий или появления на рынке совершенно новых разработок. Разработки в новых категориях как от состоявшихся игроков, так и хорошо финансируемых стартапов.

Конечные рынки всегда стремятся исследовать технологические достижения, пытаясь найти технологию “серебряной пули”, которая даст им конкурентное преимущество. Ожидается, что, подобно тому, как технология фотополимеризации в ванне, разработанная компанией Carbon, или технология экструзии материалов, разработанная компанией Markforged, способствовали росту рынка, другие поставщики найдут новые усовершенствования для 7-ядерных технологий аддитивного производства. Точно так же, как сейчас мы видим, что Stratasys расширяет свой портфель полимеров, включая порошковое напыление, мы можем ожидать, что другие производители самостоятельно разработают или приобретут новые технологии и будут активно выводить их на рынок.

Брайан Томпсон, вице-президент подразделения CAD и генеральный директор PTC:

В следующем десятилетии мы ожидаем, что цифровая технология войдет в полную силу и станет основой умных фабрик, а аддитивное производство сыграет важную роль в трансформации комплексного промышленного производства.

По мере дальнейшего развития стандартов AT, а также сертификации и квалификации большего количества материалов, процессов и деталей, все больше отраслей будут переходить на серийное производство конечного использования. Мы увидим, что многосерийная печать и консолидация станут более повсеместными.

С технологической точки зрения, мы также ожидаем больших прорывов в области биопечати и регенеративной медицины, будь то создание сложных тканей или разработка лекарств.

Кэти Буй, руководитель отдела разработки продуктов, Инженерный бизнес, Formlabs:

Последние два года показали нам, насколько хрупкими и важными являются цепочки поставок. Технология AT/3DP уже помогла поддержать и укрепить цепочки поставок, но следующее десятилетие ознаменуется еще большей ролью AT/3DP в поддержке традиционных технологий производства. В частности, мы увидим, как все больше компаний будут использовать 3D-печать для создания деталей, ориентированных на потребителя, изготовления индивидуальных производственных приспособлений и обеспечения децентрализованного производства. AT/3DP никогда

полностью не заменит традиционное массовое производство, но в следующем десятилетии мы увидим, как эта технология берет на себя все больше и больше процессов, которые раньше выполнялись традиционными методами.

Стефан Кюр, основатель и генеральный директор, 3YOURMIND:

Если говорить о производстве через 10 лет, то я представляю себе новые совместные бизнес-модели, которым будут способствовать цифровые платформы и технологии по всему миру. АТ/3D будет внедряться у всех производителей не только для создания прототипов, а, в первую очередь, для массового производства. Барьеры, связанные со знаниями в области АТ, сертификацией качества, сбором данных, будут устранены. Эти новые фабрики Industry 5.0 будут устойчивыми, взаимосвязанными и цифровыми. Благодаря этому, я надеюсь, творчество станет безграничным; производство новых форм (аддитивное, гибридное и т.д.) будет полностью интегрировано с искусственным интеллектом, робототехникой, а цифровые двойники подтолкнут нас к открытию границ IoT. В конечном итоге, это покажет всем, что никаких границ не существует! Я не могу дождаться, чтобы увидеть это!

Фрэнк Робертс, президент, 6K Additive:

Технологии во всей цепочке поставок АТ, от материалов до машин и постобработки, а также программное обеспечение, будут значительно повышать ценность организаций, а по мере перехода к такому производству, будет открываться все больше областей применения. Что касается материалов, то мы видим постоянно расширяющийся ассортимент высокопроизводительных металлических материалов, которые позволят ракетам летать быстрее и эксплуатироваться при экстремальных температурах, которые могут применяться в медицине, что значительно улучшит уход за пациентами, и позволит врачам проводить операции с использованием имплантатов, изготовленных из экзотических материалов. Появятся материалы из высокоэнтропийных сплавов, которые сегодня находятся в зачаточном состоянии. И хотя новые материалы будут появляться, приверженность производителей и потребителей материалов принципам устойчивого развития, будет не менее важна, чем факторы качества и стоимости.

