

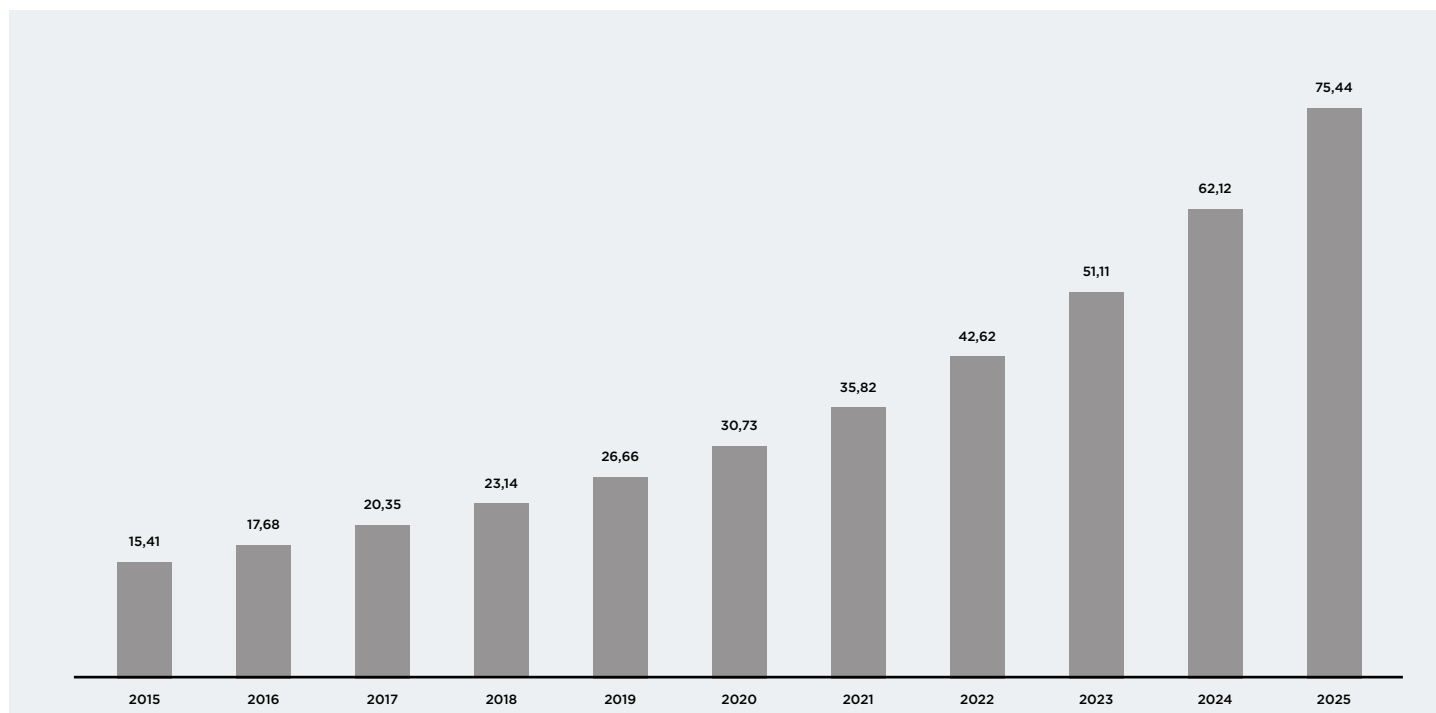
# Пять технологий цифровой эры промышленности



Текст: **Антон Большаков**

”

В 2017 году цифровая революция вошла в решающую фазу — к интернету подключился каждый второй житель Земли. По данным РАЭК к 2020 году три четверти россиян — 86,7 млн человек — станут пользователями интернета [12]. Глобальный институт McKinsey (MGI) прогнозирует, что уже в ближайшие 20 лет до 50 % рабочих операций в мире будут автоматизированы, и по масштабам этот процесс будет сопоставим с промышленной революцией XVIII-XIX веков [8].



1  
Объем рынка Интернета вещей, млрд долл. Источник IHS

Технологии четвертой промышленной революции размывают границы между физической и цифровой сферами глобальных производственных систем.

