

*А. А. Каминский<sup>1\*</sup>, М. И. Ананич<sup>1</sup>*

## **Анализ трендов рынков аддитивных технологий**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
\*e-mail: sashoven000@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена анализу трендов рынка аддитивных технологий. В статье приведены последние тенденции на рынке аддитивных технологий. Аддитивные технологии, также известные как 3D печать, являются одним из наиболее перспективных направлений в современной промышленности. Они позволяют создавать сложные детали и конструкции, которые трудно или невозможно произвести с помощью традиционных методов производства. Это открывает новые возможности для индивидуального проектирования и изготовления изделий, а также ускоряет процесс разработки и сокращает расходы на создание прототипов. Аддитивные технологии – это изготовление детали с послойным наложением материала друг на друга. Целью научной статьи является выявление современных трендов в сфере аддитивных технологий, а также рассмотрение рынка аддитивных технологий стран, потенциальных конкурентов российским компаниям на отечественном рынке, на наличие следования трендам. Проблемой научной статьи является отсутствие знаний и непонимание современных трендов. В научной статье был проведен анализ трендов на основе исследований тренд-хантеров 2022-2023 годов. Были выявлены следующие тренды: новые материалы; экологичность; новые технологии; доступность аддитивных технологий; комбинаторность; новые области применения; новый взгляд производства на 3D принтеры.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, 3D печать, тренды

*A. A. Kaminskiy<sup>1\*</sup>, M. I. Ananich<sup>1</sup>*

## **Analysis of Trends in the Markets of Additive Technologies**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\*e-mail: sashoven000@mail.ru

**Abstract.** This article is devoted to the analysis of additive technologies market trends. The article presents the latest trends in the market of additive technologies. Additive technologies, also known as 3D printing, are one of the most promising areas in modern industry. They allow you to create complex parts and designs that are difficult or impossible to produce using traditional manufacturing methods. This opens up new opportunities for custom design and manufacturing, as well as speeding up the development process and reducing prototyping costs. Additive technologies are the production of a part with a layer-by-layer imposition of material on top of each other. The purpose of the scientific article is to identify modern trends in the field of additive technologies, as well as to consider the market of additive technologies in countries that are potential competitors to Russian companies in the domestic market, for the presence of trend following. The problem of a scientific article is the lack of knowledge and misunderstanding of modern trends. In a scientific article, a trend analysis was carried out based on the research of trend hunters in 2022-2023. The following trends were identified: new materials; environmental friendliness; new technologies; availability of additive technologies; combinatoriality; new areas of application; a new look at 3D printer manufacturing.

**Keywords:** additive technologies, 3D printing, trends

### ***Введение***

Развитие прорывных технологий представляется промышленными революциями, в которых катализатором изменений жизненных укладов становится новый вид энергии (паровая, электрическая, атомная) или новые производственные технологии (цифровые двойники, аддитивные технологии, робототехника). Такие инновации не только сильно влияют на экономику и промышленность, но и изменяют нашу жизнь и повседневные привычки. Например, промышленная революция, связанная с электрической энергией, позволила людям работать в ночное время, улучшить условия жизни и сократить время производства товаров. Сегодня же, благодаря цифровым технологиям и Интернету, мы можем получать доступ к информации и связи практически из любой точки мира, а робототехника помогает автоматизировать многие производственные процессы, что позволяет повысить эффективность и снизить издержки. Аддитивные технологии, также известные как 3D печать, являются одним из наиболее перспективных направлений в современной промышленности. Они позволяют создавать сложные детали и конструкции, которые трудно или невозможно произвести с помощью традиционных методов производства. Это открывает новые возможности для индивидуального проектирования и изготовления изделий, а также ускоряет процесс разработки и сокращает расходы на создание прототипов. Аддитивные технологии – это изготовление детали с послойным наложением материала друг на друга. Также аддитивные технологии представляют из себя 3D моделирование, 3D проектирование и программирование в этой области. На западе, слова «additive technologies» и «3D printing» часто используются как синонимы, поскольку 3D печать и есть аддитивная технология. 3D печать осуществляют 3D принтеры, которые с помощью подвижных экструдеров способны изготавливать детали из различных материалов, в частности, из различных видов пластмассы. Но ничего не стоит на месте, времена меняются. Так, раньше тяжело было представить, что 3D принтер будет способен изготавливать деталь сразу из нескольких материалов одновременно, как например 5D принтеры компании ООО «Stereotech», которые к тому же российского производства. Поэтому, при создании 3D принтеров, да и в принципе любой продукции, очень важно следить за современными трендами отрасли.

