

---

## **О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАЗВИТИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ**

---

**Юрасёв Николай Игоревич**, асп.

Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, Россия, 394006; e-mail: yurasev@econ.vsu.ru

*Цель:* идентификация угроз, сдерживающих развитие аддитивных технологий в России. *Обсуждение:* в работе представлены результаты сравнения основных тенденций развития аддитивных технологий в мире и России. Несистематический характер отечественных достижений в области аддитивных технологий обуславливается невысоким уровнем развития фундаментальных исследований в этой области знаний. На текущий момент доля России в мировом числе научных публикаций по теме аддитивных технологий не превышает 1%. *Результаты:* автором проведен анализ текущего технологического потенциала России, выявлены перспективы развития аддитивных технологий, а также существующие угрозы отставания от мировых лидеров данной области, в частности недостаточность научной базы, низкий интерес со стороны российских промышленных предприятий к освоению аддитивных технологий и, как следствие, нехваткой квалифицированных специалистов для работы на аддитивном оборудовании.

**Ключевые слова:** инновации, инновационные технологии.

**DOI:** 10.17308/meps.2015.9/1312

### **Введение**

Аддитивное производство – процесс соединения материалов для изготовления деталей по цифровой трёхмерной модели, как правило, послойно или без изменения его геометрии, в отличие от субтрактивных или формоизменяющих процессов.

Аддитивные технологии признаются лидирующими странами в мире как основные передовые промышленные технологии. Российская Федерация существенно отстала в развитии аддитивных технологий от США, Японии, Европы, Китая и Израиля. В мире идея производства аддитивным способом появилась в 1960-е года, а первая коммерческая установка в 1987 году, в то время как в России первым крупным проектом в области аддитивных технологий стало АО «Центр аддитивных технологий», основанное 16 мая 2014 года.

Сегодня перед страной и перед АО «Центр аддитивных технологий» стоит амбициозная задача активного формирования отрасли аддитивных

технологий для обеспечения стратегического технологического суверенитета страны в будущем. Необходимо преодолеть 30-летнюю историю развития аддитивных технологий в мире за период 2-3 года.

Задача обязательна к реализации, но осложняется сложившейся экономической и политической обстановкой в мире. Помимо запрета на импорт передовых аддитивных технологий, отрасль зависима на 95% от зарубежного сырья, т.к. в стране не создана надежная производственная база сырья для аддитивного оборудования. Существенная корректировка курса валют тормозит развитие и реализацию сформулированных задач.

### **Тенденции развития отрасли аддитивных технологий в мире**

Для оценки потенциального масштаба отрасли и актуальности участия России в сфере аддитивных технологий рассмотрим данные статистики развития аддитивных технологий в мире.

На основе данных Wohlers Report 2015, ежегодного аналитического издания, специализирующегося на аддитивных технологиях, представлен анализ о текущем состоянии развития аддитивных технологий в мире.

По данным ежегодного аналитического отчета Wohlers Report 2015, применение аддитивных технологий по отраслям распределяется следующим образом.

Таблица 1

Распределение применения аддитивных технологий по отраслям

Отрасль	Доля, %
Промышленность	17,5
Потребительские товары	16,6
Автомобилестроение	16,1
Аэрокосмос	14,8
Медицина	13,1
Образование	8,2
Военный сектор	6,6
Архитектура	3,9
Прочие	3,2

Отрасль бурно развивается, непрерывно совершенствуя технологии, выпуская на рынок новые промышленные установки. Основные 2 вектора развития направлены на увеличение точности построения (сейчас она достигает 25 микрон при печати изделий из металла) и на освоение новых материалов.

К концу 2014 года в мире продано приблизительно 12 850 промышленных 3D-принтеров. География установки промышленных 3D-принтеров распределяется следующим образом.

За последние 5 лет наблюдается ускоренный рост отрасли аддитивных технологий в мире. Средние ежегодные темпы роста за последние 26 лет составили 27,3%. За последние 3 года ежегодный темп роста составил 33,8%.