Кай Фюлер, генеральный директор, enter2net.com:

В будущем аддитивное производство будет занимать все большую долю в общем объеме. Новой движущей силой является стабилизация логистических цепочек за счет локального и децентрализованного производства. На пути к устойчивому и экономически эффективному внедрению в обрабатывающую промышленность, 3D-печать утратит свой особый статус новой технологии, «где все по-другому», и будет полностью интегрирована в экономическую цепочку, с использованием концепций автоматизации и промышленного IoT. Это предполагает, что основные проблемы, касающиеся стоимости и квалификации материалов, скорости и качества печати, а также интеграции процессов АТ в стандартное программное обеспечение, будут решены, я в этом твердо уверен.

Джозеф Крэбтри, генеральный директор и основатель АТТ:

С нетерпением вглядываясь в следующее десятилетие, мы ожидаем периода консолидации в индустрии АТ. Несколько «традиционных» производственных компаний начнут «играть» в сфере АТ, и произойдет увеличение активности в сфере слияний и поглощений. Мы ожидаем, что перезагрузка раздутых за последние 2 года рынков приведет к консолидации компаний, и только те, у кого есть жизнеспособный долгосрочный бизнес, устойчивый к прибыльному росту, смогут оседлать волну. Это будет способствовать окончательному росту и расширению индустрии

АТ и приведет к тому, что 3D-печать станет «просто еще одной технологией производства». Это и будет окончательное принятие, которого мы все так долго искали.

Д-р Роберт Гмейнер, генеральный директор и технический директор Cubicure:

В текущем десятилетии, вероятно, произойдет переход от технологических стратегий к интенсивному сосредоточению на измеряемой добавленной стоимости, основанной на реалистичных сценариях производства. Вертикальные рынки первыми продемонстрируют устойчивые примеры успеха АТ. Хотя объединения будут продолжаться, как в технологическом плане, так и в плане компаний, индустрию АТ ждет подъем.

В прошлом внимание в области полимерного АТ было сосредоточено на FDM и процессах печати на основе порошка. Однако наибольший оборот в промышленном производстве АТ всегда был связан с трехмерной печатью на основе смолы. Следующее десятилетие еще больше отразит этот экономический факт: светоотверждаемые материалы быстро превращаются в полимеры, удовлетворяющие высоким техническим требованиям для многих отраслей промышленности. Кастомизированное массовое производство будет продолжать играть все большую роль в продукции, связанной с пациентами и потребителями. В то же время полносерийное аддитивное производство мелких и сложных деталей получит огромный рост в таких отраслях, как электроника и разъемы. Гибкость производства и снижение рисков важны для всех отраслей промышленности уже сейчас и останутся такими в будущем.

Дэхо Хонг, менеджер по продукции, nTopology:

В течение следующего десятилетия массовая кастомизация станет стандартом для гораздо большего числа областей, чем сегодня (например, медицинские приборы и спортивное оборудование высокого класса). Поскольку стоимость материалов и производства АТ продолжает снижаться, мы, вероятно, станем свидетелями некоторого изменения логистических цепочек, поскольку детали, напечатанные на месте, станут более выгодными, чем поставляемые из глобальных производственных центров. Мы также станем свидетелями расширения ассортимента материалов для АТ с появлением новых сплавов, полимеров и гибридных метаматериалов. Достижения в области аддитивного оборудования позволят печатать с минимальным участием человека или вообще без него, а многие принтеры будут обеспечивать высокотехнологичное изготовление, позволяя создавать детали со всех сторон, а не только выращивать слои по оси z.

Гил Лави, основатель и генеральный директор, 3D Alliances:

В следующем десятилетии я вижу две тенденции. Первая – ускорение исследований и разработок в области новых возможностей АТ, что приведет к появлению захватывающих технологий, которые обеспечат более высокую производительность, специальные материалы для конкретных применений, более высокую точность и повторяемость, другими словами, лучшую совместимость с реальными производственными потребностями. 2021 год стал большим скачком для многих компаний, которые привлекли средства/решили выйти в открытый доступ, когда часть капитала нацелена на разработку новых продуктов.

Вторая тенденция – внедрение АТ для новых применений в нестандартных отраслях, таких как строительство, питание, мода, космос и других.

