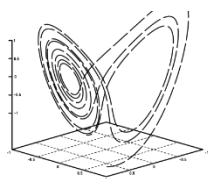




Источник изображения: Shutterstock (автор: everything possible)

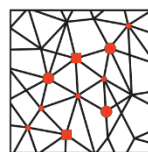
Дайджест

КЛЮЧЕВЫЕ СОБЫТИЯ В ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК НА БАЗЕ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Национальная
технологическая инициатива

Пространство возможного



Технет

Национальная
технологическая
инициатива

Передовые
производственные
технологии

Подготовлено Фондом «Центр стратегических разработок «Северо-Запад» в рамках аналитической поддержки инфраструктурного центра НТИ

Москва

2018



Оглавление

Введение	2
Раздел 1. Цифровое проектирование и моделирование.....	4
Раздел 2. Новые материалы, аддитивные технологии	6
Раздел 3. Робототехника, промышленная сенсорика.....	7
Раздел 4. Большие данные	9
Раздел 5. Индустриальный интернет вещей	11

Введение

В 2017-18 гг. исследовательская повестка в области передовых производственных технологий (включающих цифровое проектирование и моделирование, новые материалы и аддитивные технологии, робототехнику, промышленную сенсорику, большие данные и индустриальный интернет вещей) преимущественно определяется прикладными промышленными задачами.

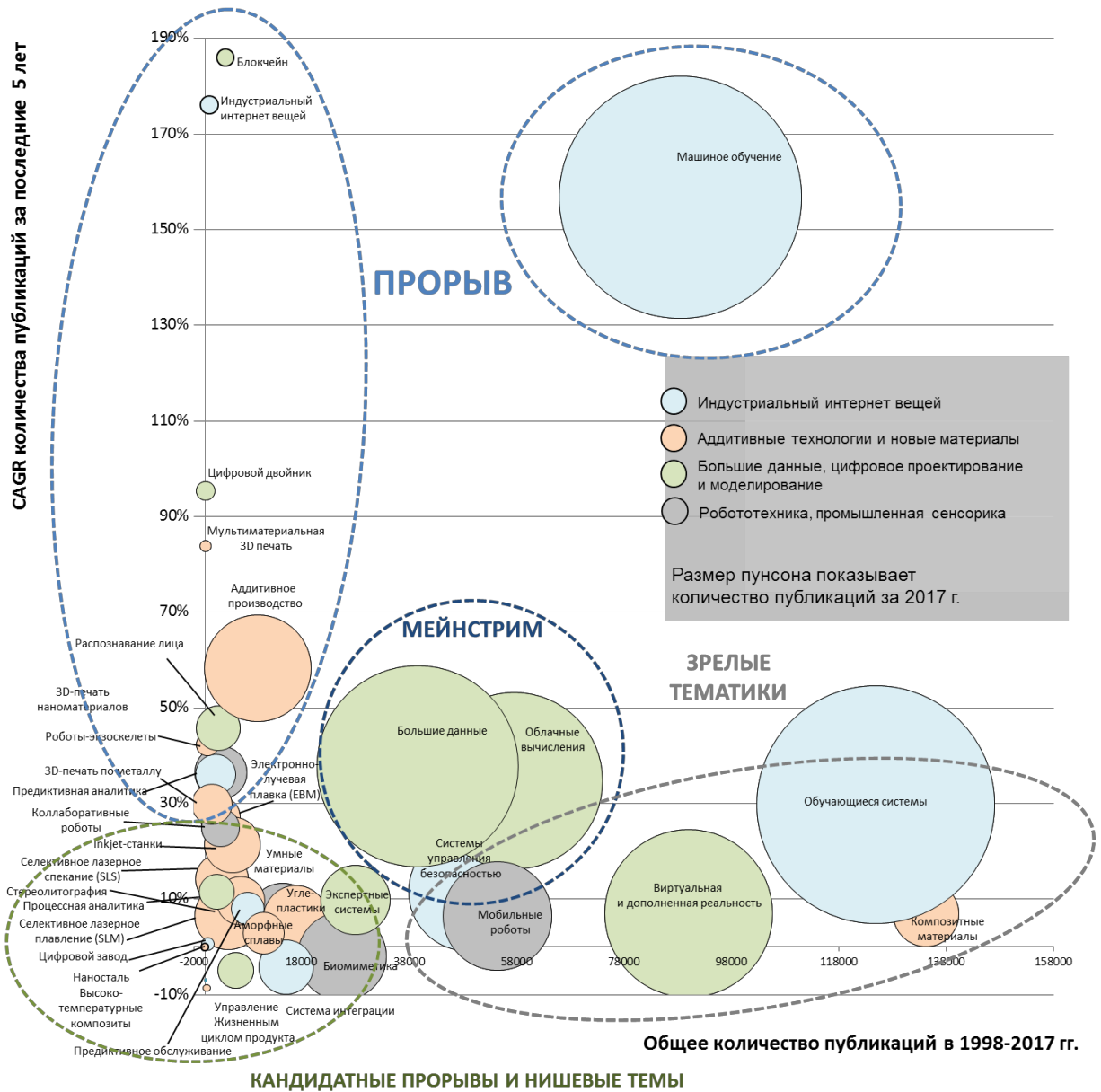
Наиболее динамично развивающейся отраслью-заказчиком научных исследований и разработок становится медицина и здравоохранение. В мире происходит тотальная цифровизация и персонализация медицины, внедряется новая приборная база. Развитие новых технологий: материалов, систем передачи данных и инструментов работы – ведет к революции в биомедицинской сфере. Здравоохранение переходит на принципы 4P: predictive (предиктивная); preventive (превентивная); personalized (персонализированная) и participatory (подразумевающая вовлечение пациента в управление личным здоровьем). Рост спроса на высокие технологии поддерживается повышением требований к медицине со стороны пациентов. В этой связи растет значение прикладных исследований и разработок в области передовых производственных технологий, направленных на решение конкретных задач по обеспечению медицинских организаций более точными с совершенными инструментами (как программными, так и аппаратными), материалами с заданными свойствами и решениями для оптимизации и управления бизнес-процессами.

