

УДК 778.64

Интеграция аддитивных производств в концепцию «Индустрия 4.0»

А.С. Иванкина¹, Е.В. Семенова²✉

¹Колледж Воронежского института высоких технологий, Воронеж, Россия

²Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия

Аддитивные технологии на современном этапе развития промышленности позволяют ускорить развитие технологий различных отраслей. 3D-печать, как одна из составляющих аддитивных технологий, помогает созданию «умного» производства, объединить материальные, биологические и физические миры, усилить развитие четвертой промышленной революции, а следовательно, провести интеграцию аддитивных производств в концепцию «Индустрия 4.0».

Ключевые слова: промышленная революция, аддитивные технологии, индустрия 4.0, 3D-печать.

Integration of additive manufacturing into the "Industry 4.0" concept

A.S. Ivankina¹, E.V. Semenova²✉

¹College of the Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

²Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

Additive technologies at the present stage of industrial development make it possible to accelerate the development of technologies in various industries. 3D printing, as one of the components of additive technologies, helps to create "smart" production, unite the material, biological and physical worlds, strengthen the development of the fourth industrial revolution, and therefore integrate additive manufacturing into the concept of "Industry 4.0".

Keywords: industrial revolution, additive technologies, industry 4.0, 3D printing.

Стремительное развитие технологий продолжается более 100 лет (табл.). Оно меняет привычную повседневную жизнь и открывает новые возможности для исследований и инноваций. Изменились не только обычные вещи, но и подход к производству, распределению товаров и сервисов.

Таблица

История развития технологий

№	Название	Период	История
1	Первая промышленная революция	Конец 18 века	Первая промышленная революция началась в конце 18 века в Англии, когда люди начали массово переходить от ручного труда к машинному, что увеличило производительность почти в 20 раз.
2	Вторая промышленная революция	Середина 19 века	Вторая промышленная революция началась в середине 19 века, а именно с прорыва в металлургии. Внедрение бессемеровского способа выплавки стали привело к быстрому росту производительности труда и развитию машиностроения.

Таблица (Продолжение)

№	Название	Период	История
3	Третья промышленная революция	Середина 20 века	Третья промышленная революция появилась в середине 20 века, когда экономика стран восстанавливалась после Второй Мировой войны. Технология обработки информации эволюционировала от универсальной ЭВМ к объединённым сетью персональным компьютерам, поисковым системам и электронной торговле.
4	Четвертая промышленная революция	Начало 21 века	Четвертая промышленная революция – это полная автоматизация на основе киберфизических систем в производство. Традиционные отрасли промышленности перетерпят значительные изменения, поскольку киберфизические системы будут интегрированы в производственные процессы, многие традиционные методы к которым мы привыкли, будут заменены машинами, роботами и искусственным интеллектом.

Сейчас вступает в силу понятие Индустрия 4.0 или четвертая промышленная революция. Это новый инновационный подход к промышленной индустрии, где интернет, искусственный интеллект, аддитивные технологии играют ключевую роль, стирают грань между материальным, биологическим и физическим мирами.

На технологическом уровне ключевыми движущими силами индустрии 4.0 являются такие отрасли как IT, квантовые вычисления, блокчейн и распределённые реестры, автономная робототехника, интернет вещей, виртуальная и дополненная реальность и, конечно, 3D-печать. Все перечисленное влияет на качество нашей жизни.

В настоящее время многие страны используют аддитивные технологии в индустрии 4.0 (рис. 1): Германия: 25%, США – 22%, Китай – 20%, Япония – 10%, Южная Корея – 7%, Италия – 5%, Франция – 4%, Канада – 2%, Россия – 1%, Остальные страны – 4%. К сожалению, наша страна только начинает широкое применение 3D-печати.



Рисунок 1. Процент использования автоматизации в мире

Проведенный опрос с помощью Google-формы показал, что из 100 только 32 чел. знают, что такое промышленная революция и 26 чел. – что такое умное производство. Как видно из рисунка 2, этим в первую очередь интересуются молодые люди, которые стоят перед выбором профессии и практически не задумывается старшее поколение.