Оливер Смит, основатель, главный консультант, Rethink Additive:

Если 2010-е годы были десятилетием взросления 3D-печати, то 2020-е станут десятилетием ее выхода на биржу. За последние 24 месяца в отрасль хлынул поток капитала, что привело к резкому ускорению разработки новых платформ, а также стимулировало активности в сфере слияний и поглощений, и нет никаких признаков спада этой тенденции. Я мог бы утверждать, что возобновление инвестиционного интереса к технологии было вызвано значительным количеством положительных публикаций в прессе, демонстрирующих как 3D-печать позволяет решать проблемы нехватки критически важных деталей и нарушения цепочки поставок, но в отличие от волны инвестиционного ажиотажа 10-летней давности, эта вторая волна устойчива, т.к. многие технологии 3D-печати могут быть внедрены в производственные процессы или использованы для поддержки производства. Следующие десять лет будут интересным временем для поставщиков технологий и инвесторов, поскольку впереди волна публичных размещений акций (несколько успешных частных поставщиков, таких как Formlabs, уже публично заявили о своем интересе к IPO), а также консолидация среди новых и старых поставщиков путем слияний и поглощений.

Еще одна тенденция, которую мы ожидаем увидеть в Rethink, в связи с возросшей известностью АТ в результате перебоев поставок из-за пандемии, – это взрывной рост в этом году и в течение десятилетия на фоне финансовых инвестиций в поставщиков технологий. 3D-печать снова стала одной из самых упоминаемых технологий в разговорах о развитии рынка и фабриках будущего. Это привело к волне приобретений, инвестиций и IPO. Благодаря такому притоку капитала, мы уже наблюдаем ускорение сроков вывода на рынок новых технологий и платформ, а также слияния и поглощения среди старых поставщиков. Поскольку еще несколько успешных поставщиков АТ публично заявили о своем намерении выйти на биржу, будь то через традиционное публичное размещение акций или SPAC, следует ожидать, что тенденция слияний и поглощений и IPO сохранится до 2023 года и далее, причем не все из них будут устойчивыми.

Мохсен Сейфи, директор глобальных программ аддитивного производства, Мартин Уайт, руководитель программ аддитивного производства – Европейский регион, Великобритания, Александр Лю, руководитель программ аддитивного производства – Азиатский регион, Сингапур, и Терри Уолерс, руководитель отдела консультационных услуг и анализа рынка, Центр передового опыта ASTM International в области аддитивного производства:

По нашим прогнозам, в течение следующего десятилетия, АТ будет играть жизненно важную роль в стремлении к стабильности, поддерживая глобальный переход к более экологичным методам производства. Эта тенденция поможет поддерживать экономические и экологические цели, поставленные правительствами по всему миру. Методы АТ будут и впредь определяться рыночным спросом, например, решениями с нулевым уровнем выбросов углерода, особенно в транспорте и тяжелой промышленности.

Что касается прикладных задач, то спрос будет продолжать расти на крупные детали, такие как титановые заготовки в аэрокосмической промышленности и крупные формы для литья, которые конкурируют с альтернативными методами АТ (плавление в порошковой среде или напыление металла). Это позволит расширить цепочку поставок, сократить сроки разработки новых платформ и в конечном счете, поможет снизить конечную стоимость.

Доктор Йоханнес Хома, генеральный директор компании Lithoz:

Аддитивное производство становится все более распространенной технологией. Мы видим, как компании успешно внедряют эту мощную технологию в свой рабочий

процесс, дополняя уже существующие методы производства. Вскоре мы увидим создание географически независимых, но при этом глобально и цифровым образом связанных производственных площадок, которые смогут выйти на одновременное серийное производство благодаря цифровым возможностям 3D-печати.

Кроме того, в серийном производстве будет уделяться больше внимания качеству и надежности. По мере того, как все больше и больше компаний будут выходить на серийное производство, возникнет необходимость в более высоком уровне качества и доверия к эффективности и возможностям процесса аддитивного производства. Поэтому компании в этой отрасли будут уделять первостепенное внимание тому, чтобы сделать каждый этап как можно более надежным. Наконец, как следствие предыдущего пункта, в отрасли будет расти уровень автоматизации, исключая человеческий фактор и делающий весь процесс более эффективным и простым как для производителей, так и для клиентов.