В целом, исследовательская повестка в области передовых производственных технологий характеризуется большим количеством «нишевых» прикладных тематик, относящихся к зонам узкой специализации и / или неопределенности, представленной в небольшом количестве профильных журналов (рис. 1).

К прорывным направлениям – формирующимся тематикам, накопленная научная база которых невелика, однако, число публикаций растет взрывными темпами, - относятся, в частности, такие темы как блокчейн, индустриальный интернет вещей, цифровой двойник, аддитивное производство, в том числе мультиматериальная 3D-печать. В «зону прорыва», несмотря на значительное число публикаций по данной теме, также входит машинное обучение: средний темп прироста публикаций в журналах из базы Scopus за последние 5 лет по данному направлению составляет 157%.

В рамках настоящего обзора более подробно рассмотрены ключевые научные направления в области передовых производственных технологий в 2017-18 гг., по тематическим блокам: цифровое проектирование и моделирование; новые материалы, аддитивные технологии; робототехника, промышленная сенсорику; большие данные; индустриальный интернет вещей, - определенные на основании анализа ТОП-5 самых цитируемых статей в Scopus, опубликованных за последние 2 года.

Рисунок 1. Карта научных направлений в области передовых производственных технологий



Источник: ЦСР «Северо-Запад на базе анализа массива публикаций Scopus за 1998-2017 гг.

Раздел 1. Цифровое проектирование и моделирование

Одна из ключевых научно-исследовательских тем года в области цифрового проектирования и моделирования – глубинное обучение (deep learning) – класс методов машинного обучения, обрабатывающих входные данные через последовательное применение к ним большого количества преобразований-слоев, формирующих искусственные нейронные сети (рис. 2).

Рисунок 2. ТОП-5 статей в области цифрового проектирования и моделирования по числу цитирований, опубликованных в 2017-18 гг.

	НАЗВАНИЕ СТАТЬИ	ЧИСЛО ЦИТИР.
ГЛУБИННОЕ ОБУЧЕНИЕ	Deep Learning-Based Crack Damage Detection Using Convolutional Neural Networks	132
	Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing	117
ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	Large scale deep learning for computer aided detection of mammographic lesions	98
	Automated detection of arrhythmias using different intervals of tachycardia ECG segments with convolutional neural network	65
МЕДИЦИНА	SDMSim: A manufacturing service supply and demand matching simulator under cloud environment	56
АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО		

Источник: ЦСР «Северо-Запад на базе анализа массива публикаций Scopus за 2017-18 гг.

В число самых динамично развивающихся научных направлений в области computer science глубинное обучение и нейросети вошли еще на рубеже 2012-2013 годов. В настоящее время растущие требования потребителей в части «индивидуализации» продукции и сокращение времени вывода продукта на рынок, характерное для большинства отраслей промышленности, обуславливают запрос со стороны индустрии на исследования в области глубинного обучения, рассматриваемого как набор методов, способных существенно ускорить процесс разработки и тестирования сложных инженерных систем.

Следующие значимые научные направления связаны с применением цифрового проектирования и моделирования в конкретных областях, таких как медицина и аддитивное производство.

В области медицины цифровые модели могут использоваться для прогнозирования течения отдельных заболеваний конкретных пациентов или динамики состояния здоровья населения определенных территорий.

□

Аддитивное производство, в свою очередь, вносит существенный вклад в формирование исследовательской повестки в области цифрового проектирования и моделирования по определению, так как 3D-печать позволяет воспроизводить трехмерные модели с высокой точностью.