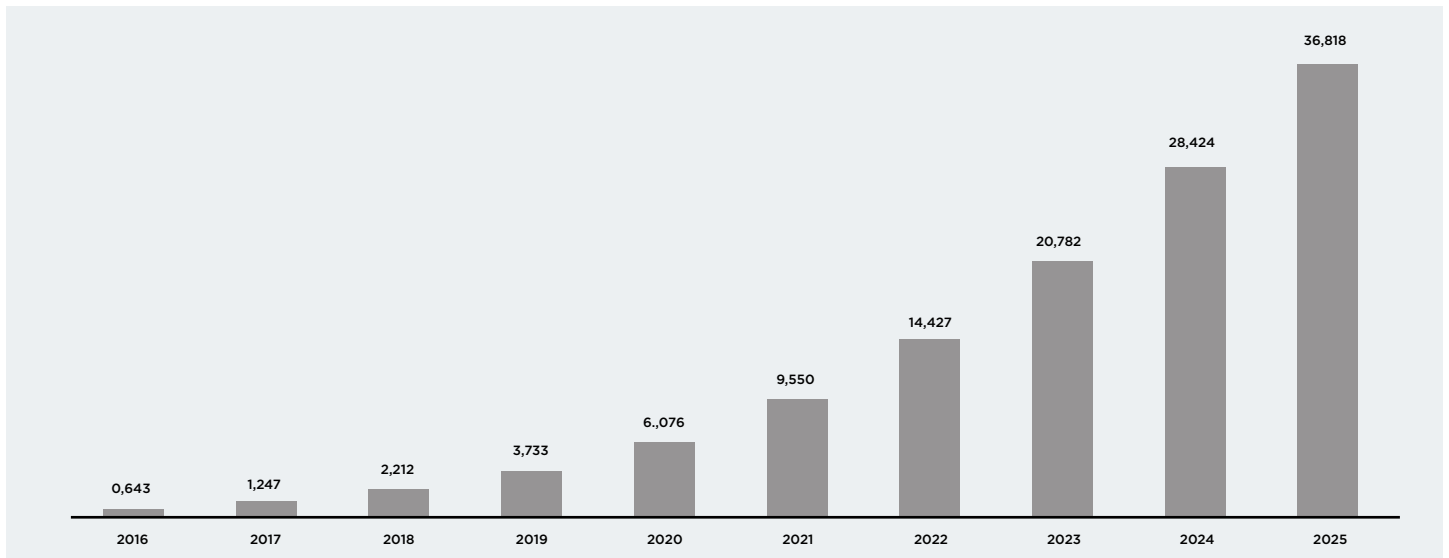
Пять наиболее захватывающих технологий — это Интернет вещей (IoT), Искусственный интеллект (AI), Современная робототехника, Носимая промышленная электроника, Аддитивные технологии, которые на разных этапах технической готовности и принятия также имеют разный уровень неопределенности своего будущего развития. Некоторые из них, такие как трехмерная печать и робототехника, имеют долгую промышленную историю и находятся на пороге массового внедрения, но пока в отдельных географических регионах и отраслях. Другие, такие как искусственный интеллект и носимая промышленная электроника, находятся в стадии зарождения, но имеют многообещающие перспективы использования.

## Интернет вещей

Интернет вещей — внедрение физических устройств с датчиками, внедрение сетевого подключения и других компонентов для обмена данными [10] — часто воспринимается как революция. Но на самом деле это эволюция технологий, разработанных более 15 лет назад, ускорившаяся в связи с быстро развивающимися технологическими возможностями. В течение последнего десятилетия стоимость датчиков снизилась в два раза, расходы на пропускную способность каналов связи сократились на 40 %, а затраты на об-

работку данных — на 60 % [7]. Резкое падение расходов на сенсорные технологии, увеличение вычислительной мощности, достижения в области передачи данных в облачной коммуникации и коммуникации между устройствами и способствуют объединению ранее отдельных составляющих производства: ИТ, технологии производства и технологии автоматизации, создавая новый принцип производства [6].