Роджер Уседа, директор по передаче технологий CIM-UPC и соучредитель BCN3D :

Я твердо уверен, что мы наконец-то увидим массовое производство с использованием технологии АТ, и не только для штучных или дорогих изделий, но и для серийного производства. Для этого нам еще предстоит решить некоторые проблемы, такие как качество первичной продукции и цена конечной детали.

Хенрике Воннебергер, операционный директор и соучредитель, Replique:

Возможности применения материалов для АТ уже растут – разрабатываются металлические и высокотемпературные полимеры для FDM-печати. Совершенствование АТ уже привело к переходу от создания прототипов к основному методу производства, но мы ожидаем, что в ближайшие годы АТ будет использоваться не только как замена традиционному производству, но и как совершенно новый подход к созданию производственной цепочки. АТ будет интегрирована в комплексную и надежную платформу, где отдельные этапы 3D-печати будут объединены в один процесс, от заказа детали до ее доставки заказчику. Достижения в области программного обеспечения для АТ улучшили контроль качества и теперь позволяют прогнозировать деформацию и избыточное температурное напряжение до начала изготовления детали, сводя к минимуму дефекты печати и напрасно потраченные материалы. 3D-моделирование может быть использовано для получения максимальной отдачи от материалов, позволяя дизайнерам создавать формы, производство которых было бы невозможно без 3D-печати, разрабатывать новые продукты, которые позволят оптимизировать топологию и снизить вес.

Раш Ласелле, старший директор по аддитивному производству, Jabil:

Следующее десятилетие в сфере производства принесет серьезные преобразования в области цифровых технологий и приложений, внедряемых на мировых заводах. Появление более комплексной цифровой экосистемы даст толчок развитию всей отрасли аддитивного производства, сделав мелкосерийное изготовление, в том числе с размером партии в одну штуку, действительно экономически эффективным, для более ориентированных на потребителя продуктов. В результате ожидается демократизация производства и локализация, что позволит лучше обслуживать клиентов.

Луис Фольгар, EVP Americas, ATT Inc.:

Ассортимент полимерных материалов, доступных для 3D-печати, не будет ничем ограничен. Качество деталей и производительность будут расти пропорционально.

Благодаря урокам, извлеченным из перебоев в снабжении, 3DP-детали для конечного использования станут единственным приемлемым выбором, для многих OEM-производителей, от автомобильной до медицинской промышленности. 3DP-производители будут предлагать полностью автоматизированные, сквозные системы и технологические решения, которые сохраняют цифровую связь от проектирования до постпроизводства и контроля любой 3D-печатной детали.

Филемон Шоффер, соучредитель и генеральный директор компании Hubs:

Новые виды материалов и композитов, снижение цен и усовершенствованные варианты постобработки сделают более жизнеспособной интеграцию 3D-печати в производственные циклы. По мере развития, технология 3D-печати становится все более конкурентоспособной альтернативой литью под давлением для малосерийных пластиковых деталей. Что еще более захватывающе, современные композитные материалы, в сочетании со способностью производить сложные геометрические формы, откроют новые производственные возможности, которые невозможно было реализовать с помощью традиционных технологий (это уже происходит!).

Кванг-Мин Ли, вице-президент компании Carima:

Сферы применения технологии AT/3DP и размер рынка значительно расширились, но применение AT/3DP для производства готовых деталей в машиностроении еще не достигло полной зрелости. Другими словами, помимо использования в целях 3D-прототипирования, образования и научно-исследовательской деятельности, многие промышленные компании работают над тем, чтобы использовать эту технологию в качестве альтернативы традиционным методам производства, таким как фрезерование и литье под давлением, но дело в том, что скорость производства 3D-печати все еще является камнем преткновения по сравнению с этими методами.

Чтобы конкурировать с традиционными методами производства, необходимо разработать дифференцированную технологию 3D-печати, к этому нужно стремиться в ближайшее время и скорее всего, рынок AT/3DP останется неизменным в течение следующего десятилетия. Чтобы подготовиться к такому развитию событий, почти все производители 3D-принтеров вкладывают много времени и денег в разработку самой быстрой технологии 3D-печати, но все еще трудно добиться одновременно высокой точности и повторяемости результатов.