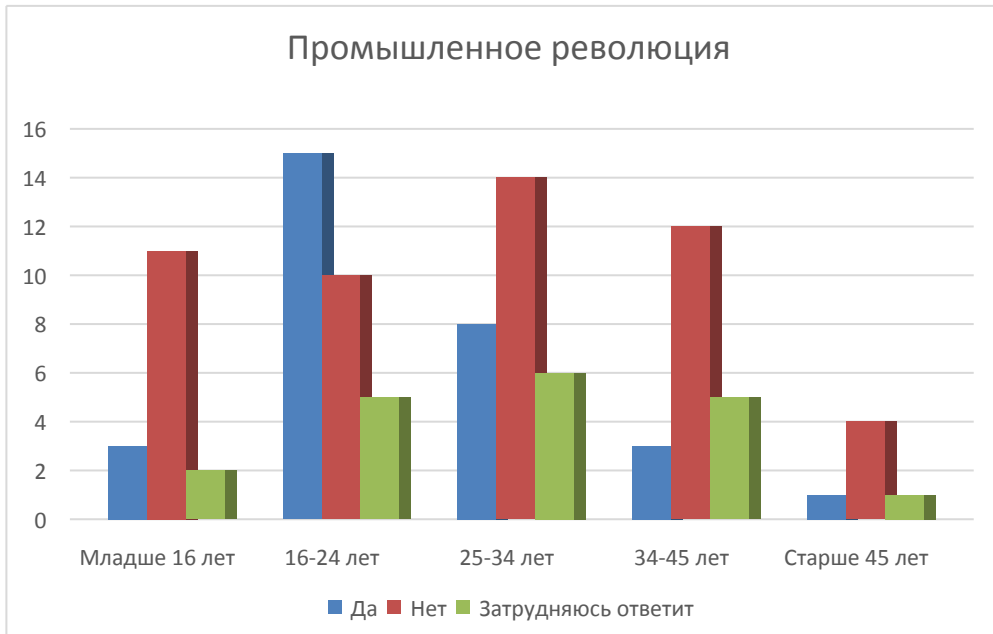


Рисунок 2. Соотношение количества людей, ответивших на вопрос о промышленной революции

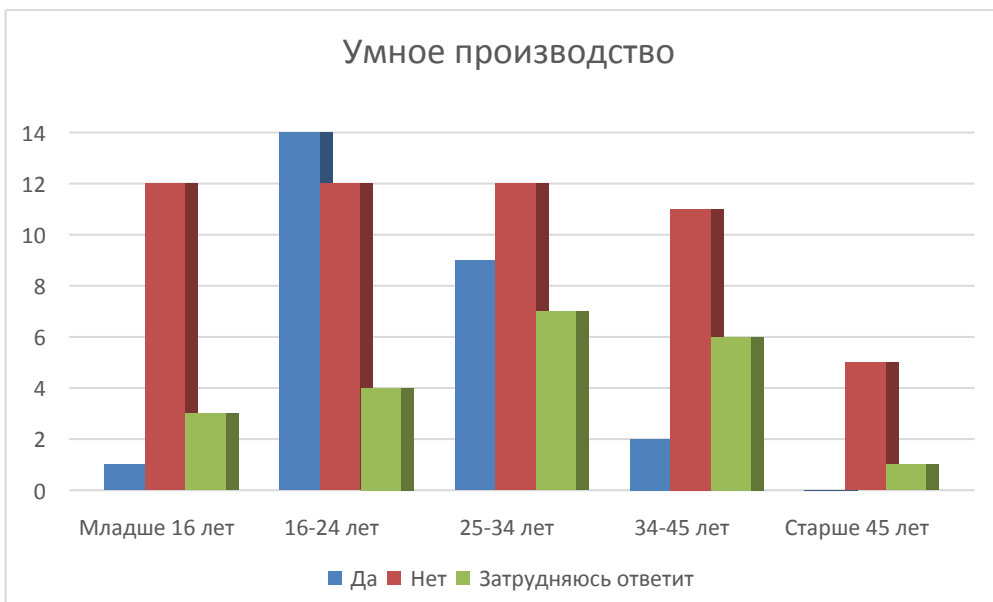


Рисунок 3. Соотношение количества людей, ответивших на вопрос об умном производстве