Оценить объем рынка интернета вещей затруднительно, так как он не локализован на каком-то определенном типе изделий. Служба обработки информации (IHS) прогнозирует, что к 2025 году количество устройств интернета вещей вырастет с сегодняшних 17 до почти 80 миллиардов [2, 3]. Благодаря этому производители пересмотрят подходы к управлению предприятием, управлению эффективностью активов в режиме реального времени и производству умных и синхронизированных продуктов и услуг. Трансформация операций, обеспечение сквозной прослеживаемости всей цепочки поставок в режиме реального времени вплоть до конечного пользователя, разработка новой продукции и услуг для клиентов подчеркивают потенциал IoT для серьезных изменений в производстве. Ожидается, что к 2020 году инвестиции в производство, связанные с IoT, удвоятся с \$35 до \$71 млрд. Если обратиться к ситуации в России, то общий потенциал рынка одних только приборов интеллектуального учета в сегменте частного коммунального электропотребления и водопотребления составляет более 206 млн интеллектуальных счетчиков или более 400 млрд рублей [12].



2 Прогноз объема рынка искусственного интеллекта, млрд. долл. Источник statistica.com

Объем российского рынка M2M/IoT по итогам 2016 года достиг \$1,2 млрд [1] рис 1.

Но IoT — это не просто набор технологий, добавленных к современным системам автоматизации. Это также философия, требующая изменения мышления, когда появляется возможность связывать системы автоматизации с корпоративным планированием и системами жизненных циклов продуктов. Одним из примеров применения этой технологии является «цифровой двойник», использующий данные датчиков для создания динамической компьютерной модели физического объекта или системы, он начнет применяться повсеместно в ближайшие несколько лет для профилактического обслуживания, повышения операционной эффективности и повышения качества разработки продукта.

## Искусственный интеллект

Искусственный интеллект позволяет производителям обрабатывать огромные объемы данных, генерируемые их производствами, операциями и потребителями, и преобразовывать эти данные в решения. Сегодня 70 % собранных производственных данных не используются [7]. Применяя искусственный интеллект к интернету вещей, производители смогут организовывать и оптимизировать бизнес-процессы от рабочих мест до машин, сквозь различные подразделения и уровни поставщиков. Применение AI дает возможность производителям управлять качеством в производственных системах, оптимизировать цепочки поставок, выполнять профилактическое техобслуживание.

В последнее время искусственный интеллект показал новый уровень возможностей во многих применениях: от

классификации изображений до распознавания образов и рассуждений. Этот прогресс обусловлен, главным образом, усилением влияния трех факторов: вычислительной мощности, данных обучения и алгоритмов обучения. Вот пример: точность автоматического распознавания и классификации изображений улучшилась за последнее десятилетие с 85 до 95 % (средний показатель для человека составляет 93 %). Эти 10 % позволяют таким алгоритмам перейти из категории новинок в категорию двигателей реальных инноваций, например, таких как автономная транспортировка для сбора заказов на складе. Решения на основе AI в настоящее время «обучаются» по миллионам данных изображений, что в 100 раз больше, чем десять лет назад. Они поддерживаются специальными чипами блоков обработки графических данных, которые более чем в 1 000 раз быстрее и в пять-десять раз сложнее, чем у предыдущих поколений. Расходы на вычисления и хранение уменьшились в равной степени в среднем на 35 % в год [4]. В ближайшем будущем AI будет опираться на механизмы реализации, которые позволят использовать его быстрым, умным и более интуитивным образом. К 2025 году по данным statistica.com объем рынка AI прогнозируется в 36,818 млрд долларов рис 2.

Промышленные компании быстро продвигаются в область AI, инвестируя в НИОКР в области «промышленного интернета». Для управления эффективностью активов и оптимизации операций используется аналитика, AI улучшает безопасность и доступность в автомобильной промышленности, а умное ПО для планирования адаптируется к изменчивости производства в режиме реального времени. Системы AI обеспечивают новые уровни оптимизации производственной системы, такие как профилактическое обслуживание и улучшенное управление качеством.