Дело в том, что мы, Carima, как один из мировых производителей 3D-принтеров, разработали технологию C-CAT (Carima Continuous Additive Technology), которая является самой быстрой в мире технологией 3D-печати, повышающей производительность как минимум в 20 раз по сравнению с существующей технологией DLP. Мы успешно продемонстрировали ее на выставке Formnext 2021 и намерены модернизировать ее и вывести на рынок новые 3D-принтеры с этой технологией в ближайшие 1–2 года. C-CAT – это самая быстрая технология 3D-печати, которая позволяет DLP 3D-принтерам печатать 1 см в минуту (60 см в час) с высокой точностью и повторяемостью. Нашей команде разработчиков удалось минимизировать проблемы с моделью на выходе при такой скорости, а также значительно снизить потребление энергии. Благодаря этому с C-CAT стало возможным более стабильное непрерывное аддитивное производство.

Как я уже упоминал ранее, улучшение рабочего процесса 3DP и более надежная реализация технологии, абсолютно необходимы для обеспечения некоторых существующих отраслей производства пластиковых или резиновых деталей. Мы планируем возглавить эру массовой персонализации конечной продукции, ускорив разработку нового 3D-принтера, способного производить различные компоненты в

таких отраслях, как производство очков, обуви, потребительских товаров и деталей интерьера и экстерьера автомобилей, со скоростью печати в несколько десятков сантиметров в час.

Амир Вереш, основатель, eConsulting Ltd.:

Я уверен, что во второй половине следующего десятилетия аддитивное производство станет важным, легитимным (регулируемым и имеющим свои стандарты) и основным методом производства. Оно улучшит способы производства продукции, поскольку во многих случаях оно будет дополнять традиционные методы производства, а для других продуктов станет основной технологией и способом производства. Замена традиционного массового производства на аддитивное требует соответствующего обоснования, которое может быть обусловлено стоимостью, экологическими соображениями, логистической цепочкой, улучшенной функциональностью и т.д. (нет необходимости расставлять приоритеты между этими обоснованиями). Пройдет время пока производители оборудования разработают свои продукты таким образом, чтобы оправдать переход от традиционного к аддитивному производству. Это произойдет по мере совершенствования технологий и развития образования в области проектирования для аддитивного производства. Многие начинания потерпят неудачу из-за слабого обоснования, но со временем все больше областей использования будут получать преимущество при использовании АТ.

Аддитивное производство будет способно использовать больше стандартных промышленных материалов, используемых в настоящее время. Возможно, некоторые материалы, разработанные для аддитивного производства, будут допущены к использованию для изготовления изделий. Аддитивные технологии позволят создать распределенное производство, тем самым оптимизируя цепочки поставок и уменьшая стоимость, увеличивая привлекательность для клиентов и поддерживая благополучие нашей планеты. Исходя из существующих тенденций, я ожидаю, что прорыв в основном сегменте будет происходить за счет выявления большего количества продуктов с низким объемом производства и большим количеством компонентов, которые постепенно заменят существующие (не адаптированные) продукты массового производства. Это экспоненциальный процесс, который со временем значительно ускорится. Аддитивные технологии должны решить проблему хранения запасных частей путем внедрения комплексного решения цифровых инвентаризаций, подкрепленных распределенным локальным цифровым производством. Аддитивное производство станет неотъемлемой частью передового комплекса PLM, который будет глубоко ориентирован на IoT и четвертую промышленную революцию.

Жорди Дриман, специалист по применению 3D, Mimaki Europe:

По моим прогнозам, в следующем десятилетии полноцветная 3D-печать будет востребована малыми и средними предприятиями, поскольку такие принтеры, как наш 3DUJ-2207, становятся более экономически эффективными и удобными для офисных помещений.

Автоматизация – это еще одна интересная технология, которая, по моему мнению, становится обычным явлением во всем секторе печати, поскольку растут надежды на сокращение сроков поставки, а вместе с ними и потребность в круглосуточной работе.

Доктор Альваро Гойанес Гойанес, соучредитель и генеральный директор компании FabRx:

В следующем десятилетии 3D-печать будет широко использоваться в больницах и аптеках, для приготовления сложных в дозировке лекарственных препаратов, а также для клинических и доклинических исследований. Одной из статей дохода крупных фармацевтических компаний, станет продажа картриджей с лекарствами для приготовления индивидуальных препаратов рядом с пациентами. Это повысит персонализацию лекарств, увеличив их переносимость и эффективность, снизив побочные эффекты.