При рассмотрении всех ключевых технологий хотелось бы выделить именно 3D-печать, или же одну из составляющих аддитивных технологий, это методы трехмерной печати [1], которые как раз отвечают принципам создания «умного» производства. Из опрошенных людей ответили, что знают, что такое аддитивные технологии, всего лишь

40 чел. из 100 (Google-форма), остальные ответили «Нет», или «Затрудняюсь ответить» (рис. 4). Давайте разберёмся, что такое аддитивные технологии, и как они связаны с Индустрией 4.0.

Аддитивные технологии представляют собой прорывной подход к производству, они меняют не только общечеловеческое мировоззрение, но и меняют сам процесс производства.

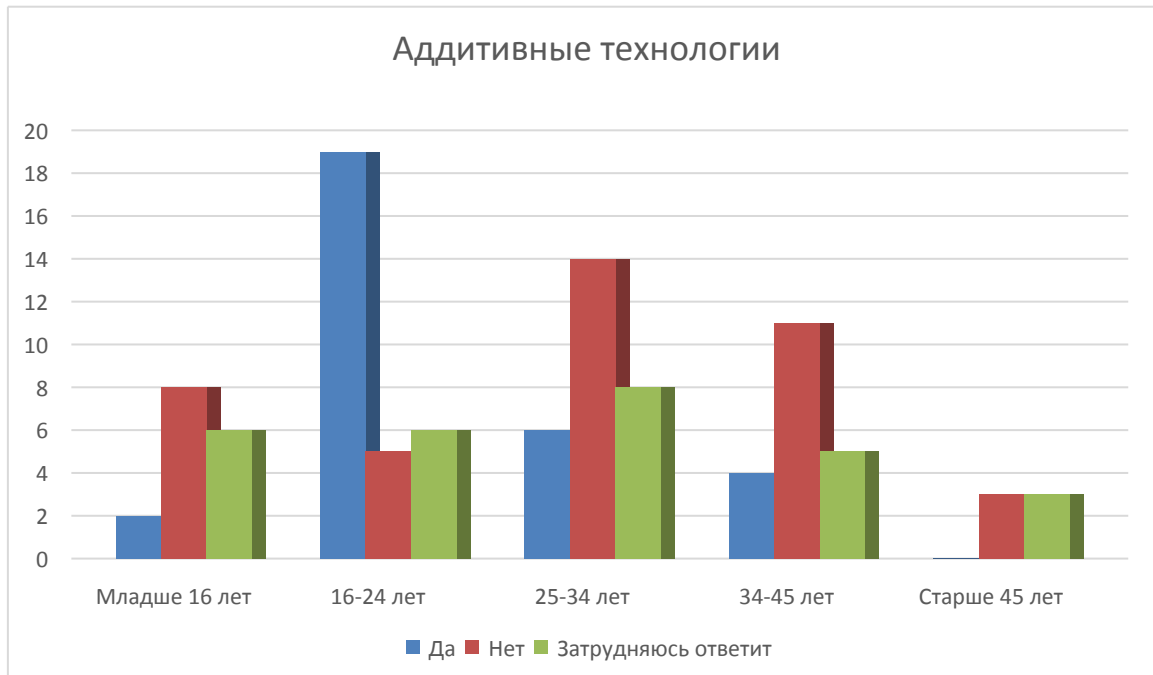


Рисунок 4. Соотношение количества людей, ответивших на вопрос об аддитивных технологиях

В рамках Индустрии 4.0 аддитивные технологии помогают решить ряд ключевых задач:

1. **Доступность и персонализация.** С помощью 3D-печати можно создавать сложные геометрические формы, которые недоступны традиционным методам производства. Это открывает новые горизонты для дизайнеров и инженеров, позволяя им воплощать в жизнь инновационные идеи и концепции, например светильник, показанный на рисунке 5.