Целью научной статьи является выявление современных трендов в сфере аддитивных технологий, а также рассмотрение рынка аддитивных технологий стран, потенциальных конкурентов российским компаниям на отечественном рынке, на наличие следования трендам. Проблемой научной статьи является отсутствие знаний и непонимание современных трендов компаниями в секторе 3D печати.

### ***Материалы***

Для проведения анализа трендов на рынке аддитивных технологий были использованы исследования тренд-хантеров, в частности платформа Trend-Hunter: Create The Future, которая проводит исследования по запросам пользователей са-

мых популярных поисковых систем, а также с помощью собственного искусственного интеллекта, которые был разработан еще в 2005 году [1].

### ***Выявление трендов рынков аддитивных технологий***

Для выявления трендов аддитивных технологий необходимо обратиться к исследователям данной сферы. Тренды исследуют и формируют тренд-хантеры, или же тренд-вочер. Они проводят исследования рынка, компаний, мировой экономики, данные поисковых запросов и множества других факторов. В научной статье был проведен анализ трендов на основе исследований тренд-хантеров 2022-2023 годов [1]. Проведя анализ, можно обозначить следующие тренды в сфере аддитивных технологий:

– изменения используемых материалов и их количество на одну деталь. Появляются новые материалы, из которых возможно изготовить новые виды деталей (например, полимерная печать). Стало возможным использовать сразу несколько материалов при изготовлении деталей [2];

– экологичность. В 2020 году стал набирать популярность тренд на экологию, который включает в себя экологически чистые продукты, производство, «безотходные» материалы и многое другое. Тренд задел почти все отрасли мира, в том числе и аддитивные технологии. Компании, которые занимаются производством оборудования с использованием аддитивных технологий, начали сокращать транспортные издержки, использовать более безопасные, и с меньшим количеством отходов, материалы. Также, при изготовлении деталей стали применяться биоразлагаемые материалы [2];

– совершенствование технологий. Развитие технологий тоже не стоит на месте. Современное программное обеспечение для управления 3D принтером, в большинстве своих случаях, имеет понятный и простой в использовании интерфейс, некоторые даже обладают мультиплатформой. Технологический прогресс позволил 3D принтерам принимать различные формы и дизайн [3];

– доступность аддитивных технологий. Широкое распространение 3D принтеры во всем мире получили после окончания патента на технологию FDM в 2010 году. Технология стала более доступной для обычного пользователя в виде частного лица, а не компании. Сейчас средняя цена бюджетного 3D принтера составляет около 20 тысяч рублей на российском рынке. Сократилось общее время на постобработку (определение, какие характеристики определить для детали) [3];

– комбинаторность. К современным 3D создаются дополнительные элементы, которые идут отдельно и выполняют ту или иную функцию. Комбинаторность проявляется не только в сочетании 3D принтера и дополнительного элемента, но и в сочетании с такими же 3D принтерами. Таким образом появились линейки из 3D принтеров, которые способны одновременно изготавливать одинаковые или же напротив, разные детали. Посредством использования таких линеек стали образовывать 3D-фабрики [4];

– расширение области применения. 3D принтер используется в медицинской сфере, сфере науки и образования, производстве и прототипировании, в ар-

хитектуре и строительстве, в производстве пищевых продуктов и в других отраслях. В будущем планируется внедрить 3D принтеры на производство микроэлектроники [4];

– тренды развития аддитивных технологий в России. Отдельный тренд аддитивных технологий можно выделить для России. Поскольку множество компаний, которые занимались поставками 3D принтеров в Россию, и занимали рыночные ниши, ушли, в связи с санкциями, сработала причинно-следственная связь, это в свою очередь вызвало потребность в создании собственных компаний по производству 3D принтеров. Также 3D принтеры в какой-то степени смогут обеспечить импортозамещение подсанкционных товаров [5];