Андреас Лангфельд, президент региона EMEA, Stratasys:

АТ найдет свое место в качестве уникальной и единственной технологии производства. Будет общее понимание того, что определенные детали должны производиться аддитивно, из-за размера партии, необходимости кастомизации, потребности в производстве на месте по требованию. Эта стандартизация АТ, как предпочтительного метода производства, наблюдается сегодня в мобильном, аэрокосмическом, стоматологическом и медицинском секторах, но она распространится и на другие вертикали и станет новой нормой для производства некоторых компонентов.

Андре Вегнер, генеральный директор, Authentise:

Новые технологии. Ясно одно – эволюция цифровых технологий не остановится. Мы увидим не только непрерывное, постепенное совершенствование существующих технологических платформ, но и совершенно новые платформы и наборы технологий. Дизайн на базе концепции. Частично для обеспечения быстрого развертывания новых технологических платформ и для повышения скорости вывода на рынок новых идей, мы будем все меньше полагаться на САД и другие инструменты проектирования для передачи наших идей. Вместо этого мы сосредоточимся на семантике, которая может передать наш истинный замысел. Этот замысел, в свою очередь, будет использоваться множеством программных инструментов, в том числе, генеративными конструкторами, для определения окончательной формы под влиянием других параметров, таких как доступное оборудование и материалы.

Искусственный интеллект в АТ. Транспонированное проектирование означает что результаты последней стадии процесса (например, измерения при тестировании) могут влиять на новые версии конструкций или изменять параметры. Мы получаем полноценный технологический комплекс для всего производственного цикла, а не просто ограничиваем технологию производства конкретными станками.

Мартин Херматшвайлер, генеральный директор компании Nanoscribe:

Люди обычно склонны переоценивать, то, что они могут достичь за 1 год и недооценивать то, чего можно достичь за 10 лет. 3D-микрофабрикация станет движущей силой инноваций. Размер имеет значение – особенно в малых масштабах. И материал тоже имеет значение. Мы увидим множество областей применения, которые будут развиваться, от фундаментальных до прикладных исследований, пока, в конечном итоге, не достигнут промышленного уровня зрелости с крутым развитием уровня технологической готовности (TRL). В частности, стартапы будут выявлять ниши на ранних этапах и развивать их. Появится и достигнет промышленного уровня огромный выбор материалов, будь то биоматериалы, такие как биопокрытия и биоразлагаемые материалы или технические материалы, выходящие за рамки высокоэффективных полимеров, включая стекло и керамику.

Концепции 3D-печати из нескольких материалов также станут промышленно применимыми. Возможности вычислительного проектирования и простота использования двухфотонной полимеризации позволят сократить цикл разработки от эскиза до готового к использованию продукта с нескольких лет до нескольких недель.

Ксавьер Мартинес Фанека, генеральный директор, VCN3D :

Консолидация будет играть ключевую роль в ближайшие годы. В ближайшее десятилетие сфера деятельности компаний в области 3D-печати, безусловно, подвергнется полной трансформации. Технологии будут развиваться в направлении высокопроизводительных решений, что приведет к большей автономности в руках конечных клиентов. Я ожидаю, что в течение этого 10-летнего периода АТ сможет действительно выполнить обещания, которые были даны в последние годы, и стать основным производственным методом.

Джон Барнс, управляющий директор, и Лаура Эли, директор по программам, The Barnes Group Advisors:

АТ станет менее необычным, возможно, даже скучным. Скука хороша для серийного производства, а серийное производство хорошо для АТ. Мы будем счастливы, свободны, менее растеряны и одиноки – одновременно. Оборудование. Больше диверсификации по мере того, как отрасль узнает о 3D-печати и ее методах. Материалы. Здесь мы видим два направления: 1) более глубокое понимание того, как материал функционирует в различных процессах, и 2) появление более совершенных полимеров, которые расширят границы производительности. (Мы видим переход к материалам с более высокой стоимостью, как и в случае с металлическими АТ).