Рисунок 5. Светильник, напечатанный при помощи 3D-печати

2. **Минимизация отходов.** Материал добавляется слой за слоем, а не вырезается из крупных заготовок. Это позволяет сократить запасы, так как изделия могут производиться по мере необходимости. Причем, некоторые виды пластика, используемые на производстве, биоразлагаемые, поэтому природе они несут минимум вреда (рис. 6).

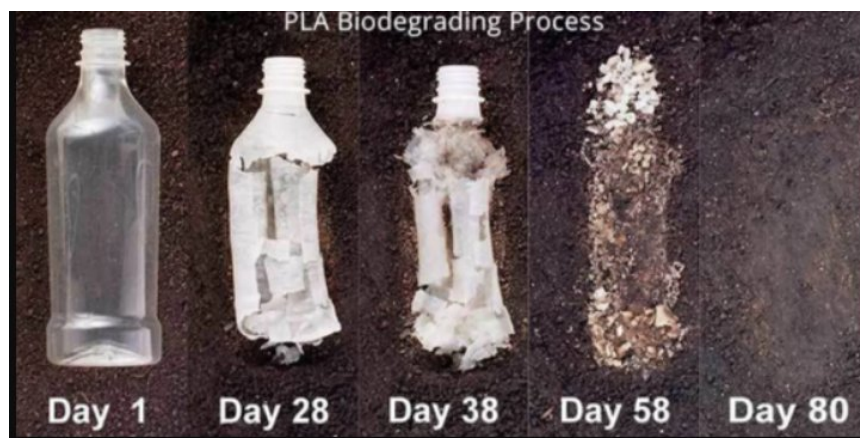


Рисунок 6. Распад биоразлагаемого пластика

3. **Интеграция с цифровыми технологиями.** Аддитивные технологии могут интегрироваться с различными цифровыми технологиями, например, с искусственным интеллектом или интернетом вещей, что помогает более эффективно управлять производственным процессом (рис. 7).



Рисунок 7. Печать модели при помощи программы

4. **Безопасность.** Использование аддитивных технологий безопаснее, чем использование традиционных методов. Многие процессы аддитивного производства происходят в закрытых системах, что снижает вероятность распространения вредных химических веществ (рис. 8). По условиям труда такие производства относятся ко второму классу – допустимые.



Рисунок 8. Печать моделей в закрытой системе

5. **Автоматизированные процессы.** Большинство операций аддитивного производства автоматизированы, что снижает необходимость в ручном труде (рис. 9).

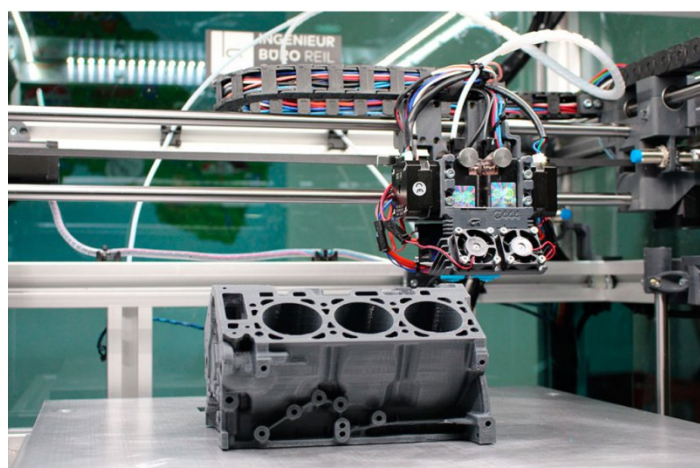


Рисунок 9. Автоматизированный процесс печати

Проводя опрос, мы спросили, что люди думают по поводу автоматизации производства в России. Вот несколько интересных ответов, которые нам удалось получить:

1. Не все производства могут себе это позволить. Из-за большого отрыва по автоматизации имеется риск монополизации некоторых промышленных сфер.