Таблица 2

## География установок промышленного аддитивного оборудования

Государство	Процент используемых установок
США	38,1
Япония	9,3
Китай	9,2
Германия	8,7
Великобритания	4,4
Италия	3,4
Франция	3,2
Корея	2,7
Канада	1,9
Тайвань	1,6
Россия	1,4
Турция	1,3
Испания	1,3
Швеция	1,2

В 2014 году рост отрасли аддитивных технологий, состоящей из установок и оказания услуг 3D-печати, составил 35,2%, или 4,103 млрд долл. В 2013 году рост составил 33,4%, или 3,033 млрд долл.

Выручка от реализации установок в 2014 году составила 1,997 млрд долл., от сервисных услуг и обновления установок 1,293 млрд долл., от оказания услуг 3D-печати 2,105 млрд долл.

### **Состояние отрасли аддитивных технологий в России**

В Российской Федерации произошел сразу импорт технологии, без предварительного развития производства сырья (порошковые металлы, полимеры, а также фотополимеры) и активного, повсеместного внедрения цифровых технологий проектирования, моделирования и симулирования в промышленные предприятия страны.

Задача развития всей отрасли, создание необходимой инфраструктуры – задача государственного масштаба и невыполнима силами одного участника. Сегодня происходит процесс формирования отрасли аддитивных технологий как организованной системы. Со стороны государства курирует процесс Министерство промышленности и торговли РФ через Департамент развития станкостроения, аддитивных технологий и робототехники. Координатором действий назначена компания ГК «Ростех», в лице АО «Станкопром». Ответственность за разработку и создание отечественного аддитивного оборудования берет на себя АО «Центр аддитивных технологий», создание сырьевой базы и сертификации возлагается на ФГУП «ВИАМ» и ОАО «ВИЛС».

Сегодня в России существует достаточно компаний – представителей малого, среднего и крупного бизнеса, оказывающих услуги по прототипированию, однако в основном это небольшие предприятия, обладающие одним-двумя недорогими 3D-принтерами, способными выращивать неслож-

ные детали с низкой производительностью. Связано это с тем, что высокотехнологичное оборудование, способное обеспечить высокое качество изделий и скорость печати, стоит дорого и требует для работы и обслуживания квалифицированного, специально обученного персонала. Далеко не каждый представитель малого, среднего и крупного бизнеса может себе это позволить, ведь для покупки необходимо четко понимать, каким образом и насколько эффективно это оборудование будет использоваться, будет ли оно загружено работой. Слабостью таких компаний является отсутствие комплексности решения задач. В лучшем случае дело ограничивается оказанием достаточно простой услуги – изготовлением прототипа или модели тем или иным способом. Тогда как АТ-технологии – это не только и не столько 3D-принтер, но важная часть 3D-среды, в которой происходит рождение нового продукта – от замысла конструктора до материализации его идей в серийном производстве. Среда, в которой новый продукт создается, «живет», эксплуатируется, ремонтируется вплоть до завершения «жизненного цикла» этого продукта.

Поэтому для полноценного использования АТ-технологий нужно создать эту среду: освоить 3D-проектирование и моделирование, CAE- и CAM-технологии, технологии оцифровки и реинжиниринга, сопутствующие технологии, включая и вполне традиционные, но переформатированные под 3D-среду. Тогда АТ-технологии будут выглядеть не экзотическими изысками, а вполне естественным и эффективным звеном общей 3D-среды создания, производства и жизненного цикла изделия.

Установленное в России единичное оборудование для производства промышленных изделий из металлических и неметаллических порошков является импортным. В данный момент предпринимаются отдельные попытки по разработке российского аддитивного оборудования:

1) Совместными усилиями МГТУ «Станкин» и Национального института авиационных технологий был разработан и собран опытный образец установки лазерного селективного сплавления деталей из металлических и керамических порошков;

2) Санкт-Петербургским политехническим университетом и Самарским государственным аэрокосмическим университетом разрабатывается установка прямого лазерного выращивания металлических деталей;

3) В Томском политехническом университете планируется разработать 3D-принтер для печати инструментов на Международной космической станции;