– рост производства с использованием аддитивных технологий. Множество компаний, от крупных до малых, разглядели выгоду в 3D принтерах. Так, один принтер на предприятии способен частично решить задачу замены деталей, станков или другого оборудования [5];

– помимо всего вышеперечисленного, рынку необходимы инновации в сфере аддитивных технологий. В данный момент этот тренд сильно прослеживается в России, по большей части из-за «повестки дня». Правительство выделяет субсидии из государственного бюджета на развитие технологии [6]. За последние годы в России появилось много компаний, занимающихся созданием 3D принтеров. Каждая компания желает занять свою долю на отечественном рынке. В современных реалиях это вполне возможно, так как западные «мастодонты рынка» аддитивных технологий его покинули. По данным исследовательской компании Grand View Research, к 2025 году рынок 3D-печати в России должен достичь 25,2 миллиарда рублей, с ростом в годовом исчислении на 27,6% [7]. В России аддитивные технологии навиваются очень активно, есть прорывные решения, например, 5D принтеры (компания Stereotech), преимуществами которого является большее качество за меньшую цену. При этом качество деталей улучшается не только за счет многоосевой печати, но и за счет использования углеродной нити в процессе печати. Снижение цены обеспечивается отсутствием подложки и направляющих для печати. Особенностью продвижения в компании Stereotech является наличие собственного программного обеспечения, позволяющего создавать цифровые двойники деталей и формировать их в библиотеки. Также важно вовлечение в процессы аддитивных технологий школьников и студентов. За российский рынок аддитивных технологий также могут потягаться производители 3D принтеров из СНГ и Азии [8]. Чтобы понять, способны ли российские производители конкурировать с производителями СНГ или Азии, необходимо провести анализ рынка этих стран. Из стран СНГ будут проанализированы рынки Казахстана и Беларуси, а из Азии – Китай.

### ***Анализ некоторых трендов развития аддитивных технологий на рынках Казахстана, Беларуси и Китая***

Рассмотрим рынок аддитивных технологий Казахстана. В первую очередь хочется обратить внимание на нежелание государства финансировать данную отрасль, несмотря на то, что вопрос стоит также остро, как и в России [9]. Множества

западных экспортеров 3D принтеров поставляли свои принтеры через Россию, но в связи с положением в мире, они это делать перестали. Из-за невозможности поставлять 3D принтеры многие покинули казахстанский рынок. Другие изменили логистику поставок, тем самым увеличили стоимость своей продукции. Это хороший шанс, чтобы начать развивать собственное производство 3D принтеров и занять рынок, несмотря на такого крупного конкурента как Китай. Китай является монополистом на рынке среди бюджетных 3D принтеров [10]. Такие принтеры рассчитаны под простые задачи. Например, они не подойдут под печать запчастей для станков или оборудования, или же для медицинской сферы [11].

Последняя попытка Казахстана в развитии аддитивных технологий была в 2017 году, когда АО «НАТР» (ныне «QazTech Ventures») проинвестировали компанию ТОО (ТОО – Товарищество с ограниченной ответственностью) «3DInnovations» на 4,3 млн. тенге, что по нынешнему курсу рубля (1 рубль = 5,50 тенге, на 15 апреля 2023 г.) эквивалентно 781820 рублям [12]. Данный бюджет очень мал для тех лет. Компания разрабатывала свой принтер на основе российского стартапа «Кипарис» и посещала выставку в «Сколково» 2017 года, касательно 3D принтеров. Многие схемы и комплектующие были выкуплены у российской компании по производству 3D принтеров ООО «PICASO 3D», которые являются одними из лидеров по производству 3D принтеров в России. Несмотря на все это, компания потерпела крах в создании собственных 3D принтеров, так и не выпустив свою разработку на рынок. Одной из главных причин краха продукта компании стала нехватка квалифицированных кадров [12].

В Беларуси же ситуация иная. О развитии аддитивных технологий начали активно говорить уже в 2014 году. Главным центром в области аддитивных технологий в Беларуси является Национальная академия наук Беларуси, которая возглавляет исследования и разработки в этой области [14]. Академия создала несколько исследовательских центров и лабораторий, занимающихся развитием аддитивного производства, уделяя особое внимание исследованию материалов, оптимизации процессов и разработке приложений [13].