2. Для того чтобы хорошо прошла автоматизация производства, необходима помощь государства мелкому и среднему бизнесу в приобретении новых технологий, для равномерного распределения автоматизированных систем.

3. Поскольку, в России больше преобладает ручной труд, чем машинный, то есть вероятность того, что после перехода, может начаться безработица в стране.

Остальные 80 человек из 100, нажали «Затрудняюсь ответить»

Сейчас аддитивные технологии применяются в различных отраслях, таких как медицина, строительство, авиация, металлургия, аэрокосмическая промышленность, и в военном деле. Например, в медицине печать тканей и органов называется био-принтингом. Ещё в 2002 году была напечатана почка. Она была миниатюрной, однако могла функционировать и фильтровать кровь. В 2014 году хирурги напечатали почку с опухолью, чтобы попрактиковаться в удалении раковых клеток (рис. 10).



Рисунок 10. Напечатанная почка с опухолью

В Объединенных Арабских Эмиратах в 2016 году, были напечатаны все необходимые детали для офисного здания в Дубае. Площадь одноэтажного здания составляет около 250 м² (рис. 11).



Рисунок 11. Напечатанное офисное здание в АОЭ

Общую стоимость проекта оценили примерно в \$140 тыс., а на его реализацию ушло 19 дней, из которых последние два ушли на финальную отделку и оформление готовых помещений (рис. 12). Итоговая сумма оказалась в 2 раза дешевле традиционного строительства, а помещения удобны и эргономичны.



Рисунок 12. Отделка внутри напечатанного дома

Аддитивное производство становится важным катализатором в изменении экономики. Будущее, в которой будут активно применяться аддитивные технологии, зависит от способности компаний адаптироваться и интегрировать эти технологии в свои процессы.

Что же ждёт нас в будущем? В книге «Второй машинный век» Эрика Бринйолфссон и Эндрю Макафи утверждают, что компьютеры являются настолько способными, что невозможно предсказать, какие приложения они будут использовать через несколько лет. Сегодня искусственный интеллект окружает нас повсюду: от беспилотных автомобилей и дронов до виртуальных помощников и программ для перевода. Эти технологии меняют нашу жизнь. Они создают новые формы «самообучающегося» компьютерного анализа и автоматизированного создания, позволяя «умным» роботам и компьютерам самостоятельно программировать себя и находить оптимальные решения на основе заданных принципов, развивая в том числе и аддитивные технологии.

Среди 100 человек (Google-форма), которые проходили опрос, 60 человек ответили, что индустрия 4.0 повлияет на жизни людей, 15 человек ответили, что нет, и только 25 человек нажали «Затрудняюсь ответить» (рис. 13).