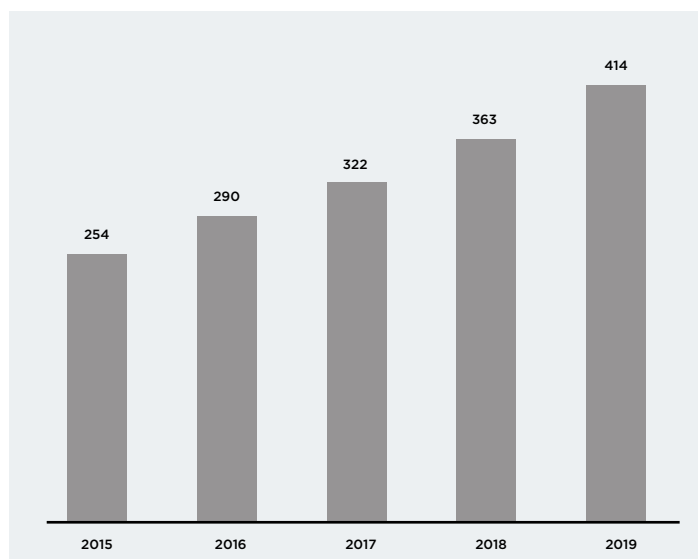
И хотя трудно предсказать конкретные пути внедрения технологий AI на производстве на следующие 10-15 лет, можно предположить, что они создадут и изменят ценностное предложение в различных областях. Продукты и услуги будут конкурировать на основе гиперперсонализированных функций. Компании будут использовать AI для обработки предпочтений клиентов в режиме реального времени, чтобы быстро масштабировать персонализированные продукты и услуги, поскольку потребители стали более нейтрально относиться к бренду как таковому и больше склонны платить за гиперперсонализированные предложения. AI будет применяться для быстрой оценки, прогнозирования и моделирования решений с учетом большого объема разрозненных данных.

## Современная робототехника

Современная робототехника давно справляется с «монотонной, грязной и опасной» работой. В настоящее время автоматизировано 10 % производственных задач. Рост инвестиций в робототехнику и спрос к 2030 году увеличат долю использования роботов до 25-45 % производственных задач во многом благодаря применению в автомобильной и электронной промышленности. Передовая робототехника и AI могут повысить производительность во многих отраслях на 30 %, сократив затраты на рабочую силу на 18-33 % и дав положительный экономический эффект от \$600 млрд до \$1,2 трлн к 2025 году [5].

Среди многих цифровых технологий, двигателей прогресса в Четвертой промышленной революции, современная робототехника может значительно изменить всю цепочку создания стоимости. По оценкам, в мировых производственных системах сегодня функционируют около 1,8 млн промышленных роботов, представляющих мировой рынок примерно в \$35 млрд рис 3. Возможности роботизации продолжают расти, а затраты — падать (примерно на 25 % за последнее десятилетие). Большое положительное влияние на продажи роботов оказывает автоматизация технологических процессов производства электроники.

Среди возможных применений на производстве для упаковки, захватывания и перемещения было установлено наибольшее количество роботов (почти 40 %), и это применение имеет самый высокий годовой темп роста (среднегодовой темп роста 11 %). Второе самое распространенное применение при производстве автомобилей, где роботов используют, в первую очередь, для сварки. Применение роботов для сборки — еще один быстрорастущий сегмент (среднегодовой темп роста 10 %) [7] из-за увеличения количества электроники/продуктов электротехнической промышленности, стремящихся к миниатюризации и требующих повышенной точности при изготовлении.



3 С 2016 по 2019 год прогнозируется поставка 1,4 миллиона промышленных роботов. Источник IFR World Robotics

Плотность роботизации производства на российских предприятиях более чем в 20 раз ниже среднемирового показателя. Российские предприятия используют малое количество промышленных роботов для автоматизации производства: по статистике Международной федерации робототехники в России на 10 тысяч рабочих приходится только три промышленных робота, тогда как в среднем по всему миру — 69, а в странах, лидирующих по уровню цифровизации, — более 100. Доля российского рынка промышленных роботов составляет всего 0,25 % от общемирового объема, основными потребителями являются Китай (27 %), Южная Корея (15 %), Япония (14 %) и Северная Америка (около 14 %). Также отставание наблюдается по доле станков с числовым программным управлением (ЧПУ): в Японии она составляет более 90 %, в Германии и США — более 70 %, в Китае — около 30 %, а в России в 2016 году — лишь 10 % с прогнозом роста до 33 % к 2020 году [8]. Сегодня у российских предприятий есть особый шанс сократить отставание от мировых лидеров. Большая гибкость и интеллект роботов позволяют применять их в разных отраслях промышленности, где они традиционно не использовались, включая производство продуктов питания и напитков, потребительских товаров и фармацевтических препаратов.

Среди других преимуществ робототехники в цифровой экономике можно назвать цепочку поставок, синхронизированную в интернете, которая повышает способность реагировать на меняющиеся потребительские требования и производить продукт «точно вовремя». Кроме того, робототехника поддерживает тенденцию перехода от крупных производственных объектов к более мелкому, локализованному производству, близкому потребителям.