Раздел 2. Новые материалы, аддитивные технологии

В области новых материалов и аддитивных технологий приоритеты в науке в 2017-18 гг. – развитие темы полимеров и развитие темы металлов (рис. 3).

Рисунок 3. ТОП-5 статей в области новых материалов и аддитивных технологий по числу цитирований, опубликованных в 2017-18 гг.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ		ЧИСЛО ЦИТИР.
РАЗВИТИЕ ТЕМЫ ПОЛИМЕРОВ	3D printing of polymer matrix composites: A review and prospective	182
	Additive manufacturing of metallic components – Process, structure and properties	164
РАЗВИТИЕ ТЕМЫ МЕТАЛЛОВ	Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing	117
	Instrumented cardiac microphysiological devices via multimaterial three-dimensional printing	117
	3D printing of high-strength aluminium alloys	115

МЕДИЦИНА

Источник: ЦСР «Северо-Запад на базе анализа массива публикаций Scopus за 2017-18 гг.

Свобода дизайна, кастомизация, минимизация отходов и возможность изготовления сложных конструкций, а также быстрое создание прототипов являются основными преимуществами 3D-печати и аддитивного производства. Потенциально использование аддитивных технологий позволяет производить детали и компоненты со сложной геометрией в соответствии с компьютерными моделями.

При этом на практике полимерная 3D-печать, в основном, используется для прототипирования, а не для производства реальных деталей изделий. Из-за изначально ограниченных механических свойств и функциональных возможностей печатных деталей из чистого полимера существует острая необходимость в разработке полимерных композитов для печати функциональных изделий с высокими эксплуатационными характеристиками.

В случае с металлами непосредственным сырьем для аддитивного производства также становятся не металлы в чистом виде, а порошки, сплавы и пасты, в состав которых входят вяжущие вещества и специальные присадки, увеличивающие прочность, износостойкость, твердость, что обуславливает сохраняющийся запрос на научные исследования в данной области.

Раздел 3. Робототехника, промышленная сенсорика

Ключевая научно-исследовательская тема года в области робототехники и промышленной сенсорики – цифровые (софтверные) решения для оптимизации функциональности уже существующих мехатронных и киберфизических технологий и продуктов; иными словами, прикладной научно-технологический фронт сместился с аппаратной составляющей промышленных роботов к программной составляющей (рис. 4).

Рисунок 4. ТОП-5 статей в области робототехники и промышленной сенсорики по числу цитирований, опубликованных в 2017-18 гг.

	НАЗВАНИЕ СТАТЬИ	ЧИСЛО ЦИТИР.
ПРОГРАММНЫЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ	ORB-SLAM2: An Open-Source SLAM System for Monocular, Stereo, and RGB-D Cameras	152
	Auxetic mechanical metamaterials	54
	Manipulability Optimization of Redundant Manipulators Using Dynamic Neural Networks	52
	Haptic Identification by ELM-Controlled Uncertain Manipulator	47
	Efficient Processing of Deep Neural Networks: A Tutorial and Survey	47

Источник: ЦСР «Северо-Запад на базе анализа массива публикаций Scopus за 2017-18 гг.

Основной запрос на оптимизационные решения формируется робототехнической индустрией и отраслями – потребителями промышленной робототехники в связи с двумя основными трендами:

- 1) Развитие кооперационной робототехники (коботов), способных работать на сборочных линиях одновременно и «в паре» с человеком. Соответствующие продукты разрабатываются всеми основными вендорами (в т.ч. Kuka Robotics, Fanuc и пр.) и внедряются в целом спектре индустрий, лидирующей из которых является автомобилестроительная промышленность – в связи с повышением требований к глубине кастомизации автомобилей и необходимостью сохранять высокую эффективность сборочных процессов при уменьшении «серийности» автомобилей. Основной технологией, которая позволяет обеспечить кооперационность, является точное ориентирование робототехнической установки в пространстве, достигаемое любыми доступными методами, в первую очередь – через системы анализа видеоданных, собираемых с камер разного типа.

2) Интенсивное развитие мультизадачных робототехнических установок (в первую очередь – роботизированных «рук») с реконфигурируемым функционалом (сварка, окраска и пр.). Необходимость комплексных решений подобного типа связана, в первую очередь, с ожидаемым развитием «бесконвейерных» или «постконвейерных» производственных систем в машиностроении, которые расцениваются как одно из решений, позволяющих обеспечить глубокую кастомизацию продукции без необходимости прибегать к «эффекту масштаба». Базовой технологией, способной решить соответствующую задачу, являются системы машинного обучения на базе нейросетей, которые позволяют осуществить перенастройку роботизированной установки в меняющихся условиях и в максимально короткое время.