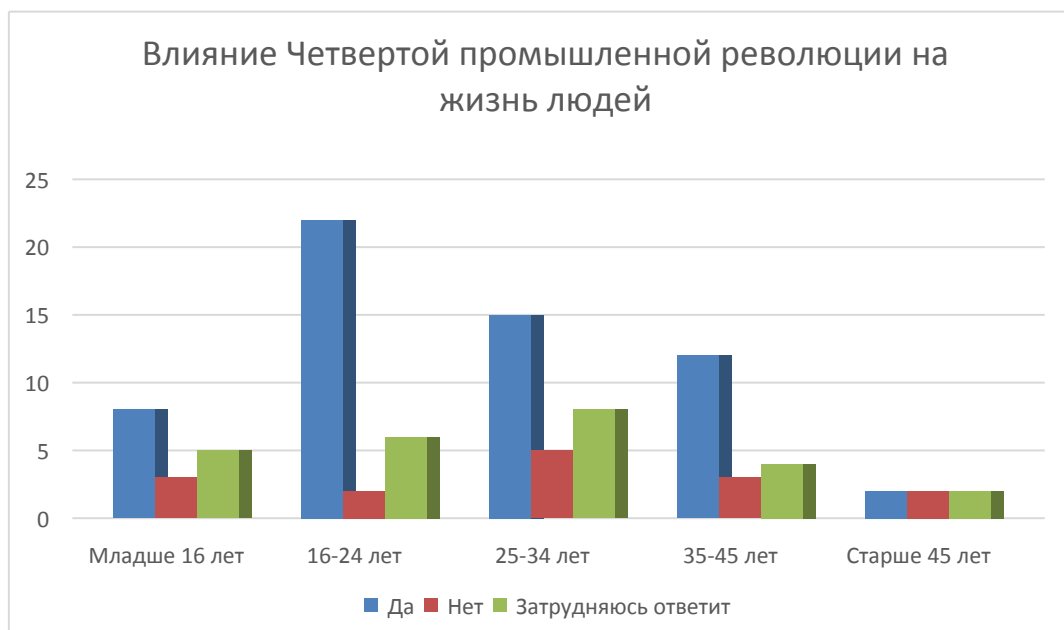


Рисунок 13. Соотношение человек, ответивших на вопрос о влиянии четвертой промышленной революции на жизнь людей

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что четвертая промышленная революция предвещает множество изменений, которые будут влиять на нашу жизнь в ближайшие десятилетия. Принятие и инициирование изменений на всех уровнях – от индивидуального до глобального – станет основой для успешного развития в новой цифровой эре. Причем интеграция аддитивных производств в концепцию «Индустрия 4.0» идет стремительно и целенаправленно, что позволяет ускорить процессы производства и дистрибуции, и перевернуть наше понимание о том, как взаимодействуют люди, бизнес и государство. Эти изменения затрагивают практически все сферы – от здравоохранения до образования, от производства до услуг – и открывают новые горизонты для инноваций и экономического роста.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Виды 3D печати: различия, достоинства и недостатки [Электронный ресурс] // Техника на vc.ru. – URL: <https://vc.ru/tech/291884-vidy-3d-pechati-razlichiya-dostoinstva-i-nedostatki> (дата обращения: 14.12.2024).
2. Первая 3D-печатная искусственная почка на основе микрочипов (+ видео) [Электронный ресурс] // 3Dpulse.ru. – 2014. – URL: <https://www.3dpulse.ru/news/meditsina/pervaya-3d-pechatnaya-iskusstvennaya-pochka-na-osnove-mikrochipov/> (дата обращения: 14.12.2024).
3. Шваб К. Четвертая промышленная революция [Электронный ресурс]. – URL: http://ncrao.rsvpu.ru/sites/default/files/library/k._shvab_chetvertaya_promyshlennaya_revolyuciya_2016.pdf (дата обращения: 14.12.2024).
4. В ОАЭ впервые в мире напечатали офисное здание на 3D-принтере [Электронный ресурс] // РБК. – 1995. – URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/24/05/2016/574454cf9a7947582e7e70f6 (дата обращения: 15.12.2024).
5. Вся история промышленных революций [Электронный ресурс] // Правое полушарие Интроверта. – URL: <https://artforintrovert.ru/magazine/tpost/91gjt6ujc1-vsya-istoriya-promishlennih-revolyuitsii> (дата обращения: 15.12.2024).
6. Бриньолфсон Э. Вторая эра машин / Э. Бриньолфсон, Э. Макафи. – Москва: Издательство АСТ, 2017. – 384 с.
7. Аддитивные технологии и их возможности [Электронный ресурс] // РБК Тренды. – 1995. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/6284222d9a79472c8b9a67bc> (дата обращения: 15.12.2024).
8. Вирабян С.А. Перспективы развития аддитивных технологий / С.А. Вирабян, Е.В. Семенова // Актуальные проблемы инновационных систем информатизации и безопасности: Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: Научная книга, 2022. – С. 272–276.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванкина Анастасия Сергеевна, студент, Колледж Воронежского института высоких технологий, Воронеж, Россия.

e-mail: anastasia.ivvankina@gmail.com

Семенова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия.

e-mail: semenovaelena1@mail.ru