4) Составлен проект концепции организации производства установок послойного синтеза функциональных деталей со сложной геометрией и производства порошков на основе никеля, железа, кобальта, меди и алюминия на базе Новоуральского промышленного кластера;

5) Создание лаборатории аддитивных технологий и проектирования материалов в 2014 г. совместными усилиями ННГУ им. Н.И. Лобачевского и

Фондом перспективных исследований (ФПИ) с целью разработки технологии послойного лазерного синтеза полиметаллических изделий по 3D-CAD моделям и создание демонстрационного образца установки стоимостью 300 млн рублей;

б) Федеральное космическое агентство в 2014 г. профинансировало работы на 670 млн руб. по теме: «Разработка технологии формообразования сложнопрофильных объемных деталей и узлов турбонасосных агрегатов жидкостных ракетных двигателей путем селективного послойного лазерного спекания металлических порошковых материалов».

В части оборудования для производства порошков, а также непосредственно разработки самих порошков для промышленных 3D-принтеров следующие организации добились определенных успехов:

1) ФГУП «ВИАМ» (замкнутый цикл мелкосерийного производства, включающий производство расходуемой шихтовой заготовки, получение порошков на импортном оборудовании);

2) ОАО «ВИЛС» (производство отечественных порошков на российском оборудовании, разработанном ОАО «ВИЛС» и изготовленном на мощностях ОАО «Электромеханика»);

3) ОАО «Электромеханика» (серийное производство отечественных установок центробежного распыления для получения гранул);

4) дочернее предприятие Роскосмоса АО «Композит» (замкнутый цикл промышленного производства порошков, включающий производство расходуемой шихтовой заготовки, получение порошков на отечественном оборудовании и переработку отходов производства);

5) предприятия в составе ГК «Росатом»: институт «Гиредмет» (сферические порошки титана и его сплавов), АО «ВНИИХТ» (стальные порошки, изготовленные методом металлотермического восстановления хлоридов металлов в расплаве солей), АО «УЭХК» (никелевые и другие порошки методами электрохимического и химического восстановления), АО «Маяк» (порошки циркония) и АО «ВНИИНМ» (мелкодисперсные порошки сложнолегированных сплавов);

б) коммерческие предприятия ООО «Распылительные системы и технологии» (адаптация технологии производства порошков для гранульной металлургии), ООО «Сферамет» (распыление из гарнисажного тигля), ОАО «Полема» (производство порошков для наплавки).

Рядом исследовательских центров и компаний ведутся работы по смежным направлениям: совершенствование технологий (например, лазерное полирование шероховатых поверхностей), исследование новых сплавов и материалов, практическое применение (изготовление технологической оснастки для литья форм), подготовка специалистов для работы на аддитивном оборудовании.

Также уже существуют единичные случаи изготовления конечной продукции:

1) АО «Центр аддитивных технологий» — изготовлены медицинские штифты, методом селективного лазерного спекания металлов, а также часть турбины для китайского заказчика.

2) ФГУП «ВИАМ» — детали, изготовленные на основе технологии послойного лазерного сплавления с последующей газостатической и термической обработкой, находятся на стадии пробного применения в ОАО «Авиадвигатель»;

3) ОАО «НПО «Прибор» — осуществлено применение аддитивных технологий в производстве элементов конструкций малокалиберных боеприпасов.

Несистематический характер отечественных достижений в области аддитивных технологий обуславливается невысоким уровнем развития фундаментальных исследований в этой области. На текущий момент доля России в мировом числе научных публикаций по теме аддитивных технологий составляет 0,76% [2]. С 2000 г. в России был выдан 131 патент по различным областям аддитивного производства, причем 14 из них получены российскими заявителями, а 117 — иностранными.

Отечественный рынок промышленного аддитивного оборудования характеризуется недостаточной научной базой в сфере научных разработок по аддитивным технологиям, низким интересом со стороны российских промышленных предприятий к освоению аддитивных технологий и, как следствие, нехваткой квалифицированных специалистов для работы на аддитивном оборудовании.