## Носимая промышленная электроника

Носимая электроника на предприятиях (включающая дополненную и виртуальную реальность) представляет собой зарождающийся, быстрорастущий рынок, который, по прогнозам, вырастет с \$700 млн до \$5 млрд к 2020 году, причем устройства станут комфортнее, функциональнее и безопаснее. Пилотные программы ведущих компаний подтверждают 25%-е повышение эффективности работы оператора и значительное сокращение времени, которое необходимо для обучения и повышения квалификации, а также демонстрируют повышение уровня охраны здоровья и безопасности [7].

Эти технологии кардинально меняют способ передачи информации пользователю, предлагая немедленный доступ к критичным данным. Носимая электроника, дополненная и виртуальная реальность могут использоваться для проверки качества, рабочих инструкций, обучения, управления рабочими процессами, операций и безопасности, логистики и обслуживания, а также улучшить рентабельность за счет увеличения производительности благодаря повышенной точности. Ее умелое применение может уменьшить инциденты на производстве, связанные с безопасностью. Нестабильность качества возможно снизить за счет сокращения времени простоя, сокращения дефектов и отходов при одновременном уменьшении времени выполнения заказов.

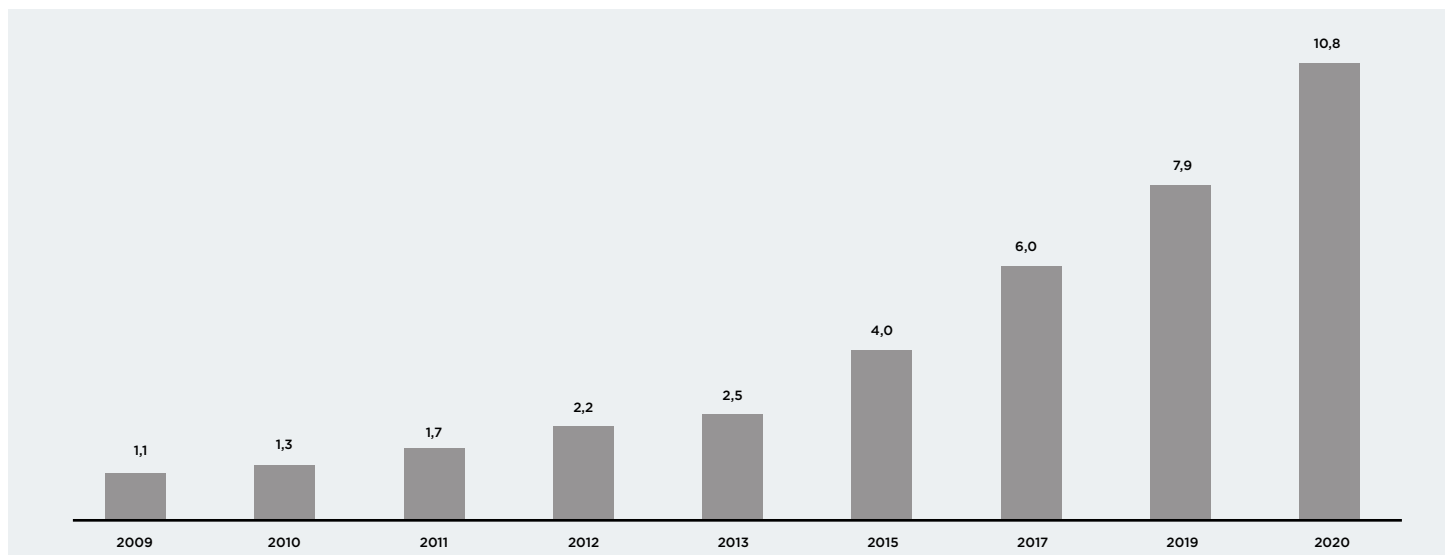
Умные и связанные в сеть продукты быстро находят применение во многих отраслях промышленности, включая электронику, автомобилестроение, строительство, логистику, аэрокосмическую промышленность, производство промышленного оборудования, добычу полезных ископаемых, нефтегазовую промышленность, а также здравоохранение.