Цифровые технологии. На горизонте маячит усовершенствованное программное обеспечение, оно будет интегрировано в рабочий процесс АТ и станет более умным, возможно, даже искусственно интеллектуальным. Машинное обучение станет стандартным инструментом для отрасли. Люди. По мере того, как все больше людей будут изучать АТ и понимать их важность, пробел в практическом опыте будет сведен к минимуму, существующие кадры будут продолжать учиться, и их будут дополнять новые выпускники профессиональных училищ и колледжей, для которых АТ уже является инструментом в арсенале.

Дэвид Яковелли, региональный директор EMEA, EOS:

У АТ есть очевидные преимущества по сравнению с другими методами производства с точки зрения стабильности. Мы увидим как АТ будет конкурировать и заменять собой технологии, которые широко используются сегодня. Аддитивное производство станет доминирующей технологией массового производства. Полная автоматизация и цифровой рабочий процесс, возможные при аддитивном производстве изделий из полимеров, позволят заменить технологии серийного производства, требующие высокой точности и производительности, и при этом сократить затраты. У нас есть собственная технология Fine Detail Resolution. Но это также относится и к другим технологиям, таким как Laser ProFusion. Они приблизят отрасль к литью под давлением без использования инструментов.

Вторая инновация, которую мы ожидаем, – это переход отрасли к цифровому хранению и производству необходимых запчастей по первому требованию. Это позволит компаниям значительно снизить затраты, связанные с послепродажным обслуживанием и создать новые предприятия, ориентированные на предоставление деталей и услуг местного производства для множества потребительских и промышленных товаров. Мы считаем, что в ближайшее десятилетие можно ожидать дальнейшей консолидации рынка и появления на нем нескольких крупных игроков. Помимо этого, будет улучшена совместимость, что приведет к росту конкуренции на рынке, поскольку производителям будет гораздо проще переходить от одной технологии к другой и смешивать конкурентные технологии в зависимости от своих потребностей.

Нора Туре, основательница организации Women in 3D Printing:

Мне бы хотелось, чтобы это было предсказанием на 2022 год, но вероятно, на это уйдет не один год. Тем не менее, я надеюсь, мы увидим тенденцию к многообразию, и люди разных рас и национальностей будут представлены на ключевых должностях и на всех уровнях любой организации. Что касается технологий, то следует ожидать постоянного совершенствования процессов производства продукции и материалов в целом. Я не удивлюсь, если в следующем десятилетии АТ не будет выглядеть точно так же, как сегодня.

Сильвия Монсхаймер, руководитель отдела новых технологий 3D-печати Evonik:

Я не думаю, что в ближайшее десятилетие мы увидим «большой взрыв» в применении 3D-печати. Я, скорее, ожидаю увидеть специфические подходы к серийному производству, которые приведут к огромному успеху в отрасли. Успешное серийное производство с использованием АТ потребует такой специализации в отношении параметров процесса, оборудования и материала, которая позволит 3D-печати превзойти обычное производство. Я ожидаю увидеть новые технологии! Сейчас так много специалистов работают над тем, чтобы преодолеть существующие трудности. Это будет захватывающее десятилетие.

Д-р Инго Эдерер, генеральный директор компании Voxeljet:

Прошедший год был отмечен процессами поглощения и консолидации, поскольку сфера чрезвычайно раздроблена. Мы считаем, что эта тенденция сохранится в ближайшие пару лет. Несмотря на то, что аддитивное производство существует уже около полувека, в настоящее время мы наблюдаем невероятную скорость развития технологии и экосистемы вокруг нее.

Особенно во время пандемии и в условиях изменения климата аддитивное производство может позиционировать себя как технология, способная чрезвычайно эффективно решать поставленные задачи. С точки зрения дополнения существующих производственных процессов, для удовлетворения изменчивого избыточного спроса, производства на месте, а также с точки зрения создания легких конструкций и эффективности использования ресурсов. Однако, еще не хватает автоматизации и более широких возможностей применения, из-за отсутствия новых материалов и стандартизации процесса. Эти элементы будут в центре внимания отрасли в течение следующего десятилетия и будут необходимы для того, чтобы превратить АТ в жизнеспособную технологию массового производства.

С расширением применения АТ также будет расти спрос на квалифицированных работников и образование в области АТ, в то время как мы уже видим первые курсы, ориентированные на АТ, в школах и университетах, весь инженерный менталитет будет смещаться в сторону более эффективного использования ресурсов и стабильного проектирования. Это будет включать разработку усовершенствованных программных решений.