Низкий интерес со стороны российских промышленных предприятий обуславливается общим консерватизмом в отношении новых технологий, высокой стоимостью оборудования и материалов, а также отсутствием системы сертификации изделий, получаемых аддитивными методами. Поскольку большое количество машин закупается различными научными организациями для проведения различных исследований либо для выполнения мелкосерийных заказов, их уровень загрузки остается чрезвычайно низким – всего 15% [3].

Существенным ограничением для разработки отечественного оборудования для аддитивного производства может стать его стоимость – если она не окажется значительно ниже стоимости оборудования существующих поставщиков или же новое оборудование не будет обладать принципиально новыми возможностями, делающими его привлекательным для российского рынка, разработка такого оборудования окажется нецелесообразной.

### **Заключение**

В среднесрочной перспективе Россия рискует оказаться зависимой от передовых промышленных технологий западных стран и потерять свой технологический суверенитет, что в стратегической перспективе приведет к потере политического и экономического влияния на мировой арене.

В 2016 году предстоит большая работа по разработке документации

и соглашений для согласованной работы и достижения синергетического эффекта в развитии аддитивных технологий как отрасли промышленности России.

### **Список источников**

1. Wohlers Report 2015 3D Printing an Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report. 2015. Доступно: <http://goo.gl/5ac1d8>. (дата обращения: 13.06.2015)
2. Публичный аналитический доклад по развитию новых производственных технологий, Сколковский институт науки и технологий. 2014. Доступно: <http://goo.gl/LB3OGh>. (дата обращения: 13.06.2015)
3. Леднев А.С. *Опыт, потенциал и задачи ФГБОУ ВПО МГТУ «Станкин» в области развития аддитивных технологий.* ФГБОУ ВПО МГТУ «Станкин». Доступно: <http://goo.gl/FuFBR7>. (дата обращения: 13.06.2015)
4. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. *Аддитивные технологии в машиностроении.* Санкт-Петербург, изд-во политехн. ун-та, 2013.
5. Цебекова Е.П., Юрасев Н.И. Организация инновационного бизнеса в России на базе передовых производственных технологий // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2015, по. 5 (65), с. 65-70.

---

# ON THE POSSIBILITIES OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN RUSSIA

---

**Yurasev Nikolay Igorevich**, graduate student

Voronezh State University, University sq., 1, Voronezh, Russia, 394006;

e-mail: yurasev@econ.vsu.ru

*Purpose:* identification of threats, constraining development of additive technology in Russia. *Discussion:* we present comparative analysis of additive technologies evolution in the world and in Russia. Lack of systematic domestic fundamental researches in the field additive technology causes low level of development in this field of knowledge. Russia's share in the global number of scientific publications on this topic does not exceed 1%. *Results:* the author analyzed the current technological potential of Russia, revealed the prospects of development of additive technology. We show existing threats of gap in this field, in particular the lack of scientific basis, low interest on the part of Russian industrial enterprises to the development of additive technology and as a result the lack of qualified professionals.

**Keywords:** innovation, innovation technologies.

## Reference

1. Wohlers Report 2015 3D Printing an Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report. 2015. Available at: <http://goo.gl/5ac1d8>. (accessed: 13.06.2015)
2. Publichnyi analiticheskii doklad po razvitiu novykh proizvodstvennykh tekhnologii, Skolkovskii Institut Nauki i Tekhnologii. 2014. Available at: <http://goo.gl/LB3OGH>. (accessed: 13.06.2015). (In Russ.)
3. Lednev A.S. *Opyt, potentsial i zadachi FGBOU VPO MGTU «Stankin» v oblasti razvitiia additivnykh tekhnologii*. FGBOU VPO MGTU «Stankin». Available at: <http://goo.gl/FuFBR7>. (accessed: 13.06.2015). (In Russ.)
4. Zlenko M.A., Popovich A.A., Mutylyna I.N. *Additivnye tekhnologii v mashinostroenii*. Sankt-Peterburg, izd-vo Politekhn. un-ta, 2013. (In Russ.)
5. Tsebekova E.P., Iurasev N.I. On organization of innovative business in Russia based on progressive production technologies. *Modern Economics: Problems and Solutions*, 2015, no. 5 (65), pp. 65-70. (In Russ.)