## Аддитивные технологии

Аддитивные технологии коренным образом меняют традиционные производственные процессы благодаря возможностям использования металла для 3D-печати. В ближайшей перспективе трехмерная печать станет востребованной в отраслях, где адаптация продукта к требованиям заказчика и время выхода на рынок являются ключевыми факторами эффективности рис 4. Объем рынка аддитивных технологий прогнозируется к 2020 году в 10,8 млрд долларов. Как правило, это производства с небольшими объемами, дорогостоящими деталями — предприятия аэрокосмической промышленности и здравоохранения. Сегодня и в обозримом будущем экономика и промышленная динамика не будут способствовать тому, чтобы трехмерная печать заменила традиционное производство с длительным производственным циклом, а также массово локализовала производство ближе к потребителям.

Трехмерная печать все чаще используется в промышленности, поскольку дает возможность производить более качественные продукты, а цепочки создания стоимости становятся все более согласованными благодаря Интернету. Движущие факторы для развития трехмерной печати — это увеличение выбора материалов, подходящих для технологий производства, способность создавать сложные геометрические формы (например, детали двигателя), меньшее количество компонентов, необходимых для изготовления продукта, оптимизация рабочих процессов.

3D-печать — революционная технология, но не потому, что она может заменить традиционное производство, сделать традиционные фабрики устаревшими и локализовать все производство (экономически в ближайшем будущем это нецелесообразно). Она является революционной благодаря своей способности



4 Прогноз объема рынка аддитивных технологий млрд долл. Источник Wohlers Associates

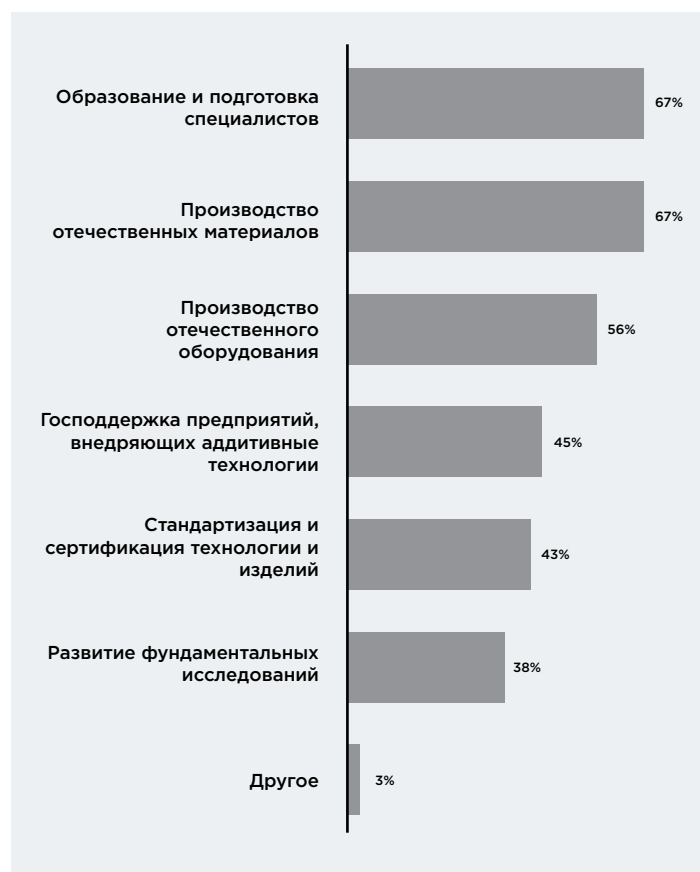


5 Оценка «уровня готовности» аддитивных технологий. Источник Группа компаний Остек

дополнять традиционные производственные процессы, кардинально менять процесс разработки продукта и создавать новую ценность. Технология лучше всего работает в тех отраслях, где важна адаптация продукта к требованиям заказчика, там, где компоненты производятся в небольших объемах и имеют высокую стоимость. Производство потребительских товаров и автомобильная промышленность, медицинская и аэрокосмическая отрасли лидируют в использовании технологий 3D-печати.

Трехмерная печать усовершенствовалась и стала настолько универсальной, что теперь переходит от быстрого прототипирования к масштабируемому производству для избранных продуктов и применяется в других областях, таких как изготовление инструментов и моделей, а также ремонт и обслуживание. Трехмерная печать уже широко используется для производства высоконадежных медицинских устройств — слуховых аппаратов и стоматологических протезов.