Правительство по сей день уделяет много внимания развитию аддитивных технологий в стране, предоставляет гранты и субсидии. В Беларуси были созданы принтеры следующими компаниями: компания TTF Group – принтер M3 Duo, компания Z-Volt и 3D принтеры с таким же названием. Несмотря на то, что эти 3D принтеры достаточно посредственные для современного времени, они могут послужить конкурентами китайским бюджетным 3D принтерам. Также созданная в России 3D-Fab фабрика с 3D принтерами, была частично перенесена в Беларусь. Она занимается печатью литейных форм и 3D моделированием [14]. В январе 2023 г. проходила выставка «Беларусь интеллектуальная», на которой был представлен 3D принтер, который способен печатать пищевую продукцию, в качестве примера было напечатано мясо. Новостей о том, что авторы 3D принтера собираются вывести его на рынок пока нет. Россия в области аддитивных технологий находится на ступень выше, чем Беларусь. Причиной тому является более ранний заход России на рынок аддитивных технологий и большее количе-

ство инвестиций. Сильным толчком к развитию также послужили санкции, которые затрагивают каждую отрасль страны [14].

Последние десять лет в Китае стремительно развивались аддитивные технологии. Китай стал мировым лидером в области аддитивного производства со значительными достижениями в различных отраслях, включая аэрокосмическую и автомобильную сферу, здравоохранение, потребительские товары и многое другое. Правительство Китая также активно поддерживает развитие аддитивных технологий посредством политических стимулов, финансирования и исследовательских инициатив [15]. Китайское правительство уделяет первостепенное внимание технологическим достижениям, включая аддитивное производство в рамках своей стратегии «Сделано в Китае 2025», целью которой является превращение страны в глобальный центр высокотехнологичного производства. Правительство Китая активно поддерживает развитие аддитивных технологий с помощью различных политических мер [15]. Например, оно создало инновационные центры аддитивного производства, научно-исследовательские институты и промышленные парки для развития сотрудничества и инноваций. Китай в данный момент является одним из главных конкурентов на российском рынке. В основном это бюджетные версии, но также есть и принтеры «премиум» класса, например, принтеры фирмы Raise3D. В дальнейшем Китай может перестать поставлять те или иные 3D принтеры из-за давления со стороны западных стран с помощью санкций [15].

Также компаниям, занимающимся аддитивными технологиями, стоит помнить про кадры. Недостаток кадров сильно сказывается на развитие данной сферы. В качестве примера можно рассмотреть Казахстан, где недостаток кадров погубил всю сферу. В наборе кадров помогают специальные программы по их формированию, которые в нынешнее время практикуются в школах и вузах. Плюсом таких программ является ранее ознакомление будущих кадров с аддитивными технологиями. Поскольку огромной проблемой является отсутствие знаний у нынешних специалистов. Такие программы обучают школьников и студентов:

- созданию прототипов и впоследствии их печать на 3D принтерах;
- работе с специализированным ПО и обучению базовым принципам;
- работе с материалами для печати.

Также проводятся олимпиады по программированию, связанные с аддитивными технологиями. Участники могут создавать программы для управления 3D принтером, а также для моделирования и обработки данных для печати. Такая олимпиада поможет развить навыки программирования и подготовить кадры, способные работать в области аддитивных технологий. Проведение олимпиад может стимулировать интерес школьников к аддитивным технологиям, помочь им понять принципы работы и применение 3D-печати, а также мотивировать на дальнейшее изучение этой области.

Следует отметить, что для успешного проведения таких олимпиад необходима квалифицированная команда организаторов, включающая специалистов в

области 3D-печати, программирования и образования. Также нужны спонсоры, которые могут обеспечить финансовую поддержку проведения олимпиад и предоставить оборудование для участников.

Одним из форматов обучения является наставничество, когда опытные специалисты компании Stereotech работают с учащимися, помогая им освоить основы работы с 3D принтерами и создавать свои проекты. Формат наставничества предполагает индивидуальный подход к каждому ученику и его потребностям. Наставники помогают школьникам понять основные принципы работы с оборудованием для 3D печати, научиться использовать специальное программное обеспечение для создания моделей и подбирают задания, соответствующие возрасту и уровню подготовки каждого ученика.