Джеймс ДеМут, основатель и генеральный директор Seurat:

Стоимость изделий, произведенных методом LPBF (лазерное сплавление в порошковой среде), значительно снизится и будет конкурировать с литьем и фрезеровкой в небольших и средних объемах, сохраняя при этом высокое качество и преимущества АТ, к которым мы все привыкли сегодня (и даже больше). Массовое производство деталей АТ станет обычным делом.

Доктор Джошуа Пирс, кафедра информационных технологий и инноваций имени Джона М. Томпсона, Западный университет, Канада:

Многие предсказания о том, что 3D-принтер будет в каждом доме, еще не сбылись, но устойчивый и плавный рост распределенного производства с помощью 3D-принтеров в домашних условиях неоспорим. Филамент для 3D-печати теперь классифицируется как «Amazon Basic» наряду с батарейками и бумагой. Технология, которая по моему мнению, склонит чашу весов распределенного производства в следующем десятилетии – это распределенная переработка и аддитивное производство (или сокращенно DRAM). Уже создано несколько технологий с открытым исходным кодом – от роботов-переработчиков, производящих филамент, до 3D-принтеров с печатью “прямыми отходами”, которые позволяют нам использовать 3D-печать у себя дома для переработки пластиковых отходов в ценные вещи. DRAM экономит людям реальные деньги. Эта технология позволяет потребителям изготавливать изделия на заказ по цене, ниже чем налог с продаж в США (6%) – от скейтбордов и игрушек до шприцевых насосов и приспособлений для лечения артрита. По мере того, как все больше компаний будут использовать экономическое преимущество и делать все больше технологий DRAM доступными для своих клиентов, следует ожидать, что DRAM будет следовать кривой роста потребительской трехмерной печати.

Алессио Лоруссо, генеральный директор, Roboze:

Влияние, которое аддитивные технологии окажут на будущее, – это самая захватывающая и, в то же время, фантастическая мысль. Я считаю, что наиболее важной и всеобъемлющей темой, в которой АТ будет продолжать демонстрировать революционные результаты, является ответ на стратегии экологической стабильности нашей планеты. Возможности безграничны. Создание локального производства по запросу, сокращение транспортных выбросов и борьба с производственными отходами – это только начало. Мы в Roboze с нетерпением ждем поддержки новаторов, которые изменят наше будущее к лучшему.

Анкуш Венкатеш, интра-предприниматель, аддитивное производство, Glidewell Dental:

В ближайшее десятилетие АТ достигнет зрелости в своей роли в созвездии цифрового производства. Это позволит новым инновационным бизнес-моделям использовать преимущества набора цифровых решений. Эти решения будут основываться на программных платформах, которые будут модульными, совместимыми и очень сложными. Отчасти, это может привести к появлению множества гипер специализированных поставщиков услуг, но и заставит действующие компании сосредоточиться на разработке “горячих”, комплексных предложений. Мы уже наблюдали это в индустрии персональных компьютеров (1980-е – 2000 гг.), а также в индустрии смартфонов (2000-е – настоящее время).

В этом десятилетии также произойдет значительный сдвиг границ. Мы думаем о пограничных вычислениях или производстве по месту использования. Все это стало возможным благодаря значительному развитию технологических возможностей, в сочетании с расширением доступа к ним. Учитывая постоянный рост этих факторов, я искренне верю, что именно в этом десятилетии распределенное производство может быть по-настоящему реализовано. Передовые технологии скоро станут нормой. FDA (Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов, США) недавно выпустило документ для обсуждения, в котором просила участников отрасли внести свой вклад в разработку политики и регулирования 3D-печатных решений для оказания медицинской помощи. Важнейшую роль в извлечении максимальной пользы из аддитивного производства будут играть данные. Информация об управлении процессами, тенденциях спроса/предложения, гибкости цепочки поставок и выбросах углекислого газа, будет все чаще

поступать в системы, способные обрабатывать эти объемные данные и получать практические выводы.

Надеюсь, что в следующей статье я смогу рассказать и о быстром развитии 3Д – технологий в Израиле и Китае.