Хотя эксперты имеют разные мнения о том, что произойдет в ближайшие 5-15 лет, они сходятся в том, что рост объемов использования 3D-устройств для печати будет опережать рост промышленных объемов **рис 5**. В течение следующих 2-5 лет к 3D-печати для прототипирования, вероятно, присоединятся многие технологии, которые будут стимулировать ее широкое использование не только в узких областях.



6 Факторы, способствующие ускорению внедрения аддитивных технологий в России, % ответов. Источник Группа компаний Остек.



Согласно нашему исследованию [9] среди основных драйверов, которые могли бы ускорить процесс внедрения аддитивных технологий в российскую промышленность, обозначено изменение образа мышления управленцев и специалистов о том, как работать с конструкторской документацией, разрабатывать конструкцию и технологические процессы, управлять проектами, в конце концов — делать бизнес. Также респонденты считают, что подстегнуть развитие технологии в России, в первую очередь, должно производство отечественных технологических материалов и оборудования рис 6.

Появляется много информации о новых областях применения аддитивных технологий, но многие предприниматели и руководители компаний проявляют мало энтузиазма по этому поводу, ссылаясь на их неотработанность. Но действительно ли технология сырая и неотработанная или отсутствует возможность предметно разобраться, какие именно технологии позволят решать конкретные производственные задачи? Таким образом, развитию аддитивных технологий в России должны способствовать такие технологические факторы, как скорость и стоимость печати, стоимость оборудования и материалов, стабильность процесса. А также факторы, связанные с изменением образа мышления, — изменение подходов к конструированию, к разработке производственных процессов, управлению проектами, развитию бизнеса, работе с клиентами.

## Заключение

Рассмотренные в статье технологии находятся на разных этапах технической готовности и принятия, имеют разный уровень неопределенности их будущего развития. Но определенно можно сказать, что Россия уже живет в цифровой эре.

Цифровая экономика занимает умы политиков и промышленников — развитие цифровой экономики в России находится на контроле у первых лиц государства. По оценкам McKinsey, потенциальный экономический эффект от цифровизации экономики России увеличит ВВП страны к 2025 году на 4,1–8,9 трлн руб. (в ценах 2015 года), что составит от 19 до 34 % ожидаемого роста ВВП. Такие смелые экономические прогнозы связаны не только с эффектом от автоматизации существующих процессов, но и с внедрением принципиально новых, прорывных бизнес-моделей и технологий. И перед радиоэлектронной промышленностью ставятся задачи не только разработать отечественную электронную компонентную базу, но и насытить рынок готовыми российскими конкурентоспособными изделиями [11]. Поэтому рассмотренные технологии требуют внимания при формировании стратегических приоритетов, чтобы соответствовать требованиям отрасли в будущем. ▢

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Объем российского рынка интернета вещей в 2016 году достиг \$1,2 млрд», Ведомости, 15.05.2017, <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2017/05/15/689785-rinka-interneta-veschei>
2. Business Outlook Global Electronics Industry, Custer Consulting Group, November 2016
3. Information Handling Services, Internet of Things Outlook, <https://cdn.ihs.com/www/pdf/enabling-IOT.pdf>.
4. Kearney A.T., Teqmine, Press releases.
5. Robot Revolution — Global Robot & AI Primer, Bank of America Merrill Lynch, 16 December 2015, [https://www.bofam.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics\\_and\\_ai\\_condensed\\_primer.pdf](https://www.bofam.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics_and_ai_condensed_primer.pdf).
6. The Future of the Electronics industry: Focus on Industrial, Power and Medical, DECISION, November 2016
7. White paper "Technology and Innovation for the Future of Production: Accelerating Value, Creation", World Economic Forum In collaboration with A.T. Kearney, March 2017
8. Аптекман А., Калабин В., Клинов В., и др. "Цифровая Россия: Новая реальность", McKinsey, Москва, июль 2017 г.
9. Большаков А., Чеканова О., «Наступила ли эпоха аддитивных технологий в отечественной промышленности?», научно-практический журнал «Вектор высоких технологий», №1 (30), 2017
10. Интернет вещей. Статья из Wikipedia [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82\\_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9)
11. Определена основная тема Международного Форума «Микроэлектроника 2017», [http://www.elinform.ru/news\\_14530.htm](http://www.elinform.ru/news_14530.htm)
12. РИФ+КИБ Интернет. Форум. <http://2017.russianinternetforum.ru/>