Раздел 4. Большие данные

Приоритетными научными тематиками в области больших данных в 2017-18 гг. являются прикладные исследования для решения задач медицины и здравоохранения.

Рисунок 5. ТОП-5 статей в области индустриального интернета вещей по числу цитирований, опубликованных в 2017-18 гг.

	НАЗВАНИЕ СТАТЬИ	ЧИСЛО ЦИТИР.
ГЛУБИННОЕ ОБУЧЕНИЕ	Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone	208
	A survey of deep neural network architectures and their applications	181
МЕДИЦИНА	GEPIA: A web server for cancer and normal gene expression profiling and interactive analyses	165
	Health-CPS: Healthcare cyber-physical system assisted by cloud and big data	121
	Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods	103

Источник: ЦСР «Северо-Запад на базе анализа массива публикаций Scopus за 2017-18 гг.

Сфера здравоохранения формирует ряд запросов к подобным исследованиям:

- 1) Использование искусственного интеллекта и анализа больших данных при постановке диагноза;
- 2) Возможность прогнозировать развитие заболевания с помощью цифровых моделей;
- 3) Более полное и точное обследование (за счет совершенствования систем медицинской визуализации);
- 4) Управление медицинскими активами и информацией о пациентах и др.

К числу ключевых тем в области больших данных также относятся нейросети и глубинное обучение. Растущая потребность в повышении скорости, точности и эффективности обработки больших данных, генерируемых многочисленными интеллектуальными устройствами, стимулирует исследователей на поиск новых решений, способных преодолевать недостатки традиционных алгоритмов, зависящих от функций, разработанных вручную.

В свою очередь, современные методы глубинного обучения, эффективно работающие с ограниченным набором условий на тренировочных датасетах, также имеют ряд

ограничений, что формирует запрос на их адаптацию и совершенствование для работы с потоками данных в режиме реального времени.

Раздел 5. Индустриальный интернет вещей

В области индустриального интернета вещей одна из главных научных тем 2017-18 гг. – энергоэффективные сети дальнего радиуса действия (LPWAN, low-power wide-area network) (рис. 5).

Рисунок 6. ТОП-5 статей в области индустриального интернета вещей по числу цитирований, опубликованных в 2017-18 гг.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ		ЧИСЛО ЦИТИР.
LPWAN	Low Power Wide Area Networks: An Overview	161
	The emergence of edge computing	134
ГРАНИЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	A Survey on Mobile Edge Computing: The Communication Perspective	121
	The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0	120
	Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues	76

Источник: ЦСР «Северо-Запад на базе анализа массива публикаций Scopus за 2017-18 гг.

LPWAN – беспроводная технология передачи небольших по объему данных на сверхузкой частотной полосе на низких скоростях, разработанная для сбора информации с устройств интернета вещей и осуществления межмашинных коммуникаций.

При переходе от единичных тестовых решений в области промышленного интернета вещей к цифровизации всех активов предприятия / всей производственной цепи появляется потребность в информационной среде, способной объединить миллиарды «умных» приборов в единую сеть. Датчикам и сенсорам не требуется передавать данные большими пакетами, как правило, речь идет о битах и байтах, при этом критически важной является способность такой среды обеспечивать длительную работу автономных устройств и высокую проникающую способность сигнала. Соответственно, энергоемкие технологии, специализирующиеся на высокоскоростной передаче больших объемов данных (GSM, LTE и т.д.), не подходят для разворачивания масштабных проектов в области индустриального интернета вещей.

Энергоэффективные сети дальнего радиуса действия в данном контексте обладают следующими преимуществами:

- Масштабируемость за счет практически неограниченного количества подключаемых датчиков;
- Большая дальность передачи сигнала от конечного устройства до принимающей станции: до 10 км в городской черте и до 40 км на открытой местности;
- Энергоэффективность и длительный срок работы конечных устройств (более 10 лет без внешнего питания);
- Высокая проникающая способность радиосигнала в городской застройке;
- Экономичность и простота внедрения решений.

Следующее ключевое научное направление в области индустриального интернета вещей - периферийные или граничные вычисления (edge computing).

В контексте индустриального интернета вещей «периферийные» означает вычислительную инфраструктуру, существующую близко к источникам данных, таким как промышленные установки (например, ветротурбины, магнитно-резонансные сканеры или подводное противовибросовое оборудование), контроллеры (в частности, SCADA-системы) и т.д. Такая организация обработки данных может служить альтернативой облачным вычислениям и обладает для индустрии целым рядом преимуществ:

- Не требует постоянного подключения устройств к сети;
- Не требует высокой пропускной способности коммуникаций между датчиками и главным дата-центром;
- Позволяет получать доступ к данным с подключенных устройств в режиме реального времени;
- Позволяет оперативно реагировать на киберугрозы: вредоносное ПО помещается в карантин, что предотвращает угрозу компрометации всей сети предприятия.