Stereotech не только организует олимпиады и мастер-классы, но также проводит исследования и разработки в области аддитивных технологий, разрабатывает и производит свое собственное оборудование для 3D печати.

Компания Stereotech также активно сотрудничает с университетами и другими образовательными учреждениями, чтобы создать программы обучения для студентов, которые заинтересованы в изучении аддитивных технологий. Эти программы позволяют студентам получить глубокие знания в этой области и получить необходимый опыт работы с современным оборудованием, что является важным фактором для будущей карьеры в этой отрасли. Олимпиады и другие мероприятия, организуемые компанией Stereotech, помогают привлечь внимание учащихся к этой области и подготовить их к будущей карьере. Такие усилия способствуют развитию отрасли аддитивных технологий в России и создают новые возможности для развития экономики страны.

### *Заключение*

Исходя из трендов рынка и проведенного анализа рынка аддитивных технологий Казахстана, Беларуси и Китая, можно сделать вывод, что российские производители способны конкурировать с ними и занять отечественный рынок практически полностью. К таким компаниям, которые соответствуют трендам рынка аддитивных технологий, можно отнести «Stereotech», «Total Z», «Импримта», «PICASO 3D» и другие.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Платформа Trend-Hunter. Текст : электронный. – URL: <https://www.trendhunter.com/results?search=3D+printing> (дата обращения 15.04.2023).
2. Статья Startus Insights. Тренды аддитивных технологий в 2023 году. Текст : электронный. – URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/additive-manufacturing-trends/> (дата обращения 15.04.2023).
3. Статья Autonomous Manufacturing. 4 важные тенденции в сфере аддитивных технологий – 2022 год. Текст : электронный. – URL: <https://amfg.ai/2022/10/25/the-top-4-trends-in-additive-manufacturing-2022/> (дата обращения 15.04.2023).
4. Статья TctMagazine. Тенденции аддитивного производства и 3D-печати в 2022 году. Текст : электронный. – URL: <https://www.tctmagazine.com/additive-manufacturing-3d-printing-industry-insights/latest-additive-manufacturing-3d-printing-industry-insights/trends-additive-manufacturing-3d-printing-2022-beyond/> (дата обращения 15.04.2023).

5. Статья EOS. 5 важных тенденций промышленной 3D-печати в 2023 году. Текст : электронный. – URL: <https://www.eos.info/en/blog/additive-manufacturing-trends-2023~b~11532> (дата обращения 15.04.2023).
6. Гэри С., Давид Р. Технологии аддитивного производства. – 3-е изд. / С. Гэри, Р. Давид, 2021. – 150-153 с - Текст: непосредственный.
7. Статья Grand View Research. Текст : электронный. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/healthcare-additive-manufacturing-market> (дата обращения 15.04.2023).
8. Гэри С., Джон С. 3D–сканирование для передового производства, проектирования и строительства / Гэри С., Джон С., 2023. - 112-115 с - Текст: непосредственный.
9. Ханг З. Аддитивное фрикционное соединение материалов / З. Ханг., 2022. - 52-55 с - Текст: непосредственный.
10. Гибсон Я. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство / Я. Гибсон, Д. Розен, 2020. - 39-42 с - Текст: непосредственный.
11. Голубев И. Перспективное применение аддитивных технологий // И. Голубев, 2022. - 102-110 с - Текст: непосредственный.
12. Мухамадеева Р. М. Аддитивные технологии в Казахстане / Р. М. Мухамадеева, 2016. – 1-8 с - Текст: непосредственный.
13. Малевич Д. М. Перспективы развития аддитивных технологий в Республике Беларусь / Д. М. Малевич, 2018. - 10-19 с - Текст: непосредственный.
14. Толочко Н. К. Аддитивные технологии в Беларуси: как все начиналось / Н. К. Толочко, 2014. - 6-7 с - Текст: непосредственный.
15. Чен Л. Цифровая эра: Революция аддитивных технологий / Л. Чен, 2022. - 198-202 с - Текст: непосредственный.

© А. А. Каминский, М. И. Ананич, 2023